

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ГРАЂЕВИНСКИ ФАКУЛТЕТ

Мр Рајица М. Михајловић, дипл. инж. геод.

ОПТИМИЗАЦИЈА РАСПОДЕЛЕ КОМАСАЦИОНЕ
МАСЕ КОД УРЕЂЕЊА ЗЕМЉИШНЕ
ТЕРИТОРИЈЕ КОМАСАЦИЈОМ

- докторска дисертација -

Београд, 2010

10-513188498

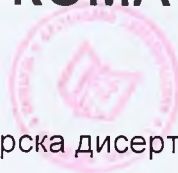
РД 21060



УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ГРАЂЕВИНСКИ ФАКУЛТЕТ

Мр Рајица М. Михајловић, дипл.инж.геод.

**ОПТИМИЗАЦИЈА РАСПОДЕЛЕ КОМАСАЦИОНЕ
МАСЕ КОД УРЕЂЕЊА ЗЕМЉИШНЕ
ТЕРИТОРИЈЕ КОМАСАЦИЈОМ**



– докторска дисертација –

Београд, 2010

Ментор:

Проф. др Манојло Миладиновић, дипл. инж. геод, Грађевински Факултет, Београд

Чланови комисије:

Проф. др Манојло Миладиновић, дипл. инж. геод, Грађевински факултет, Београд

Проф. др Бранко Божић, дипл. инж. геод, Грађевински факултет, Београд

Доц. др Милан Трифковић, дипл. инж. геод, Грађевински факултет, Суботица



Оптимизација расподеле комасационе масе код уређења земљишне територије комасацијом

Резиме

Предмет истраживања у овом раду су могућности побољшања метода аутоматизованог одређивања оптималне површине, облика и распореда нових парцела у поступку израде и реализације пројекта код уређења земљишне територије комасацијом.

Истраживања су обухватила дефинисање расподеле комасационе масе као оптимизационог модела који се може математички моделирати и решавати једнокритеријумским и вишекритеријумским методама операционих истраживања.

Дефинисани су нови модели расподеле комасационе масе и предложена технологија која представља основу за доношење важних одлука за све учеснике комасације и будући изглед (уређење) и заштиту земљишне територије.

У оквиру расподеле комасационе масе дефинисан је процес оптималног димензионисања и позиционирања комасационих табли на комасационом подручју, оптималан распоред вредности (површина) нових парцела по таблама, као и њихов редослед у оквиру табли.

Кроз процес истраживања у раду сагледан је шири аспект уређења земљишне територије, анализирани модели, поступци и методологија расподеле комасационе масе у свету и код неколико карактеристичних примера до сада реализованих комасација у Србији. Уочени су и истакнути проблеми и недостаци досадашњег начина расподеле комасационе масе, представљени су критеријуми оптималног обликовања и димензионисања нових парцела и уведен системски приступ решавања проблема. У том циљу дефинисани су подсистеми (водни, саобраћајни, еколошко-заштитни и геодетски) код уређења земљишне територије комасацијом, утврђена је њихова хијерархија, међусобне везе и условљености.

За дефинисане принципе извршено је математичко моделирање расподеле комасационе масе, конципирани су нови оптимизациони модели применом метода једнокритеријумског и вишекритеријумског програмирања који се решавају развијеном библиотеком програма под називом ORKOM у оквиру програмског система MATLAB уз подршку CAD и GIS технологије за припрему и приказ резултата.

Дефинисани оптимизациони модели расподеле комасационе масе су тестирани на комасационим подручјима различитих карактеристика са подручја Републике Србије. Предложена је нова методологија и поступци примене дефинисаних модела кроз поједине фазе пројектовања и реализације радова, предочене су предности примене оптимизационих модела и успешно је доказана њихова примењивост и флексибилност у односу на различите захтеве и карактеристике комасационих подручја.

Реализована истраживања и приказани резултати омогућавају проширење фонда релевантних знања из области комасације, представљају основу за ефикасније планирање и пројектовање варијантних решења и објективан приступ код расподеле комасационе масе. Успостављене су основе система као подршке процесу одлучивања у поступку расподеле као активности од којих зависи и сам успех комасације.

Кључне речи:

Комасација, расподела комасационе масе, оптимизација система, операциона истраживања, линеарно програмирање, нелинеарно програмирање, мешовито програмирање, вишекритеријумско програмирање.

Optimisation of Land Consolidation Distribution Process

Abstract

The subject of this paper were the possibilities of improving the automated method for determining the optimal area, shape and layout of new lots in a process of development and designing of a land consolidation project.

Research has provided the definition of land consolidation distribution process as an optimization model that can be modeled mathematically and be solved with single-criterion or with multi-criteria operational research methods.

New models are defined and new technology is presented that represents the basis for decision making process that is also very important for each and every land owner involved in the land consolidation process and for the future look (design) and protection of a land territory.

Land consolidation distribution process implies the process of optimal dimensioning and positioning of land consolidation tables with in a land consolidation area, optimal order of values (areas) of the new parcels and defining the order of parcels with in a table.

A broader aspect of designing the land territory was considered through the insight in how research process, models, procedures and methodologies of land consolidation distribution process is done in the world, as well as in a few chosen representative examples from the set of land consolidation areas in Serbia. The problems and drawbacks of previous land consolidation distribution methods were observed and were highlighted, the criteria of optimal design and dimensioning of new lots were presented and a systematic approach for solving problems was introduced. For this purpose a couple of subsystems were defined (water, traffic, environmental protection and surveying) in the process of organization of the land territory with land consolidation, their hierarchy was determined, as well as their co-relations and mutual conditioning.

The mathematical modeling of the land consolidation distribution process was done according to the defined principles, a new method of optimization models of single-criterion and multi-criteria programming was designed and can be solved with the library of routines called ORKOM developed in MATLAB with the support of CAD and GIS technology for the preparation and preview of the results.

Defined optimization of the land consolidation distribution models have been tested on land consolidation areas of different characteristics in the Republic of Serbia. New methodology and procedures for the application of the defined models through particular stages of designing and implementing is proposed, the advantages of optimization models are presented and its applicability and flexibility was successfully proven comparing to the different requirements and characteristics of the land consolidation areas.

Researches and results shown in this paper give the possibility of widening the relevant knowledge from the area of land consolidation, represent the basis for more efficient planning and designing of various solutions and provide a more objective approach of the land distribution process. Basis for the system are established as a helper in a decision making process concerning land distribution as an activity on which depends the success of land consolidation.

Keywords:

Land consolidation, distribution of land consolidation, system optimization, operational research, linear programming, nonlinear programming, joint programming, multi-criteria programming.

САДРЖАЈ

1.	УВОД.....	11
1.1.	Предмет задатка	11
1.2.	Преглед досадашњих радова и истраживања у области расподеле комасационе масе.....	12
1.3.	Циљ истраживања	13
1.4.	Реализација истраживања	13
1.5.	Садржај рада	14
2.	САДРЖАЈ И КАРАКТЕРИСТИКЕ ЗЕМЉИШНЕ ТЕРИТОРИЈЕ	17
2.1.	Увод	17
2.2.	Становништво	18
2.3.	Пољопривредна газдинстава (поседи) и парцеле	19
2.4.	Сеоска насеља и кућишта	20
2.5.	Сеоски атар	22
2.6.	Воде	23
2.7.	Рељеф	24
2.8.	Земљиште	24
2.9.	Клима	25
2.10.	Биосфера.....	25
2.11.	Техничка инфраструктура	26
2.12.	Стање пољопривредне производње и сеоске територије	26
3.	САВРЕМЕНИ АСПЕКТИ УРЕЂЕЊА ЗЕМЉИШНЕ ТЕРИТОРИЈЕ	29
3.1.	Увод	29
3.2.	Принципи и функције концепта одрживог развоја пољопривреде у Републици Србији	29
3.3.	Основне карактеристике поступака комасације у Европи.....	32
3.4.	Савремени концепт комасације.....	35
3.5.	Модел комасације	36
3.5.1.	Свеобухватни модел комасације	37
3.5.2.	Комасација у поступку екпропријације.....	38
3.5.3.	Једноставна (добровољна) комасација.....	38
3.5.4.	Комасација у функцији урбанистичког уређења насеља	39
3.5.5.	Комасација шума	41
3.6.	Фазе радова у поступку комасације	42
3.7.	Најважнији прописи у Србији који се односе на уређење земљишне територије.....	44
3.8.	Стратешка документа у Србији као основе за уређење земљишне територије.....	44
3.8.1.	Основне поставке доброг управљања савременом комасацијом.....	45
4.	КРИТЕРИЈУМИ ДИМЕНЗИОНИСАЊА И ОБЛИКОВАЊА ПОЉОПРИВРЕДНИХ ПАРЦЕЛА	47
4.1.	Увод.....	47
4.2.	Оптимална површина парцеле	47
4.3.	Оптималан облик парцеле.....	48
4.4.	Оптималне димензије парцеле.....	49
4.4.1.	Дужина парцеле и начин коришћења земљишта	52
4.5.	Оптимална оријентација парцела	53
4.6.	Удаљеност парцела од економског дворишта	54
5.	ПРИНЦИПИ РАСПОДЕЛЕ КОМАСАЦИОНЕ МАСЕ	57
5.1.	Увод.....	57
5.2.	Расподела комасационе масе у неким земљама у свету	57
5.2.1.	Расподела комасационе масе у Немачкој.....	57
5.2.2.	Расподела комасационе масе у Холандији.....	58
5.2.3.	Расподела комасационе масе у Шпанији	59

5.2.4.	Расподела комасационе масе у Финској	60
5.2.5.	Расподела комасационе масе у Јапану	60
5.2.6.	Расподела комасационе масе у Турској	60
5.2.7.	Расподела комасационе масе у Републици Србији	60
5.2.8.	Анализа расподела код изведених радова	63
5.3.	Карактеристике досадашњег начина расподеле комасационе масе	74
6.	ОСНОВНИ ПРИНЦИПИ ОПТИМИЗАЦИЈЕ СИСТЕМА	75
6.1.	Увод	75
6.2.	Основни појмови теорије система	75
6.3.	Системски приступ код пословног одлучивања	77
6.4.	Оптимизација као подршка доношењу одлука	78
6.5.	Основе операционих истраживања	79
6.5.1.	Предмет и карактеристике операционих истраживања (ОИ)	79
6.5.2.	Фазе примене операционих истраживања	81
6.5.3.	Дефинисање проблема и прикупљање одговарајућих података	81
6.5.4.	Израда математичког модела	82
6.5.5.	Систематизација метода операционих истраживања	82
6.5.6.	Системски приступ уређењу земљишне територије	83
6.5.7.	Подсистеми код комасације	84
7.	ПРОЈЕКТОВАЊЕ И ОПТИМИЗАЦИЈА ВОДНИХ ПОДСИСТЕМА	87
7.1.	Увод	87
7.2.	Одводњавање пољопривредног земљишта	89
7.3.	Наводњавање пољопривредног земљишта	90
7.3.1.	Начини наводњавања	91
7.4.	Пројектовање хидросистема кроз процес комасације	92
7.4.1.	Усаглашавање мрежа канала са осталим пројектима	92
7.5.	Оптимизација водних подсистема	93
8.	ПРОЈЕКТОВАЊЕ И ОПТИМИЗАЦИЈА САОБРАЋАЈНОГ ПОДСИСТЕМА	97
8.1.	Увод	97
8.2.	Врсте транспорта и машина у пољопривреди	97
8.3.	Класификација пољских путева	98
8.4.	Облик и оријентација мреже пољских путева	99
8.5.	Густина путне мреже	102
8.6.	Оријентација пољских путева	103
8.7.	Ширина пољских путева	103
8.8.	Потребна документација и подаци за пројектовање пољских путева	105
8.9.	Примери пројектовања мреже пољских путева	105
8.10.	Оптимизација саобраћајног подсистема	107
9.	ПРОЈЕКТОВАЊЕ И ОПТИМИЗАЦИЈА ЗАШТИТНО – ЕКОЛОШКОГ ПОДСИСТЕМА	111
9.1.	Увод	111
9.2.	Водна ерозија	112
9.3.	Универзална једначина губитка земљишта	112
9.4.	Еолска ерозија	114
9.5.	Противерозионе мере	115
9.5.1.	Агротехничке мере	115
9.5.2.	Биолошке мере	116
9.5.3.	Техничке мере	117
9.5.4.	Пољозаштитни шумски појасеви	118
9.6.	Оптимизација заштитно-еколошког подсистема	123
10.	ОПТИМИЗАЦИЈА РАСПОДЕЛЕ КОМАСАЦИОНЕ МАСЕ	125
10.1.	Увод	125
10.2.	Критеријуми расподеле комасационе масе	125
10.3.	Фазе реализације расподеле комасационе масе	126

10.3.1.	Анализа поседа учесника комасације.....	126
10.3.2.	Димензионисање комасационих табли.....	127
10.3.3.	Одређивање положаја и оријентација комасационих табли.....	128
10.3.4.	Избор комасационе табле у коју ће бити распоређене нове парцеле.....	129
10.3.5.	Одређивање редоследа поседа у оквиру комасационих табли.....	129
10.3.6.	Рачунање аналитичко-геодетских елемената парцела.....	129
10.4.	Математичко моделирање расподеле комасационе масе.....	130
10.4.1.	Захтеви за дефинисање модела расподеле комасационе масе као оптимизационог модела.....	130
10.4.2.	Дефинисање математичког модела расподеле вредности по таблама.....	131
10.5.	Дефинисање модела расподеле комасационе масе.....	138
10.5.1.	Једнокритеријумски модели.....	138
10.5.2.	Вишекритеријумски модели.....	142
10.5.3.	Компјутерски програми за решавање оптимизационих модела расподеле комасационе масе.....	148
10.6.	Информатичка подршка оптимизационом процесу расподеле комасационе масе.....	153
10.6.1.	Опис примењеног софтверског окружења за обраду података код комасације.....	154
10.7.	Методологија израде пројекта расподеле комасационе масе применом метода операционих истраживања.....	170
11.	ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ РЕЗУЛТАТИ И ПРИМЕНА ОПТИМИЗАЦИЈЕ КОД РАСПОДЕЛЕ КОМАСАЦИОНЕ МАСЕ.....	173
11.1.	Примери примене оптимизације код расподеле комасационе масе.....	173
11.1.1.	Комасационо подручје ТЕСТ ПРИМЕР 1.....	173
11.1.2.	Комасационо подручје ТЕСТ ПРИМЕР 2.....	183
11.1.3.	Комасационо подручје ТЕСТ ПРИМЕР 3.....	190
11.1.4.	Комасационо подручје БАТОЧИНА.....	194
11.1.5.	Комасационо подручје ОПОВО.....	199
11.1.6.	Комасационо подручје ОВЧА.....	202
12.	ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА.....	207
12.1.	Преглед извршених истраживања и добијених резултата у раду.....	207
12.2.	Проблеми и предлози примене и реализације.....	208
12.3.	Научни допринос рада.....	208
12.4.	Смернице за даља истраживања.....	209
A.	ТЕОРИЈСКЕ ОСНОВЕ ОПЕРАЦИОНИХ ИСТРАЖИВАЊА.....	211
A.1.	Увод.....	211
A.2.	Линеарно програмирање.....	211
A.2.1.	Општа формулација задатка линеарног програмирања (ЛП).....	211
A.2.2.	Дуални модел линеарног програмирања.....	213
A.2.3.	Симплекс метода.....	213
A.2.4.	Варијанте симплекс методе.....	216
A.2.5.	Транспортни проблем линеарног програмирања.....	219
A.2.6.	Целобројно линеарно програмирање (ЦЛП).....	226
A.2.7.	Метода распоређивања.....	227
A.2.8.	Мешовито програмирање.....	227
A.2.9.	Оптимизација на мрежама.....	228
A.2.10.	Локацијски проблеми.....	228
A.3.	Нелинеарно програмирање.....	228
A.3.1.	Квадратно програмирање.....	230
A.4.	Вишекритеријумска оптимизација.....	230
A.4.1.	Методе за решавање задатка ВКО.....	235
A.4.2.	Методе дискретног одлучивања.....	243
ИНДЕКС.....	245
Списак Слика.....	245



Списак табела	248
СКРАЋЕНИЦЕ	251
ЗАХВАЛНОСТ АУТОРА.....	253
ЛИТЕРАТУРА.....	255



Љубинки,
Милошу и
Урошу

1. УВОД

1.1. Предмет задатка

Све земље света су приморане да интензивније уређују, чувају и прилагођавају новим условима своја сеоска подручја. Неке државе су приморане да чине веома интензивно уређење простора због проблема са природним недаћама, миграцијама и повећаним прираштајем становништва и њиховим објективним потребама. Развијене земље су и на овом пољу постигле завидне резултате, чије се искуство може драгоцено искористити.

Развој села у данашњим условима укључује бројне активности којима се постиже равномерни и одрживи развој државе, унапређује друштвени стандард, заштићује животна средина и стварају бољи природни и економски услови за живот становништва на руралном подручју.

Најчешћи вид уређења земљишне (сеоске) територије данас је комасација која се дефинише као најкомплекснији систем мера уређења сеоског подручја. Комасација је од првобитног аграрног концепта везаног за укрупњавање парцела пољопривредних поседа, прерасла у инструмент просторног развоја и механизам остваривања просторних, урбанистичких, стратешких, пољопривредних и других планова.

Укрупњавање парцела и пољопривредних поседа и избор места за нове парцеле је веома осетљив и најважнији сегмент активности у процесу комасације. Поништавајући старе границе парцела, сво земљиште у једном тренутку чини такозвану комасациону масу из које се врши расподела (додела) нових парцела правилнијег облика и сједињених површина. Расподела комасационе масе (земљишта) заузима централно место у поступку уређења земљишне територије комасацијом, јер се ради о веома сложеном, одговорном, креативном и обимном послу у коме се одлучује о месту, броју, површини и облику будућих парцела (комплекса), што може да буде потенцијални извор незадовољства власника земљишта (учесника комасације) и представља једну од активности од које зависи и сам успех комасације.

На положај облик и место будућих парцела мора се размишљати у свим фазама пројектовања. Пројектом намене површина, мрежама канала за одводњавање, наводњавање и пољских путева дефинишу се величине и облици комасационих табли које морају бити прилагођене оптималним димензијама будућих парцела. Позиционирањем комасационих табли одређених димензија директно се сугерише (одређује) могући распоред парцела по таблама и утиче на њихову површину, облик и димензије.

Предмет научног истраживања у овом раду односи се на могућности побољшања метода и аутоматизације одређивања оптималне површине, облика и распореда нових парцела у поступку израде и реализације пројекта код уређења земљишне територије комасацијом. У том циљу су у раду дефинисани следећи задаци:

- сагледавање карактеристика и недостатака садашњих начина расподеле комасационе масе код нас и у свету,
- поставка математичких модела расподеле комасационе масе чијим решењем би се истовремено и са уједначеним критеријумима за све учеснике комасације добиле оптималне површине, облици и положаји нових парцела,
- израда програма (софтвера) за њихово решавање уз помоћ рачунара,
- тестирање развијене методе на реалним примерима из праксе са различитим карактеристикама, као што су површине подручја и поседа, број учесника комасације, природне и друге карактеристике комасационог подручја итд,
- упоређење резултата расподеле комасационе масе добијених новом методом са резултатима добијених на досадашњи начин и
- анализа предности новог начина расподеле комасационе масе са препорукама за његову практичну примену и даља усавршавања и истраживања.

1.2. Преглед досадашњих радова и истраживања у области расподеле комасационе масе

У процесу развоја компјутерске технологије развијали су се и програмски системи за обраду података у поступку комасације. За геодетске радове у комасацији карактеристично је да су обимни и да се јавља велики број радова са истом поставком рачунања. Потпуна аутоматизација целокупног процеса комасације постављена је у многим земљама у којима су се реализовали радови, а посебно у Немачкој и Холандији још пре 40 година. Недостајући сегмент сваког програмског решења (окружења) и данас је компјутерски подржана расподела комасационе масе односно расподела нових парцела по комасационим таблама. И данас се сматра да процес расподеле није погодан за аутоматизацију јер захтева велико инжењерско искуство и знање, а у извесном смислу и уметност.

Први покушаји разматрања расподеле комасационе масе као оптимизационог проблема представљени су од стране (Hupfeld, 1971) и (Pelzer, 1972), док су озбиљнији покушаји побољшања аутоматизације расподеле комасационе масе извршени у СР Немачкој и Холандији (Klempert, 1974).

У СР Немачкој је 1974. године на бази оптимизационих метода операционих истраживања (Klempert, 1974) израђена студија изводљивости рачунарског програма за потпуно аутоматизовану и оптималну расподелу комасационе масе. Утврђено је да би за такву оптималну расподелу требало сваку парцелу окарактерисати са око 500 непознатих. Због обимности рачунања и неадекватног математичког моделирања овај покушај је пропао, тако да се дошло до закључка да се проблем може решити само хеуристичким методама.

У Холандији је 1974. године (Lemmen, 1986) на бази хеуристичког програмирања развијен програмски систем ATOR који је био оријентисан према жељама учесника комасације. Ово решење је показало приличну нефлексибилност, јер су жеље учесника биле фиксирани према решењу програма. Недостатак система ATOR лежи у фиксираним величинама исказаних жеља, које у поступку рачунања не могу да трпе никакве измене. Временом је овај програм усавршаван (Sonneneberg, 1986) тако да је и данас у употреби са својим изворним поставкама допуштајући одређене флексибилности везане за улазне податке и измене у току процеса расподеле.

Кроф је 1976. године објавио докторску дисертацију у којој су даље истраживане оптимизационе методе расподеле комасационе масе (Kropff, 1976). За решавање постављеног оптимизационог модела коришћена је метода Монте Карло. Ипак, овај предлог није заживео у пракси због поједностављеног математичког модела расподеле и непрецизности које даје примењена метода. У раду (Grafarend, 1979)¹, представљене су идеје и могућности примене оптимизације код расподеле комасационе масе и разматране могућности интегралне оптимизације пројектовања система канала за одводњавање и наводњавање и мреже пољских путева са расподелом комасационе масе. Констатовано је да је због огромног броја информација и утицаја (ограничења) такав оптимизациони модел преобиман и да се не може решити једновремено, па је расподела земљишта конципирана као посебан оптимизациони модел са предлогом процеса реализације и аутоматизације на рачунару.

Први рад у СФР Југославији објављен је 1979. године (Гостовић, 1979) у коме је на идејном нивоу без практичне примене представљен модел расподеле комасационе масе базиран на примени методе мешовитог програмирања (операциона истраживања).

Године 1984. је на бази Холандског система ATOR у СР Немачкој развијен интерактивни систем CONEF² веће флексибилности, код кога се жеље изражавале у односу на претходно пројектоване блокове (комасационе табле), а да при томе нису фиксирани већ су дефинисане као прималне и алтернативне са редоследом алтернатива и приоритета, тежинама и ранговима. Коначно решење се добија у интерактивном процесу кроз измену полазних података, тежина и алтернатива, тако да се путем интерактивног пројектовања пројектант-компјутер долази до задовољавајућих резултата. На основу обављених тестирања утврђено је да се компјутерски извршена расподела разликује од класичне за око 12%.

У Јапану је приликом парцелисања пиринчаних поља коришћена Симплекс метода операционих истраживања са доста успеха јер се ради о једноставним проблемима зато што се

¹ "Оптимизација геодетских радова" део "Оптимизација у комасацији"

² Computergestützten NEUverteilung bei der Flurbereinigung

деле површине нових парцела у мелиорацијама створеним таблама са "хомогеним" карактеристикама.

Истраживања везана за расподелу комасационе масе која су претходница овом раду у Србији обављена су кроз радове (Миладиновић, и други, 1994) и (Михајловић, 1995), у оквиру којих су представљени модели и примери расподеле комасационе масе применом једнокритеријумских и вишекритеријумских метода операционих истраживања.

Од објављених радова везаних за оптимизацију расподеле комасационе масе у последњи десет година за истраживања у овом раду значајни су радови (Kik, 1980), (Sonnenberg, 2000), (Sonnenberg, 2002), (Cay, et al., 2004), (Cay, et al., 2006), (Cay, et al., 2008), (Coito, et al., 2005), (van den Brink, 2004), као и обимна литература из области операционих истраживања од чега је најзначајнији део који представља теоријску основу овог рада приказан у додатку.

1.3. Циљ истраживања

Циљеви научног истраживања приказаног у овом раду су:

- развој нових модела расподеле комасационе масе применом математичких метода једнокритеријумске и вишекритеријумске оптимизације и
- предлог нове методологије пројектовања и реализације процеса расподеле комасационе масе.

Нови модели расподеле и предложена технологија треба да буду основа за доношење важних одлука веома значајних за сваког учесника комасације и за будући изглед конкретне земљишне територије за дуги временски период. Расподела комасационе масе уз примену оптимизационих метода дефинисана је кроз три парцијална процеса:

- 1) димензионисање и позиционирање комасационих табли у оквиру комасационог подручја,
- 2) распоред вредности (површина) нових парцела по таблама и
- 3) дефинисање њиховог редоследа у оквиру самих табли.

1.4. Реализација истраживања

Реализација истраживања базирана је на следећим полазним хипотезама:

- у садашњем тренутку проблем расподеле комасационе масе није на адекватан начин решен;
- концепирање универзалног и савременог приступа пројектовању расподеле;
- утврђивање јединствених и објективних критеријума расподеле за све учеснике комасације;
- могућност примене математичких метода оптимизације за решавање проблема;
- добијање оптималних решења величине, положаја и облика нових парцела;
- смањење обима посла у односу на досадашње методе расподеле комасационе масе;
- искључивање присутне субјективности у процесу расподеле комасационе масе и
- флексибилност новог модела расподеле комасационе масе у односу на карактеристике комасационих подручја.

У оквиру реализације истраживања уређење земљишне територије је дефинисано као систем који се састоји од више подсистема који се могу математички моделирати применом метода операционих истраживања и чијим решавањем би се постигли оптимални резултати који карактеришу водни, саобраћајни, еколошко заштитни и геодетски систем у оквиру кога се дефинише положај и величина нових поседа и парцела на комасационом подручју уважавајући одређене ограничавајуће факторе присутне на захваћеном подручју.

Постигнути резултати треба да послуже за доношење коначне одлуке о изгледу, функционалним карактеристикама и структури поседа и парцела на комасационом подручју.

Истраживање је реализовано на основу сагледавања садржаја и карактеристика сеоске територије, искуствених и теоријских основа промена трансформације простора дефинисањем геометријских форми земљишних површина и парцела кроз пројектовање намене површина, система канала и мреже пољских путева, те примену теоријских и практичних знања из области математичког моделирања оптимизације сложених система у циљу налажења оптималних решења у погледу размештаја, облика и површине нових парцела свих учесника комасације.

У току истраживања коришћена је комбинација научне методе математичког моделирања уз примену теорије оптимизације и експерименталне провере модела на реалним примерима. За решавање проблема и обраду резултата коришћена су савремена достигнућа рачунарско-информатичке технике и технологије.

1.5. Садржај рада

Теоријска изучавања, експериментална истраживања и практична примена оптимизације расподеле комасационе масе код уређења земљишне територије комасацијом представљена су кроз дванаест поглавља и једном додатку у овом раду.

У првом поглављу описана су уводна разматрања, предмет задатка, најважнији објављени радови, циљ и садржај истраживања.

У другом поглављу приказани су садржај и карактеристике сеоске територије у циљу сагледавања комплексности проблема везаних за њено оптимално уређење. У том контексту је разматрана и оптимизација расподеле комасационе масе, као један од најважнијих сегмената уређења, која у највећој мери зависи од карактеристика саме територије и чија решења условљавају будући изглед и функционалност читавог простора.

У трећем поглављу приказани су савремени аспекти уређења земљишне (сеоске) територије у свету и у Србији, представљени модели комасације, што је значајно за сагледавање и дефинисање уређења сеоске територије као сложеног система, који се може уређивати уз примену метода оптимизације у оквиру сваког од предочених модела.

У четвртном поглављу обрађени су критеријуми димензионисања и обликовања пољопривредних парцела, што представља техничко-теоријску основу и полазне претпоставке за математичко моделирање у циљу примене оптимизационих метода код уређења земљишне територије.

У петом поглављу описани су принципи, теоријска и практична искуства из области расподеле комасационе масе. Сагледани су поступци расподеле комасационе масе у свету са детаљним освртом на поступак у Србији кроз истраживања везаних за неколико карактеристичних реализованих комасација.

У шестом поглављу представљени су основни принципи оптимизације система. Сеоска територија је дефинисана као сложени систем са више подсистема који се могу сепаратно моделирати и оптимизирати, како у фази пројектовања и реализације радова, тако и у фази одржавања сложених просторних система.

У седмом поглављу разматрани су основни аспекти оптимизација водних система на земљишној територији са сагледавањем везе са осталим подсистемима, а у циљу оптималног обликовања комасационих табли и уређења режима и заштите вода на комасационом подручју.

У осмом поглављу описане су теоријске основе и принципи пројектовања пољских путева у циљу сагледавања везе са осталим подсистемима, дефинисања размештаја и облика комасационих табли, што представља део расподеле земљишта тј. директно се одређују димензије облик и прејудицира положај нових парцела.

У деветом поглављу разматрани су најважнији елементи заштитно-еколошког подсистема који данас представља неизбежно подручје разматрања у циљу оптималног уређења и заштите земљишта, пејзажа, природе, биодиверзитета и другог садржаја на сеоском подручју.

У десетом поглављу представљена је оптимизација комасационе масе на основу дефинисаних критеријума расподеле, представљено је математичко моделирање са конципирањем математичких модела на бази једнокритеријумске и вишекритеријумске оптимизације система. Описане су могућности оптимизације и предложена нова методологија и софтверска подршка код пројектовања и реализације радова.

У једанаестом поглављу описани су реализовани експериментални резултати који су извршени у оквиру истраживања и представљена примена оптимизације код расподеле комасационе масе. Показана је практична примена конципираних математичких модела оптимизације на тест и реалним примерима (комасационим подручјима) реализованих комасација у Србији са различитим карактеристикама.

У дванаестом поглављу дата су закључна разматрања, представљен научни допринос и дефинисани правци примене конципиране технологије, математичких модела и правци даљих истраживања.

У додатку уз овај рад су представљене теоријске основе и методе операционих истраживања које су проучаване у току израде рада и које представљају теоријску основу дефинисаних оптимизационих модела и примењеног софтвера за њихову реализацију.

2. САДРЖАЈ И КАРАКТЕРИСТИКЕ ЗЕМЉИШНЕ ТЕРИТОРИЈЕ

2.1. Увод

Земљишна територија је простор изван насељених места градског карактера на коме пољопривредна производња и шумарство имају примарни карактер. Како се број становника у градовима непрекидно повећава, смањују се површине сеоске територије на рачун урбаних и индустријских подручја и становништво и насеља надомак градова попримају урбани карактер, па је у неким условима све теже дефинисати границу између села и града.

У аграрно-економском смислу градови се дефинишу као тржишта за аграрне производе обзиром на велики број становника као потрошача и њихове трговинске функције са другим градовима, областима и државама. Исто тако, неопходно је посматрати односе града као тржишта и аграрног окружења као произвођача, где посебно место заузимају приградска сеоска подручја са свим својим специфичностима.



Слика 2.1. Сегмент земљишне територије из СР Немачке

Земљишна територија је у организационом смислу подељена на мање територијалне јединице које чине сеоски атари³ са њима припадајућим насељима сеоског карактера, чије границе се најчешће поклапају са границама катастарских општина. На земљишној територији се често налазе и индустријски објекти, рудници, подручја посебне намене (бање, национални паркови), водотоци, јавни и некатегорисани путеви, железничке пруге и други инфраструктурни објекти и водови.

³ Већи број градова има атаре који су са карактеристикама сеоских атара, па се о њиховим специфичностима приликом уређења мора водити рачуна.

На примеру Републике Србије рурално подручје обухвата око 95% територије на коме живи око 45% становништва (Богданов, 2007). Разноврсност физичко-географских карактеристика, ресурса и природних услова у великој мери су утицали на размештај становништва, карактеристике сеоских насеља и окућница, површину и облик атара (катастарских општина), обрадивих површина и парцела, власничку структуру поседа, облик својине и начин коришћења земљишта.

Садржај земљишне територије је веома комплексан па у том смислу треба и посматрати његову заштиту и уређење. У циљу сагледавања свеобухватног и оптималног уређења и заштите конкретног подручја неопходно је узети у обзир њену повезаност са урбаним и околним простором и детаљно изучити садржај и особине. Основни садржај и особине земљишне територије везују се за: становништво, насеља и кућишта, атар, воде, путеве, комуналну инфраструктуру, шуме, пејзаже, заштићене пределе, пољопривредне поседе и парцеле, рељеф, климу, биљни и животињски свет итд. На Слици 2.1 приказан је један сегмент сеоске територије са подручја СР Немачке, на коме се могу уочити садржај и неке од побројаних карактеристика.

Постојећи садржај и особине појединих сеоских територија су од пресудног значаја за дефинисање оптималног положаја, величине и облика нових парцела и поседа на комасационом подручју и треба их добро познавати и уважавати кроз све активности, планирања, пројектовања и реализације радова.

2.2. Становништво

Становништво са својим животним културним, образовним и економским карактеристикама представља основни и најважнији сегмент сеоске територије. Сеоско (рурално) становништво карактерише сеоски начин живота, специфична традиционална култура, пољопривреда као главни извор животних прихода са породичних газдинстава.

У већини руралних подручја у Републици Србији животни стандард и услови живљења нису на задовољавајућем нивоу. Одлазак становништва из руралних у урбана подручја је тренд који непрекидно траје и у неразвијеним и земљама у развоју, док је код развијених земаља тај процес заустављен, па чак поприма и обрнут карактер. Миграције и повећање броја становника су кроз историју директно утицали на пољопривредну производњу, капацитете радне снаге, површине парцела и поседа, облике организације атара, насеља и окућница. Увећање броја становника и подизање животног стандарда у градовима изискује и потребу за већом количином хране. Поред тога, образовне, етничке, религиозне и националне карактеристике становништва креирају одређено стање сеоског простора, пољопривредну производњу и исхрану популације⁴. Специфичности националних кухиња диктирају и специфичности пољопривредне производње, понуде и потражње одређених производа. Све побројане чињенице директно или индиректно захтевају прилагођавање организације живота, рада, ресурса и окружења новим условима интензивне пољопривредне производње на сеоском подручју.

Становништво као скуп људи који живе на некој територији може бити предмет изучавања више научних дисциплина, као што су демографија, социологија, географија, медицина, пољопривреда, економија итд. Најчешће коришћен статистички показатељ је број становника. Опис становништва се може вршити на више начина кроз карактеристике као што су: просечна висина, старосна, полна, образовна структура и слично, затим кроз учесталост генетских особина, болести и кроз наталитет, морталитет, стопу раста, миграције итд.

За планирање и реализацију уређења земљишне територије важно је имати следеће податке о становништву:

- укупан број становника,
- број становника који се баве пољопривредом,
- број становника који се не баве пољопривредом,
- број становника који се поред пољопривреде баве и другим делатностима,
- старосну структуру становника укупно и по појединим категоријама,
- густину насељености,
- стопу промене броја становника,
- образовне карактеристике.

⁴ Пример Јапана, НР Кине, Јужне Кореје итд. код којих се узгаја пиринач као основна намирница за исхрану становништва.

Повезујући податке о становништву и домаћинствима на земљишној територији може се створити права слика одређеног подручја. Зато је потребно познавати и:

- укупан број домаћинстава,
- број становника по домаћинству,
- број домаћинстава који се баве пољопривредом,
- број домаћинстава који се не баве пољопривредом,
- број домаћинстава који се поред пољопривреде баве и другим делатностима,
- домаћинства према величини земљишног поседа (нпр. без земље, од 0 до 0.5 хектара, 0.5-1.0, 1.0-3.0, 3.0-5.0, 5.0-8.0, више од 8.0).

2.3. Пољопривредна газдинстава (поседи) и парцеле

Пољопривредна газдинстава и парцеле са својим карактеристикама у потпуности одређују и карактер саме сеоске територије у економском, функционалном и естетском смислу из којих се могу дефинисати и типологије сеоских атара.

На сеоском подручју разликујемо следеће групе пољопривредних газдинстава:

- 1) породична газдинства,
- 2) фарме,
- 3) крупна пољопривредна газдинства (агробизнис корпорације) и
- 4) пољопривредне задруге.

Породично газдинство је језгро начина живота на сеоском подручју и основна структурна јединица која пресудно одређује начин пољопривредне производње који обликују све друге детерминанте живљења. Породично газдинство је најчешће у индивидуалном власништву са ситним и разбацаним парцелама (ако није било комасације) и може бити допуњено са закупљеним земљиштем уз коришћење заједничких сеоских површина. Породично газдинство је заступљено углавном у развијеним европским земљама и земљама у развоју са величинама поседа до неколико хектара па до неколико десетина хектара у неким европским земљама.

Фармерство је настало у прекоморским областима европске колонизације САД, Аустралије, Новог Зеланда. Одликују га велике површине (од 50 до 200 хектара) и високопродуктивна и организована пољопривредна производња, мада се у скорије време може препознати и у Србији после приватизације друштвених газдинстава. Облици оваквих аграрних система су плантаже и ранчеви са површинама од неколико десетина па до пар стотина хектара.

Код крупних пољопривредних газдинстава производња је најчешће повезана са прерадом, производњом и продајом робе (агробизнисом) и у функцији је оплодње капитала. Земљишни поседи се крећу од неколико стотина до више хиљада хектара.

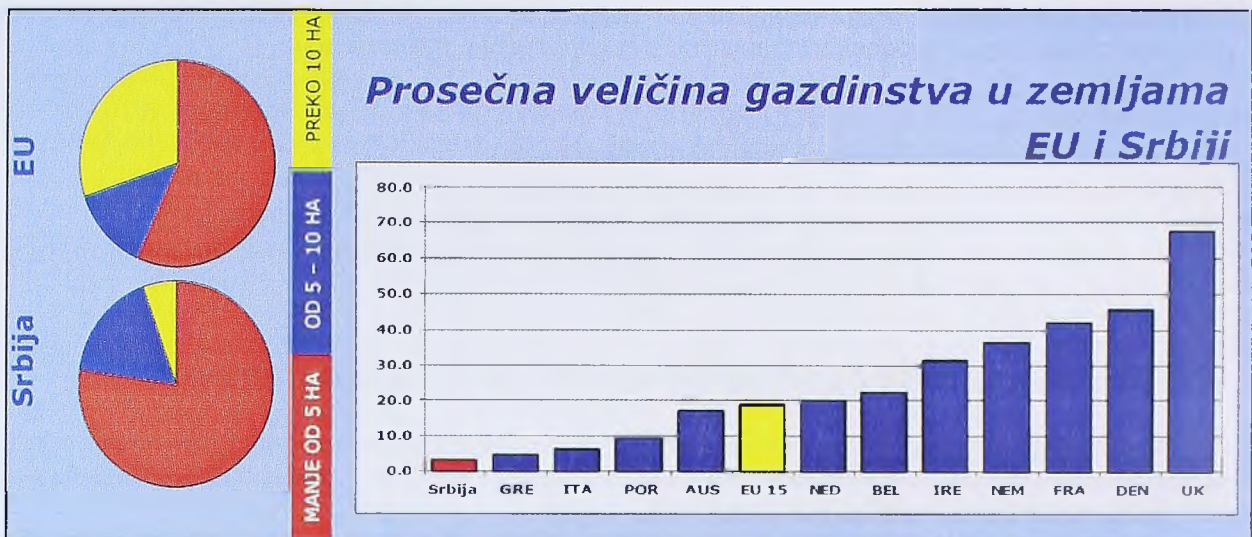
Задругарство је облик удруживања најчешће самосталних пољопривредника (породичних пољопривредних газдинстава) у циљу остваривања заједничких интереса везаних за производњу, складиштење, продају и набавку репроматеријала.

Од осталих начина организације поседа разликујемо такозване "социјалистичке аграрне системе" код којих су сва средства за пољопривреду подруштвљена (у власништву друштва, тј. народа, државе). Такви су, на пример, били совхози и колхози у СССР-у и неким бившим социјалистичким земљама у којим се после слома социјализма земља приватизује и враћа претходним власницима или њиховим наследницима.

Кинеске народне комуне (кунг-ше) су најтипичнији пример комунистичког аграрног система у групацији некадашњих реал-социјалистичких земаља у свету унутар којих је читав живот и делатности појединачно подређени интересима заједнице.

У Израелу је организован посебан систем под називом "Мошав" који чини заједничко насеље са 70-100 поседа са земљиштем у друштвеном власништву. На појединим поседима површине три до пет хектара управљају корисници земље према властитој вољи и на своју одговорност. То није само специфичан облик пољопривредне производње, већ и насеља, начина живота, односа унутар заједнице са посебним циљевима од формирања, трајања и развоја, до осмишљене мисије овладавања територијом и њеног култивисања.

Што се величине поседа тиче, у Европи (Слика 2.2) је изражена велика разноликост као последица различитог историјског, политичког и економског развоја. У Америци величина поседа знатно премашује величину у Европи, а посебно су велике разлике у структури поседа.



Слика 2.2. Просечна величина поседа у Србији и земљама европске уније

Посед се састоји од више парцела. У том контексту, чињеница је да се дешавају два процеса:

- 1) уситњавање већих поседа (породичних газдинстава или већих парцела) на мање парцеле;
- 2) укрупњавање (комасација) ситних поседа или парцела у веће.

Укупну површину земљишта чине плодне (продуктивне) и неплодне (непродуктивне) површине. Унутар сваког система постоје велике социјалне разлике између породичних газдинстава, фарми и крупних пољопривредних газдинстава.

Облик, површине, размештај, продуктивност, форме власништва и стварног располагања пољопривредних газдинстава су елементарне карактеристике од којих зависи и приступ уређењу сеоске територије уважавајући и припадност одређеној карактеристичној групи.

Република Србија располаже са око 4.400.000 ha обрадивог земљишта. Од тога је око 800.000 ha (15%) у поседу агрокомбината и пољопривредних задруга, док је 3.600.000 ha (85%) у оквиру породичних газдинстава. Према последњим подацима у Србији има 411 агрокомбината (просечна величина је 1.600 ha), 297 крупних пољопривредних газдинстава (просечна величина је 460 ha) и 779.891 породичних газдинстава (94,5% породичних газдинстава има мање од 10 ha). Према статистичким подацима у Србији просечно домаћинство поседује 3,2 хектара у три парцеле и окућницу, док у Војводини сељак има три парцеле са укупно 4,3 хектара са просечном величином парцеле од 1,25 ha. То су још увек мали поседи у односу на величину фарми у западноевропским земљама (Велика Британија, Француска, Холандија, Данска, итд) где је од 50-80% фарми са више од 10 ha. У Данској, водећој аграрној земљи Европске уније фармер просечно обрађује око 25,5 хектара у пет парцела и сваке године се смањује број пољопривредника, а преостала имања увећавају посед и појединачне парцеле. Економска калкулација је најефикаснији мотив увећања и поседа и парцела.

Неповољан распоред и величина земљишних поседа и парцела у Србији онемогућавају коришћење високопродуктивне механизације и организовање економичне производње хране са ценама конкурентним на међународном тржишту. Стога се морају сагледати сви аспекти овакве производње и дефинисати неопходне мере за повећање њене ефикасности. То се нарочито односи на породична газдинства где је просечна величина парцела на нивоу Републике Србије 0,83 ha.

2.4. Сеоска насеља и кућишта

Сеоска насеља обухватају насељене (изграђене) делове сеоске територије у окружењу сеоског атара. Пољопривреда, људске делатности и функције су одредиле саму дефиницију сеоског насеља, његово диференцирање од градских насеља, микро положај, физиономске одлике, типове и процесе у њима. Карактеристике сеоских насеља су условиле и њихову типологију којих у литератури има више, што зависи од базичног извора саме класификације. На пример, Србија има веома разнолику структуру сеоских насеља у којима се становници углавном баве пољопривредном производњом и која могу да се дефинишу и поделе на више различитих начина.

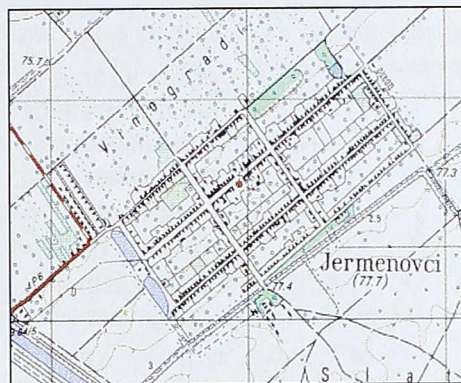
Село у Мачви



Село у Шумадији



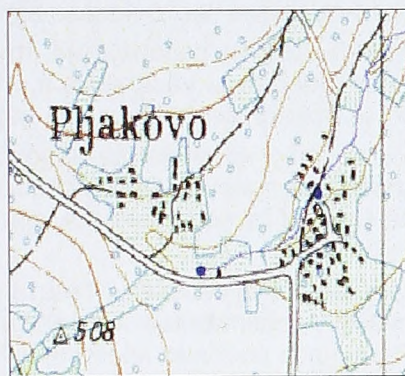
Село у Банату



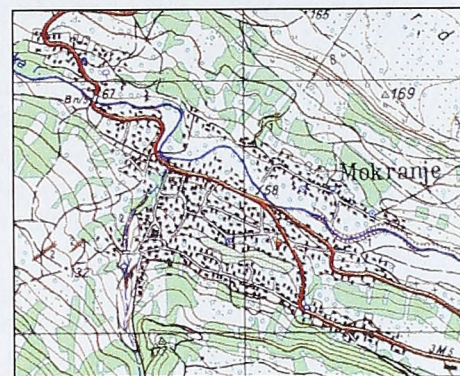
Село у поморављу



Село на Космету



Село у источној Србији



Слика 2.3. Приказ неколико карактеристичних сеоских насеља у Србији

За подручје Србије могу се дефинисати следеће карактеристичне типологије сеоских насеља (Симоновић, et al., 1993):

По генези разликујемо насеља:

- ушореног типа настала спонтано заступљена у Срему и Мачви и
 - остала спонтано настала распрострањена на преосталом делу Србије;
1. По густини и урбанистичко-морфолошкој структури разликујемо насеља:
 - ушорено-планског типа настала на основу израђеног плана, заступљена у Банату и Бачкој,
 - ушореног сремско-мачванског типа,
 - разбијеног ибарског и старовлашког типа,
 - полузбијеног шумадијског типа,
 - разређено-збијеног моравског типа,
 - потпуно збијеног тимочког и јужноморавског типа;
 2. По величини насеља се разврставају на:
 - мала (до 500 становника),
 - средња (од 500 до 1000 становника) и
 - велика (преко 1000 становника);
 3. Према географском положају насеља се деле на :
 - брдска,
 - планинска,
 - равничарска и
 - насеља у долинама;
 4. Према типу газдинства:
 - пољопривредна,
 - мешовита,
 - непољопривредна, специјализована (туристичка, рударска, бањска итд.);
 5. Према удаљености од саобраћајница:

- села близу главних путева,
 - села удаљена од главних путева;
6. Према близини градског насеља:
- приградска,
 - мања удаљеност од града,
 - већа удаљеност од града;
7. Према функцијама које имају у мрежи насеља⁵ у појединим областима:
- примарна,
 - са сеоским центрима,
 - као центри више околних сеоских насеља (рејона).

На Слици 2.3 приказани су примери сеоских насеља у појединим карактеристичним подручјима у Србији према представљеној типологији.

И сеоска кућишта (домаћинства или фарме) као основни елементи сеоских насеља чије карактеристике (облици, површине и типови) су у непосредној вези са типовима насеља. Основне функције сеоских кућишта су да обједине све потребе и активности сеоских домаћинстава (становање, економске активности, смештај производа, стоке, живине, механизације и потребштина итд.). Уз сеоска кућишта се веома често налазе вртови (баште) и воћњаци.

У селима Србије према (Гостовић, 1989а) разликујемо три типа сеоских кућишта: планска, кућишта настала најчешће у плански створеним насељима и кућишта настала спонтано углавном у свим осталим насељима збијеног, ушореног, развијеног или неушореног типа.

Велики број сеоских кућишта у насељу не може да задовољи на оптималан начин основне функције пољопривредног газдинства. У процесу уређења сеоских насеља неопходно је посветити посебну пажњу сеоским кућиштима како би се негативности које имају отклониле на најефикаснији начин.

Положај насеља унутар атара и размештај сеоских кућишта (економских дворишта) одлучујуће утиче на пројектна решења приликом пројектовања и реализације свих активности везаних за уређење земљишне територије. Различите особине насеља, кућишта,седа и атара захтевају и различите приступе и моделе код уређења и ревитализације сеоске територије.

2.5. Сеоски атар

Сеоски атар је ограничени део земљишне територије који обухвата сво земљиште које по правилу припада његовим или становницима суседних сеоских насеља. Сеоски атар са припадајућим насељем чини једну функционалну целину, а његова граница се најчешће поклапа са границом катастарске општине. Уређење сеоске територије у основи обухвата уређење сеоских насеља и атара.

Основни организациони елементи атара су, водотоци (воде), путеви, пруге, остала комунална инфраструктура, шуме, пољопривредне парцеле (поседи) итд. У оквиру атара разликујемо парцеле плодног и неплодног земљишта. Плодно земљиште се разврстава према културама на њиве, вртове, воћњаке, винограде, ливаде, пашњаке, шуме, трстике и мочваре док се неплодна земљишта разврставају према врсти неплодности (начину коришћења).

Сваки атар је подељен на мање производне целине са територијалном организацијом и везом са насељем и другим деловима атара. Ове територијалне целине су ограничене воденим површинама, јавним путевима и железничким пругама.

На примеру Србије положај насеља и кућишта, површина и облик атара зависе од карактеристика самих подручја. Тако нпр. у Војводини имамо плански формиране атаре са насељима са већим површинама правилнијег облика, док у централној и јужној Србији спонтано настале атаре и насеља са мањим површинама и неправилног облика који су диктирали природни услови чије су границе дефинисане по водоточима, гребенима и јаругама. На Слици 2.4 приказани су карактеристични облици атара заједно са насељима и кућиштима. Негативне карактеристике атара гледано са становишта уређења земљишта су расцепканост и неправилан облик парцела, нерационална, запуштена и неправилна мрежа сеоских путева без приступа свакој парцели, неуређен систем водног режима и неповољан положај сеоских насеља и кућишта.

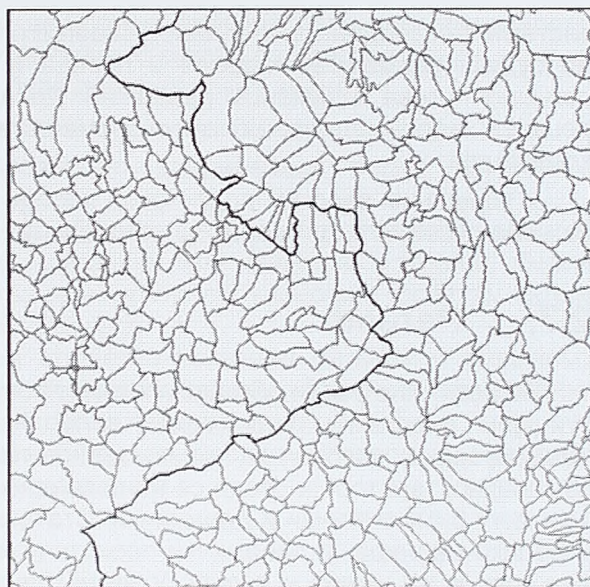
⁵ Оваква подела дефинише се просторном структуром (мрежом) насеља у коме се према Просторном плану Републике Србије појединим насељима додељују карактеристичне функције и том смислу се усмерава њихов развој.

Уређење атара обухвата веома комплексно сагледавање свих његових карактеристика, као и везу са насељем, становништвом, ширим окружењем и суседним атарима и насељима. Поред сеоског атара може се приступити и уређењу сеоског насеља у њему. Уређење сеоског атара и насеља обухвата стварање повољнијих услова за живот, побољшање економских активности и животног стандарда кроз уређење пољопривредних и шумских површина, изградњу мреже пољских путева, система за наводњавање и одводњавање и заштиту вода, земљишта и животне средине.

Војводина



Централна Србија



Слика 2.4. Упоредни приказ површине и облика сеоских атара у Србији

2.6. Воде

Један од најзначајнијих елемената сеоског простора су воде које обухватају све водотоке, водене површине, рибњаке, изворишта, уређене водопривредне системе за одводњавање, наводњавање, индустрију и производњу електричне енергије.

Хидролошки услови и вода директно утичу на продукцију биомасе у пољопривредној производњи. За пољопривредне културе и стоку вода се обезбеђује из површинских и подземних резерви, а потребе за све већим количинама квалитетне пијаће воде непрестано расту услед убрзаног раста броја светског становништва, повећања производње хране и убрзаног индустријског и урбаног развоја.

Површинске воде имају веома значајну улогу у пољопривреди тако да количина и квалитет вода, карактер и густина водотокова и ниво подземних вода дефинишу и карактеристике пољопривредног подручја.

Подземне воде се користе за наводњавање посредством бунара, бушотина и копања канала којима се пресеца површински ниво земљишта. На површини земљишта воде се појављују у виду извора или у депресијама као замочварен и заслањен терен који је често неповољан за пољопривредне активности.

Као основни документ којим се дефинишу водопривредни системи тј. уређење водног режима и заштита вода за неко подручје (држава, слив, регион, округ, општина, итд) у Србији је водопривредна основа (В-18) која представља полазни документ за израду водопривредних планова и изградњу конкретних система.

Водопривредни системи најчешће имају сложену структуру која се декомпонује на подсистеме према својој намени, док се водопривредне делатности могу груписати у следеће области (Оприцовић, 1998): коришћење вода и водотокова; уређење вода и водотокова и заштита од поплава; заштита вода; управљање и газдовање водама.

На сеоском подручју уређење режима и заштита вода и од вода се реализује кроз део пројекта који се односи на водни систем, који најчешће обухвата подсистеме за одводњавање, наводњавање, заштиту од поплава и бујица и пречишћавање отпадних вода.

Различите карактеристике сеоског подручја условљавају и прилагођавање потреба и пројектних решења код уређења режима и заштите вода и од вода. Тако на примеру Србије имамо равничарска, брежуљкаста и брдскопланинска подручја са сасвим различитим карактеристикама која захтевају оптимална решења и међусобну усклађеност.

Код уређења земљишне територије комасацијом изграђују се системи за одводњавање и наводњавање, те заштитни системи од поплава, бујица и ерозије. Побројани системи, а посебно системи за одводњавање и наводњавање по принципу отворених канала својом структуром утичу на будући размештај парцела и поседа и неопходно их је пројектовати у складу са мрежом пољских путева и наменом површина. Досадашња искуства су потврдила да су најквалитетнија решења хидро-мелиорацијских система остварена на подручјима где се истовремено спроводила комасација.

У појединим сеоским подручјима постоје водене површине које се користе као рибњаци којим се мора посветити одговарајућа пажња у циљу заштите и очувања производње.

2.7. Рељеф

Рељеф чине разни облици земљине површине (планине, долине, висоравни итд) настали под утицајем ендогених и егзогених сила. Рељеф са својим особинама представља један од елементарних услова од којих зависе карактеристике простора. Сви утицаји рељефа на земљишној територији свде се на посредне који модификују друге природне услове и непосредне који могу бити статички и динамички. Статички проистичу из морфометријске структуре, димензија и облика рељефа, а динамички проистичу из карактера и интензитета процеса. Основна подела рељефа је на низију и висију. У низији се налази углавном плодно земљиште, и то у великим плодним речним долинама, на ниским висоравнима, некадашњим језерским и морским басенима. Концентрација пољопривредне производње и становништва је у низији. Рељефом је условљена и структура земљишног фонда и искоришћавање земљишта, па имамо да је у низијама више ораница и вртова, у брежуљкастим областима воћњака и винограда, а у планинским просторима ливада, пашњака и шума.

Рељеф утиче на опсег, садржај, интензивност и успешност пољопривредне производње, односно утиче на: могућности развитка појединих пољопривредних грана и коришћења одређених техничких средстава те организацију пољопривредне производње и висину трошкова саме производње. Рељеф се не може мењати па пољопривредну производњу треба ускладити с рељефним особинама земљишта.

Индиректно, рељеф утиче на размештај пољопривредних активности преко промене климатских елемената са променом надморске висине (као последица опадања температуре за 0,6°C на 100 m висине појављује се феномен вегетационих спратова). Са порастом надморске висине количине падавина прво расту, а потом опадају. Тако је са порастом висине и биљни свет све оскуднији. Рељеф утиче и на друге природне услове: на климу (нпр: као препрека влажним ваздушним масама са океана – орографски ефекат), на воде (нпр: на карактеристике слива, својства речне долине, могућности за наводњавање) итд.

За пољопривредну производњу изузетно су важне неке особине рељефа као што су: *експозиција рељефа* која има битну улогу у просторном размештају пољопривредних култура и приноса (осојне и присојне стране; оријентација према странама света), затим *мали или непостојећи нагиби терена* који утичу на појаву забаривања и заслањивања земљишта у областима са високим нивоом подземних вода, док супротно томе, *велики нагиби* отежавају и знатно поскупљују обраду земљишта (нагиб од 8° повећава потрошњу горива трактора за 12% а продуктивност опада 15%), повећавају опасност од појаве ерозије, отежавају транспорт, захтевају адекватну обраду. Све наведене особине се приликом уређења земљишне територије морају прикупити и узети у обзир у циљу остварења оптималних решења.

2.8. Земљиште

Земљиште (тло, педолошки покривач), заједно са климом, представља најважнији физичко-географски услов за развој и размештај пољопривредне производње. То је растресити површински

слој Земљине коре који карактерише плодност (способност развоја природне вегетације и производње пољопривредних култура). Плодност је променљива и зависи од климатских, хидролошких и биолошких утицаја и активности човека.

Валоризација (плодност) земљишта под природном вегетацијом оцењује се према годишњем прирасту биомасе, а оне под културном вегетацијом по приносу пољопривредних култура. Плодност земљишта се мења: смањује се услед спирања, заслањивања, ерозије, засипања песком из пустиња, неадекватном обрадом, неодговорним газдовањем и деградацијом услед деловања човека. Проблем ерозије је највећи, има планетарне размере и изазива највеће губитке педолошког супстрата земљишта. Савремену пољопривреду одликује побољшање квалитета земљишта мелиорационим радовима и применом вештачких ђубрива, чија претерана употреба може дугорочно (некада и трајно) да поремети аутентични хемијски састав земљишта и да утиче да квалитет добијеног пољопривредног производа буде лош (нездрава храна).

Основне особине земљишта се огледају кроз њихова својства и то:

- 1) физичка - структура; пропусност (способност задржавања воде); шупљикавост (капиларност),
- 2) хемијска - одређена хемијским саставом тј. обликом и врстом минералних материја и материја биљног и животињског порекла (органиске или хумусне материје) биогеним елементима који утичу на хемијска својства земљишта су: кисеоник, фосфор, калцијум, калијум, сумпор, гвожђе, бакар, цинк, манган, бор, итд.
- 3) биолошка - способност земљишта да буде станиште извесним биљним и животињским организмима (микроорганизми омогућавају процес разлагања беланчевина и шећера); инсектима, глистама, кртицама, мишевима и другим кичмењацима,
- 4) морфолошка - грађа земљишта и његова боја као последица процеса формирања земљишта што служи за одређивање типова земљишта.

2.9. Клима

Клима је природни услов који најнепосредније делује на пољопривреду. Упркос научно-технолошком напретку, тај утицај се и данас, од свих привредних грана, највише задржао управо у пољопривреди. Утицај климе је комплексан и посебно важан за биљну производњу јер свака пољопривредна култура и природна вегетација захтева одређене агро-еколошке услове.

На пољопривреду клима утиче као макро-клима (планетарна), мезо-клима (регионални утицаји климе) и микро-клима (клима малих просторних целина). Постоји и клима земљишта која је различита зависно од спољних утицаја, врсте и карактеристика самог земљишта.

Утицаји климе на пољопривреду су индиректни, посредством климатских фактора (Земљина ротација, географска ширина и дужина, распоред копна и мора, надморска висина, итд) и директни, посредством климатских елемената (радијација, температура ваздуха и земљишта, ваздушни притисак, ветар, влажност ваздуха, облачност, падавине итд).

2.10. Биосфера

Биосфера или аутохтони биљни покривач (вегетација) на Земљи представљају већином шуме и пашњаџи. Шуме, као део природне вегетације, јесу вишеструко значајне за пољопривреду, а оне, улазећи у састав пољопривреде у ширем смислу, такође су предмет проучавања и уређења. Међутим, током развоја пољопривреде, шуме су обично биле њена супротност. Обрадиве површине већином су добијане сечом и паљењем шуме, тј. разоравањем аутохтоног травнатог покривача. Временом, је то довело до поремећаја природне равнотеже и бројних проблема који се данас морају решавати. Посебно су угрожене тропске шуме које у очувању природне равнотеже планете имају кључну улогу. Процењује се да се годишње уништава 1% тропских шума на Земљи. Данас се све више за потребе пољопривреде врши вештачко пошумљавање, формирање заштитних шумских појасева ради регулисања влаге и успоравања ветрова. Простране области покривене травом као што су планински предели, степе и саване имају посебно улогу у сточарству.

Шуме су специфично природно богатство које данас све више захтева посебне услове очувања, заштите и развоја. Основни циљеви господарења овим шумама су: осигурање постојаности екосистема, одржавање и побољшање општекорисних функција шума те напредно и трајно господарење и коришћење шума и шумских земљишта на начин и у таквој мери да се одржава њихова биолошка разноликост, продуктивност, способност обнављања, виталност и

потенцијал. У господарењу шумама нужно је у зависности од обима сече, вршити обнову шума пошумљавањем, нарочито код оних сеча код којих није осигурана природна обнова, те провести мере узгоја и заштите (чишћење и проређивање).

Рационалним господарењем простора мора се ограничити смањење шумских површина као и захвати којима се нарушавају природни услови у стаништима. Не сме се дозволити ширење пољопривредних површина на рачун шумских, чак је и нужно пошумљавање свог земљишта које није погодно за друге намене.

Шумама и шумским земљиштима у приватном власништву треба господарити на начин који је у складу са господарењем шумама у јавном власништву. У свим студијама и елаборатима о утицају грађевина на околину посебну пажњу треба посветити могућем негативном утицају на шуме и шумско земљиште, те у истима предвидети потребне мере за смањење или елиминисање тих утицаја. Заштита шума треба да обухвати и праћење њиховог здравственог стања, кретање нивоа подземних вода, превентивне мере заштите од пожара те репресивне мере попут авио запрашивања.

2.11. Техничка инфраструктура

Техничку инфраструктуру чине: саобраћајна, хидротехничка, енергетска и инфраструктура везана за заштиту околине тј. животне средине.

Саобраћајну инфраструктуру на сеоском подручју чине категорисани и некатегорисани (сеоски) путеви који обезбеђују приступ појединим деловима земљишне територије (насељу, поседима и парцелама и путевима вишег ранга итд.) чинећи једну целину. У оквиру такве целине разликују се путеви по функцији, изграђености и другим карактеристикама.

На сеоској територији разликујемо општи и привредни саобраћај. Општи саобраћај се одвија у насељима и између њих док привредни саобраћај обухвата саобраћај који се одвија између економских дворишта иседа и парцела, тржишта (пијаца).

Изграђеност (уређеност), густина и оријентација пољских путева су од утицаја на приступ, облик и површине парцела доприносећи трошковима производње и примени савремене механизације и агротехничких мера.

Поред природних карактеристика сеоско подручје употпуњују бројне подземне и надземне инсталације и објекти, које имају локални, регионални и државни карактер. У осталу инфраструктуру се могу сврстати све надземне и подземне електро и телекомуникационе инсталације, релеји, трафостанице, водоводи, канализације, иригације, топоводи, гасоводи, нафтоводи итд. Информације о комуналној инфраструктури су од значаја за њихово одржавање и надградњу као и за планирање и пројектовање уређења земљишне територије.

Садржај сеоске територије поред техничке инфраструктуре може бити бројан али се као карактеристични могу поменути још и шуме, пејзажи, заштићени предели, национални паркови, биљни и животињски резервати и ловишта итд.

2.12. Стање пољопривредне производње и сеоске територије

У разматрањима светске пољопривреде и исхране становништва разликују се три типа пољопривреде: монофункционална, профитно-оријентисана и мултифункционална.

Монофункционална пољопривреда је раширена у економски мање развијеним деловима света, са slabим условима производње, недовољном инфраструктуром и високом густином становништва. Таква пољопривреда има задатак да само обезбеди храну за становништво по сваку цену. Монофункционална пољопривреда је карактеристична за мање развијене земље Азије и Африке.

Профитно-оријентисана пољопривреда је раширена у земљама са повољним условима производње одређених производа за светско тржиште на бази економских критеријума, а са циљем задржавања одређеног тржишног сегмента. У ову групу земаља спадају земље Северне Америке (САД и Канада), Јужне Америке (Аргентина, Уругвај, Парагвај, Боливија, Бразил, Чиле, Колумбија, Костарика), Индонезија, Малезија, Нови Зеланд, Филипини, Јужноафричка Република, Тајланд, Аустралија и друге земље са профитно оријентисаном пољопривредом и позитивним односом извоза и увоза хране.

Мултифункционална пољопривреда је карактеристична за Европске земље у којима пољопривреда поред примарне функције обезбеђења хране обезбеђују и одређене нетржишне функције. Мултифункционалну пољопривреду Европе карактерише релативно повољан однос земљишних површина у односу на број становника, тј. најмањи однос броја пољопривредног према броју укупног становништва. Однос извоза и увоза пољопривредних производа је негативан, али то не представља озбиљан проблем у развијеном делу Европе, јер се односи на задовољење тражње специјалних производа из других крајева света, засноване на куповној моћи становништва.

Положај Србије у односу на Европу није посебно повољан, што је последица транзиционог пада, које је уследило од краја осамдесетих година прошлог века.

У већем делу Европе је присутан проблем оптималних величина парцела, комплекса и газдинстава, што се постепено решава кроз процесе комасације. У Средњој и Источној Европи, па тако и у Србији је присутан проблем двојне структуре газдинстава у погледу величине. Са једне стране постоје газдинства већих капацитета усмерених на робну производњу, а са друге стране још увек има сељачких газдинстава која се боре за задовољење основних потреба породице и у суштини представљају социјални проблем. У земљама са двојном структуром увек постоји опасност да се оскудна средства за финансирање пољопривреде потроше за решавање социјалних проблема уместо за унапређење производње хране која задовољава оне критеријуме квалитета и безбедности који данас представљају основне захтеве на тржишту. Иначе, усмереност средстава за финансирање пољопривреде се мења и у ЕУ, у корист руралног развоја што је у складу са њиховом развијеношћу и актуелном проблематиком.

У свету је присутан проблем неравномерног размештаја становништва, потребних и произведених количина хране. Док развијене земље са релативно малим бројем становника и мање-више усклађеном густином насељености производе вишкове хране, извозе и складиште, па чак и уништавају, у неким неразвијеним деловима света је нема довољно, а док у појединим земљама чак хара и глад. Однос броја становника и обрадивих површина се види на следећим примерима: у Англоамерици на 1 km² пољопривредног земљишта има око 15 пољопривредних становника, а у Азији близу 300; у Египту је већ 800-1.000 људи на 1 km² обрадиве површине; у Аустралији 13-15 на 1 km² обрадиве површине, а у САД 18-20 становника на 1 km² обрадивог земљишта. Обрадиво земљиште обухвата у Холандији 68% у Енглеској 65%, у Египту је то само 2,5%, у Бразилу 2,8%, у Мексику 5% од укупне површине територије државе.

Опште карактеристике руралних подручја у Србији су слаба инфраструктурна опремљеност (вода, канализација, плин, итд), лоше одржавање и недовољна изградња локалних сеоских и некатегорисаних путева, саобраћајних веза и објеката друштвеног стандарда. Постојећа ситуација негативно утиче на демографска кретања и развој пољопривреде као основне економске делатности у сеоским подручјима, што је од значајног утицаја на укупан економски развој саме државе. Животни стандард у већини руралних подручја у Републици Србији је низак и животни услови су лоши. Миграција становништва из руралних у урбана подручја је тренд који се наставља. Општа карактеристика руралних подручја је слаб приступ физичкој инфраструктури (слабо развијено снабдевање водом, те слабо одржавање локалних некатегорисаних путева). Постојећа ситуација негативно утиче на целокупни развој пољопривреде па и комплетне привреде у земљи.

Поред развоја пољопривреде и инфраструктуре, у руралним подручјима је нужно развијати и друге економске гране. Проширење (повећање) пољопривредне производње, укључујући непољопривредне услуге и робе, као што је сеоски туризам или додавање вредности на примарни пољопривредни производ произведен у малим количинама постају све важнији. У руралним подручјима је нужно инвестирати како би се зауставио тренд депопулације, те покренуо економски и друштвени развој. Такве иницијативе захтевају не само улагања у инфраструктуру, већ и улагања у развој људских ресурса.

Уситњен пољопривредни посед, неразвијени људски ресурси и слабо развијена инфраструктура главни су ограничавајући фактори руралног развоја и повећања тржишне оријентације пољопривредног сектора Стога, један од приоритета националне, регионалне и пољопривредне политике у Србији, између осталог, треба да буде комасација.

3. САВРЕМЕНИ АСПЕКТИ УРЕЂЕЊА ЗЕМЉИШНЕ ТЕРИТОРИЈЕ

3.1. Увод

О савременом уређењу земљишне територије се може говорити са више аспеката из којих произилази дефинисање концепција и циљева који се желе постићи. Визија будућих концепата се, у сваком случају, мора ослонити на досадашња практична искуства са свим негативним и позитивним чињеницама, утемељена научна достигнућа и сагледавање стварних потреба савременог начина живота руралног и урбаног становништва. Реформе аграрних политика и уређења земљишне територије у развијеним земљама имају највећи утицај на дефинисање нових визија уређења у осталом делу Света. Уређењем се углавном усклађују три основна система: природни, створени-изграђени системи и социо-економски системи. Свака држава има пуно специфичности и препрека за постизање жељених циљева.

Процес комасације послужио је као средство за подстицање развоја села у Западној Европи. Комасација, такође, као мера има потенцијала и може да допринесе побољшању квалитета живота на селу у свим деловима Света. Земље у транзицији су у могућности да извуку значајну корист од концепата и техника које су развијене у Западној Европи али оне, такође, морају осмишљавати и нове приступе и решења за конкретне услове са којима се суочавају као што су: друштвени, културни, економски, правни, административни, политички, финансијски, етнички итд. и да кроз процес комасације остварују и одрживи развој сеоске територије.

Одрживи развој је појам који се дефинише као модел који одражава усклађивање захтева животне средине са жељеним економским развојем и демографским кретањима. Дакле, одрживи развој је дугорочни процес, а не само циљ, те се не задржава само на очувању еколошке равнотеже, него укључује и бригу о економском развоју, водећи рачуна и о друштвеним и социјалним аспектима. По једном одређењу, одржив развој подразумева равнотежу између потрошње ресурса и способности природних система да задовољавају потребе будућих генерација. Ово „еколошко“ одређење тумачи „одржив развој“ тако да он значи одржавање капацитета Земље, опстанак живота на планети коју настањујемо, а његов циљ би био обезбеђивање квалитетног живота сваком људском бићу, па и оном још нерођеном.

Садашњи циљеви уређења и одрживог развоја сеоских подручја односе се на превазилажење конфликта интереса пољопривредне производње, индустријског развоја, заштите животне средине, потреба становништва за туризмом и рекреацијом у природи. Одрживи развој не занемарује и не искључује значај економског раста, као процеса повећавања материјалне базе једног друштва. Напротив, одрживи развој подразумева економски раст, али не било какав и не по било коју цену. Пожељан економски развој би био само онај који уважава принципе одрживог развоја и који би донео нови квалитет живота са одрживом пољопривредом.

3.2. Принципи и функције концепта одрживог развоја пољопривреде у Републици Србији

Одржива пољопривреда као део укупног одрживог развоја дефинисана је у Агенди 21, на конференцији Уједињених Нација о одрживој средини и развоју (Рио де Женеиру, 1992. године): то је систем производње који обједињује еколошке и економске елементе производње, бригу за здравље људи и при томе узима у обзир различитости пољопривреде и друштвене заједнице. Према томе, одржива пољопривреда је начин производње који, посматрано у дужем временском периоду, унапређује квалитет животне средине и ресурсе на којим се производња заснива, задовољава човекове потребе за храном и сировинама, има економску исплативост и унапређује квалитет живота фармера (сељака) и целокупног друштва.

Концепт развоја одрживе пољопривреде у Србији је логичка и концептуална разрада већ прихваћених одлука о развоју државе и привреде. Његов је примарни циљ дефинисање улоге пољопривреде у развоју земље и модернизација државног апарата ради реализације стратешког опредељења за одрживи развој и интегрисање Србије у међународну заједницу. Концепт има

смисла само ако постоји најшири консензус о његовом усвајању. Концепт развоја одрживе пољопривреде у аграрној политици преузима европско поимање улоге пољопривреде у економском и друштвеном развоју. У постављању основних и оперативних циљева полази се од чињеница (Богданов, 2007):

- да се Србија определила за концепт одрживог развоја имајући у виду достигнути ниво економског и социјалног развоја,
- да примарна пољопривреда и прерађивачка индустрија чине нераздвојиву целину,
- да је пољопривреда основ за развој руралне економије,
- да су неопходна укључивања у регионалне, европске и међународне интеграционе процесе,
- да се максимално уваже принципи мултифункционалне пољопривреде.

Одрживи развој пољопривреде и тиме везани концепт аграрне политике произилази из вишеструке улоге пољопривреде, односно њене мултифункционалности, која се у нашим оквирима огледа у:

- функцији одрживог руралног развоја,
- еколошкој функцији,
- економској функцији,
- функцији подршке развоју туризма,
- социјалној функцији,
- прехранбеној функцији,
- национално-културној функцији.

Функција одрживог руралног развоја подразумева да улагање у пољопривреду истовремено значи и улагање у рурални развој, јер је немогуће очувати сеоска подручја од напуштања његовог становништва без пољопривреде. Развојем одрживе пољопривреде утиче се и на балансирање разлика у развоју појединих подручја. Интегралним руралним развојем решава се и проблем незапослености, јер би се тим развојем отварао нова радна места за расположиву радну снагу са села. Тиме би се ублажили и решили проблеми пренасељавања градова које, прате одређени социјални проблеми.

Еколошка функција подразумева примену савремене агротехнике, од основне обраде, плодореда, исхране, избора сортимената, коришћења бактеријских и биопрепарата у сузбијању болести, правилне употребе пољопривредне технике, стандардизоване употребе органских ђубрива и других мера агротехнике што представља услов за очување еколошких услова у производњи биолошки квалитетне хране. За стратешко планирање развоја биолошки квалитетне хране и освајање тржишта потребно је успоставити складан однос квалитета и очувања животне средине, уз доследно и трајно очување квалитета производа. Газдовање на оптималан и одржив начин пољопривредним земљиштем, као необновљивим природним ресурсом, представља гаранцију за очување потенцијала развоја животне средине у најширем смислу. Управљање простором подразумева и давање жељеног изгледа пејзажу и утврђивање одговарајућих економско-еколошких мера заштите животне средине на макро и микро нивоу. Највећи део територије Србије је еколошки чист. Преко 80% земљишта у Србији се налази у првој и другој зони загађености радионуклеидима (Пејановић, et al., 2007). Пољопривредно земљиште у Србији спада у незагађена или мало загађена земљишта у односу на Европу, где преко 95% пољопривредног земљишта не испуњава услове за производњу здраве хране, што је велика компаративна предност Србије.

Економска функција базира се на чињеници да је производња хране привредна делатност за коју важе економски принципи, као и за друге делатности. Концепт одрживе пољопривреде не негира економску функцију, него је надопуњује тако што велики број домаћинстава остварује у пољопривреди основни или допунски извор прихода. Пољопривреда је основ за развој прехранбене индустрије, она подстиче развој и бројних других сектора (индустрију инпута за производњу опреме, механизације, амбалаже, транспорта, бројне услуге и сервисе). Коришћењем знатних површина расположивих ливада и пашњака, које се сада веома мало или готово не користе, може се уз релативно веома мале инпуте створити значајна нова вредност.

Функција подршке развоју туризма је за Србију важна комплементарност пољопривреде са туризмом. Богат избор висококвалитетних домаћих производа знатно обогаћује туристичку понуду. Такође, кроз афирмацију националне кухиње и специфичних српских производа, туризам може да буде снажан генератор развоја пољопривреде. Сеоска територија и пољопривреда нуде могућност за рекреацију, одмор и развој одређених спортских активности као што употпуњује развој сеоског, агротуризма и етнотуризма.

Социјална функција се огледа у томе да пољопривреда и са њом повезане делатности могу да обезбеде посао знатном делу становништва, чиме се ублажава притисак на радна места у другим областима, док производња хране на газдинству смањује социјалне тензије, јер се развојем пољопривреде доприноси смањењу сиромаштва на сеоским подручјима.

Прехрамбена функција базира се на чињеници да се створи сигурност у обезбеђивању хране стандардног квалитета и по приступачним ценама за потрошаче што представља стратешки интерес сваке земље.

Национално-културна функција подразумева очување традиције и културног наслеђа на селу.

Оперативни циљеви концепта одрживог развоја пољопривреде представљају разраду основних циљева и реализују се кроз следеће активности (Богданов, 2007) и (К-19):

1. Подизање конкурентности произвођача хране на домаћем и иностраном тржишту:

- повећање величине породичних газдинстава са комерцијалном производњом уз истовремено спречавање даље смањења величине парцела,
- већа флексибилност и динамичност на тржишту пољопривредног земљишта и очување целине развојно способних газдинстава,
- уређивање пољопривредног земљишта, укључујући укрупњавање поседа комасацијом, хидротехничке и агротехничке мелиорације, итд.
- већи ниво техничке опремљености пољопривреде и подизање ефикасности у набавци основних инпута,
- развој тржишта кредита и обезбеђивање бољег приступа кредитним средствима за пољопривредне произвођаче, укључујући и нове облике кредитирања (као лизинг, нпр) за кориснике са нижом кредитном способношћу,
- одвијање инвестиционих циклуса на пољопривредним газдинствима,
- стручно оспособљавање и додатно школовање пољопривредника,
- побољшање старосне структуре пољопривредних произвођача, путем подршке младим да се баве пољопривредом и истовремено ранијим пензионисањем старијих,
- пословно повезивање пољопривредника (задругарство, удружења и други видови) ради елиминисања недостатка економије обима и подизања конкурентности,
- развој кластера који окупљају све учеснике у ланцу неког агробизниса (кластер за воће, поврће, млеко, месо и сл),
- развој пољопривредне тржишне инфраструктуре, укључујући стварање услова за формирање пољопривредне берзе и лиценцирање откупљивача,
- јачање вертикалне интеграције у пољопривреди, укључујући и трговачку мрежу,
- хоризонтална интеграција у прерађивачкој индустрији,
- модернизација технологије, специјализација и повећање степена коришћења расположивих капацитета у прерађивачкој индустрији,
- подршка инвестицијама у прерађивачке капацитете и канале дистрибуције,
- привлачење иностраног капитала у сектор производње хране,
- јачање функције маркетинга целог ланца производње хране ради подстицаја продаје и потрошње пољопривредних производа,
- оспособљавање менаџмента и развој људских ресурса у целом ланцу производње хране.

2. Газдовање ресурсима на дугорочно одржив начин уз промоцију пољопривреде, која је максимално усклађена са очувањем животне средине:

- уграђивање принципа заштите животне средине у технолошки развој пољопривреде и прерађивачке индустрије,
- очување земљишта као производног и еколошког ресурса, уз спречавање ерозије, загађивања и других видова његове деградације,
- очување водних ресурса од потенцијалног загађивања, спречавање угрожавања општег биодиверзитета,
- очување и одрживо коришћење агробиодиверзитета - генетичких ресурса у биљној и сточарској производњи,
- одржавање пејзажа у његовој естетској и функцији развоја туризма,
- валоризација очуваних земљишних ресурса кроз снажнији развој органске пољопривреде,

- очување традиционалних и одрживих производних технологија, давање приоритета програмима који су усклађени са очувањем човекове околине.
3. Обезбеђивање примереног животног стандарда за сеоско становништво и целовитог руралног развоја уз очување традиционалних вредности руралних подручја:
- обезбеђивање адекватних животних услова на сеоском подручју уз подршку економским и социјалним активностима које омогућавају задржавање становништва у руралним подручјима,
 - уравниотеженост регионалног развоја,
 - развој подручја са отежаним условима привређивања,
 - развој сеоске инфраструктуре у најширем смислу,
 - диверзификација економских активности и дохотка у руралним регионима, са посебним нагласком на различитим видовима туризма,
 - подршка самозапосљавању на газдинствима,
 - усклађивање политике руралног развоја са политиком школства, ради обезбеђивања адекватних услова школовања деце у руралним подручјима,
 - заштита и очување културног наслеђа на селу,
 - обезбеђивање афирмације различитости (националних, верских, културних, социјалних и др) у руралним срединама,
 - заштита и афирмација права жена у руралним срединама.
4. Обезбеђивање стабилне и прихватљиве понуде безбедне хране у погледу квалитета и цена:
- побољшање квалитета и здравствене исправности хране и успостављање система за подршку,
 - примена међународних стандарда у производњи хране, укључујући стандардизацију аутохтоних технологија,
 - модернизација пољопривреде ради подизања квалитета производа,
 - увођење система следљивости - праћења безбедности хране од "њиве до трпезе",
 - изградња и стално унапређивање укупног система безбедности хране,
 - промоција специфичних карактеристика и особености србијанске производње хране (високовредни, специфични производи, производи са заштићеним географским пореклом, производи органске пољопривреде и сл).

Извршавање оперативних циљева (Миладиновић, et al., 2007), (Република Србија, Влада, 2005) треба да има снажну институционалну подршку кроз усклађивање законске регулативе са међународним стандардима, побољшање рада инспекцијских и стручних служби и реформу институција. Улога државе у пољопривреди треба да буде вишеструка (регулаторна, развојна, стабилизациона). Одговарајућим привредним и аграрним законодавством држава би требало да обезбеди: функционисање интегралног тржишта; заштиту конкуренције и антимонополску политику; укључивање Србије у међународне привредне токове; спровођење економских реформи; својинску и управљачку трансформацију привредних субјеката; развој и оспособљавање пословних банака, одговарајућих компанија и пензионих фондова као потенцијалних институционалних инвеститора.

3.3. Основне карактеристике поступака комасације у Европи

Комасација се спроводила вековима на подручју целе Европе са циљем укрупњавањаседа и стварања већих пољопривредних парцела правилнијег облика са жељом постизања веће продуктивности код пољопривредне производње. Традиционални поступци комасације су углавном слични у свим земљама.

Пројекти се реализују на одабраним подручјима која обухватају једну или више катастарских општина или њихових делова. Почетна активност пројеката комасације земљишта је информисање потенцијалних учесника о свим важним чињеницама као што су: границе обухвата, потенцијални циљеви, ефекти, трошкови, обавезе учесника, време трајања, редослед активности. За успех комасације веома је важно успоставити партнерство са удружењима пољопривредника и локалним властима, обезбедити могуће изворе финансирања пројекта, као и спремност власника земљишта да учествују у њему.

Геодетски инжењери координирају свим пројектним активностима и имају главну улогу у провођењу пројеката комасације. Најважније активности су сакупљање и компилација

информација о непокретностима, њиховим власницима (учесницима комасације), комасациона процена те преговарање са власницима и корисницима земљишта и осталим учесницима.

Одбор учесника комасације, који укључује све учеснике па и представнике јавног сектора, учествује приликом доношења коначне одлуке о провођењу комасације. У неким случајевима формира се такозвана банка земљишта (земљишне резерве у власништву државе или локалне самоуправе) којом се може интервенисати како би се задовољили сви праведни захтеви учесника, а да се не би кочило провођење пројекта.

Комасације са мањом површином пољопривредног земљишта обично се темеље на добровољном учешћу власника земљишта (добровољна комасација). Међутим, у случајевима већих пројеката у којима учествују стотине власника земљишта, учешће за поједине власнике земљишта је обавезно, уколико већи део власника земљишта одлучи да проводи пројекат комасације пољопривредног земљишта. У националним прописима појединих земаља дефинисан је и потребан број, односно проценат заинтересованих учесника неопходних за доношење одлуке о покретању поступка комасације⁶.

У просеку, период провођења мањих пројеката комасације траје од 2 до 3 године, а већих пројеката од 5 до 10 година, што зависи од броја укључених власника земљишта, постојећих имовинско-правних односа на земљишту, степену уситњености поседа и спремности власника земљишта да буду кооперативни и учествују у конструктивним преговорима.

Поступци укрупњавања парцела методом размене провођени су столећима с циљем да се укрупне пољопривредна имања и допринесе развоју ефикасне пољопривредне производње. Пољопривредници и власници земљишта били су увек и све више заинтересовани за учешће у пројектима комасације, будући да су владе земаља често субвенционисале трошкове провођења поступака са високим процентом. Недостаци традиционалних поступака укрупњавања земљишта су дуго временско трајање и често ниска економска рентабилност, али су постигнути и значајни ефекти. Поред тога решавана је и трговина (промет) земљиштем уз субвенцију саме државе и без додатних трошкова.

Традиционални поступци су временом доживели знатна побољшања, обухватајући све више активности које се односе на комплетно уређење и развој руралног простора. Током времена, као резултат стечених искустава и технолошког напретка, развили су се различити приступи укрупњавању пољопривредног земљишта. Исто тако, мењали су се и циљеви комасације. Садашњи поступци комасације пољопривредног земљишта у Западној Европи важан су инструмент руралног развоја, те имају знатно шири фокус од саме пољопривредне производње.

После Другог светског рата, проводила се колективизација пољопривредних имања у средњој, источној и југоисточној Европи. После проведене колективизације, проводила се арондација, комасација и други поступци укрупњавања пољопривредног земљишта. Од почетка 90-тих година XX века, државе у средњој, источној и југоисточној Европи започеле су провођење земљишних и аграрних реформи с циљем да се реструктурирају пољопривредни поседи до стања како је било пре провођења колективизације. Значи, пољопривредни поседи су враћани претходним власницима или њиховим наследницима. Када то није било могуће, враћано је друго слично земљиште, додељиване деонице или вршене компензације у новцу. Наравно, реформе су укључивале и продају или давање у закуп пољопривредног земљишта у власништву државе појединцима, предузећима и осталима. Намере приватизације пољопривредног земљишта у власништву државе су биле добре, али поступци су у многим земљама били превише бирократски и недовољно транспарентни. Поред тога, расподела пољопривредног земљишта је у неким земљама узроковала знатно уситњавање пољопривредних поседа, а тиме и смањење ефикасности пољопривредне производње. У неким земљама средње, источне и југоисточне Европе, располагање, а тиме и приватизација пољопривредног земљишта у власништву државе се још увек проводи. Поред тога, у раздобљу социјализма, системи јавних евиденција (катастарске и/или земљишно-књижне евиденције) у средњој, источној и југоисточној Европи се слабо одржавао и није се редовно ажурирао, па се зато у већини земаља приступило и процесу њихове модернизације кроз поступак комасације.

Данас се већина бивших социјалистичких земаља суочава са проблемом малих и уситњених пољопривредних поседа на којима је немогуће конкурентно производити пољопривредне производе. У већини тих земаља већ се проводе пројекти укрупњавања пољопривредног земљишта, док се у неким тек припремају правни основи и раде пилот пројекти.

⁶ У Словенији нпр. тај проценат износи 80% од укупног броја власника или корисника земљишта на комасационом подручју.

У свету је данас присутна забринутост због последица промена које је интензивна пољопривреда извршила на обликовање предела, и то пре свега кроз мере спроведене у комасацији (груписања поседа, уклањање биотопа, мелиорације итд.). Зато се пољопривреда и заштита природе не могу више одвојено посматрати јер је интензивна пољопривреда драматично изменила облик аграрног предела. Код развоја пољопривреде није се водило рачуна о еколошким последицама па су се као последице интензивирања пољопривредног искоришћавања земљишта јавили и одређени сукоби интереси пољопривреде и очувања здраве животне средине.

Очување биодиверзитета кључна је активност у политикама заштите животне средине и он подразумева очување свеукупне разноврсности организама и њихових биолошких циклуса. Укључујући гене, популације, врсте, станишта и екосистеме у којима се биодиверзитет одржава.

Губитак биолошке разноликости и њених компонената (гена, врста, станишта и екосистема) глобално је питање. Оно је нераскидиво повезано са губитком екосистема, капацитета продуктивности природе и регулационих процеса који су незамењиви за одрживо коришћење ресурса и, коначно, људско бивствовање.

Све је више доказа да је биодиверзитет под сталним притиском и да је условљен климатским променама и претераном експлоатацијом природних ресурса.

Циљеви комасације	Финска	Немачка	Холандија	Шведска	Србија
Побољшање структуре пољопривредног земљишта	••	•••	•••		••
Побољшање структуре шумског земљишта	•			••	
Побољшање сеоских центара и уређење сеоских насеља	•	••	••		
Уређење земљишта под закупом	•	••	•••	•	••
Увећање величине фарми	••	••	•••	••	•
Прибављање земљишта за јавне објекте и локалну самоуправу		•	••		•
Уређење грађевинског земљишта у сеоским насељима и у центрима села	•	•	••		
Побољшање путне мреже на комасационом подручју	••	••	••	•	••
Побољшање дренажне мреже на комасационом подручју	•••	••	•••	•	•••
Имплементација очувања животне средине и природе, итд.	•	•	•••	•	•
Промовисање пројеката регионалног развоја	•	•••	•••	•	
Легенда: ••• примарни задатак •• секундарни задатак • задатак мањег значаја					

Табела 3.1. Упоредни преглед концепта комасације у неким Европским земљама

Конвенција УН о биолошкој разноликости⁷, усвојена 1992. године, политички је препознала губитак биодиверзитета као озбиљан проблем и покренула је глобалну акцију за очување биодиверзитета.

У свим европским земљама се посебна пажња посвећује уређењу сеоског подручја, међутим све земље немају исте циљеве и концепте. Комасација у Европи, у односу на пољопривреду, има

⁷ Convention on Biological Diversity (CBD) - Конвенција о биолошкој разноликости.

двојаку улогу. У неким замљама још увек је доминантан захтев повећање производње (Чешка, Мађарска, Португалија, Шпанија, Пољска и Бугарска). У осталим земљама растући вишкови пољопривредне производње су основни проблем пољопривредног робног тржишта. Раскорак између понуде и тражње толики је да се планира смањење површина намењених пољопривредној производњи за 10-15%, а због раста пољопривредне производње од 2% годишње, сваке године треба смањити пољопривредне површине још за 1%.

Смањење пољопривредних површина може се одвијати у три правца (Гостовић, 1991а):

- 1) одвајање површина за потребе рекреације, заштите природе, изградње инфраструктуре, објеката и сл,
- 2) проширивање пољопривредне производње (претварањем њива у ливаде, пашњаке и шуме),
- 3) гајење култура које не служе исхрани.

Код свих земаља, као крајњи циљ, остаје и даље повећање продуктивности, побољшање производних и радних услова, побољшање квалитета пољопривредних производа и њихов извоз, јер је то битан део националног дохотка.

Еколошки очувани и чисти рејони за пољопривреду су ограничени, што отежава и смањује могућности интензивне пољопривредне производње, а социјално-културна структура пољопривредног сектора спречава решавање проблема вишкова производње. Зато закрет у аграрној политици и једном балансираном приступу има за циљ усклађивање различитих интереса на руралном подручју. Комасација је и даље остала мера која подржава аграрну политику одређене земље али сама не одређује њене циљеве.

У савременим економским и еколошким условима, комасација помагањем пољопривредног развоја осигурава чување и заштиту економских, социјалних, животних и културних вредности и функција, обнављање насељених подручја и осигурава стандард у сагласности са друштвеним интересима.

Упоредни преглед концепта комасације у неким Европским земљама приказан је у Табели 3.1.

3.4. Савремени концепт комасације

Уочавајући бројне негативности газдовања простором у прошлости и сагледавајући стварне потребе становништва у многим земљама у свету, посебно у Европи, комасација је постала мера комплетног уређења земљишне територије са модификованим и проширеним циљевима којима се постиже компромис између заштите животне средине, естетског и функционалног уређења простора, и интензивне пољопривредне производње.

Комасација је данас попримила мултифункционални карактер и може се дефинисати као механизам реализације просторних, урбанистичких и стратешких пољопривредних и других планова. Савремена комасација представља најкомплекснији систем мера уређења земљишне територије, која је од првобитног аграрног концепта, који је подразумевао груписањеседа и стварање већих парцела правилног облика у циљу повећања пољопривредне производње уз смањење трошкова, прерасла у свеобухватну меру уређења сеоског простора и важан инструмент просторног развоја и остваривања оптималних услова за интензивну пољопривредну производњу и одрживи развој земље. Окретање развоју села омогућава равномернији развој државне територије и смањује миграције становништва из села у градове. Поред унапређења пољопривредне производње покренуће се и друге делатности као што су услуге, туризам, развој малих и средњих производних предузећа уз ангажовање неискоришћених потенцијала сеоске територије.

Основни задатак комасације и даље остаје побољшање радних услова у пољопривреди и смањење производних трошкова. Промене везане за пољопривреду имају за циљ да се сеоска средина прилагоди потребама интензивне пољопривредне производње, у чему доминантно место има повећање површина, побољшање облика и положаја пољопривредних парцела за примену савремене механизације и агротехничких мера. Комасација сада постаје и мера за спровођење једне шире политике, посебно у балансирању супротних интереса пољопривреде и заштите животне средине и обезбеђење земљишта за планиране потребе урбаног развоја сеоских и градских насеља, изградњу инфраструктуре, индустријских и објеката туризма и рекреације. Комасација треба да створи и услове за трговину и закуп земљишта, што би свакако било веома добро за старачка домаћинства која нису способна да га обрађују.

Кроз комасацију се могу дефинисати и остварити одређени циљеви везани за заштиту животне средине и очување предела као што су:

- очување лепоте и карактера предела (пејзажа),
- чување, унапређење и стварање нових биотопа на деловима који се не обрађују,
- издвајањем посебних површина за заштиту природе и унапређење пејзажа,
- умрежавање еколошки вредних површина значајних за очување биодиверзитета,
- озелењавање и уређење обалних појасева уз текуће и стајаће воде,
- заштита природних ресурса и земљишта,
- заштита вода,
- елиминисање водне и еолске ерозије,
- развој и подстицање екстензивних облика газдовања земљиштем,
- елиминисање утицаја штетних материја на природну средину итд.

Постављени циљеви лакше се остварују у земљама са тржишним вишковима пољопривредних производа, у којима се могу издвојити површине за непољопривредне сврхе (Трифковић, 1996). Издвајање површина захтева накнаду власницима због смањења прихода, из јавних фондова, из којих се, уједно, финансира и заштита предела (Гостовић, 1993а).

Поред комасације пољопривредног земљишта у земљама са великим шумским површинама спроводи се и комасација шумског земљишта. Нарочито је то карактеристично за Шведску која под шумом има 48.4% територије, затим Норвешку, Немачку, Аустрију итд.

Како је уништавање и крчење шума у прошлости попримило драматичне размере са бројним последицама на планети, неопходно је интензивирати активности како би се заштитиле постојеће шуме и непрестално вршило пошумљавање голих предела. Те активности ће у наредном периоду имати велики еколошки значај, давајући допринос развоју појединих регија. Рачуна се да на планети треба, поред осталих, пошумити и 20% обрадивих површина, што се може пројектовати и остварити кроз комасацију.

Укључивање шума и шумског земљишта у комасацију доприноси развоју и унапређењу шумарства, а има и вишеструке користи за развој руралног подручја. Цело подручје села обухвата се планирањем и уређењем, а заштите средине и аграрних предела тешко је остварљива без укључивања постојећих и подизања нових шума и формирању система биотопа.

Овако дефинисан концепт комасације, уређења и развоја сеоске територије са повећаним бројем учесника и интереса захтева, дугорочније и свеобухватније планирање, већа улагања, веће ангажовање државних органа и органа локалне самоуправе, интензивну едукацију сеоског становништва, развој применљивих модела комасације за поједине пределе, прикупљање и коришћење података о простору, побољшање законске регулативе.

3.5. Модели комасације

У протеклом периоду у свету и код нас дефинисано је више различитих модела и назива комасације: класична, умерена, радикална, комасација на принципу планираног плодореда, скраћена комасација, комасација уређење земљишта ради заједничке обраде, комасација у поступку експропријације, комасација у регулацији градова и насеља, интегрална комасација и рекомасација.

Данашње комасације се могу сврстати у пет карактеристичних модела које могу бити и најприкладнији условима и потребама у Србији и то:

- свеобухватна (обавезна) комасација;
- једноставна (добровољна) комасација;
- комасација у поступку експропријације;
- комасација у функцији урбанистичког уређења насеља;
- комасација шума.

Избор модела комасације зависи од конкретне ситуације и карактеристика подручја које се уређује. Да би се неки од ових модела успешно реализовао неопходно је да сваки буде заснован на концепту који подразумева свеобухватан и мултидисциплинаран приступ, спајање елемената аграрног развоја, развоја села и града и заштите животне средине.

3.5.1. Свеобухватни модел комасације

Свеобухватна комасација, поред обавезног груписања земљишта, обухвата и паралелну реализацију и других активности везаних за уређење земљишне територије и обнове села са циљем стварања бољих услова живота и рада на селу и сеоским територијама. Између осталог, то може да буде изградња локалне инфраструктуре, спортских терена, јавних објеката, обнова културних и историјских вредности, пољских путева, изградња система за наводњавање и одводњавање, спречавање ерозије земљишта, заштита и унапређење животне средине, изградња пољозаштитних шумских појасева, итд. Полазећи од достигнутих интернационалних искустава код уређења сеоске територије може се закључити да је свеобухватна комасација један од најчешће примењених модела. Такође, у неким специфичним случајевима, и друге моделе не треба искључивати.

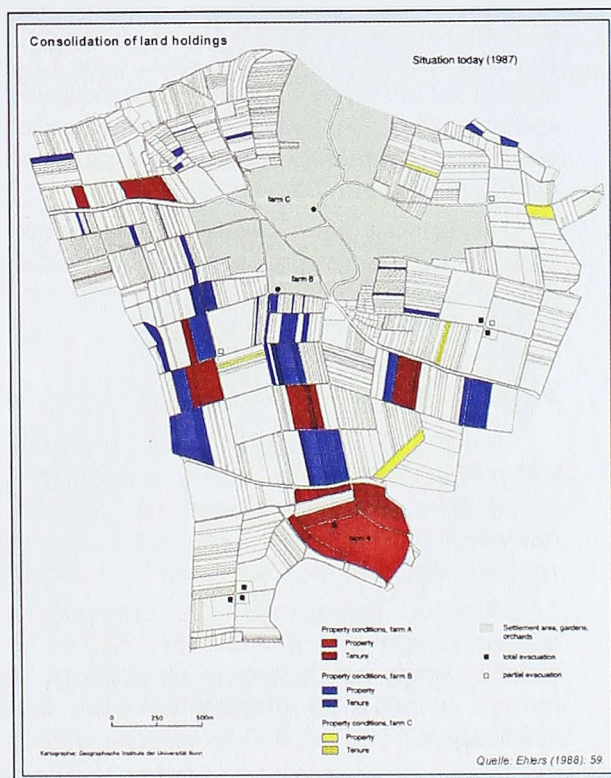
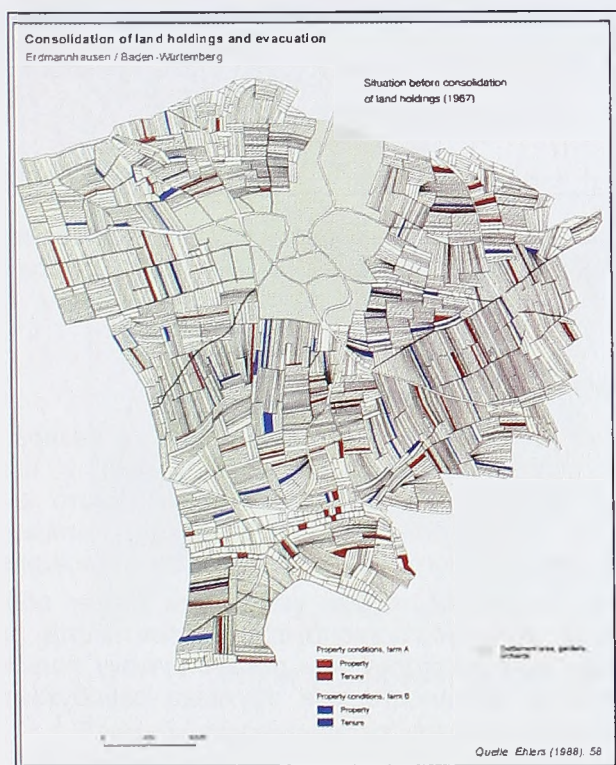
Код овог модела комасацијом је обухваћено сво земљиште дела земљишне територије осим земљишта под културом од посебне важности као што су: виногради, воћњаци, шуме и сл. Изузетно и ова земљишта могу бити предмет комасације ако на то пристану њихови власници.

Подручје комасације обухвата једну или више катастарских општина или њихових делова. Социолошки, културни, пољопривредни, топографски, хидролошки и сл. разлози требало би да имају утицај приликом дефинисања граница подручја комасације. Како комасација обухвата и активности на обнови села укључивање два и више села у подручје комасације омогућило би усклађивање развоја суседних села ради задовољења заједничких интереса и потреба. Поред уређења пољопривредног земљишта кроз свеобухватну комасацију се може приступити и уређењу сеоског насеља.

Како се код овог модела ради о свеобухватном уређењу пољопривредног земљишта и села он се може сматрати најпогоднијим, али и најскупљим. Ако постоје довољна финансијска средства, овај модел може се препоручити у свим пределима, где су поред груписања потребне и друге мере за побољшање земљишта и услова живота на селу и где учесници комасације имају довољно разумевања за свеобухватно решење проблема.

Парцеле у старом стању

Парцеле после извршене комасације



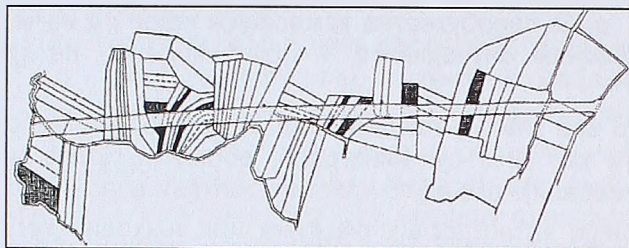
Слика 3.1. Пример реализоване свеобухватне комасације у Немачкој

На Слици 3.1 приказан је пример реализоване свеобухватне комасације (СР Немачка) у оквиру кога је пројектовано уређење сеоског насеља и изграђени систем канала за одводњавање и изграђени пољски путеви.

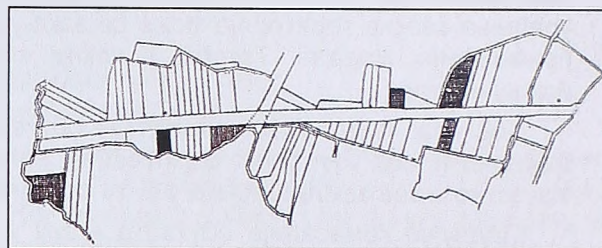
3.5.2. Комасација у поступку експропријације

Комасација у поступку експропријације примењује се када се реализују велики инфраструктурни пројекти (аутопут, железничка пруга, системи за одводњавање, туристичких објеката, аеродроми и сл) чијом се изградњом најчешће дезинтегрише део атара катастарске општине (пресецају се сеоски путеви, уситњавају се парцеле тако да њихови делови остају са различитих страна саобраћајница, итд).

Парцеле у старом стању



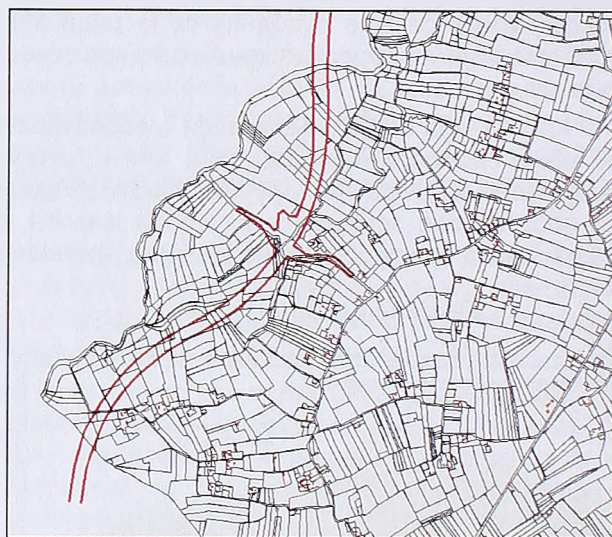
Парцеле после извршене комасације



Слика 3.2. Пример реализоване комасације у КО Ресник – Аутопут Београд-Загреб

Комасација у оваквим случајевима може у потпуности да замени експропријацију. Изузимање земљишта се може извести преко коефицијента умањења уз правичну надокнаду као код експропријације за већи број учесника у ширем подручју него што би захватила експропријација. У другом случају се може прво провести експропријација (изузети земљиште), а потом дефинисати комасационо подручје и спровести комасација у циљу уређења (укрупњавања) земљишта. На Слици 3.2. представљен је пример спроведене комасације у поступку експропријације земљишта приликом изградње коридора аутопута Београд-Загреб.

На Слици 3.3. приказан је коридор будућег аутопута Београд-Пожега кроз КО Бргуле где би свакако било корисно провести поступак комасације.



Слика 3.3. Граница експропријације пројектованог коридора аутопута Београд-Пожега кроз КО Бргуле

3.5.3. Једноставна (добровољна) комасација

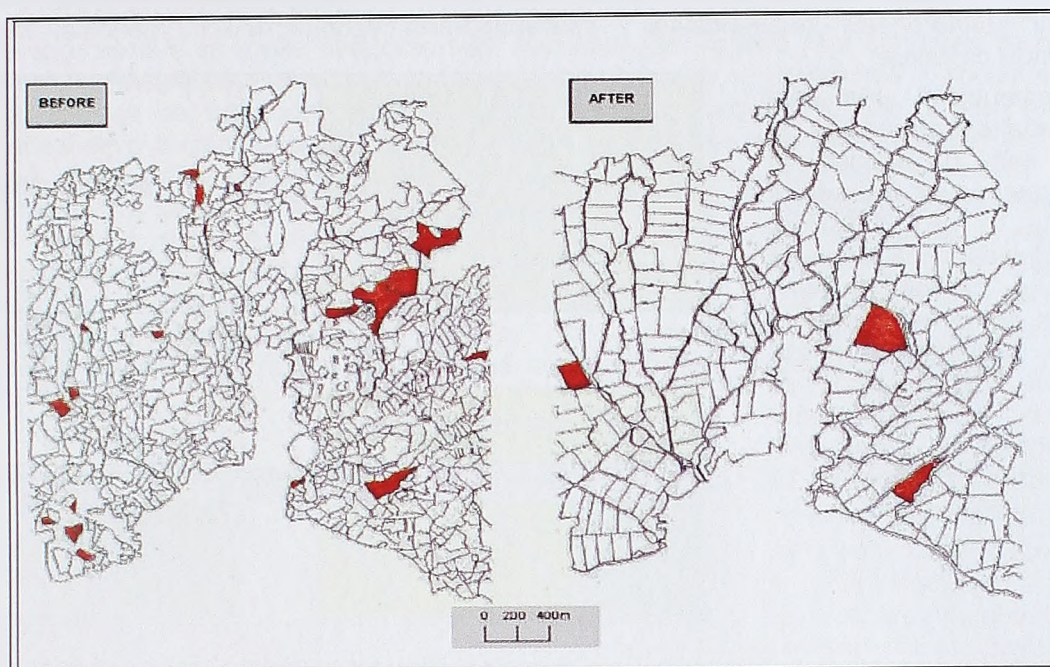
Једноставнији модел комасације је једноставна (добровољна) комасација која се базира на међусобном договарању (уговарању) власника (корисника) земљишта о размени у циљу укрупњавања поседа подразумевајући и поступке купопродаје, замене и закупа. Пошто је за примену овог модела карактеристична апсолутна добровољност, сви учесници комасације требало би да потпуно прихвате услове који су дефинисани програмом или пројектом комасације.

Пројекат једноставне, добровољне комасације у суштини садржи активности мањег обима везане за уређење делова катастарске општине кроз груписање пољопривредног земљишта, али, такође, може да садржи и активности које се односе на изградњу или реконструкцију пољских путева и техничке инфраструктуре, односно неке од активности које обухвата свеобухватна комасација.

Поред општих, овај модел комасације има и следеће принципе:

- добровољно учешће вођено стварним интересима учесника,
- подршка, помоћ и посредовање државе код реализације радова,
- преговарање са сваким учесником комасације у циљу постизања коначног договора,
- промет земљишта кроз комасацију,

- коришћење "банке" земљишта код решавања спорних питања код комасације и
- обједињавање и легализација уговора за све трансакције земљишта.



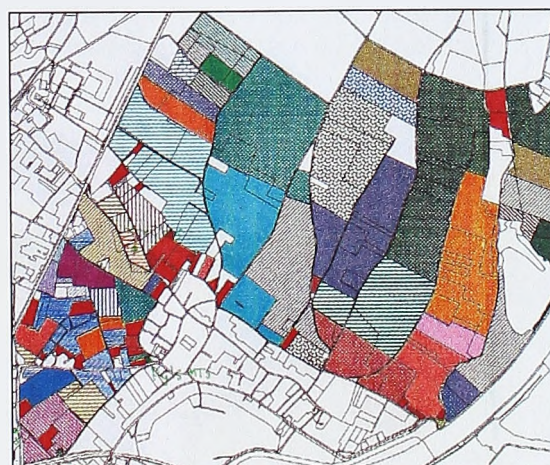
Слика 3.4. Пимер добровољне комасације реализоване на Кипру

Како овај модел комасације карактерише добровољност, јако је важно да се све одлуке доносе транспарентно уз сагласност свих учесника комасације. Када говоримо о Србији може се рећи да је српски пољопривредник везан за земљу са високом дозом неповерења када се одлучује о његовој земљи. Из тих разлога је препоручљиво активно учешће свих учесника у извођењу радова и обавезан увид у све документе, акте и планове, као и могућност предлога, приговора и одустајања.

Парцеле пре комасације обојене по власницима



Парцеле после комасације



Слика 3.5. Пример добровољне комасације реализоване у Холандији

Примери спроведене добровољне комасације представљени су на Слици 3.4 и Слици 3.5.

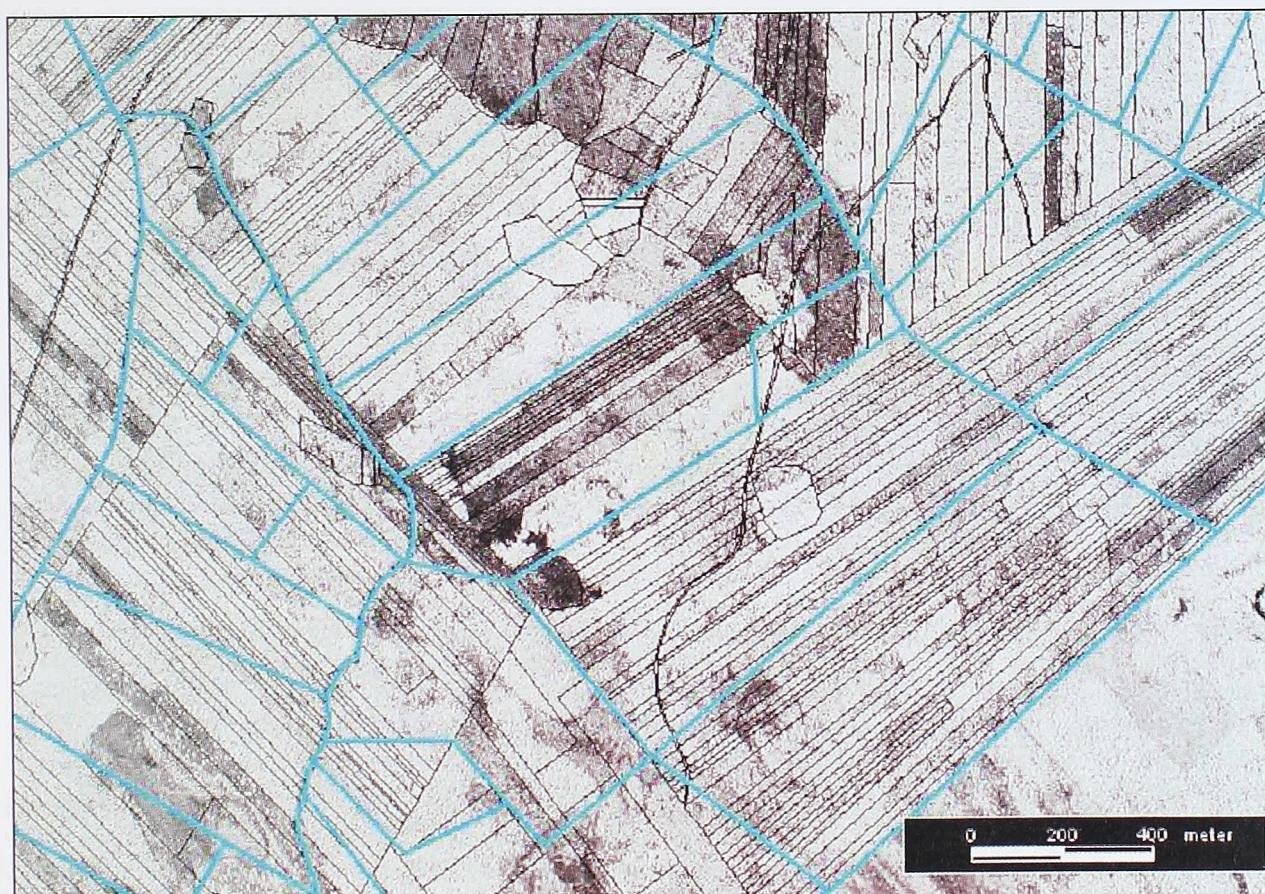
3.5.4. Комасација у функцији урбанистичког уређења насеља

Комасација у функцији урбанистичког уређења насеља назива се још и урбана комасација и примењује се код урбанистичког уређења подручја на периферији насеља која се шире на околно земљиште.

грађевинског земљишта урбаном комасацијом створиле би се алтернатива нелегалном промету земљишта и нелегалној изградњи.

3.5.5. Комасација шума

Активности везане за шуме представљају саставни део напора који се улажу за опоравак и развој руралних подручја. Равноправним укључивањем шума и шумарства у пројекте руралног развоја обезбеђује се бржи опоравак и развој руралних подручја. Шуме пружају вишеструке користи: обезбеђују сировине за обновљиве и еколошки здраве производе и имају важну улогу у економском благостању, биолошкој разноврсности, глобалном кружењу угљеника и водном билансу, битне су за развој еколошких, заштитних, туристичко-рекреационих, здравствених и културних услуга, а такође су и стуб одрживог развоја сваког друштва. Комасација шума реализује се и добија све већи значај нарочито у развијеним земљама Европе богате шумама. То је нарочито карактеристично за Шведску (Слика 3.8) с обзиром на велику шумовитост (48.4%). Осим Шведске, земље у којима се изводи комасација шума су: Норвешка, Немачка (Слика 3.9), Аустрија и др. Специфичности комасације шума у односу на остале облике комасације везане су за процену квалитета шума.



Слика 3.8. Пример реализоване комасације шума у Шведској (Даларна) – приказ старог и новог стања

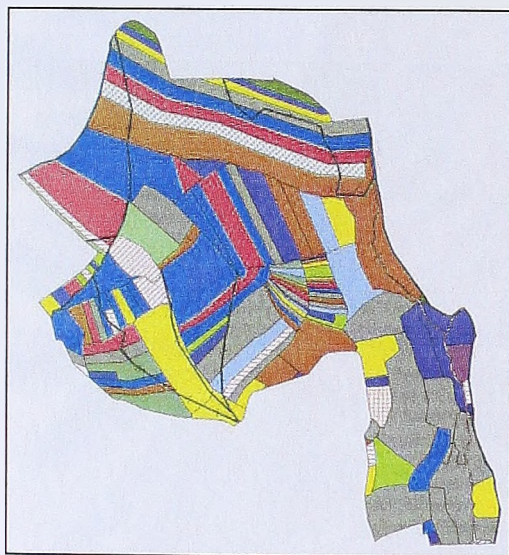
Захтеви друштва у односу на шуме и њене функције се и даље мењају и повећавају, како у односу на величину захваћених простора тако и по врсти, карактеру и квалитету потреба. У наредном периоду, од великог еколошког значаја и допринос регионалном развоју, биће подизање нових шума. Рачуна се да треба пошумити, поред осталих и 20% обрадивих површина, што је најлакше остварити кроз комасацију.

Укључивање шума и шумског земљишта у комасацију доприноси развоју и унапређењу шумарства, а има и вишеструке користи за развој руралног подручја. Цело подручје села обухвата се планирањем и уређењем, а заштите средине и аграрног предела тешко је остварљива без укључивања постојећих и подизања нових шума - при формирању система веза биотопа. Комасација шума и/или шумских земљишта проводи се према посебним прописима у појединим

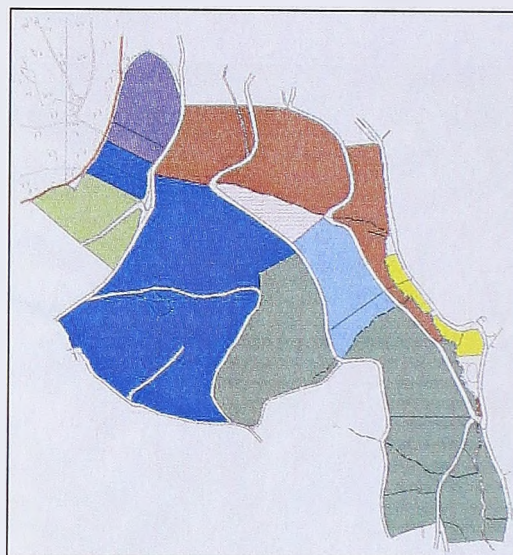
земљама у свету. У процесу комасације се може заменити шума и/или шумско земљиште за пољопривредно земљиште и обратно, као и шума у власништву државе и/или шумско земљиште за шуму у власништву других правних и физичких лица и обратно.

Постоји широк круг учесника који имају интерес у шумарском сектору, а који су у мањој или већој мери повезани са стањем шума и шумарског сектора. Бројне интересне стране укључују:

- власнике и кориснике шума (приватни власници шума, јавна предузећа за газдовање шумама, национални паркови и др),
- произвођаче и прерађиваче шумских производа (дрвна индустрија и индустрија целулозе, мала предузећа и занатске радње, предузећа за извођење радова у шумарству, произвођачи еколошки здраве хране, пољопривредни произвођачи и др),
- кориснике здравствених и рекреационих функција шума, туристичке организације,
- локалне заједнице и становништво посебно у руралним подручјима,
- кориснике ловних и рибарских подручја,
- владине и невладине организације, као и појединце.



Парцеле у старом стању обојене по власницима



Парцеле у новом стању обојене по власницима

Слика 3.9. Пример реализоване комасације шума у Немачкој (Milchenbach)

3.6. Фазе радова у поступку комасације

Радови на комасацији се реализују кроз неколико карактеристичних фаза које представљају логички систематизоване активности по хронолошком реду. Обухватајући све основне елементе савременог концепта, кроз сваки модел комасације могу се издвојити следеће групе радова (фазе):

- припремни радови,
- радови који претходе изради главног пројекта,
- израда главног пројекта,
- реализација радова и
- завршни радови.

Најкомплекснији обим радова садржан је код свеобухватне комасације, који ће овде бити детаљније приказан. Остали типови се кроз прилагођавање својих специфичности и редуkcију појединих активности могу уклопити у модел свеобухватне комасације.

Фаза припремних радова обухвата све активности које као обавезу прописану законом обављају: општина на чијој се територији изводи комасација, комисија за комасацију и пољопривредна газдинства (учесници комасације), државне управе за пољопривредно земљиште, воде, шуме, катастар непокретности итд. У фази припремних радова, врши се избор и одређују

границе комасационог подручја, прикупљају сви неопходни подаци, анализира простор и идентификују сви проблеми са којима се суочава рурална заједница и простор и врши информисање становништва, како би се донела одлука о сврсисходности спровођења комасације. На основу свих претходних активности и података израђује се програм комасације као основни документ на основу кога се приступа доношењу одлуке о покретању поступка комасације од стране надлежних институција. Обим и садржај програма комасације зависи од врсте и обима радова које треба извести на конкретном подручју, односно од постављених циљева. После доношења одлуке о спровођењу комасације приступа се формирању комасационих органа (комисије за комасацију, одбора учесника комасације).

Фаза претходних радова обухвата све радове који претходе изради главног пројекта комасације као што су: преузимање података из јавних евиденција о непокретностима (катастара непокретности и земљишне књиге), просторних и урбанистичких планова, стратешких докумената, основа уређења пољопривредног земљишта, водопривредних основа, програма и пројекта, документације о саобраћајницама, програма заштите и унапређења шума и биодиверзитета, статистички подаци о становништву, домаћинствима, пољопривредној механизацији, економским показатељима итд, обезбеђивање и израда геодетских подлога за пројектовање, утврђивање фактичког стања о непокретностима, комасациона процена земљишта, сталних култура и објекта. У фази претходних радова реализују се и сви остали радови који претходе изради главног пројекта, пројектује и реализује геодетска основа и врши детаљно снимање комасационог подручја са циљем израде топографских планова за све врсте пројектовања.

Фаза пројектовања представља најзначајнију фазу после доношења одлуке о започињању радова на комасацији. Ова фаза подразумева укључивање учесника комасације код доношења свих главних одлука пројекта. Главни пројекат комасације се израђује у складу са програмом комасације по тематским целинама (групама радова) које морају бити синхронизоване и међусобно усаглашене. Главним пројектом је обухваћено пројектовање:

- намене површина,
- система за одводњавање,
- система за наводњавање,
- пољозаштитних шумских појасева,
- заштите земљишта од ерозије водом,
- заштите животне средине,
- исправке граничних линија (обликовање површина),
- пољских путева,
- техничког уређења терена,
- парцелације - расподеле комасационе масе и груписања парцела (књига фонда комасационе масе, исказа и сумарника исказа земљишта у старом стању, одређивање координата детаљних тачака објеката и парцела новог поседа, нумерисање новопројектованих табли и објеката, одређивање површина комасационог подручја, табли и објеката, одређивање коефицијента умањења или одбитка земљишта за заједничке потребе, трансформација тачака у координатни систем табле и ламелисање табли, израда предлога пројекта расподеле и груписања земљишта из комасационе масе),
- урбанистичког уређења сеоских насеља,
- геодетске основе (нове полигонске и нивелманске мреже),
- геодетског обележавања објеката, табли и парцела,
- организације радова (утврђује се редослед одвијања и међузависности свих активности, времена трајања и ангажованих ресурса).

Фаза реализације радова из главног пројекта је фаза која обухвата теренске и канцеларијске послове код свих активности из главног пројекта. Гледано са аспекта геодезије ова фаза се завршава устројавањем катастара непокретности. Фаза реализације радова обухвата:

- реализацију пројекта геодетске основе,
- реализацију осталих пројеката (изградња објеката, хидросистема, итд),
- реализацију пројекта геодетског обележавања објеката, табли и парцела,
- израда исказа новог стања и сумарника исказа,

- израда решења о привременој примопредаји земљишта и објеката из комасационе масе,
- извршење привремене примопредаје земљишта и објеката,
- доношење коначних решења о расподели комасационе масе и
- израду катастарских планова.

Фаза завршних радова обухвата следеће активности (на свим подручјима):

- катастарско класирање и бонитирање земљишта,
- израда (комплетирање) елабората премера,
- израду пројекта изведеног стања и
- израду и устројавање катастра непокретности.

Побројане активности по фазама су у основи исте за све моделе комасације, али њихов садржај и обим радова зависе од самог модела, карактеристика подручја и предвиђених захвата уређења.

3.7. Најважнији прописи у Србији који се односе на уређење земљишне територије

Уређење сеоског простора регулисано је кроз више законских прописа и подзаконских аката чије се одредбе морају поштовати, а активности међусобно усагласити. Најважнији закони су:

- Закон о планирању и изградњи ("Службени гласник РС", број 72/2009),
- Закон о пољопривредном земљишту ("Службени гласник РС", бр 62/2006 и 41/2009),
- Закон о државном премеру и катастру ("Службени гласник РС", бр. 72/2009 и 18/2010),
- Закон о шумама ("Службени гласник РС", бр. 46/91, 83/92, 53/93, 54/93, 60/93, 67/93, 48/94, 54/96, 101/2005),
- Закон о водама ("Службени гласник РС", бр. 46/91, 53/93, 67/93, 48/94, 54/96, 101/2005),
- Закон о процени утицаја на животну средину ("Службени гласник РС", бр. 135/2004),
- Закон о стратешкој процени утицаја на животну средину ("Службени гласник РС", бр. 135/2004),
- Закон о интегрисаном спречавању и контроли загађивања животне средине ("Службени гласник РС", бр. 135/2004),
- Закон о заштити животне средине. ("Службени гласник РС", бр. 135/2004),
- Закон о промету непокретности ("Службени гласник РС", бр. 42/1998),
- Закон о приватизацији ("Службени гласник РС", бр. 38/2001 и 18/2003),
- Закон о експропријацији ("Службени гласник РС", бр.53/95, 23/01 и 20/2009).

3.8. Стратешка документа у Србији као основе за уређење земљишне територије

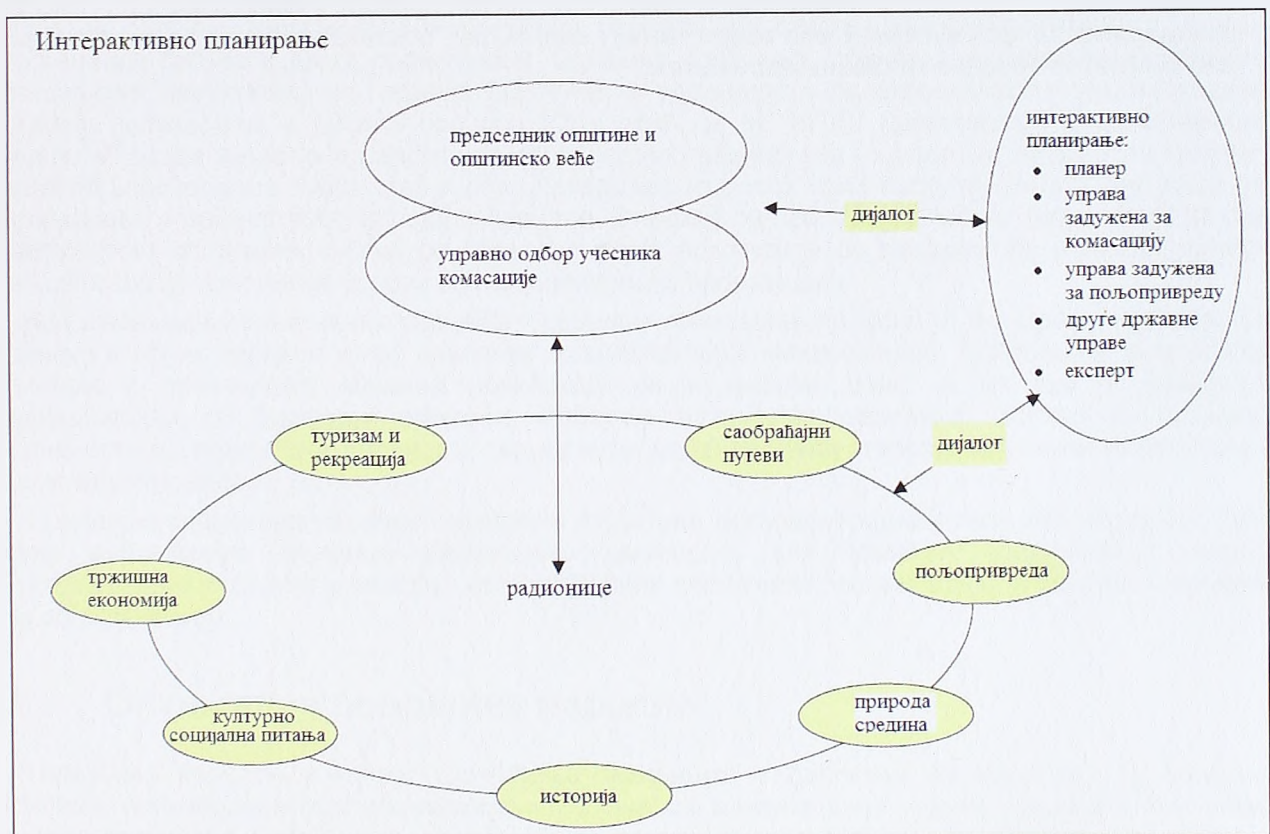
Основна стратешка документа у Републици Србији као основе за уређења сеоског подручја су:

- Стратегија развоја пољопривреде Србије ("Службени гласник РС", бр. 78/2005);
- Пољопривреда Србије ка Европским интеграцијама (која је настала као резултат сарадње МПШВ и Европске агенције за реконструкцију, Београд, 2004);
- Просторни план Републике Србије ("Службени гласник РС", бр 13/1996);
- Национална стратегија Србије за приступање Србије и Црне Горе Европској унији (Влада Републике Србије, Канцеларија за придруживање Европској унији, септембар 2005);
- Национални инвестициони план (Влада Републике Србије, <http://www.nip.sr.gov.yu/nip/>, 2006);
- Водопривредна основа Републике Србије (Уредба о утврђивању водопривредне основе Републике Србије, "Службени гласник РС", број 11/2002);

- Конкурентност пољопривреде Србије (Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде, Београд, 2004);
- Секторске анализе (Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде, Београд, 2004);
- Land Consolidation and Land Tenure Assessment Mission Republic of Serbia, Pre-Feasibility Study (Food and Agriculture Organisation of the United Nations, април, 2003);
- Средњорочни програм радова Републичког геодетског завода за период 01.01.2004. – 31.12.2008. године (“Службени гласник РС”, бр. 129/2003);
- Стратегија развоја шумарства Републике Србије (“Службени гласник РС”, бр. 59/2006);
- Национални програм заштите животне средине (Нацрт документа, у фази усвајања, 2006);
- Стратегија за смањење сиромаштва у Србији (Влада Републике Србије, 2003);
- Стратегија туризма Републике Србије (Влада Републике Србије, 2006 (у процедури усвајања));
- Стратегија комасације у Републици Србији (нацрт), 2010. године.

3.8.1. Основне поставке доброг управљања савременом комасацијом

Комасациони процес је веома осетљив и захтева темељну припрему, добру организацију и мудро управљање читавим процесом.



Слика 3.10. Интерактивно планирање и сарадња учесника уређења сеоске територије у Немачкој

У циљу остварења жељених циљева и успеха, планирање и реализација пројекта комасације захтева:

- добро дефинисану и јасну визију и стратегију развоја и унапређења сеоске територије,
- поштовање закона,
- учешће и пуну подршку државе и локалне самоуправе кроз све фазе,
- транспарентност вођења свих, а нарочито кључних активности процеса,
- активно учешће грађана у процесу кроз едукацију и прихватање њихових жеља, и добронамерних мишљења и предлога,
- непрекословену заштиту имовине и поштовање правде код трансформације поседовне структуре,
- интерактивно планирање,

- активно учешће мултидисциплинарних стручњака,
- прихватање принципа искуства, стандарда, научних постулата,
- поштовање мишљења већине код доношења одлука,
- одговорност и кредибилитет државе, локалне самоуправе, пројектаната и реализатора радова, а посебно руководиоца појединим процесима,
- реална, ефикасна, економична и сигурна решења чијом реализацијом се морају побољшати услови живљења и остварити напредак у производњи и доходу на уређеном простору,
- примена савремене технологије и организације радова.

Савремени приступи доброг управљања пројектом комасације подразумевају учешће свих релевантних институција и учесника комасације кроз едукацију, консултације и активну сарадњу. Едукације се изводе кроз организоване радионице. Учесници комасације се едукују и учествују у такозваном интерактивном планирању и пројектовању.

На Слици 3.10 шематски је приказан садржај интерактивног планирања и сарадња учесника уређења сеоске територије, организовање едукативних радионица у Баварској (Немачка).

Банке земљишта и земљишни фондови су се показали као веома успешан инструмент за решавање проблема код комасације земљишта у земљама Западне Европе. Банке земљишта су пољопривредно земљиште у својини државе, које се користи у процесу комасације за повећање поседа тако што се фармерима даје у закуп или им се продаје. Поред тога што омогућавају фармерима да кроз куповину или закуп увећају свој посед, земљишне банке се такође користе и као регулатор процеса трговине земљиштем.

4. КРИТЕРИЈУМИ ДИМЕНЗИОНИСАЊА И ОБЛИКОВАЊА ПОЉОПРИВРЕДНИХ ПАРЦЕЛА

4.1. Увод

Основни просторни елементи земљишне територије су парцеле и комплекси обрадивог, шумског и неплодног земљишта, док су основни елементи сеоских насеља јавне површине, парцеле са окућницама и сеоски центри са јавним и заједничким објектима и корисним површинама.

Катастарска парцела је део земљишта које чини једну топографску целину са тачно утврђеним границама, површином, културом, катастарском и бонитетном класом, налази се у једној катастарској општини и може припадати једном власнику или групи сувласника. Као организациона јединица пољопривредне производње, под парцелом се подразумева земљиште које се на целој површини може користити на истоветан начин (узгајати исте биљке или усеви) и на којој се изводе одговарајући радни процеси и као таква је потребно да има уједначене земљишне облике и сличне педолошке особине. У организационом смислу парцела представља површину земљишта на којој се организује биљна и друга производња. Од њене површине, облика, димензија, оријентације, топографских карактеристика терена, приступа, и удаљености од економског дворишта зависе трошкови производње и висина приноса (Оташевић, et al, 1978). Карактеристике катастарских парцела и поседа зависе и од врсте пољопривредних газдинстава (породична газдинства, фарме, крупна пољопривредна газдинства и пољопривредне задруге). Кроз поступак комасације врши се укрупњавање и премештање поседа и парцела. Стварају се парцеле са већом површином, новим геометријским облицима, којима се обавезно може приступити са сеоских или пољских путева чиме се стварају повољнији услови за пољопривредну производњу.

Код димензионисања нових парцела у поступку комасације посебно је значајан утицај који на величину и облик парцеле имају средства пољопривредне механизације. Повећањем капацитета погонских и прикључних машина повећавају се и њихове цене, а са тим и трошкови искоришћавања по јединици времена. Избором оптималне величине, облика и положаја (удаљености од економског дворишта, тврдог пута, воде) парцеле стварају се услови за повећање продуктивности рада.

Приликом пројектовања нове поседовне структуре пољопривредних парцела морају се јако добро дефинисати циљеви комасације, сагледати сви аспекти дефинисања нових пољопривредних парцела и поседа, као и основних елемената сеоског атара и насеља и њихова веза са окружењем.

4.2. Оптимална површина парцеле

Површина парцеле и начин коришћења земљишта у директној су вези са: земљишним облицима, производним особинама земљишта, нивоом механизације радних процеса и техничких карактеристика пољопривредне механизације, структуром пољопривредне производње, обимом транспорта, системом ратарске производње, техником наводњавања, површином са којом газдинство располаже и др. (Оташевић, et al. 1978).

Утицај површине парцеле испитиван је по различитим основама, а један од објективних критеријума је укупно потребно време за рад на парцели (ПРВ). Према истраживањима о утицају површине парцеле на ПРВ у Швајцарској, утврђено је да растом парцеле од 0.25 ха до 4 ха постиже се уштеда у времену и то највише при расту парцеле до 1 ха, приметно до 4 ха, а даље без већег значаја (Гостовић, 1989а). Оптимална површина парцеле у Енглеској је 4 ха, а одређена је на основу трошкова употребљене пољопривредне механизације и еколошких аспеката (Цвејић, 1997).

У пракси постоји тенденција да се формирају велике парцеле због примена све јачих погонских машина које покрећу широкозахватне радне агрегате. Са повећањем површине парцеле смањује се број окретаја по јединици површине, па се у структури укупног радног времена повећава удео ефективног времена. Међутим, тај ефекат је значајан код малих парцела, дужине 100, 200 и 400 м, док се са повећањем дужине све више смањује. При доношењу одлуке о површини парцеле морају

се посматрати не само ефекти који се постижу повећањем површине парцеле, већ и укупни трошкови производње по јединици површине и по јединици остварене производње (Оташевић, et al, 1978).

Одређивање оптималне површине парцеле условљено је великим бројем елемената. Тако, на пример, са становишта рационалног коришћења савремене пољопривредне механизације, парцела треба да буде површине која омогућава механизацији већи учинак током целог радног дана на једном месту, без губитка времена ради премештања на другу парцелу (Оташевић, et al, 1978). Парцела треба да је површине која задовољава услове рационалне организације рада и извођење радних процеса уз задовољавајућу продуктивност рада и рационално коришћење механизације (Гостовић, 1989а).

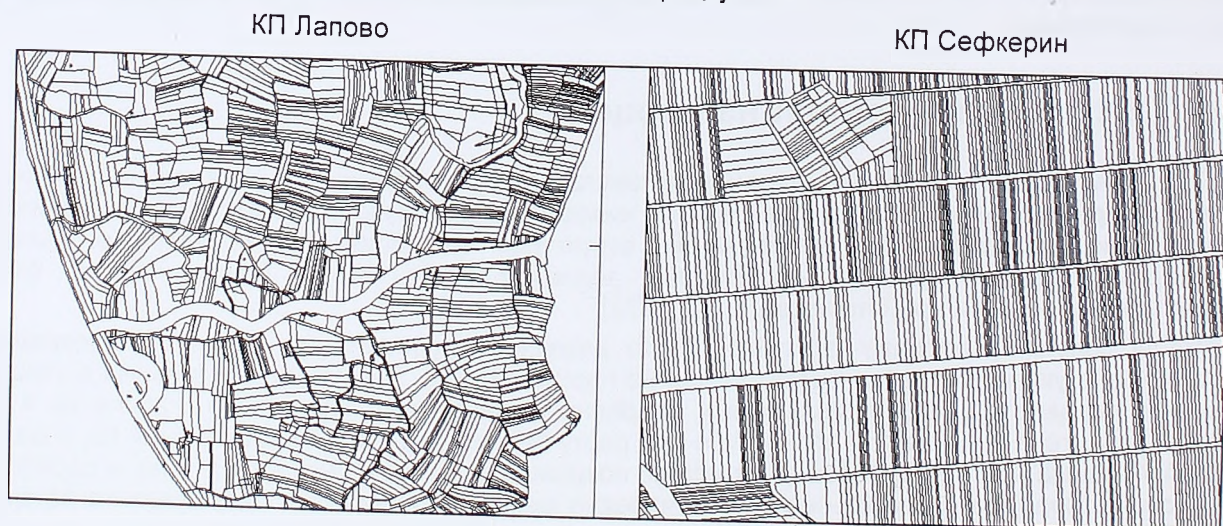
Код индивидуалних газдинстава оптимална површина парцеле условљена је величином ораничне површине и структуром биљне производње. Уколико газдинство има разноврснију структуру производње и располаже мањим земљишним поседом, принуђено је да има парцеле мање површине. Избор величине површине зависи од конкретних услова, како земљишта тако и газдинства.

Када имамо две парцеле исте величине, повећава се ефективно радно време механизације у укупном потребном времену за обраду јединице површине код дуге парцеле због мањег броја окретања на крајевима парцеле. Међутим, код такве парцеле повећава се дужина граничне линије, где су, због слабије обрађеног земљишта, слабијег ђубрења, третирања заштитним препаратима и других услова, слабији приноси.

Према истраживањима која су спроведена у Србији, у производњи пшенице, повећањем површине парцеле расте учинак пољопривредне механизације до извесне границе. Како наводи (Грујовић, 2005), оптимална површина парцеле државних газдинстава за равничарски рејон је 75 ha, јер се до те величине учинак повећава. Будући да трошкови превоза производа и материјала по парцели имају тенденцију раста са порастом величине парцеле од 25 до 50 и 75 ha, ефекти повећаног учинка при обради на већим парцелама се елиминишу негативним последицама које настају због трошкова транспорта (Оташевић, et al, 1978).

4.3. Оптималан облик парцеле

Неподесан облик парцеле као и распарчаност поседа једнако су неповољни за рационалну пољопривредну производњу. Облик парцеле је фактор који утиче на степен коришћења средстава механизације и висину трошкова извођења механизованих радних процеса. Када се обрађују парцеле неправилног облика (троуглови и неправилни многоуглови) отежана је примена механизације, долази до интензивног гажења, а тиме и сабијања земљишта, већих празних ходова при окретању, дуплих пролаза код појединачних операција и сл.

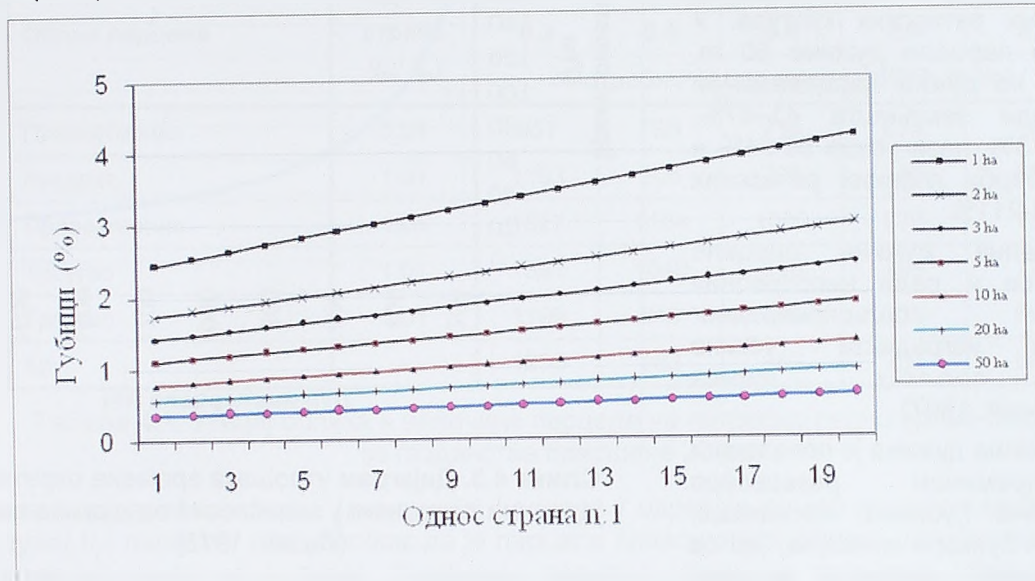


Слика 4.1. Приказ облика катастарских парцела пре комасације

Уситњене парцеле са неправилним облицима су неповољне за пољопривредну производњу. Поред тога велики губитак површина на неуређеним просторима је у зараслим међама. На Слици 4.1. приказане су парцеле пре комасације на комасационом подручју Лапово (Централна Србија) и

Сефкерин (Војводина) у истој размери, где се уочавају различити принципи настајања, облика, приступа и намене земљишта.

Према истраживањима приказаним у (Гостовић, 1989а), губици на ивицама парцела су поред дуге стране 0.46 m а поред краће 0.76 m. На основу ових вредности дати су губици површина за парцеле правоугаоног облика за различите величине и различит однос страна (Слика 4.2).



Слика 4.2. Губитак обрадиве површине под међама парцела правоугаоног облика

Највећи губици под међама, у односу на њену величину, су на малим парцелама. За парцеле преко 20 ha губици под међама нису значајно зависни од промене односа страна (од 0.35% за однос 1:1 до 0.60% за 20:1). Код мањих парцела, до 3 ha, однос страна утиче на губитак површине под међама (за 1 ha губици су од 2.45% за однос 1:1 до 4.21% за 20:1) (Гостовић, 1989а).

У Табели 4.1. приказани су резултати добијени у оквиру истраживања извршених у СР Немачкој, а који приказују потребно радно време по једном хектару за парцеле различитог облика и димензија на газдинствима укупне површине 20 ha (Гостовић, 1989а) и (Миладиновић, 1997).

Рационална употреба механизације захтева парцелу облика правоугаоника, квадрата или трапеца, чија чеона страна заклапа са дужим странама угао од 60° до 120°. Са повећањем односа између дужине и ширине парцеле повећава се и учинак. Правоугаони облик има предност у односу на било који други, па и квадрат, до одређене величине парцеле, јер је дужина парцеле она величина од које у великој мери зависи производност рада и економичност.

4.4. Оптималне димензије парцеле

Од дужине парцеле зависи учинак и трошкови извођења механизованих радних процеса, а одражава се преко времена изгубљеног при окретању машина на крајним странама парцеле.

Повећање технолошких брзина кретања пољопривредне механизације, код константне дужине парцеле, има за последицу повећање учешћа времена окретања у укупном времену. Један од начина да се повећањем брзине кретања не смањује коефицијент искоришћења времена рада је повећање дужине парцеле (Лазич, 1978).

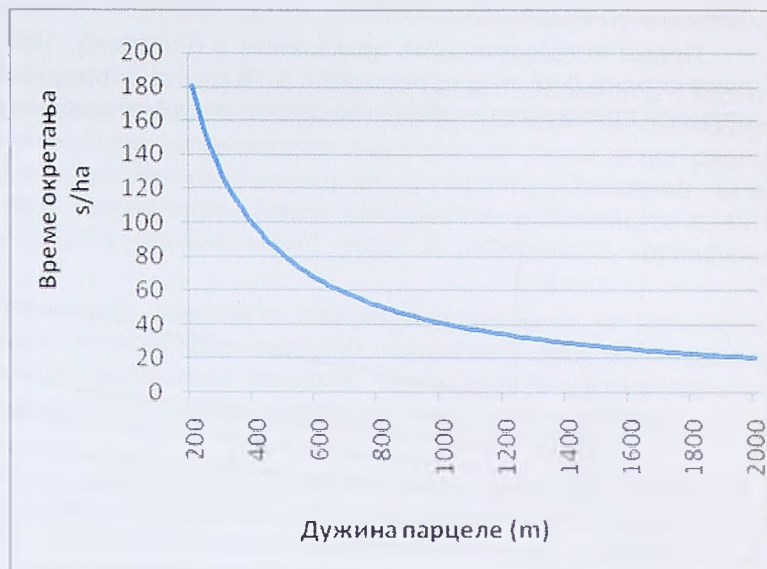
Код мањих дужина парцела већи је интензитет опадања вредности коефицијента радних ходова са порастом технолошке (радне) брзине кретања. На основу извршених истраживања утрошка времена окретања по јединици површине у односу на дужину парцеле дошло се до закључка да дужина парцеле треба да буде најмање 800 m. Са повећањем дужине парцеле смањује се утрошено време окретања по хектару (Слика 4.3) (Лазич, 1978). Међутим, повећање дужине парцеле у ратарству преко 800 m не доприноси битније повећању учинка механизације (Оташевић, et al. 1978). Раст дужине парцеле смањује трошкове механизације, али повећава трошкове транспорта по парцели, због чега се дужина од 800 m узима као оптимална и то, пре свега, за парцеле државних или већих газдинстава.

Резултати истраживања учинка радних процеса (Оташевић, et al, 1978), на парцелама дужине 50, 200 и 400 м, показују њихово повећање код главних ратарских култура. У односу на парцеле дужине 50 м, повећање на дужим парцелама је: при обради земљишта 41–67%, сетви 39-73%, нези усева 55-64% и жетви - берби главних ратарских култура 48-211%.

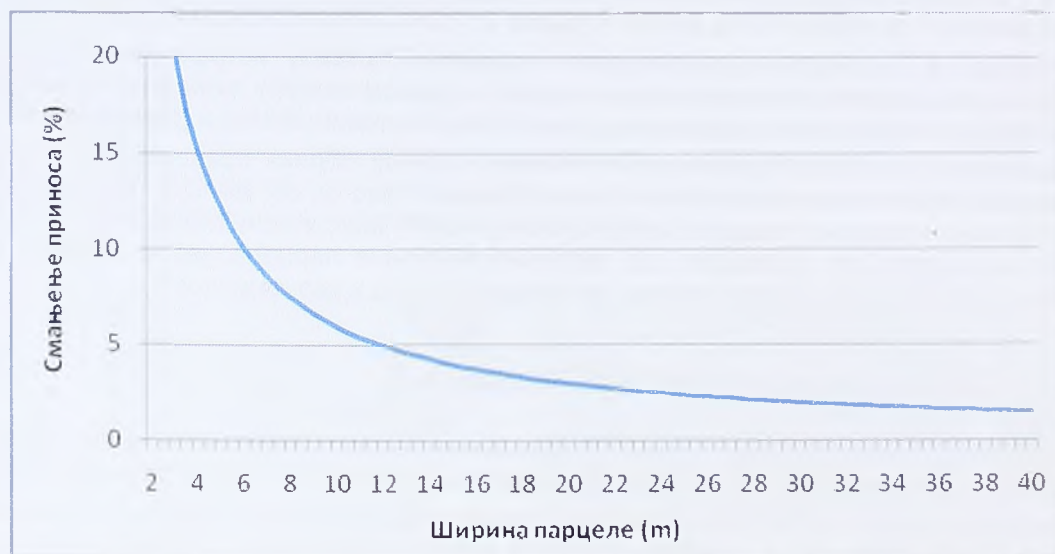
Оптимална дужина парцеле одређује се и ради непотребних губитака пољопривредног земљишта изградњом густине мреже пољских путева (Миладиновић, 1997).

Оптимална дужина је повезана и са запремином резервоара распршивача ђубрива, прскалица, сејалица и бункера комбајна, јер се код превише дугачких парцела пуњење резервоара односно пражњење бункера обавља усред парцеле, док се код краћих парцела ове радње изводе на њеним крајевима (Оташевић, 1980).

Ширина парцеле је значајна са аспекта трошкова коришћења. Према истраживањима у СР Немачкој (Гостовић, 1989а), препоручује се да парцела не буде ужа од 10 м, да је оптимална ширина од 10-30 м а да парцеле шире од 40 м немају предност (Слика 4.4).



Слика 4.3. Дијаграм утрошака времена окретања по јединици површине у зависности од дужине парцеле (Лазећ, 1978)



Слика 4.4. Утицај ширине парцеле на смањење приноса

Поред површине, облика, дужине и ширине парцеле веома је важан однос страница парцела. Према свим извршеним истраживањима, код нас и у свету, правоугаони облик парцеле има предност код свих радова у односу на квадратни (осим за парцеле од 100 ha и веће).

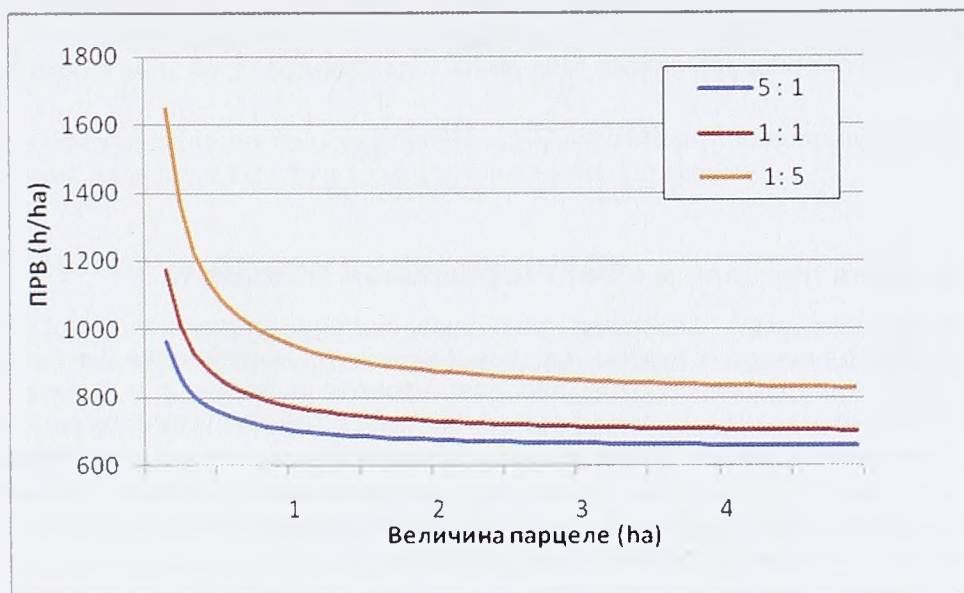
Истраживања о укупном потребном времену за рад по хектару, поред величине, извршена су и у односу на облик парцеле. Истраживања у СР Немачкој на газдинствима величине 20 ha обухватила су парцеле различитих величина и облика (Гостовић, 1989а), а део резултата истраживања приказан је у Табели 4.1.

Резултати ових истраживања, као и истраживања у Швајцарској, потврдили су велику уштеду у времену са растом величине парцеле до 1 ha и приметну уштеду за парцеле до 5.0 ha. Што се тиче облика, према овим истраживањима, најповољније су парцеле правоугаоног облика са односом страна 5:1 (Слика 4.5).

Облик парцеле	Однос страна (l_p / ξ_p)	Величина парцеле (ha)				
		0.2	0.5	1.0	2.0	5.0
		Потребно радно време – ПРВ (h/ha)				
Правоугаоник	5:01	957	786	716	674	649
Квадрат	1:01	1163	906	798	731	678
Правоугаоник	1:05	1627	1194	1000	876	769
Троугао	1:01	1390	1040	899	799	724
Троугао	3:01	1199	919	805	735	685
Круг	-	1253	983	843	754	694

Табела 4.1. Утицај облика и величине парцеле на потребно радно време обраде за газдинства површине 20 ha

Основни параметар облика (димензија) парцеле f одређује се као је однос краће стране (ξ_p) према дужој (l_p) парцеле, под условом да је парцела правоугаоног облика, што је најчешћи случај код комасације коме се и тежи. Димензије парцеле утичу на трошкове обраде земљишта механизацијом утолико више уколико је парцела мање површине, па код пројектовања нових парцела треба тежити максималном укрупњавању.



Слика 4.5. Потребно радно времена по хектару за различит однос страна парцеле

Дужина (l_p) и ширина (ξ_p) парцеле треба да имају оптималне вредности тј. да буду у границама за које се постиже оптимална вредност параметра f , односно

$$f_{opt} = l_{p(opt)} / \xi_{p(opt)} \quad (4.1)$$

Одређивање оптималних вредности дужине и ширине парцеле и њиховог односа може се извршити оптимизацијом математичких израза у којима је успостављена веза са величинама на које имају утицај (нпр. приноси, приходи, материјални трошкови, трошкови изазвани губицима времена и др.) (Трифковић, 1993).

Оптималне вредности за f , l_p и ξ_p , за различите површине парцела, према истраживањима у Холандији, дате су у Табели 4.2.

Према приказаним истраживањима у (Гостовић, 1989а) и (Миладиновић, 1997) утврђено је да однос дужине према ширини парцеле треба да буде у границама од 1/3 до 1/10. За пример у Табели 4.2 усвојен је однос 1/5.

Од оптималне дужине и ширине парцела зависе и димензије пољопривредних (комасационих) табли у којима се надељују нове парцеле. Димензионасање пољопривредних табли може се урадити на основу формирања група поседа према одређеним критеријумима или карактеристикама као што су величина поседа, врста пољопривредне производње, место становања, облик својине, катастарске општине итд. За сваку групу могу се одредити оптималне димензије пољопривредних табли, које ће зависити од броја и површине будућих парцела.

О облику парцела се посебно мора водити рачуна приликом пројектовања система канала за одводњавање и наводњавање, са једне стране, док са друге стране величина парцеле која се распоређује у одређену таблу одређује повољност односа дуже и краће стране.

У циљу избора повољних облика парцела, тј. избора

односа краће према дужој страни полази се од ширине пољопривредне табле, на основу чега се могу дефинисати доњи и горњи лимити величине парцела у одређеној табли:

Површина парцела (ha)	l_p (m)	ξ_p (m)	f	l_p (m)	ξ_p (m)	f_{opt}
0.5	153	33	4.70	158	32	5
1	210	47	4.44	223	45	5
2	283	71	4.00	316	63	5
4	365	110	3.33	447	89	5
5	392	127	3.08	500	100	5
6	414	145	2.86	547	109	5
8	447	179	2.50	632	126	5
10	471	212	2.22	707	141	5

Табела 4.2. Оптималне вредности за f , l_p и ξ_p (Миладиновић, 1997)

$$GL_j \geq \frac{l_{pi}^2}{3} \quad DL_j \leq \frac{l_{pi}^2}{10} \quad (4.2)$$

$$i = 1, 2, \dots, n \quad j = 1, 2, \dots, m$$

4.4.1. Дужина парцеле и начин коришћења земљишта

Основни елемент који условљава растојање између приступних пољских путева, или приступних и главних путева је дужина парцеле. Пројектовање оптималне дужине парцеле, затим ширине парцеле или пољопривредне парцеле, нормативе времена и учинка у ратарству и воћарству захтева претходно познавање радних процеса у технолошком смислу, појединих радних операција у оквиру технолошких процеса и потребног времена за њихову реализацију.

Циљ пројектовања оптималних дужина парцела је смањење губитка при извођењу радних процеса на парцели као и спречавање непотребних губитака пољопривредних земљишта због изградње велике и непотребне густине пољских путева.

Радни процеси у ратарству и воћарству могу бити: основна обрада, предсетвена припрема земљишта, ђубрење, сетва, нега, заштита од биљних болести и штеточина, жетва, превоз производа и сл.

За сваки од наведених процеса рада може се утврдити потребно време рада које се може поделити на групе као што су: основно време, помоћно време, припремно-захтевно време, време пута од радног места и обратно, губици или прекиди у раду.

Утицај дужине парцеле на време окрета се може показати са следећом формулом:

$$t_{av} = 10000 \cdot \frac{t_1}{l_p} \cdot \xi_2 \left[\frac{\text{min}}{\text{ha}} \right] \quad (4.3)$$

где су:

t_{av} - време окрета,

t_1 - време једног окрета у min,

l_p - дужина парцеле у метрима и

\check{s}_z - ширина радног захвата у метрима.

Из наведеног израза се може закључити да је време окрета мање уколико је парцела дужа и обрнуто. Међутим, према истраживању утицаја дужине парцеле на повећање и смањење потребног радног времена РПВ дошло се до закључка да повећање дужине парцеле преко 800 m не даје уштеде у РПВ, а да се на дужинама већим од 200 m постижу значајни учинци по ha у односу на дужину од 50 m.

Утврђивање оптималних вредности дужине, ширине и њиховог односа може се извршити на основу одговарајућих математичких израза у којима је успостављена зависност између параметара који се оптимизирају и оних код којих ови параметри изазивају промене (Миладиновић 1997):

$$\begin{aligned} f_{opt} &= \frac{2q}{2Q + vP} \\ lp_{opt} &= \sqrt{f_{opt} \cdot P} \\ \check{s}p_{opt} &= p_{opt} \cdot f_{opt} \end{aligned} \quad (4.4)$$

где је:

lp_{opt} – дужа ивица парцеле,

$\check{s}p_{opt}$ – краћа ивица парцеле,

Q – губитак (приноса, времена, итд) на дужим ивицама парцеле l_p ,

q – губитак (приноса, времена, итд) на краћим ивицама парцеле \check{s}_p ,

v – транспортни трошкови на парцели [gld/hm/god],

P – укупна површина парцеле.

Да би се израчунале вредности оптималних вредности, као и оптималне дужине и ширине парцеле потребно је утврдити вредности параметара Q , q , и v . У Србији нису вршена истраживања у циљу одређивања ових вредности, док су у Холандији добили следеће резултате: $Q = 10$, $q = 50$ и $v = 2,5$.

Растојање између сабирних пољских путева одређује ширину пољопривредне табле \check{S}_t , за које се у пракси узима да је $\check{S}_t = 0,8-2$ km, и то на равничарским подручјима.

4.5. Оптимална оријентација парцела

Оријентација дуже стране парцеле према странама света и правцима дувања ветрова су од утицаја на приносе усева. Ветар утиче на температуру и влажност ваздуха и земљишта, нарочито у пролеће. Због тога на висину приноса утиче и оријентација парцеле у односу на правац доминантног ветра (Слика 4.6). Истраживања која су вршена код нас потврдила су оправданост правца север-југ, али и показала су да су већи приноси на парцелама које имају правац доминантног ветра (Гостовић, et al., 1989).

Оријентација дуже стране парцеле у односу на стране света повезана је са висином приноса. Правац редова сетве север-југ обезбеђује усевима боље светлосне и топлотне услове у току дана, него правац исток-запад. Истраживања у Русији показала су да се на оваквим парцелама постижу за 5-10% већи приноси.

Правац дуже стране парцеле, односно правац редова усева, према странама света од значаја је на равним и теренима са малим нагибом. На теренима са преко 3% нагиба правац редова треба да буде управан на линију највећег пада терена ради спречавања ерозије земљишта.

Зато, при пројектовању комасационих табли треба настојати да парцела дужом страном буде оријентисана у правцу доминантног ветра, што није увек лако постићи. Као ограничење за реализацију овог захтева може бити постојећа изграђена мрежа пољских путева, главни канали, пруге и сл. Зато је најбоље решење да парцела дужом страном буде оријентисана према зони оптималних правца (Слика 4.6) коју чини правац доминантног ветра и правац север-југ (Гостовић, 1989a).



Слика 4.6. Зоне оптималних праваца обраде парцела за подручје Војводине

4.6. Удаљеност парцела од економског дворишта

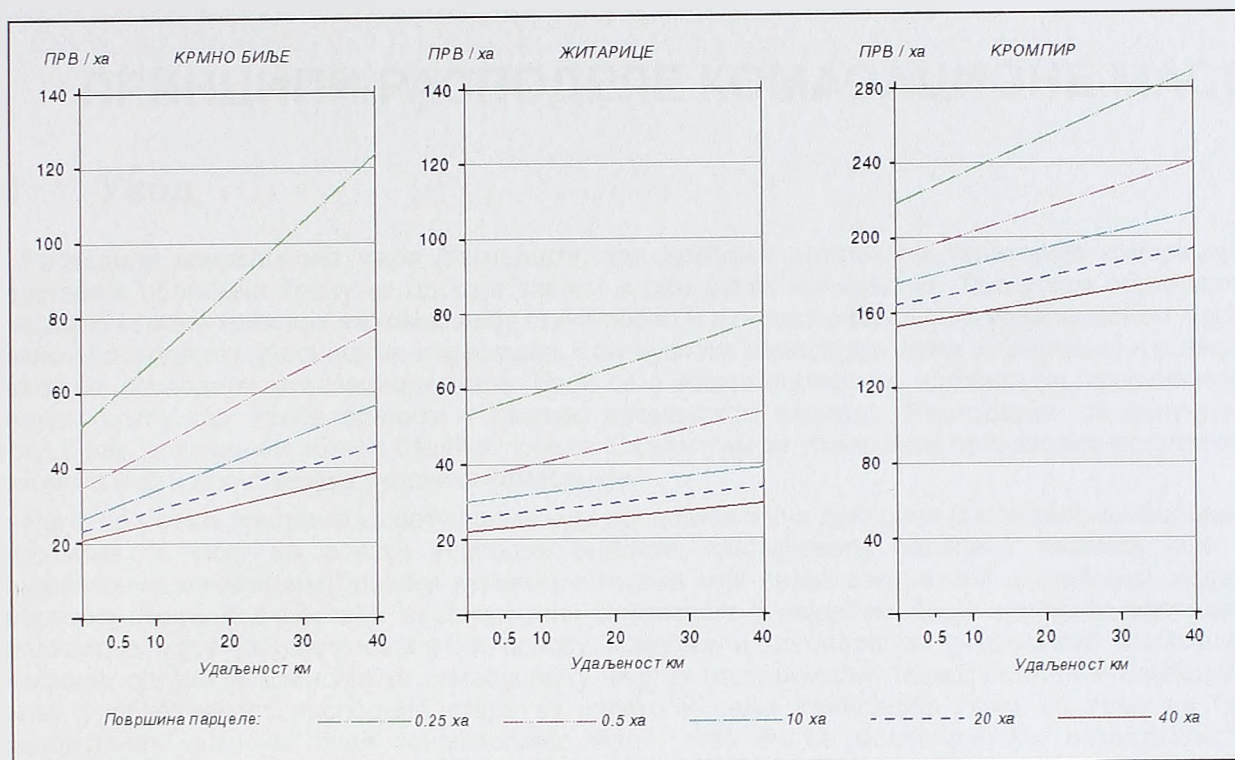
Удаљеност парцеле од економског дворишта учесника комасације значајан је фактор у ратарској производњи, мада се захваљујући изградњи путева и савременим транспортним средствима лако савлађује удаљеност (Гостовић, 1989а).

Познато је да са већом удаљеношћу парцеле расту трошкови превоза и утрошак времена. Истраживања представљена у (Гостовић 1989а) показују да се повећањем удаљености за 1 km код малих парцела (0.25 ha) повећава се укупно потребно радно време по хектару (Слика 4.7):

код крмног биља	18 часова/ha,
код житарица	7 часова/ha,
код кромпира	18 часова/ha.

У овој анализи је узето да се половина превоза до парцеле обавља по изграђеном путу а друга половина по ојачаном путу, нпр. са шљаком (Гостовић, 1989а).

Удаљеност парцеле од економског дворишта се, дакле мора узети у обзир код пројектовања комасационих табли и расподеле комасационе масе за све величине поседа.



Слика 4.7. Укупно потребно радно време у часовима по ха у зависности од удаљења и површине парцела и однос страна 2:1 (Гостовић, 1989а)

5. ПРИНЦИПИ РАСПОДЕЛЕ КОМАСАЦИОНЕ МАСЕ

5.1. Увод

Расподела комасационе масе (земљишта) код уређења земљишне територије комасацијом представља преломни тренутак од кога зависи и сам успех комасације. Тренутком образовања комасационе масе комисија за комасацију стиче право и дужност управљања комасационом масом и њеном расподелом учесницима комасације. Кључ успеха комасације лежи у праведној и успешно обављеној расподели комасационе масе. Ради се о веома сложенем, одговорном, креативном и обимном послу који треба обавити у кратком временском периоду. Расподелом се одлучује о месту, броју, величини и облику будућег поседа. Самим тим се усмеравају производне могућности, економска моћ и егзистенција учесника комасације.

Иако се у свим земљама у свету примењују у основи слични принципи расподеле комасационе масе, ипак се могу на основу упоредне анализе констатовати одређене разлике, које су проузроковане конкретним бројним карактеристикама које свака земља, КП и изабрани модели комасације имају. Код до сада реализованих комасација у највећем броју случајева расподела комасационе масе је реализована на основу искуства и договора са учесницима комасације. Доносилац одлуке је комисија за комасацију у чијој је надлежности, поред осталог и расподела. Сумње у објективност расподеле старе су колико и сама комасација. Увек се тежи да број незадовољних учесника буде занемарљиво мали, како би се могло њихово незадовољство отклонити неким од законски предвиђених правних лекова или финансијском нагодбом.

Побољшање процеса расподеле комасационе масе је перманентни изазов за стручњаке, а путеви унапређења поступка расподеле комасационе масе воде ка проналажењу могућности искључивања субјективног утицаја доносиоца одлуке на место будућег поседа. Методе и поступци који су у досадашњим истраживањима примењивани везују се за оптимизационе методе операционих истраживања и испуњавање жеља учесника комасације уз помоћ рачунарске технике и софтверског инжењеринга. Најопсежнија истраживања постигнута су у Немачкој и Холандији док су истраживања рађена и у Јапану, Шпанији, Турској и Србији. Поред решавања процеса расподеле парцијално су развијани и поступци примене савремених метода прикупљања, обраде и презентације података. На располагању су базе података, CAD, GIS и WEB технологија.

5.2. Расподела комасационе масе у неким земљама у свету

5.2.1. Расподела комасационе масе у Немачкој

Први озбиљнији покушаји аутоматизације расподеле комасационе масе извршени су 1971/72. године у Немачкој (Hupfeld, 1971), (Pelzer, 1972), (Hoisl, 1984). Hupfeld и Pelzer су расподелу комасационе масе разматрали као једнодимензионални оптимизациони модел линеарног или нелинеарног карактера. Тако поједностављени модели нису дали неке резултате у примени.

Године 1974. (Klempert, 1974) израђена је студија изводљивости компјутерског програма за израду расподеле комасационе масе, такође третирајући расподелу као оптимизациони модел. Том приликом је покушао да дефинише све карактеристике парцела које имају утицаја на оптимизацију, тако да је дошао до око 500 карактеристика. Након израде пројекта аутоматизације дошло се до закључка да је таква аутоматизација превише скупа и дуготрајна.

Године 1977. објављена је докторска дисертација од стране Kropff-a (Kropff, 1976) у којој је истраживана оптимизација расподеле комасационе масе. Kropff је дефинисао математички модел расподеле као нелинеаран оптимизациони модел тако да је дефинисана једна функција циља која у себи садржи три делимична циља:

- максималне величине површине намењене парцеле,
- минималну удаљеност од економског дворишта и
- максимално међусобно раздвајање појединих парцела.

Функција циља је ограничена са следећим типовима ограничења:

- постизање уједначене вредности додељених парцела

- да се не прекораче одређене вредности у процембеним разредима,
- доњи лимит величине парцеле и
- задовољење сума вредности у пољопривредним таблама.

Проблем је решен по Монте-Карло методи која сама по себи има одређене непрецизности, јер је заснована на стохастичком приступу решавања. Међутим, овако постављен модел није дао повољне резултате, јер није у довољној мери одговарао реалности. Увидевши то, Kropff је предложио да се овај поступак користи само у фази пројектовања расподеле.

Примењујући одређена искуства из Холандије и Немачке на Катедри за уређење земљишне територије и комасацију Техничке високе школе у Минхену, развијена је метода за компјутерски подржану расподелу комасационе масе са програмским системом под називом CONEF (Hoisl, 1984) и (Wurzl, 1984) која је базирана на холандском програмском систему ATOR (Automatisiering Toedelings-Ontwerp Ruilverkavelinen). Метода није заснована на оптимизационим моделима, већ на жељама учесника комасације. Као полазни подаци служе жеље учесника и вредности пољопривредних табли. Жеље су изражене као примарне и алтернативне, а необјективно изражене жеље отклања пројектант задавањем одговарајућих тежина које су програмски дефинисане.

Поступак пројектовања расподеле представља интерактивни процес који у основи има следеће рачунске токове:

- утврђивање густине заузећа табли на бази наделе свих примарних жеља (прекомерна или недовољна),
- изравнавање прекомерних и недовољних заузећа табли и расподела жеља на табле,
- управљање процесом пројектовања наделе у циљу отклањања погрешних надела и узимања у обзир креативних гледишта пројектанта.

Програмски систем CONEF је писан у програмском језику FORTRAN, модуларног је карактера и састоји се од:

- модула за унос података,
- модула за расподелу жеља по таблама,
- модула за флексибилно урачунавање нових парцела у табли,
- модула за изравнавање малих прекомерних или недовољних заузећа табли и
- модула за штампање резултата расподеле комасационе масе.

Програмским системом CONEF се веома брзо након узимања жеља израђује пројекат расподеле комасационе масе који се затим излаже на јавну расправу.

Програмски систем CONEF употпуњен модулом AVL (Sonnenberg, 1986) представља један од најсавршенијих програмских система за компјутеризовани начин расподеле комасационе масе у свету, базиран на жељама учесника комасације.

5.2.2. Расподела комасационе масе у Холандији

У покушају да се превазиђу тешкоће приликом мануелног начина расподеле комасационе масе у Холандији је на бази хеуристичког програмирања, а не на бази оптимизације, развијен 1974. године алокациони модел и програмски систем под називом ATOR, оријентисан према жељама учесника комасације (Hoisl, 1984).

Полазни подаци за рачунање расподеле са ATOR-ом били су:

- величине жељених нових парцела,
- жељени положај нових парцела са редоследом нових локација (алтернативне жеље),
- тежине (елементи процене жеља) и
- вредности табли.

Прорачун расподеле се обавља преко дефинисане функције расподеле.

Међутим, оваквим приступом нису постигнути жељени резултати, јер су жеље учесника комасације биле фиксиране према концепцији програма.

Године 1978. (Kik, 1980) објављује начин груписања поседа помоћу оптимизационог транспортног модела са сувише поједностављеном поставком, која није заживела у пракси.

На геодетском одсеку Високе техничке школе у Делфту је почетком 1983. године програмски систем ATOR знатно усавршен, тако да је добијен флексибилнији начин израде пројекта расподеле (de Vos, W.H 1982).

Осим усавршавања програма ATOR развијен је програмски пакет под називом AVL, којим се расподела базирана на принципу жеља решава линеарним методама оперативног истраживања (Lemmen, 1990). Од линеарних метода изабрано је мешовито програмирање и циљно линеарно програмирање. Након изведених тестирања добијени су задовољавајући резултати, а у (Lemmen, 1990) је предложено да се ова два програмска пакета међусобно употпуњују. У раду (Rosman, et al., 1998) представљено је ново усавршавање представљеног програма употпуњено са рачунарском графиком.

5.2.3. Расподела комасационе масе у Шпанији

Софтверско решење за обраду података у поступку комасације у Шпанији (Галиција) представљено је у раду (Touriño et al, 2001) под називом COPA ("COncentracion PARcelaria")⁸, које је представљено као експериментални софтверски систем интегрисан у GIS окружење и садржи алате који се примењују за поједине фазе комасације.

COPA је развијена у оквиру GIS програма *Intergraph GeoMedia Professional*, под оперативним системом *Windows* од стране софтверске компаније под називом *COPA workspace manager*. Програмски систем је развијен коришћењем *Microsoft ActiveX/COM (Component Object Modelling)* технологије и *Visual Basic*-а. За модул *Automated Parcel Reallocation* коришћен је C++. Као GIS технологија коришћена је *Geomedia Automation Objects Model*. Систем за управљање базом података је релациони (*Microsoft SQL Server*). Дистрибуција просторних података се обавља коришћењем *Active Server Pages* и *Geomedia WebMap*.

Програмски систем COPA се састоји из следећих модула:

1. *Consolidation Information Management* је модул који складишти, интегрише и обезбеђује другим деловима програма (другим модулима) податке.

2. *Stand Management* је модул за управљање таблама у фази планирања расподеле.

3. *Automated Parcel Reallocation* је модул за аутоматску наделу парцела посматрајући проблем наделе као оптимизациони проблем са циљем добијања најбољег могућег распореда парцела на основу дефинисаног критеријума (функција циља), као и на основу општих циљева комасације. Функција циља се унапред дефинише, а одражава: укрупњавање (смањивање броја парцела једног учесника), правилан облик парцела, удаљеност од центра насеља итд. Оптимизација се решава применом теорије графова. Резултати обраде су подаци о парцелама у векторском облику и користе се у осталим процесима комасације. Мана овог модула је то што се процес оптимизације и наделе обрађује само унутар једне комасационе табле а не за цело комасационо подручје и за део са више табли.

4. *Parcel Layout Refinement* је интерактивни алат који омогућава едитовање надељених парцела. Колико год аутоматски процес наделе био добар, потребно је накнадно проверити и у извесној мери променити крајње решење. На основу искуства, пројектант "дотерује" крајњи изглед будућих парцела, при чему му овај модул омогућава приказ разних параметара на које он својим променама утиче (промена вредности поседа, промена површине поседа, попуњеност табле итд.).

5. *Project Evaluation* је модул за вредновање пројектног решења наделе парцела и поседа. Он омогућава пројектантима да, на основу објективних критеријума, упореде разна пројектна решења наделе са старим стањем на основу:

- индикатора укрупњавања, који представљају квантификацију расутости парцела (што мањи број парцела по учеснику резултат је бољи);
- геоморфолошких индикатора који показују да ли је дошло до побољшања облика и величине парцела и њиховог распореда у односу на рељеф терена узимајући у обзир врсту пољопривредне производње која се на том подручју примењује;
- мешовите индикаторе који представљају мешавину претходне две групе индикатора са индикатором удаљености парцела учесника од економских дворишта.

6. *Report Generation* је модул за генерисање извештаја и докумената потребних у процесу комасације и користи се у пројектовању за генерисање привремених извештаја који служе за информисање актера који су на било који начин укључени у реализацију комасације.

⁸ COncentracion PARcelaria – комасација на шпанском.

5.2.4. Расподела комасационе масе у Финској

Национална геодетска управа Финске (NLS) је 1998. године увела у службену употребу катастарски информациони систем (*JAKO Cadastre*) базиран на GIS технологији. *JAKO Cadastre* је мултифункционални катастарски информациони систем у којем се алфанумерички и графички подаци складиште у јединственој објектно оријентисаној бази података. Овај информациони систем садржи низ апликација које су у служби свакодневног одржавања катастарске евиденције. Поред тога развијена је и апликација за обраду података у процесу комасације *JAKO/procena* и комасација (*JAKO/Valuation and Land Consolidation (VLC)*).

Примена *JAKO* информационог система за управљање непокретностима у комасацији омогућила је следеће:

- коришћење постојећих података у дигиталној форми (подаци из *JAKO* катастра и TDS базе, ортофото, растерске подлоге, тржишне цене, додатни подаци о квалитету земљишта и шума итд.);
- пројектовање и визуелизацију путне, каналске мреже и нових парцела;
- коришћење расположивих дигиталних података у фазама комасационе процене и груписања парцела;
- лакша манипулација финансијским компензацијама у оквиру пројекта;
- аутоматизовано пројектовање нових парцела (наделу);
- ажурирање катастра након завршене комасације.

Овај систем је везан за званични државни информациони систем Финске и стога је тешко употребљив, у другим земљама. Процес комасације у оквиру развијених модула за расподелу комасационе масе не примењује оптимизационе методе, већ се читав процес заснива на класичан традиционалан начин базиран на искуствима.

5.2.5. Расподела комасационе масе у Јапану

У Јапану је са великим успехом тестирана расподела комасационе масе пиринчаних поља, са линеарно постављеним оптимизационим моделом (Hoisl, 1984), који је решаван по симплекс методи.

Резултати расподеле обављени по симплекс методи скоро да се нису разликовали од уобичајене мануелне методе. Међутим, карактеристике које важе за пиринчана поља се сасвим разликују у односу на карактеристике комасација какве се раде у Европи.

5.2.6. Расподела комасационе масе у Турској

На нивоу истраживања приказаних у (Kiyilsu, 2002), (Cay, et al., 2004), (Cay, et al., 2006), (Cay, et al., 2008) представљени су теоријски приступи, идеје развоја софтвера за обраду података и практични резултати примене оптимизације код израде предлога расподеле комасационе масе.

5.2.7. Расподела комасационе масе у Републици Србији

Први рад о примени оптимизације код расподеле комасационе масе објављен је у Бившој Југославији (Гостовић, 1979), затим (Миладиновић, и други, 1994) и (Михајловић, 1995). На Грађевинском факултету аутор ове дисертације је одбранио магистарски рад са темом "Примена линеарних метода операционих истраживања код расподеле комасационе масе". Ови радови нису још увек нашли примену у пракси јер је комасација дуги низ година била у великом застоју и тек је последње две године скромно покренута са старим приступом доношења одлука расподеле комасационе масе.

Расподелу комасационе масе у Републици Србији у овом тренутку врше општинске комисије за комасацију или њене поткомисије применом "експертских" и "хеуристичких" метода. Ове методе расподеле спроводе комисије које у свом саставу најчешће немају довољно искусне чланове експерте за ову врсту посла, због чега се у пракси јављају озбиљни проблеми и сумње у објективност расподеле комасационе масе.

Комасациона маса се формира на основу утврђеног фактичког стања и комасационе процене земљишта. Израдом главног пројекта комасације добија се ново стање комасационе масе, које је од старог мање за вредност предвиђену за заједничке потребе (путеве и остале заједничке површине). На основу дефинитивно усвојеног главног пројекта комасације, прикупљених изјава

учесника о груписању поседа (жеља), начела комасације и нормативних критеријума из (Z-8), комисија за комасацију израђује предлог расподеле комасационе масе.

Дакле, могло би се рећи да се расподела у Србији до сада обављала на основу:

- законских критеријума (Z-8),
- утврђеног фактичког стања,
- обављене комасационе процене земљишта,
- дефинисаних начела комасације,
- главног пројекта каналске и путне мреже,
- изјава учесника комасације о груписању и расподели земљишта из комасационе масе (жеље).

5.2.7.1. Законски критеријуми за расподелу комасационе масе

Према тренутно важећој законској регулативи у нашој Републици (Z-8), (U-3.), и нацрту правилника (P-11) и (P-12) утврђени су следећи критеријуми за расподелу комасационе масе:

- да сваки корисник односно, власник добије земљиште одговарајуће вредности, а по могућству исте културе и положаја који пружа приближно једнаке могућности у погледу начина обраде,
- да сваки учесник добије што боље заокружено земљиште и на мањем броју места него што је унео у комасациону масу, уколико је унео земљиште на два или више места,
- вредност додељеног земљишта не може се разликовати више од 10% од вредности унетог земљишта у комасациону масу (укључујући и умањење за заједничке потребе), осим ако се комисија и учесник другачије не споразумеју,
- површина додељеног земљишта не може се разликовати више од 20% од површине земљишта унетог у комасациону масу,
- комисија је дужна да учеснику комасације додели земљиште правилнијег облика и на мањем (или истом) броју места него што је унето земљиште,
- додељено земљиште треба да је на приближно истом одстојању од економског дворишта као и унето земљиште, са сличним утицајем вода на искоришћење земљишта.

5.2.7.2. Фактичко стање

Под утврђивањем фактичког стања подразумева се утврђивање података, у посебном управном поступку, о катастарским парцелама и објектима на комасационом подручју. За сваког учесника комасације утврђује се стање поседа, површина, облик, култура, класа, право својине и друга стварна права.

Основни циљ утврђивања фактичког стања је поред осталог, обезбеђење података за формирање комасационе масе (укупне вредности земљишта) на основу постојећег премера и катастра. Утврђивање фактичког стања обавља комисија за комасацију и о томе саставља записнике о утврђивању фактичког стања за сваког учесника, са чијим садржајем се морају сложити учесници комасације и који представља основу за комасациону процену и формирање књиге фонда комасационе масе. У оквиру утврђивања фактичког стања формира се прегледни план постојећег стања који служи као основа за даља пројектовања.

5.2.7.3. Комасациона процена земљишта

Сва земљишта у комасационој маси разликују се по површини, геометријском облику, положају, плодности, култури, итд. Да би сваки учесник могао да добије из комасационе масе земљиште исте вредности (квалитета) које је и унео, утврђују се јединствени критеријуми вредновања земљишта посебном методологијом комасационе процене.

Комасационом проценом се утврђују вредности земљишта, објеката, дугогодишњих засада и грађевинског земљишта. Сва плодна земљишта се разврставају у процембене разреде, утврђује се њихов број, коефицијенти међусобних односа и границе.

Комасациона процена се излаже на јавни увид у облику прегледног плана (Слика 5.7.), на коју учесници комасације могу стављати примедбе. Примедбе разматра комисија за комасацију са одбором учесника комасације и после решених примедби усваја прегледни план комасационе процене.

Након усвајања комасационе процене рачунају се вредности сваке парцеле и приказују у књизи фонда комасационе масе, а затим и вредности поседа сваког учесника комасације и приказују у исказима земљишта.

5.2.7.4. Начела комасације

Начела комасације представљају основни оквирни документ на основу кога се усмеравају техничка решења и поступци од значаја за пројектовање и реализацију новог стања поседа, уређења простора и мера које треба спровести. На предлог комисије за комасацију начела доноси скупштина општине. Њима се између осталог прописују:

- локација земљишта појединих учесника комасације са истим или сличним карактеристикама (према величини поседа, месту становања, облицима својине, старосној доби, врсти делатности домаћинства и др.) на комасационом подручју,
- начин расподеле комасационе масе и груписања земљишта,
- редослед позивања учесника комасације за узимање изјава (жеља) о предлогу груписања и расподели земљишта из комасационе масе,
- потребне површине за земљишта у општој употреби (пољски путеви и систем канала и др.),
- положај земљишта за опште и заједничке потребе насеља (спортски терени, школски и здравствени објекти, гробља и др.) у складу с просторним планом и урбанистичким планом,
- заштитне зоне у којима се не може вршити пољопривредна и друга производња и други радови који би могли довести до загађивања или повећања загађивања подземних вода,
- обавезе извођача и учесника комасације итд,
- земљишта под културом нарочите вредности и објектима,
- начин и време крчења шума, уклањање међа, убирање пољопривредних усева и др,
- начин и време предаје земљишта, зграда и других објеката,
- висину трошкова које ће сносити учесници комасације и начин уплате трошкова.

Осим садржаја начела комасације и критеријума прописаних законском регулативом, могу се дефинисати и други критеријуми, параметри и одлуке везани за изградњу водних система, сеоских путева, инфраструктуре, очувања биотопа, заштити животне средине, заштити од ерозије итд.

Начела комасације се обавезно узимају у обзир приликом израде пројекта комасације, а не само приликом расподеле комасационе масе новог стања.

5.2.7.5. Главни пројекат каналске и путне мреже

Делови главног пројекта комасације који су од значаја за израду предлога (пројекта) парцелације су диспозиција система канала за одводњавање и наводњавање, мреже пољских путева и осталих заједничких и јавних површина. Аналитичка дефиниција граница комасационих табли представља основу за рачунање вредности земљишта новог стања и коефицијента умањења вредности поседа сваког учесника у исказима земљишта. Пројекат каналске и путне мреже (намене површина) и искази земљишта се излажу на јавни увид.

5.2.7.6. Изјаве учесника о груписању и расподели земљишта из комасационе масе (жеље учесника комасације)

После израде и усвајања главног пројекта каналске и путне мреже, комисија за комасацију упознаје сваког учесника са стањем вредности његовог поседа у исказу након спроведеног коефицијента умањења и том приликом узима жеље о положају и величини нових парцела на комасационом подручју, али те жеље није у обавези да испуни приликом израде предлога. Редослед позивања учесника комасације утврђује се начелима комасације, а обично је дефинисан на следећи начин:

- учесници који имају пребивалиште у насељима суседних катастарских општина,
- учесници-власници објеката, воћњака и винограда из насеља обухваћеног комасацијом,
- учесници-удружени земљорадници,
- учесници у такозваним старачким домаћинствима,
- учесници непознатог места боравка,
- учесници са великим поседима (преко 8 ha),
- учесници-власници пољопривредног земљишта из насеља чији се атар комасира,
- учесници који у свом власништву имају искључиво земљиште у границама грађевинског рејона-насеља.

Прикупљене изјаве (жеље) се региструју у исказима земљишта и књизи расподеле комасационе масе и имају само саветодавну и оријентациону функцију приликом израде предлога расподеле комасационе масе. Комисија за комасацију, дакле, нема обавезу да поштује жеље учесника комасације.

5.2.7.7. Потребна документација за расподелу комасационе масе

Пре почетка расподеле комасационе масе потребно је, поред постојеће, обезбедити (урадити) следећу документацију (Миладиновић, Михајловић, 1994), (Михајловић 1995), (Тодоровић 1988), (Р-13) и (Р-14):

- прегледну карту постојећег стања,
- прегледну карту комасационе процене земљишта,
- начела комасације,
- књигу фонда комасационе масе (старог и новог стања),
- исказе земљишта и сумарник исказа са срачунатим поправкама умањења за опште и заједничке потребе,
- све пројекте главног пројекта комасације,
- формирану књигу расподеле комасационе масе.

5.2.7.8. Израда предлога расподеле комасационе масе

Када се разреше све примедбе на исказе земљишта, комисија припрема предлог расподеле земљишта из комасационе масе. Израду предлога расподеле комисија често формира и у току излагања на јавни увид исказа земљишта и узимања жеља учесника комасације. Овакав поступак се обавља на основу сагледавања положаја старих парцела, а поштујући начела комасације и законске критеријуме. Пошто се учесници позивају по утврђеном редоследу, сваки следећи има мање могућности за избор и већу вероватноћу да буде незадовољан.

У процесу израде предлога расподеле комасационе масе мора се такође водити рачуна о локацији парцела условљеној разним трајним објектима и сталним културама, као и рођачко-породичним односима. Осим тога, треба водити рачуна о моделу комасације и одређеним специфичностима комасационог подручја.

Предлог расподеле се представља на прегледној карти расподеле комасационе масе, која се израђује у прикладној размери. Са предлогом расподеле се упознају сви учесници комасације, који могу стављати примедбе, врше се потребне, реалне и могуће измене и добија коначна расподела комасационе масе.

У процесу расподеле израђује се књига расподеле комасационе масе која садржи све податке од значаја за сваку комасациону таблу и нове парцеле у њој, решења о расподели, скице обележавања и остали делови геодетског елабората државног премера.

5.2.8. Анализа расподела код изведених радова

Имајући у виду различите карактеристике сеоских подручја на територији Србије у оквиру извршених истраживања у овом раду прикупљени су подаци за неколико карактеристичних комасационих подручја. Као типичан пример равничарских подручја Централне Србије (Поморавље, Мачва) узето је КП Баточина, док су процеси уређења сеоског подручја комасацијом за подручје Војводине анализирани на комасационом подручју Сефкерин, Опово и Банатски Двор. Анализа је обухватила прикупљање података, графичких приказа и пројекта у циљу сагледавања поступка пројектовања комасације са посебним нагласком на расподелу комасационе масе. Положај изабраних карактеристичних комасационих подручја приказан је Слици 5.1.



Слика 5.1. Положај изабраних КП на територији Републике Србије

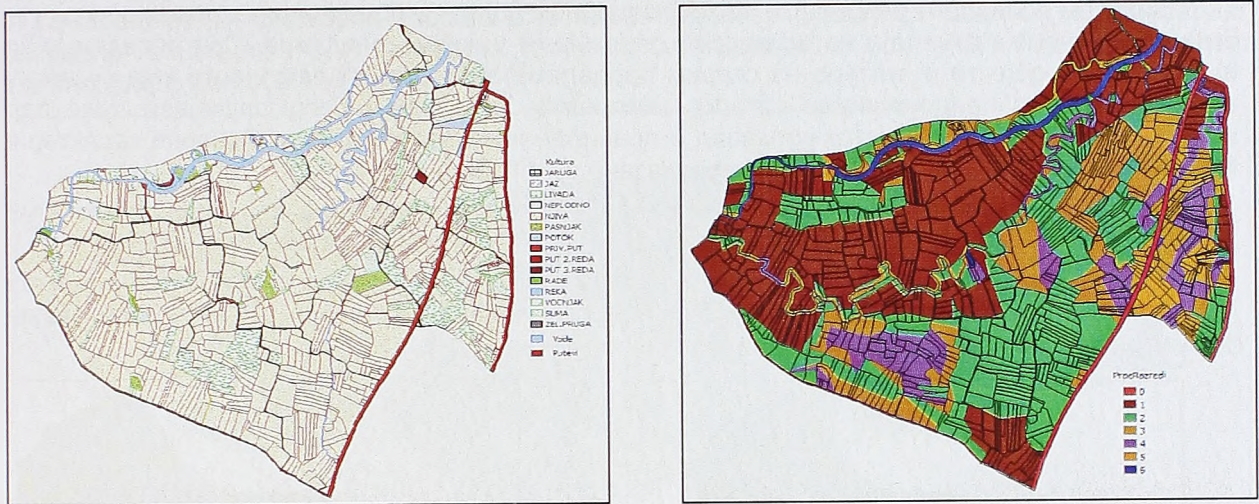
5.2.8.1. Комасационо подручје Баточина

Комасационо подручје Баточина налази се у Централном делу Србије у Поморављу и обухвата делове две катастарке општине (Бадњевац и Жировница) ван насељених места. Основне карактеристике КП Баточина у стању пре комасације приказане су у Табели 5.1. Комасација КП Баточина реализована је у складу са Упутством о начину вршења геодетско-техничких радова и утврђивању вредности земљишта у поступку комасације (U-3).

Велике проблеме подручја пре комасације стварали су неуређеност реке Јесенице, висок ниво подземних вода, забареност појединих делова, уситњени поседе и неадекватна мрежа пољских путева. Из тих разлога на комасационом подручју извршено је уређење речног корита реке Јесеница, изграђен је систем отворених канала за одводњавање, реализована је мрежа пољских путева и извршено укрупњавање поседа са обезбеђењем правилног облика парцела са приступом на пољске путеве.

КАРАКТЕРИСТИКЕ КП БАТОЧИНА – ПРЕ КОМАСАЦИЈЕ	
ПОВРШИНА КОМАСАЦИОНОГ ПОДРУЧЈА	439.4908 ha
БРОЈ УЧЕСНИКА КОМАСАЦИЈЕ	398
БРОЈ ПАРЦЕЛА	1123
ПРОСЕЧНА ПОВРШИНА ПАРЦЕЛА	0.3914 ha
ПРОСЕЧНА ВРЕДНОСТ ПАРЦЕЛА	3270.8 v.j.
КОЕФИЦИЈЕНТ УМАЊЕЊА	6%
КАРАКТЕРИСТИКЕ ДЕЛА КП БАДЊЕВАЦ (БАТОЧИНА)	
ПОВРШИНА КОМАСАЦИОНОГ ПОДРУЧЈА	278.5488 ha
БРОЈ УЧЕСНИКА КОМАСАЦИЈЕ	211
БРОЈ ПАРЦЕЛА	643
ПРОСЕЧНА ПОВРШИНА ПАРЦЕЛА	0.4332 ha
ПРОСЕЧНА ВРЕДНОСТ ПАРЦЕЛА	3801.3 v.j.
КАРАКТЕРИСТИКЕ ДЕЛА КП ЖИРОВНИЦА (БАТОЧИНА)	
ПОВРШИНА КОМАСАЦИОНОГ ПОДРУЧЈА	160.9420 ha
БРОЈ УЧЕСНИКА КОМАСАЦИЈЕ	187
БРОЈ ПАРЦЕЛА	480
ПРОСЕЧНА ПОВРШИНА ПАРЦЕЛА	0.3353 ha
ПРОСЕЧНА ВРЕДНОСТ ПАРЦЕЛА	2560.1 v.j.

Табела 5.1. Карактеристике КП Баточина у стању пре комасације



Слика 5.2. Прегледна карта стања пре комасације и комасационе процене земљишта на КП Баточина

У поступку комасације извршена је и промена границе катастарских општина, устројен катастар непокретности са дигиталним катастарским плановима. Приликом реализације радова старо стање је дигитализовано тако да је добијен катастарски план старог стања у дигиталом облику, што је представљало основу за израду прегледних карата и подлоге за пројектовање. Прегледне карте стања пре комасације и комасационе процене земљишта приказани на Слици 5.2.

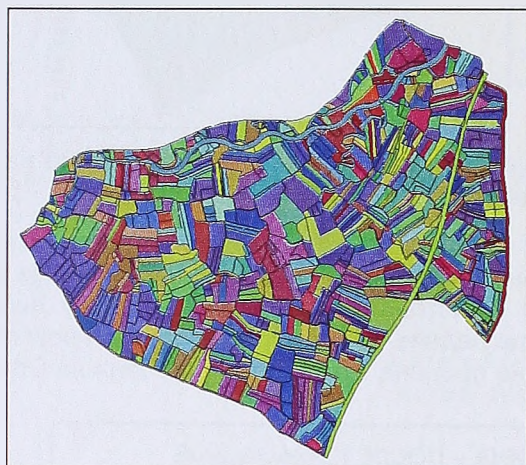
КАРАКТЕРИСТИКЕ КП БАТОЧИНА – ПОСЛЕ КОМАСАЦИЈЕ	
БРОЈ ПАРЦЕЛА	484
БРОЈ ПРОЦЕМБЕНИХ РАЗРЕДА	6
ПРОСЕЧНА ПОВРШИНА ПАРЦЕЛА	0.9275 ha
ПРОСЕЧНА ВРЕДНОСТ ПАРЦЕЛА	8333.0 v.j
БРОЈ КОМАСАЦИОНИХ ТАБЛИ	35
КОЕФИЦИЈЕНТ УКРУПЊАВАЊА	2.14 пута
КАРАКТЕРИСТИКЕ ДЕЛА КП БАДЊЕВАЦ (БАТОЧИНА)	
БРОЈ ПАРЦЕЛА	254
БРОЈ ПРОЦЕМБЕНИХ РАЗРЕДА	6
ПРОСЕЧНА ПОВРШИНА ПАРЦЕЛА	1.2334 ha
ПРОСЕЧНА ВРЕДНОСТ ПАРЦЕЛА	10076.8 v.j.
БРОЈ КОМАСАЦИОНИХ ТАБЛИ	22
КОЕФИЦИЈЕНТ УКРУПЊАВАЊА	2.53 пута
КАРАКТЕРИСТИКЕ ДЕЛА КП ЖИРОВНИЦА (БАТОЧИНА)	
БРОЈ ПАРЦЕЛА	230
БРОЈ ПРОЦЕМБЕНИХ РАЗРЕДА	6
ПРОСЕЧНА ПОВРШИНА ПАРЦЕЛА	0.5896 ha
ПРОСЕЧНА ВРЕДНОСТ ПАРЦЕЛА	4953.7 v.j.
БРОЈ КОМАСАЦИОНИХ ТАБЛИ	13
КОЕФИЦИЈЕНТ УКРУПЊАВАЊА	2.08 пута

Табела 5.2. Карактеристике КП Баточина у стању после комасације

Приликом расподеле земљишта на комасационом подручју поседницима земљишта су у новом стању додељене парцеле у катастарским општинама у којима они живе. Сви поседници који су имали сталне објекте и културе на старим парцелама задржали су земљиште које су имали и у старом стању уз придруживање осталог земљишта. У највећем броју случајева дуже парцеле имају оријентацију североисток-југозапад и правилан правоугаони облик. Основне карактеристике КП Баточина у стању после комасације приказане су у Табели 5.2.

На Слици 5.3 приказани су поседи учесницима комасације на тај начин што је сваком власнику додељена иста боја у старом и новом стању.

Може се закључити да је комасација постигла значајне ефекте, јер је уређењем режима вода, изграђена мрежа пољских путева, укрупљен је посед, правилно су оријентисане и обликоване нове парцеле тако да су знатно унапређени услови пољопривредне производње.



Парцеле пре комасације



Парцеле после комасације

Слика 5.3. Приказ катастарских парцела старог и новог стања по власницима на КП Баточина

5.2.8.2. Комасационо подручје Сефкерин

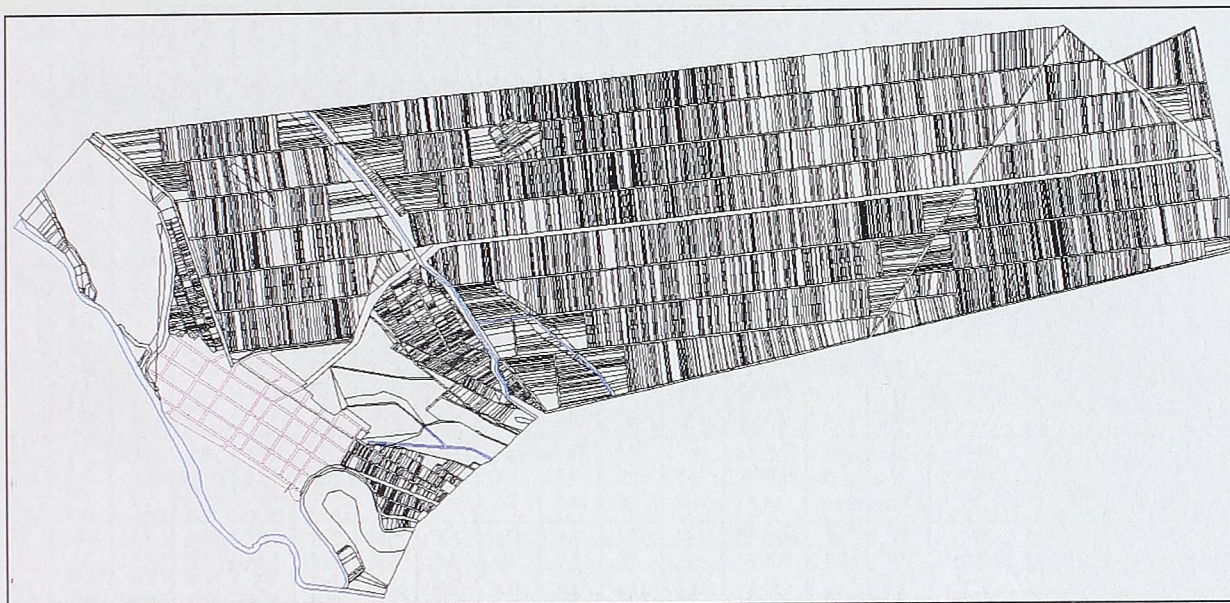
Комасационо подручје Сефкерин (I-4) налази се у јужном делу општине Опово (Србија-Војводина). Основне карактеристике КП Сефкерин у стању пре комасације приказане су у Табели 5.3.

Грађевински рејон катастарске општине Сефкерин налази се на југозападном делу катастарске општине на левој обали реке Тамиш. Кроз њега пролази регионални пут R 124, којим се повезује са Зрењанином према северу и Панчевом према југу, а преко пута M 24/1 са Београдом.

КАРАКТЕРИСТИКЕ КП СЕФКЕРИН – ПРЕ КОМАСАЦИЈЕ	
ПОВРШИНА КОМАСАЦИОНОГ ПОДРУЧЈА	3782 ha
ПОВРШИНА ГРАЂЕВИНСКОГ РЕЈОНА	192 ha
ПОВРШИНА ПОД ПОЉСКИМ ПУТЕВИМА И КАНАЛИМА	215 ha
ПОВРШИНА ФАКТИЧКОГ СТАЊА	178 ha
ПОВРШИНА КОМАСИРАНОГ ПОЉ. ЗЕМЉИШТА	3197 ha
ПОВРШИНА ПОСЕДА У ИНДИВИД. СЕКТОРУ	2080 ha
ПОВРШИНА ПОСЕДА У ДРЖАВНОМ СЕКТОРУ	1117 ha
УКУПАН БРОЈ УЧЕСНИКА КОМАСАЦИЈЕ	1069
УКУПАН БРОЈ ПАРЦЕЛА	3728
ПРОСЕЧНА ПОВРШИНА ПАРЦЕЛА	0.56 ha

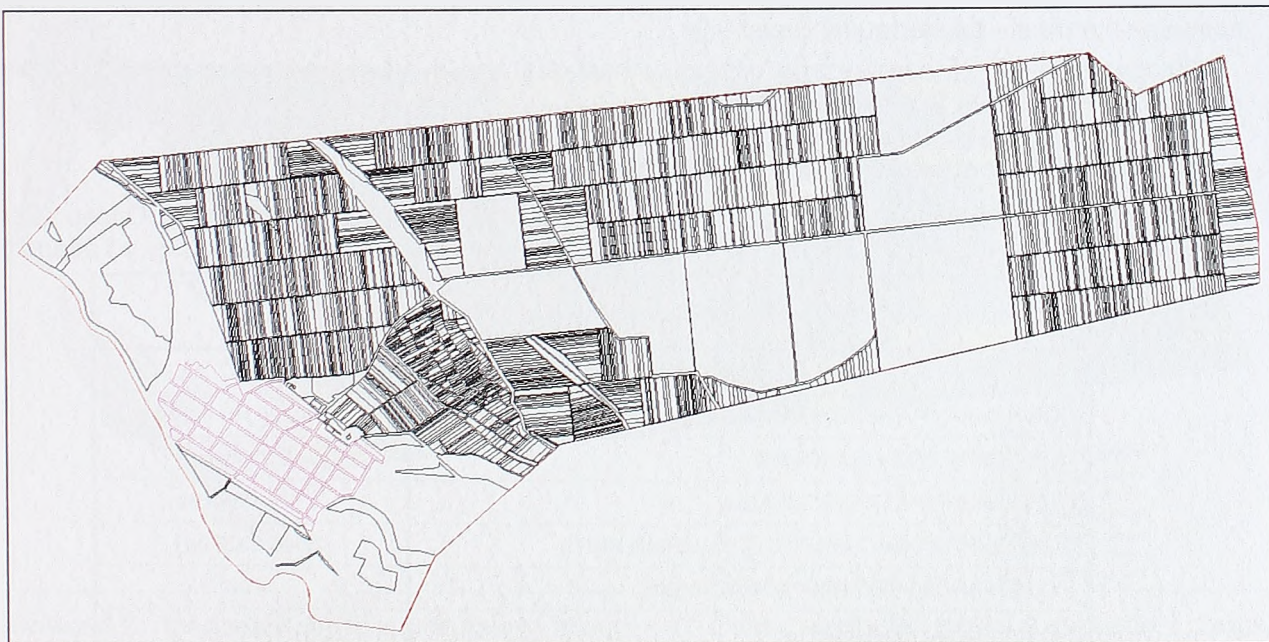
Табела 5.3. Карактеристике КП Сефкерин у стању пре комасације

Комасација КО Сефкерин извршена је 1989. године у складу са Законом о комасацији и арандацији земљишта у САП Војводини, "Сл. лист САП Војводине" бр. 16/78 и Просторним планом општине Опово до 2000. године.



Слика 5.4. Границе парцела пре комасације на КП Сефкерин

Стари катастарски планови грађевинског рејона и атара КО Сефкерин израђени су у хватском мерном систему на основу премера извршеног у периоду од 1902. до 1906. године са плановима у размери 1:1440 за насељени део и 1:2880 за ненасељени део. За потребе израде прегледних карата као подлога за анализе и пројектовање израђена је прегледна карта (план) 1:10000 на основу листова планова 1:2880.



Слика 5.5. Границе парцела после комасације на КП Сефкерин

На основу аерофотограметријског снимања, извршеног 1988. године, израђени су планови постојећег стања терена, као и прегледне карте размера 1:10000 и 1:5000 које су послужиле као геодетске подлоге за пројектовање. Прегледна карта граница катастарских парцела у стању пре комасације приказани на Слици 5.4, а прегледна карта граница катастарских парцела у стању после комасације приказани на Слици 5.5. Истовремено са реализацијом радова на комасацији извршена је и обнова премера насељеног дела катастарске општине и дела које остаје у фактичном стању.

Комасациони посед домаћинства са површином	стање поседа	СВЕГА								ПРОСЕЧНО						МАКСИМАЛНИ број	
		домаћинст		површине		места		парцела		ha	ha	ha	парц.	парц.	места	места вута	парце- ла
		број	%	у m2	%	број	%	број	%	дом.	месту	парц.	дом.	месту	дом.		
до 0.5 ha	пре	166	15.5	353778	1.7	190	5.6	193	5.2	0.21	0.19	0.18	1.2	1	1.1	3	3
	после	81	8.6	243120	1.3	81	5.4	82	4.6	0.30	0.3	0.3	1	1	1	1	2
	индекс ± % пута	48.8	-6.9	68.7	-0.4	43	-0.2	42.5	-0.6	0.09	1.58 вута	1.67 вута	-1.2 вута	1	1.0 вута	-2	-1
већом од 0.5 до 1.00 ha	пре	265	24.8	1724646	8.3	342	10.0	366	9.8	0.65	0.5	0.47	1.4	1.1	1.3	5	5
	после	240	25.6	1631805	8.5	243	16.1	250	14.1	0.68	0.67	0.65	1	1	1	2	2
	индекс ± % пута	90.6	0.8	94.6	0.2	71	6.1	68.3	4.3	0.03	1.34 вута	1.38 вута	-1.4 вута	-1.1 вута	-1.3 вута	-3	-3
већом од 1.00 до 3.00 ha	пре	398	37.2	6813546	32.7	1040	30.5	1200	32.2	1.71	0.66	0.57	3	1.2	2.6	8	11
	после	403	43.0	7004344	36.5	561	37.2	652	36.7	1.74	1.25	1.07	1.6	1.2	1.4	4	5
	индекс ± % пута	101.2	5.8	102.8	3.8	54	6.7	54.3	4.5	0.03	1.89 вута	1.88 вута	-1.88 вута	1	-1.86 вута	-4	-6
до 3.00 ha	пре	829	77.5	8891970	42.7	1572	46.1	1759	47.2	1.07	0.56	0.5	2.1	1.1	1.9	8	11
	после	724	77.2	8879269	46.3	885	58.7	984	55.4	1.23	1	0.9	1.4	1.1	1.2	4	5
	индекс ± % пута	87.3	0.3	99.8	3.6	56	12.6	55.9	8.2	0.16	1.78 вута	1.80 вута	-1.5 вута	1	1.58 вута	-4	-6
већом од 3.00 до 5.00 ha	пре	131	12.3	4861527	23.4	794	23.3	859	23.0	3.71	0.61	0.56	6.6	1.1	6.1	12	14
	после	133	14.2	5069066	26.4	343	22.7	426	24.0	3.81	1.48	1.19	3.2	1.2	2.6	5	7
	индекс ± % пута	101.5	1.9	104.3	3.0	43	-0.6	49.6	1.0	0.10	2.43 вута	2.12 вута	-2.06 вута	1.09 вута	-2.35 вута	-7	-7
већом од 5.00 до 8.00 ha	пре	92	8.6	5546259	26.7	834	24.5	885	23.7	6.03	0.66	0.63	9.6	1.1	9.1	14	15
	после	71	7.6	4378867	22.8	243	16.1	319	18.0	6.17	1.8	1.37	4.5	1.3	3.4	5	8
	индекс ± % пута	77.2	-1.0	78.9	-3.9	29	-8.4	36	-5.7	0.14	2.73 вута	2.17 вута	-2.13 вута	1.18 вута	-2.68 вута	-9	-7
већом од 8.00 ha	пре	17	1.6	1504788	7.2	207	6.1	225	6.1	8.85	0.73	0.67	13.2	1.1	12.2	17	17
	после	10	1.0	871694	4.5	37	2.5	48	2.6	8.72	2.36	1.82	4.8	1.3	3.7	5	8
	индекс ± % пута	58.8	-0.6	57.9	-2.7	17.9	-3.6	21.3	-3.5	-0.13	3.23 вута	2.72 вута	-2.75 вута	1.18 вута	3.30 вута	-12	-9
УКУПНО у комасационо подручју втара	пре	1069	100.0	20804544	100.0	3407	100.0	3728	100.0	1.95	0.61	0.56	3.5	1.1	3.2	17	17
	после	938	100.0	19198896	100.0	1508	100.0	1777	100.0	2.05	1.61	1.08	1.9	1.2	1.6	5	8
	индекс ± % пута	87.7	-12.3	92.3	-7.7	44.3	-55.7	47.7	-52.3	0.10	2.64 вута	1.93 вута	-1.84 вута	1.09 вута	2.00 вута	-12	-9

Табела 5.4. Карактеристике КП Сефкерин у стању пре и после комасације

У катастарској општини Сефкерин у погледу географске оријентације и пре комасације парцеле су заузиле повољан положај – приближно север – југ, а како основни смер табли није промењен у односу на стање пре комасације, то ће парцеле и после комасације заузимати повољан положај – оријентацију север – југ.

Упоредна анализа параметара поседа и парцела пре и после комасација на КП Сефкерин приказана је у Табели 5.4. која је преузета из (I-4).

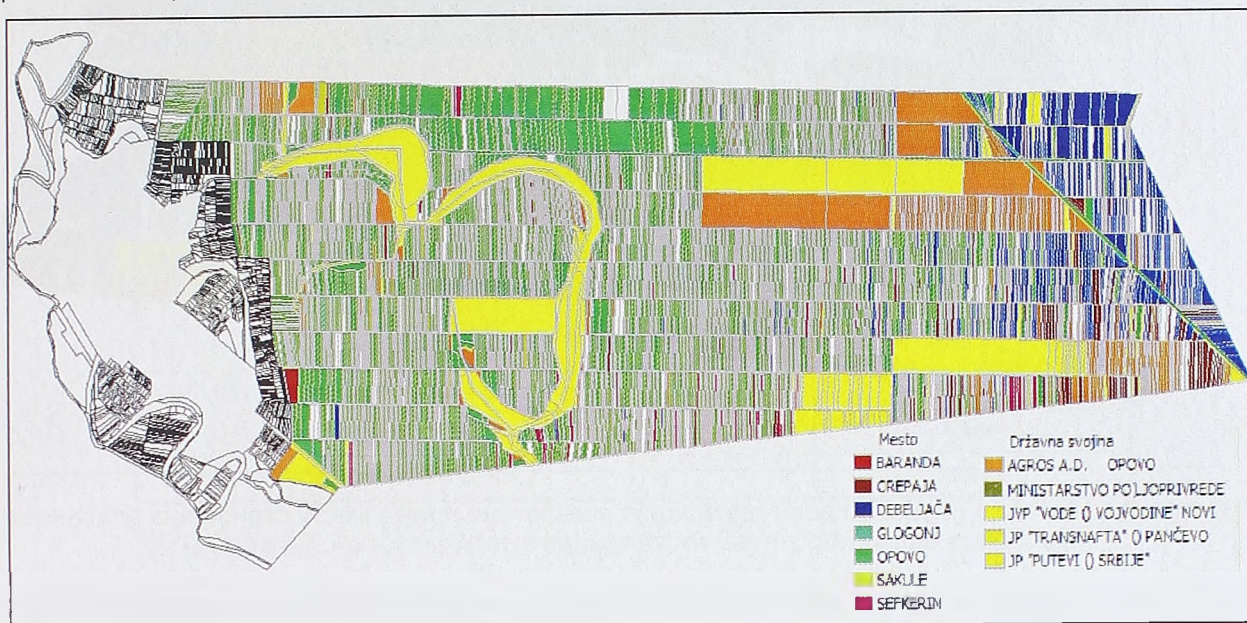
5.2.8.3. Комасационо подручје Опово

Комасационо подручје Опово налази се у јужном средишњем делу општине Опово (Србија-Војводина). Основне карактеристике КП Опово у стању пре комасације приказане су у Табели 5.5.

КАРАКТЕРИСТИКЕ КП ОПОВО – ПРЕ КОМАСАЦИЈЕ	
ПОВРШИНА КАТАСТАРСКЕ ОПШТИНЕ	4933.1647 ha
ПОВРШИНА ГРАЂЕВИНСКОГ РЕЈОНА	417.5340 ha
ПОВРШИНА ПОД ОБЈЕКТИМА	409.305 ha
ПОВРШИНА ФАКТИЧКОГ СТАЊА	566.2899 ha
ПОВРШИНА КОМАСИРАНОГ ПОЉ ЗЕМЉИШТА	3540.0332 ha
УКУПАН БРОЈ УЧЕСНИКА КОМАСАЦИЈЕ	1190
УКУПАН БРОЈ ПАРЦЕЛА	5049
ПРОСЕЧНА ПОВРШИНА ПАРЦЕЛА	0.7846 ha
БРОЈ КОМАСАЦИОНИХ ТАБЛИ	102
БРОЈ ПРОЦЕМБЕНИХ РАЗРЕДА	7

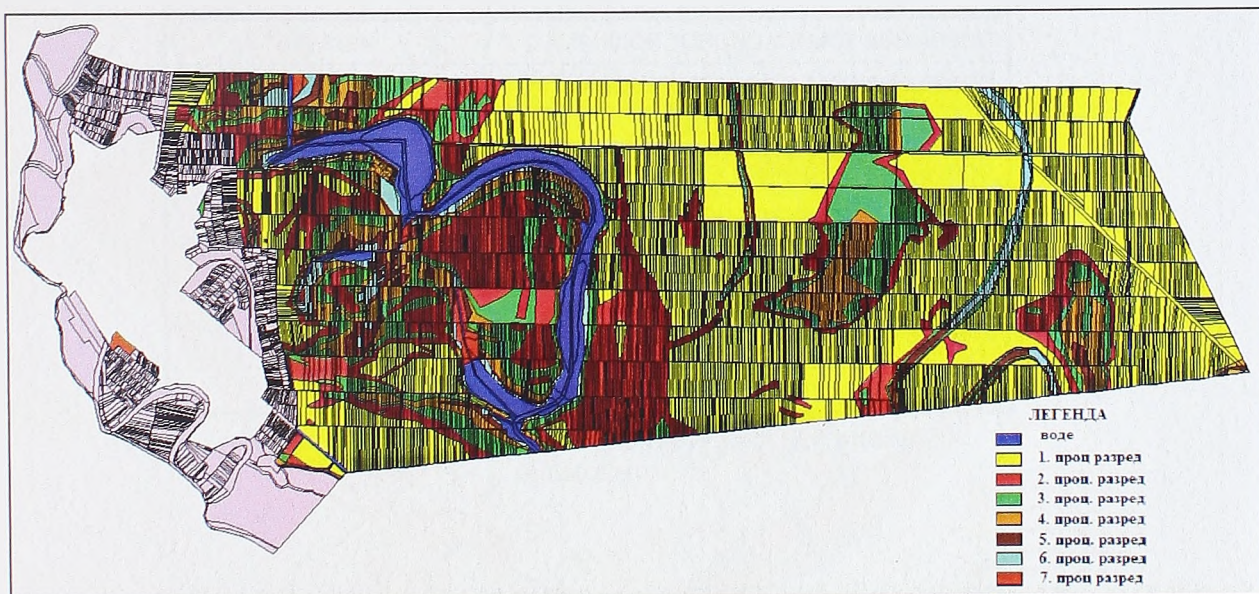
Табела 5.5. Карактеристике КП Опово у стању пре комасације

Грађевински рејон катастарске општине Сефкерин налази се на југозападном делу катастарске општине на левој обали реке Тамиш. Кроз њега пролази регионални пут R 124, којим се повезује са Зрењанином према северу и Панчевом према југу, а преко пута M 24/1 са Београдом.



Слика 5.6. Границе парцела пре комасације разврстане према месту становања власника на КП Опово

Стари катастарски премер КО Опово израђен је у хватском мерном систему у периоду од 1902. до 1906. године са плановима у размери 1:2880 за ваннасељени део и 1:1440 за насељени део. За потребе израде прегледних карата као подлога за анализе и пројектовање израђена је прегледна карта (план) 1:10000 на основу листова планова 1:2880.



Слика 5.7. Прегледна карта комасационе процене КП Опово на основи граница парцела у старом стању

Комасација КО Опово извршена је 2009. године у складу са правним правилима Закона о комасацији и арондацији земљишта у САП Војводини, Сл. лист САП Војводине бр. 16/78 и Просторним планом општине Опово. Истовремено је извршена и обнова премера насељеног дела катастарске општине и дела које остаје у фактичном стању.

На основу аерофотограметријског снимања, извршеног 2009. године, израђени су катастарски планови постојећег стања терена, као и прегледне карте размера 1:10000 и 1:5000 које су послужиле као геодетске подлоге за пројектовање.



Слика 5.8. Границе парцела после комасације разврстане према месту становања власника на КП Опово

У катастарској општини Опово у погледу географске оријентације и пре комасације парцеле су заузимале повољан положај – приближно север – југ, а како основни смер табли није промењен у односу на стање пре комасације, то ће парцеле и после комасације заузимати повољан положај – оријентацију север – југ, осим у неколико комасационих табли где је план парцелације усмерен на исток-запад.

У Табели 5.6 приказани су основни подаци о КП Опово у стању после реализоване комасације.

КАРАКТЕРИСТИКЕ КП ОПОВО – ПОСЛЕ КОМАСАЦИЈЕ	
ПОВРШИНА КОМАСАЦИОНОГ ПОДРУЧЈА	4933.1647 ha
ПОВРШИНА ГРАЂЕВИНСКОГ РЕЈОНА	417.5340 ha
ПОВРШИНА ПОД ОБЈЕКТИМА	409.3074 ha
ПОВРШИНА ФАКТИЧКОГ СТАЊА	566.2899 ha
ПОВРШИНА КОМАСИРАНОГ ПОЉ. ЗЕМЉИШТА	3540.0332 ha
УКУПАН БРОЈ УЧЕСНИКА КОМАСАЦИЈЕ	1190
УКУПАН БРОЈ ПАРЦЕЛА	2268
ПРОСЕЧНА ПОВРШИНА ПАРЦЕЛА	15606.8 ha
КОЕФИЦИЈЕНТ УКРУПЊАВАЊА	1.99

Табела 5.6. Карактеристике КП Опово у стању после комасације

5.2.8.4. Комасационо подручје Банатски Двор

Комасационо подручје Банатски Двор (1-3) налази се у јужном делу општине Житиште која се налази у северном делу Србије (источни део Војводине). Основне карактеристике КП Банатски Двор у стању пре комасације приказане су у Табели 5.7. За време реализације комасације промењена је граница катастарске општине припајањем катастарске општине Банатски Душановац.

Грађевински рејон катастарске општине Банатски Двор налази се у средишњем делу катастарске општине на десној обали Старог Бегеја. Кроз њега пролази регионални пут Зрењанин –Житиште-Српска Црња, којим се повезује са Зрењанином, а преко пута М 24/1 са Београдом.

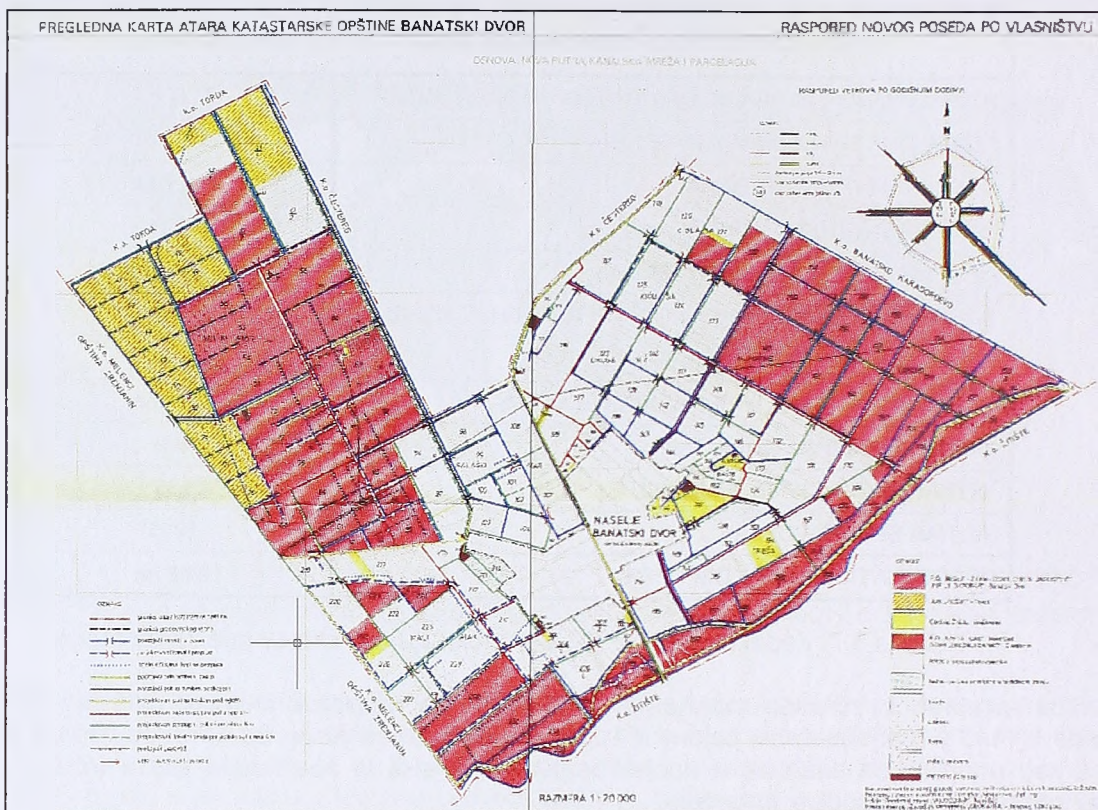
КАРАКТЕРИСТИКЕ КП БАНАТСКИ ДВОР – ПРЕ КОМАСАЦИЈЕ	
ПОВРШИНА КАТАСТАРСКЕ ОПШТИНЕ БАНАТСКИ ДВОР	3137 ha
ПОВРШИНА ГРАЂЕВИНСКОГ РЕЈОНА	189 ha
ПОВРШИНА ПОД ПУТЕВИМА	118.7 ha
ПОВРШИНА ПОД КАНАЛИМА	39 ha
ПОВРШИНА ФАКТИЧКОГ СТАЊА	11 ha
ПОВРШИНА КОМАСИРАНОГ ПОЉОПРИВРЕДНОГ ЗЕМЉ.	2948 ha
ПОВРШИНА ПОСЕДА У ИНДИВИД. СЕКТОРУ	1174 ha
ПОВРШИНА ПОСЕДА У ДРЖАВНОМ СЕКТОРУ	1774 ha
УКУПАН БРОЈ ДОМАЋИНСТАВА	409
УКУПАН БРОЈ ИСКАЗА ЗЕМЉИШТА	535
УКУПАН БРОЈ ПАРЦЕЛА	2845
ПРОСЕЧНА ПОВРШИНА ПАРЦЕЛА	0.98 ha

Табела 5.7. Карактеристике КП Банатски Двор у стању пре комасације

Стари катастарски премер израђен је 1929. године у хватском мерном систему са плановима размере 1:1440 у грађевинском рејону и 1:2880 за ванграђевински. За потребе израде прегледних карата као подлога за анализе и пројектовање израђена је прегледна карта (план) 1:10000 на основу листова катастарских планова.



Слика 5.9. Положај парцела по групама власника у стању пре комасације на КП Банатски Двор



Слика 5.10. Положај парцела по групама власника у стању после комасације на КП Банатски Двор

Комасациони посед домаћинства са површином	стање поседа	СВЕГА								ПРОСЕЧНО						МАКСИМАЛНИ број	
		домаћинст		површине		места		парцела		ha	ha	ha	парц.	парц.	места	Магн а	парце- лу
		број	%	у m2	%	број	%	број	%	дом.	мосту	парц.	дом.	мосту	дав.		
до 0.5 ha	пре	43	10.5	122623	1.1	43	4.4	50	3.7	0.29	0.29	0.25	1.2	1.2	1	1	3
	после	55	13.6	161896	1.4	56	6.9	56	6.4	0.29	0.29	0.29	1	1	1	2	2
	индекс ± % пута	127.9	3.1	132	0.3	130	2.5	112	2.7	0.00	1.00	1.16	-1.20	-1.20	1.00	-1	-1
већом од 0.5 до 1.00 ha	пре	62	15.2	366000	3.1	66	6.7	74	5.5	0.59	0.55	0.49	1.2	1.1	1.1	2	2
	после	61	15.0	435453	3.8	69	8.5	70	8.0	0.71	0.63	0.62	1.1	1	1.1	2	2
	индекс ± % пута	98.4	-0.2	119	0.7	105	1.8	94.6	2.5	0.12	1.15	1.27	-1.09	-1.10	-1.00	0	0
већом од 1.00 до 3.00 ha	пре	136	33.2	2276253	19.4	242	24.8	313	23.2	1.67	0.94	0.73	2.3	1.3	1.8	4	10
	после	140	34.6	2600843	22.7	222	27.4	230	26.3	1.86	1.17	1.13	1.6	1	1.6	4	6
	индекс ± % пута	102.9	1.4	114.3	3.3	103	2.6	73.5	3.1	0.19	1.24	1.55	-1.44	-1.30	-1.13	0	-4
до 3.00 ha	пре	241	58.9	2764876	23.6	351	35.9	437	32.4	1.15	0.79	0.63	1.8	1.2	1.5	4	10
	после	256	63.2	3198192	27.9	347	42.8	356	40.7	1.25	0.92	0.9	1.4	1	1.4	4	6
	индекс ± % пута	106.2	4.3	116.7	4.3	99	6.9	81.5	8.3	0.10	1.16	1.43	-1.29	-1.20	-1.07	0	-4
већом од 3.00 до 5.00 ha	пре	74	18.1	2691579	22.9	243	24.9	338	25.0	3.64	1.11	0.8	4.6	1.4	3.3	7	11
	после	66	16.3	2600213	22.6	171	21.1	193	22.0	3.94	1.52	1.35	2.9	1.1	2.6	5	5
	индекс ± % пута	89.2	-1.8	96.6	-0.3	70	-3.8	67.1	-3.0	0.30	1.37	1.69	-1.59	-1.27	-1.27	-2	-6
већом од 5.00 до 8.00 ha	пре	68	16.6	4086457	34.8	252	25.8	371	27.5	6.01	1.62	1.1	5.5	1.5	3.7	8	12
	после	65	16.1	4096240	35.7	219	27.0	242	27.6	6.30	1.87	1.69	3.7	1.1	3.4	6	8
	индекс ± % пута	95.6	-0.5	100.3	0.9	87	1.2	65.2	0.1	0.29	1.15	1.54	-1.49	-1.36	-1.09	-2	-4
већом од 8.00 ha	пре	26	6.4	2194296	18.7	131	13.4	204	15.1	8.44	1.68	1.08	7.8	1.6	5	9	16
	после	18	4.4	1681720	13.8	74	9.1	85	9.7	8.79	2.14	1.86	4.7	1.1	4.1	6	10
	индекс ± % пута	69.2	-2.0	72.1	-4.9	56.5	-4.3	41.7	-5.4	0.35	1.27	1.72	-1.66	-1.45	-1.22	-3	-6
УКУПНО у комасационом подручју атара	пре	409	100.0	11736207	100.0	977	100.0	1360	100.0	2.87	1.2	0.87	1.4	1.1	3.2	17	17
	после	405	100.0	11476365	100.0	811	100.0	876	100.0	2.83	1.42	1.1	1.1	1.2	1.6	5	8
	индекс ± % пута	99	-1.0	97.8	-2.2	83.0	-17.0	64.9	-35.1	-0.04	1.18	1.51	-1.50	-1.27	-1.20	-3	-6

Табела 5.8. Карактеристике КП Банатски Двор у стању пре и после комасације

Комасација КО Банатски Двор извршена је у периоду од 1985. до 1987. године у складу са Законом о комасацији и арондацији земљишта у САП Војводини, "Сл. лист САП Војводине", бр. 16/78 и Просторним планом општине Опово до 2000. године. У катастарској општини Банатски Двор у погледу географске оријентације и пре комасације парцеле су са дужом страном биле

оријентисане југозапад-североисток у западном делу, док су југоисток-северозапад у источном делу катастарске општине. У новом стању је тај смер нешто измењен али није испоштован захтев оптималног смера дужих страна парцела за велики број нових парцела.

Упоредна анализа параметара поседа и парцела пре и после комасације на КП Банатски Двор приказана је у Табели 5.8. која је преузета из (1-3).

Карактеристично за КП Банатски Двор је то што индивидуални власници земљишта-учесници комасације поседују 37.4% земљишта, док остало поседују тадашњи пољопривредни комбинати (државна својина). Од укупног броја индивидуалних власника земљишта 24.4% су "странци" (живе ван Банатског Двора) који поседују 11.5% површине земљишта.

5.2.8.5. Комасационо подручје Лисо Поље

Комасационо подручје Лисо Поље налази се у општини Уб (Централна Србија), а изабрано је као понтенцијално подручје на коме би се могла спровести комасација. Окућнице (фарме) власника земљишта нису сконцентрисане, већ су разбацане по читавом комасационом подручју. Нумеричке карактеристике комасационог подручја Лисо Поље приказане су Табели 5.8, а прегледна карта парцела у стању пре комасације на Слици 5.11.

КАРАКТЕРИСТИКЕ КП ЛИСО ПОЉЕ – ПРЕ КОМАСАЦИЈЕ	
ПОВРШИНА КОМАСАЦИОНОГ ПОДРУЧЈА	438.2589 ha
УКУПАН БРОЈ УЧЕСНИКА КОМАСАЦИЈЕ	178
УКУПАН БРОЈ ПАРЦЕЛА	1385
ПРОСЕЧНА ПОВРШИНА ПАРЦЕЛА	0.3164 ha
ПРОСЕЧНА ПОВРШИНА ПОСЕДА	2.4621 ha

Табела 5.9. Карактеристике КП Лисо Поље у стању пре комасације



Слика 5.11. Положај парцела пре комасације у КО Лисо Поље (Општина Уб-Србија)

На подручју катастарске општине Лисо Поље устројен је катастар непокретности са израђеним дигиталним катастарским планом.

Конфигурација терена и власничка структура КП Лисо Поље свакако не пружа могућност пројектовања комасационих табли и нових парцела правилног облика. У катастарским општинама са оваквим карактеристикама груписање парцела (поседа) треба да побољша или пружи могућност бављења сточарством и воћарством. За такве услове најважније је груписати посед уз постојеће фарме учесника комасације.

5.3. Карактеристике досадашњег начина расподеле комасационе масе

На основу извршеног увида у пројекте (I-3), (I-4), (I-5) и техничке извештаје и другу документацију комасационих подручја приказаних у 5.2.8. код досадашњег начина расподеле комасационе масе могу се уочити следећи недостаци:

- програми комасације су у већини случајева израђивани на основу веома скромне и непотпуне анализе постојећих података,
- главни пројекат комасације се идентификовао са диспозицијом пројекта путне, а ређе и каналске мреже која је у највећем броју случајева израђивана на основу искуства и интуиције, па чак и задржавања постојећег стања (Опово, Сефкерин, Банатски Двор). На примеру реализованих комасација у Војводини (Сефкерин и Банатски Двор) приказане су у Извођачком пројекту опсежне анализе које нису ни узете у обзир приликом димензионисања комасационих табли и њиховог размештаја за поједине групе учесника, тако да су у новом стању добијене парцеле са неадекватним односом дужина краћих према дужим странама, а коефицијент укрупњавања је био мањи од 1:3.
- комисија за комасацију не располаже са претходно урађеним пројектом расподеле на основу објективних и јединствених критеријума,
- груписање поседа се обавља по "утврђеном" редоследу један по један учесник, тако да они касније наделени имају мању могућност избора локације,
- технички део посла се обављао углавном мануелно, тек последњих година је дошло до побољшања применом рачунара,
- присутне су сумње у објективност одређивања локација нових парцела,
- необученост комисије која се обично први пут сусреће са проблематиком расподеле,
- неадекватна технологија обраде и анализе постојећих података,
- недостатак времена за расподелу због честог прекорачења код претходних радова,
- "непрецизност" постојећих прописа итд.

Наведени недостаци указују на потребу усавршавања досадашњег начина расподеле комасационе масе, која мора постати објективнија и ефикаснија. То се може постићи ако се дефинише методологија израде пројекта расподеле комасационе масе заснована на објективним аргументима лоцирања нових парцела, уз примену научно и практично доказаних метода операционих истраживања и савремене рачунарске технике.

У покушају да се начин расподеле комасационе масе учини ефикаснијим и објективнијим, у нашој земљи објављен је рад (Гостовић, 1979), где је предложен математички модел расподеле базиран на мешовитом програмирању, а затим и радови (Миладиновић, и други, 1994) и (Михајловић, 1995) у коме су такође разматране могућности расподеле комасационе масе применом линеарних метода операционих истраживања.

Међутим, проблем расподеле није ни мало једноставан за решавање, па је сигурно то један од разлога што се код нас и у свету веома мали број стручњака бавио том проблематиком, тако да нису постигнути готово никакви значајнији резултати.

Расподела комасационе масе према до сада извршеним истраживањима и искуству код пројектовања комасације захтева свеобухватан приступ анализи читавог процеса комасације и адекватан рад на дефинисању нове методологије почев од прикупљања неопходних (расположивих) података, њихове анализе и презентације, преко израде пројекта појединих система од којих зависи положај, оријентација, геометријски елементи и квалитет нових парцела. У том смислу сеоско подручје које се уређује комасацијом мора се посматрати као један сложен систем у оквиру кога се дефинишу најважнији подсистеми са међусобним везама и параметрима од утицаја на концепт и визију будућег уређења.

6. ОСНОВНИ ПРИНЦИПИ ОПТИМИЗАЦИЈЕ СИСТЕМА

6.1. Увод

Од свог настанка човек је увек тежио да користи, изучава, унапређује и контролише своје окружење и у тим активностима доноси важне и корисне одлуке.

Развојем људског друштва и материјалних средстава окружење постаје обимније и компликованије, а одлуке све значајније како за појединца тако и за ширу друштвену заједницу. У таквим околностима развијена је и посебна научна дисциплина као наука о системима у оквиру које се мноштво природних појава, материјалних средстава, сложених грађевинских објеката, друштвених односа итд. посматрају и дефинишу као целине које се састоје од мањих подцелина, односно да се све дефинише као неки систем и подсистем. Система, дакле, има безброј: просторни, биолошки, водопривредни, саобраћајни, пословни, информациони, телекомуникациони, енергетски, итд. Систем обухвата целовитост или комплексност елемената или делова, има одређену структуру, врши одређену функцију, даје или обрађује информације, састоји се из скупа елемената који поседују извесна својства и налазе се у некаквом односу између себе и са елементима других система.

Развојем науке о системима уочене су заједничке математичке поставке у системима различитих природа, тако да се специјализована знања преносе из једне у другу област. У оквиру науке о системима дефинишу се термини као што су: систем анализа и системска техника. Систем анализа је аналитичко проучавање система, док је системска техника поступак којим се сложени системи идеализују и тако проучавају. У оквиру систем анализе примењују се методе математичког моделирања којима се реални системи представљају помоћу математичког система (модела). Математичко моделирање се конкретизује методама операционих истраживања, математичким програмирањем, симулационим методама итд. Проучавање реалног система може се вршити експериментом на самом систему или испитивањима на моделу.

Циљеви доношења свих одлука код управљања системима су постизања оптималних резултата, тј. максимално добрих или минимално лоших. У том циљу се дефинише теорија оптимизације система као наука која одређује "најбоље" решење математички дефинисаног проблема. Теорија оптимизације обухвата квантитативно проучавање оптимума и метода за одређивање оптимума.

6.2. Основни појмови теорије система

У циљу примене теорије система неопходно је познавати најважније појмове и њихове дефиниције.

Систем се може дефинисати на више начина (Оприцовић, 2000) и то као: целина скупа међусобно повезаних ствари, као скуп објеката, њихових особина и релација између њих, као интегрисан скуп интерактивних елемената који заједно извршавају одређену функцију итд. Код сваког система је основно дефинисати: циљеве, границе, околину, ресурсе, делове, међусобне интеракције, функционисање и коришћење. Дефинисањем система не могу се обухватити све његове реалне компоненте, већ само они делови, особине и везе које могу са високим степеном поузданости да представе реални систем у циљу његовог проучавања, контроле, одржавања, доношења важних одлука итд.

Наука о системима се интензивно развијала после 1950. године и заснована је на уоченим заједничким особинама система у разним областима који се могу математички моделирати. Математичка дефиниција различитих физичких система назива се аналогни систем, омогућавајући да се откривене законитости, дефиниције и искуство у једној преносе на другу област. Мogle би се рећи да се наука о системима дефинише као наука о генерализацији (уопштавању) процеса у сложеним системима, тако да је основна тема теорије система уопштавање процеса реалних система у математичком смислу.

Системска анализа је у општем смислу аналитичко проучавање система, његових делова, циљева, граница, околине, ресурса, међусобне интеракције, функционисања и коришћења на основу којих треба уочити циљеве, законитости и ограничења.

Системска анализа се заснива на математичком моделирању, односно представљању реалног система помоћу математичког модела (система). Развој теорије о системима пратиле су дисциплине као што су операциона истраживања, математичко програмирање, симулација, оптимизација итд. којима се дефинишу конкретни поступци решавања проблема везаних за ситеме.

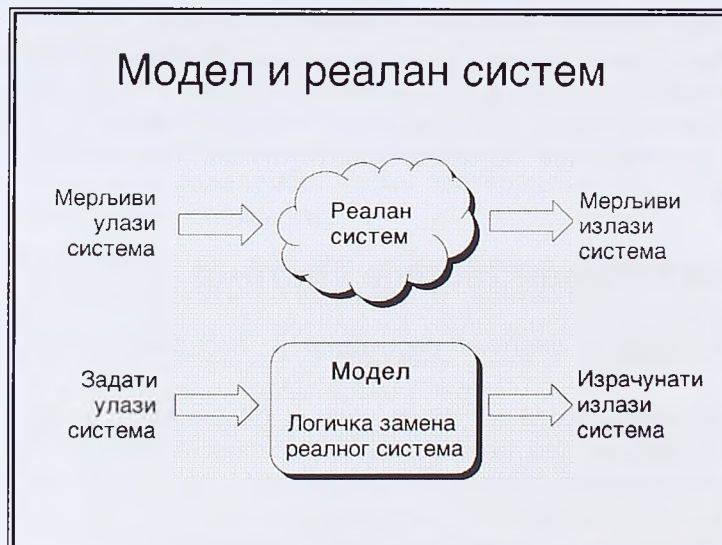
Операциона истраживања су дефинисана као „научна метода која обезбеђује квантитативну основу за одлучивање о операцијама које су под контролом“.

Системска техника је поступак којим се сложени системи идеализују (уопштавају) и тако проучавају.

Теорија система се развила као научна дисциплина која проучава системе, генерализујући сличности система различитих природе. Она мора бити општа како би обухватила феномене у било ком систему. Исто тако, теорија система као научна дисциплина мора бити апстрактна, како би се њени појмови и резултати могли користити и у вези конкретног система техничке, пословне, економске, биолошке или неке друге природе.

Основни задатак теорије система је да објасни законе постанка, организације, понашања и развоја реалних система. Овај проблем је могуће реализовати коришћењем апстрактног система, који настаје као резултат математичког описа реалног система. Апстрактним системом се са довољном прецизношћу може адекватно исказати структура, понашање или развој реалног система. Проучавање реалног система уз помоћ апстрактног система треба да омогући да се дође до сазнања о својствима која поседује дати систем.

У системском приступу сваки систем треба схватити као целину која се састоји од међусобно повезаних елемената који делују једни на друге. Теорија система се састоји на претпоставци да се понашање сваког објекта може описати погодним математичким моделом. За представљање модела система користе се разни математички језици: теорија скупова, математичка логика, функционална анализа, теорија диференцијалних једначина и других. Један функционални систем је пресликавање $C: X \rightarrow Y$ између скупова X и Y , где је: први скуп улаза X , а други скуп излаза Y .



Слика 6.1. Илустарција реалног система и модела

Околину система чине други системи који су са њим у интеракцији. Та интеракција је двојака, улази у систем долазе из других система или систем своје излазе шаље другим системима, што значи да се околина састоји од извора улаза у систем и пријемника излаза система.

Проучавање реалног система може се вршити експериментом на самом реалном систему или испитивањима на моделу. Системска анализа подразумева и израду модела система. Значај модела је у томе што кад је израђен модел који репрезентује реални систем, испитивања се могу вршити на моделу и тиме се избегавају експерименти на реалном систему.

Наука је у свим етапама усвајала различите моделе за интерпретацију природних појава или вештачких процеса. Интерпретативна природа модела долази од потребе да се одређена појава боље познаје. Такође, модели треба да омогуће човеку да предвиди и управља појавом.

У теорији система појава (процес или објекат) се посматра издвојено из „универзума“, а везе се класификују као: улази (директно утичу на појаву, а могу се модификовати и зову се и управљачке величине), излази (контролисане величине које се осматрају директно или индиректно) и поремећаји (ван контроле, а имају утицај на излазе). Скуп свих појава улаз-излаз, представља (апстрактни) систем који је у вези са одређеном појавом. Систем се користи као општи концепт математичког модела. Ретко је расположива листа свих парова улаз-излаз, па математички модел може бити било која репрезентација система. У техничким дисциплинама тражи се математички модел који пружа рационалну интерпретацију механизма понашања процеса (или објеката).

Математички модел реалног система је скуп математичких релација (формула, једначина, неједначина, логичких услова, оператора итд) које описују функционисање система, односно одређују карактеристике стања система (а преко ових и излаза) у зависности од параметра система, улаза, почетних услова и времена. Због комплексности физичке ситуације у реалном систему, издвајају се само значајне особине физичких објеката. Приликом формирања модела мора се узети у обзир и околина у којој систем функционише. На Слици 6.1 приказана је илустрација реалног система и модела.

Још увек постоји извесно неразумевање праве улоге и места математичких модела у истраживању неког физичког система или процеса. Приликом математичког моделирања, оптимизације и коришћења добијених резултата треба имати на уму следеће:

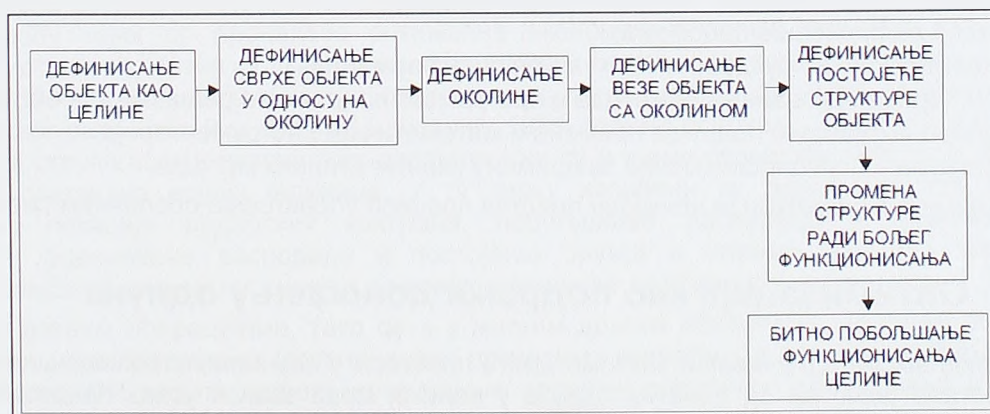
- модел је само једна од могућих математичких апроксимација реалног система. Степен његове детаљности зависи од постављеног задатка и оптимизационе методе која ће се користити. Модел који би обухватио све детаље комплексног система био би незграпан и практично неупотребљив за оптимизацију.
- задатак модела је да помаже истраживачу, а не да га замени, нити да га ослободи одговорности у доношењу одлуке.

6.3. Системски приступ код пословног одлучивања

Задатак системског приступа је побољшавање функционисања система. У том циљу се сваки систем мора добро проучити, систематизовати и моделирати. На Слици 6.2 шематски су приказани најважнији кораци код дефинисања система и његовог окружења.

У теорији и пракси системског приступа користе се следеће класичне методе:

- 1) интуитивне (на основу искуства, осећаја, најбоља метода),
- 2) квантитативне (разне математичке, физичке, хемијске методе),
- 3) графичке,
- 4) комбинарне.



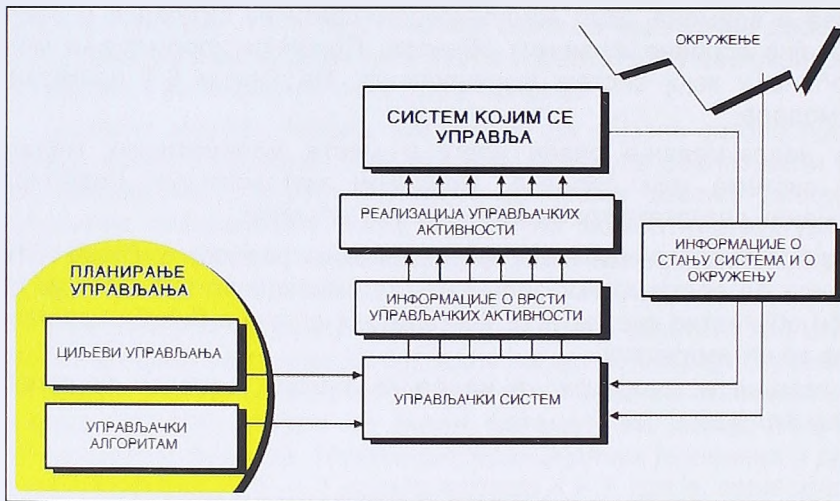
Слика 6.2. Дефинисање најважнијих корака система и његовог окружења

Модел сваког система служи за испитивање оног што ће бити систем (главне особине система). У току пословања пословни субјекти се током пословања сусрећу с различитим проблемима који се односе на процес производње производа или услуга, финансије, кадровску структуру, продају, односно проблемима везаних за целокупно пословање посматраног субјекта.

На темељу информација и података о неком проблему може се поставити задатак који се решава одређеним поступком и према томе решење задатка је подлога за доношење одговарајуће пословне одлуке која уједно води и до решење проблема. Решавање било којег проблема из подручја пословања, захтева доношење одговарајуће одлуке (пословне одлуке) и њено претварање у управљачку акцију.

Одлучивање је процес, који траје одређено, дуже или краће време, а завршава доношењем одлуке. Избор начина доношења одлуке зависи од броја расположивих информација, односно података о посматраном проблему.

Интуиција се темељи на природној способности појединца да уочава и спознаје битне чињенице неког проблема и његовог решења. Зато је коришћење интуиције прихватљиво при индивидуалном закључивању у доношењу пословних одлука кад је реч о проблему с релативно малим бројем информација. Међутим, порастом броја информација и података, такав начин одлучивања може довести до негативних последица лоше донесене одлуке.



Слика 6.3. Шематски приступ процеса управљања системом

Ако се посматрају проблеми с великим бројем променљивих утицајних учесника, константним променама услова, и ограничења, те великим бројем података и информација, тада избор најбољег решења није могућ без примене квантитативних метода.

Квантитативне методе омогућују откривање и одређивање егзактних, квантитативних релација и односа проматраних проблема. Најчешће се ради о математичким, статистичким и математичко-статистичким

методама и моделима. Све методе и модели операционих истраживања се углавном свде на методе квантитативне анализе, али су при решавању проблема обавезно присутне и интуиција, искуство и метода логичког закључивања. Квантитативне методе могуће је сврстати у:

- методе операционих истраживања и класичне параметарске статистике и
- методе вишедимензионалне статистичке анализе, непараметарске статистике и *Fuzzy*-скупове.

Успешна примена метода захтева следеће услове:

- јасно дефинисање проблема,
- адекватност и поузданост прикупљених информација,
- постојање одговарајућих метода и програмске подршке за решавање проблема,
- добро познавање подручја примене и математичког инструментарија,
- стварање психолошке климе за примену квантитативних метода.

На Слици 6.3 шематски је приказан приступ процеса управљања пословним системом.

6.4. Оптимизација као подршка доношењу одлука

У новије време одлучивање заузима доста простора у научним истраживањима широм света, јер је постало јасно да од донетих одлука у великој мери зависи успех предузећа, пословања, система. Када кажемо да менаџер доноси квалитетне одлуке онда се мисли да су оне добро промишљене, донете у правом тренутку и да је реализација те одлуке прецизно планирана, а све у циљу максимизирања ефеката које одлука треба да оствари.

Савремени приступ одлучивању посматра овај феномен у оквиру свих осталих људских активности као сложене интеракције између људи, пословних система и окружења.

Одлучивање се може поделити по нивоима у зависности од карактеристике саме одлуке и то на:

- ниво појединца (индивидуе),
- ниво групе,
- ниво организационог одлучивања и
- ниво глобалног одлучивања.

Када говоримо о одлукама на нивоу појединца, онда се узима у обзир ниво стечених знања и вештина, начин одрастања и образовања, утицај породице и васпитања као и низ других фактора који утичу на начин размишљања и одлучивања појединца. Његове карактерне особине, сфере интересовања, потребе и слично, такође имају јако велики утицај на начин доношења одлука. Поред одлука личне природе, појединци се јављају и као доносиоци одлука везаних за пословне процесе или одлуке од општег друштвеног значаја.

У општем случају, до решења управљачких проблема може да се дође помоћу квалитативних — нумеричких и нумеричких метода операционих истраживања. Нумеричке методе претпостављају развој математичких модела управљачких процеса. Решење добијено математичким моделирањем, иако не у потпуности, мање је оптерећено субјективним ставовима експерата.

Према броју критеријума оптималности у смислу којих се тражи оптимално решење класификују методе одлучивања у две основне групе: једнокритеријумске методе и вишекритеријумске методе.

Једнокритеријумске методе оптимизације се карактеришу критеријумом оптималности и скупом ограничења. Најчешће се критеријум оптималности описује аналитичком функцијом која је непрекидна и диференцијабилна на целој области дефинисаности. Оптимално решење се налази из услова екстрема (минимума или максимума) критеријума оптималности. Међутим, развијени су и многобројни поступци помоћу којих се корак по корак долази до оптималног решења (нпр. симплекс метода код линеарног програмирања).

Решење готово сваког проблема који егзистира у предузећу и код сложених система зависи од више критеријума оптималности, симултано. Стога, ови проблеми могу да се поставе као задаци вишекритеријумске оптимизације. Проблеми вишекритеријумске оптимизације се међусобно врло разликују. Генерално, обзиром на начине решавања проблема ови проблеми се класификују у две групе: Вишеатрибутивно доношење одлука (проблеми су постављени као проблеми избора најбоље алтернативе из скупа расположивих алтернатива) и вишециљно доношење одлука (проблеми су проблеми планирања).

6.5. Основе операционих истраживања

6.5.1. Предмет и карактеристике операционих истраживања (ОИ)

Операциона истраживања (ОИ) су математичка дисциплина у оквиру којих су развијене научне методе помоћу којих се проналазе оптимална економско-техничка решења код управљања сложеним системима. Назив су добиле по истраживању операција у организационим системима са сврхом њихове оптимизације. Почео операционих истраживања датирају из времена почетка Другог светског рата када је у Великој Британији 1939. године основан "Department of Operational Research" са стручњацима различитих профила који су у њему развијали методе и технике ради планирања операција војних јединица. У ту сврху израђени су разни пројекти, као што су одређивање локације радарских контрола, побољшање распореда у акцијама тражења подморница, оцењивање распореда и постојања оружја и опреме, разрада шема бацања авионских бомби са циљем постизања њиховог успешнијег деловања у нападу итд.

Као и у ратним операцијама, тако се и у многим другим областима, проблем постављао на сличан начин – расположивим (ограниченим) ресурсима потребно је постићи најбоље резултате. Тако су методе ОИ нашли широку примену на подручју пословног одлучивања и управљања сложеним системима.

Примена ОИ могућа је у врло различитим областима као што су: производња, транспорт, трговина, конструкције, телекомуникације, финансијско планирање, заштита здравља, војска, полиција, јавни сервис, водопривреда, пољопривреда, саобраћај, итд.

У највећем броју примена, методе ОИ имају за циљ проналажење најбољег (оптималног) решења проблема који има одређена ограничења. Веома често се решавају задаци за које не

постоје претходна искуства и која укључују велики број непознатих величина, у условима који се не понављају више пута под истим околностима. Решавање таквих задатака је најчешће веома озбиљан истраживачки подухват којим се омогућавају позитивни и разумљиви закључци за доносиоце коначних одлука.

Део назива "истраживања" значи да ОИ користе научни приступ при решавању задатака са којима се сусрећу. Научни метод се користи и за математичко (научно) моделирање реалних проблема које је потребно решити. ОИ су укључена у креативна научна истраживања фундаменталних особина самих операција.

Развој информационих технологија (ИТ) је дао снажну основу и подстицај за развој и примену метода ОИ. Повезивање пословних информационих система (ИС) и ОИ је произвело нови квалитет ИС за подршку управљању сложеним системима. Ова веза је омогућила, с једне стране, далеко шире и ефикасније коришћење „класичних“ метода ОИ (линеарно програмирање, мрежно планирање, управљање залихама, оптимално резервисање, симулације, итд.). С друге стране, подстакла је развој нових начина коришћења метода за налажење најбољих решења кроз:

- системе за подршку одлучивању,
- системе за подршку извршавању активности,
- експертне системе и
- вештачку интелигенцију.

Показало се, међутим, да је за ефикасно планирање и управљање неопходно користити формалне методе анализе и оптимизације. Тако се данас појављују напредни системи за планирање, распоређивање и оптимизацију који представљају, у ствари, разне облике имплементације метода ОИ.

Основне карактеристике ОИ као научне дисциплине су усредсређеност на проблеме управљања у сложеним системима код којих се подразумева:

- системски приступ решавању проблема,
- тимски рад,
- научни метод налажења решења,
- увећање знања и усвршавање технологија,
- решавање све сложенијих задатака,
- примену изванредних могућности ИТ и
- стални развој метода за налажење најбољих решења.

Системски приступ решавању проблема подразумева дефинисање целине као збир делова који се оптимизирају.

У решавању задатака ОИ, од самог почетка, истраживачи су били организовани у тимове. То је било нужно јер су проблеми, који су се решавали, захтевали знања различитих области. Формирани су тимови од стручњака који су пре тога ретко радили заједно (инжењери, математичари, психолози, економисти, социолози, правници, медицинари, итд.). Заједнички рад стручњака различитих области имао је позитиван утицај и на унапређење метода, јер су различити стручњаци уносили у тимски рад различите приступе и на тај начин обогатили методе у многим научним подручјима.

Научни метод налажења решења подразумева да ОИ користе математички језик за описивање и решавање постављених задатака. Предности оваквог приступа налазе се у чињеницама: да је језик математике прецизан и концизан; могу се користити постојећи резултати (велики број доказаних теорема и ставова) и сложене везе између разних величина у реалном систему, једноставније и јасније се приказују у математичком облику (једначине, неједначине, итд.).

Постоје мишљења да математички језик често превише поједностављено представља стварни проблем. Међутим, основни задатак моделирања и јесте у томе да се дође до (математичког) модела који је довољно "сличан" стварном проблему да би могао да буде његова замена и да буде довољно једноставан да би могао бити решив. Упрошћења и занемарења, која се чине при математичком моделирању су често уочљива, па се то може искористити, у случају неслагања модела са понашањем реалног система. Употреба математичких модела (и математичких приступа) је, такође, један од услова за коришћење ИТ у решавању конкретних проблема управљања у разним подручјима примене.

6.5.2. Фазе примене операционих истраживања

Стандардни процес имплементације метода ОИ обухвата следеће фазе:

- дефинисање проблема и прикупљање одговарајућих података,
- формирање математичког модела који представља проблем,
- развој (рачунарски базиране) процедуре за налажење решења модела,
- тестирање модела и решења,
- имплементација.

Дефинисање проблема је почетна фаза у којој се дефинишу циљеви истраживања, формулишу хипотезе, идентификују алтернативне одлуке и сагледавају разна ограничења, могућности и захтеви система.

Формирање математичког модела представља одговарајуће математичко приказивање неког реалног система, дела система, појединих операција итд. Математички модел најчешће представља нека функција циља, одређеног броја непознатих, за коју одређујемо минималну или максималну вредност, тј. оптималну вредност под условом да непознате задовоље нека додатна ограничења (услове) који се дефинишу системом једначина или неједначина. Када су функције циља и ограничења линеарне ради се о линеарном програмирању (ЛП), а ако су функције нелинеарне реч је о нелинеарном програмирању (НП). Математички модел је само једна од могућих математичких апроксимација реалног система.

Развој (рачунарски базиране) процедуре за налажење решења модела је фаза у којој се за одређивање решења модела користе нумерички или аналитички поступци који су већ развијени у методама операционих истраживања или се специјално развијају за одређени проблем. Нумерички поступци се примењују када се ради о обимнијим задацима који захтевају примену савремене рачунарске технике, док се аналитички поступци примењују за једноставније проблеме. За одређивање решења нумеричким поступцима најчешће се користе итеративне методе, код којих се полази од неког почетног решења и према утврђеном алгоритму добија ново боље решење, које се затим усваја као почетно и поступак понавља све док се не задовоље услови завршетка задатка.

Тестирање модела и оцена решења представља фазу у којој је неопходно проверити да ли се вредности непознатих и функције циља налазе у одређеним границама које одговарају реалности и са којим степенима ризика се, на основу добијених резултата, могу доносити одређене одлуке.

Имплементација решења у пракси је последња фаза у којој истраживач (или истраживачки тим) треба на основу добијених резултата да испланира реализацију пројекта, припреми одређена упутства, специфицира ресурсе и све друго што је неопходно за успешну реализацију пројекта.

6.5.3. Дефинисање проблема и прикупљање одговарајућих података

Највећи део практичних проблема, које треба решити, у почетку је дефинисан "нејасно" и непрецизно. Често постоји низ елемената који учествују у реалној ситуацији, а који нису битни за сам проблем (нејасни су критеријуми на основу којих ће се одредити успешност решења, посматрани проблем је мање или више повезан са неким другим процесима па је сложено питање одређивање границе проблема и сл.).

С друге стране, да би примена метода ОИ била успешна, потребно је јасно одредити циљеве, ограничења и интеракције са околином и другим деловима система. Често је, у реалним применама, потребно водити рачуна и о временским ограничењима за доношење одлуке.

Не постоје строга правила која би помогла у правилној идентификацији и формулацији проблема. У овој фази највећи значај имају искуство и креативност истраживача. Ипак могу се применити следеће препоруке:

- дефинисати ко је корисник истраживања и које су границе система који се анализира,
- морају бити прецизно дефинисани циљеви корисника истраживања,
- утврдити којим инструментима управљања располаже корисник,
- што прецизније одредити скуп алтернативних решења и одредити ограничења у оквиру којих треба тражити оптималну одлуку.

Управљачки проблем се у овој фази не поставља у математичком облику. Истраживачки тим прикупља основне информације о проблему који треба решити.

Први задатак је установити да ли је проблем могуће и/или потребно раставити на одређени број мањих проблема. Растављањем се добију мањи и једноставнији задаци. У правилу, су већи изгледи да се успешно може решити више мањих него један већи и комплекснији задатак.

Други задатак је утврђивање границе проблема који ће се решавати и одређивање нивоа детаља. На ове одлуке директно утичу циљеви корисника, затим, планирани трошкови и планирано време за развој модела. Утврђене границе проблема и дефинисани ниво детаља, више или мање, директно одређују димензионисање проблема, тј. установљавају се зависне и независне променљиве и параметри система.

Трећи задатак је избор критеријума на основу којег ће се мерити успешност решења. Избор критеријума ће директно утицати на то које ће, из скупа могућих решења, бити одређено као оптимално или, у пракси, бити оцењено као успешно.

6.5.4. Израда математичког модела

Појам "модел" се најчешће интуитивно прихвата као "апстракција" нечега што је део реалности и да је креирање модела кључна активност сваке научне методе. Модели су веома широко коришћено средство за опис, објашњење, предвиђање и управљање појавама у реалном свету, они представљају "синтетску апстракцију реалности".

Заједничка карактеристика модела је да никада не могу бити верни слика стварности. Они обухватају само битне особине појаве коју представљају, и при том, нужно занемарују низ особина те исте појаве. Сазнајна вредност модела је базирана на чињеници да је ретко потребно све знати о некој појави, односно, да је потребно знати само оне величине које су битне за поједино разматрање.

Коришћење модела има следеће предности:

- омогућују анализу и експериментисање са сложеним проблемима,
- обезбеђује економисање ресурсима који се користе за анализу дате појаве,
- време за анализу појаве се може знатно скратити (продужити),
- обезбеђује концентрацију на битне карактеристике одређене појаве.

У науци и бизнису се користи јако велики број међусобно врло различитих модела: модел атома, модел генетичке структуре, физички закони и хемијске реакције се описују математичким једначинама - моделима, велики број реалних задатака се представља помоћу графова или мрежних планова, постоје модели организационе структуре, токова новца у предузећима, итд.

Посебна класа модела су математички модели. Математички модели за описивање проблема, користе математичке изразе и симболе. Математички модели имају низ предности у односу на вербалне моделе. Математички модел описује проблем концизно, једнозначно одређује узрочно-последичне везе појединих величина. Посебна предност је у могућности коришћења врло моћних математичких техника и рачунара при анализи проблема.

При изградњи модела треба задовољити два, у одређеном смислу противуречна, захтева:

- модел мора бити што једноставнији,
- модел мора обухватити све особине система које су битне за проблем који се решава.

Ово је доста сложен захтев и он се уобичајено решава у интеракцији са фазом идентификације и формулације проблема. Добро формулисан проблем релативно је лако превести у одговарајући математички модел и обратно.

У највећем броју случајева примене метода ОИ као модел проблема, који је потребно решити, јавља се математички модел са циљем налажења његовог најбољег (оптималног) решења.

Да би се могло говорити о проблему избора најбољих решења (проблем оптимизације) мора постојати следеће:

- могућност избора између више различитих решења,
- критеријум на основу којег ће се упоређивати квалитет појединих решења,
- ограничења која морају бити задовољена.

Проблем избора најбољих решења може, а и не мора бити постављен у математичком облику.

6.5.5. Систематизација метода операционих истраживања

Широка примена операционих истраживања приликом решавања разноврсних проблема у индустрији, економији, војсци, администрацији, грађевинарству, геодезији, пољопривреди, итд.

иницирала је дефинисање великог броја метода прилагођених појединим специфичним потребама.

Проблеми који се решавају методама операционих истраживања деле се, у односу на могућност математичке формулације, на :

- добро математички структуриране проблеме и
- слабо математички структуриране проблеме.

За формулацију и решавање добро математички структурираних проблема користе се математичке методе, док се за слабо структуриране проблеме користе хеуристичке и експертне методе.

Математичке методе се одликују строгим формулацијама и тачношћу налажења решења и деле се на:

- детерминистичке и
- стохастичке методе.

Детерминистичке методе су такве методе у којима су вредности свих параметара у математичком моделу и решења проблема (вредности променљивих у функцији критеријума) одређени са потпуном вероватноћом.

У ове методе спадају следеће методе математичког програмирања:

- линеарно програмирање,
- нелинеарно програмирање,
- динамичко програмирање,
- целобројно програмирање и
- мрежно програмирање.

Стохастичке методе су такве методе у којима се вредности бар једног параметра или променљиве у математичком моделу процењује са одређеном вероватноћом (случајне или стохастичке величине). У ове методе спадају:

- стохастичко програмирање,
- теорија случајних процеса,
- теорија масовног опслуживања (редови чекања),
- теорија залиха,
- методе симулације (Монте Карло методе),
- теорија поузданости система и друге.

Стохастичке методе се често решавају применом детерминистичких метода.

Хеуристичке методе се користе за решавање оних проблема за које се не могу формулисати математички модели, или су толико компликовани да се не могу решити у реалном времену и уз помоћ рачунара. Решавање проблема се састоји у налажењу скупа правила званих хеуристике, која се могу употребити за изналажење задовољавајућих решења, која не морају бити оптимална. Хеуристичке методе се ослањају на интуицију, креативност, знање и искуство истраживача. Хеуристике се користе за формирање математичког модела и тражење решења применом аналитичких, нумеричких или метода симулације.

Експертне методе се користе за налажење решења сложених и математички слабо структурираних проблема, чији се параметри не могу одредити на основу статистичких или експерименталних података. Ове методе се базирају на субјективним оценама могућих решења од стране експерата.

Приликом решавања практичних задатака некада је потребно да математички модел садржи више од једне функције циља; треба остварити више циљева уз дефинисане услове ограничења. Овакви проблеми се решавају методама вишекритеријумске оптимизације.

6.5.6. Системски приступ уређењу земљишне територије

Земљишна територија је по својим својствима веома комплексан и динамичан политички, економски, пољопривредни, социјални, етнички, еколошки, природни, водни, саобраћајни систем који представља интегрални део ширих просторних целина, попут регионалних, националних и интернационалних. Из тих разлога је неопходно користити системски приступ у процесу његовог

стратешког и просторног планирања, пројектовања уређења и заштите, као и код имплементације тих пројеката.

Системски приступ у процесу дефинисања руралне средине, одрживих пројектних решења, високог квалитета пројеката као и самог процеса пројектовања, је основни услов за успешан развој, примену, праћење и контролу одрживих стратешких и других пројеката.

Како би се постигли ови циљеви кроз процес имплементације стратешких пројеката, веома значајан моменат у планирању, рурална средина се дефинише кроз своју:

- 1) *структуру* - као што су: становништво, пољопривредна газдинства и земљиште, сеоска насеља, кућишта, атар, инфраструктура, грађевински фонд, зелене површине, објекти од историјског значаја, археолошка налазишта, природне заштићене зоне, еко-системи, воде, шуме, клима и др.
- 2) *процесе* - као што су: рад, становање, пољопривредна производња, рекреација, туризам, размена материје и енергије и др.
- 3) *улазне компоненте* - у облику енергије, репроматеријала, новца, руралне политике, законодавства, итд. и
- 4) *излазне компоненте* - које чине: производи, услуге, отпадне материје, емисија гасова, промене у животној средини, итд.

За свако деловање у сеоском простору неопходно је стећи реалну слику о њему. Добијена реална слика даје нам могућност да јасно дефинишемо све оне критичне делове система које желимо да мењамо у циљу постизања оптималног развоја, уређења, садржаја, структуре и квалитета руралне средине. Овакав приступ у доношењу одлука за будућност које треба свеобухватно да промовишу потенцијале и нове функције сеоског простора, у многоме може допринети неутрализацији глобалних и локалних политичких утицаја на планирање и развој руралне средине.

Наведене компоненте руралног система, заједно са одрживим и квалитетним пројектним решењима, су кључни критеријум за планирање и обликовање руралне средине. Они такође чине основу за дефинисање система за праћење, контролу и управљање руралном средином у циљу одржавања постигнутих циљева.

Тако постављен модел за стратешко планирање руралне средине омогућава интегрално управљање руралном средином, у циљу промовисања њеног будућег развоја базираног на принципима одрживог развоја као и на реалним капацитетима за развој. Будући кораци у моделирању руралне средине се односе на успостављање програма активности кроз примену низа стратешких пројеката као што су конзервација и ревитализација културне баштине и руралних предела, традиционалног градитељства и традиционалне сеоске структуре као основе за еколошки начин живота, уређење земљишта, шума, насеља, инфраструктуре, становање, туризам итд.

Јасно дефинисани елементи руралног система, заједно са својим карактеристикама са једне стране, а који се ослањају на принципе одрживог развоја и захтеве стандарда за високим квалитетом пројектних решења, подржани алатима за праћење, контролу и корекцију у процесу примене стратешких пројеката, чине интегрални модел за одрживо стратешко рурално планирање простора.

6.5.7. Подсистеми код комасације

За ваљано уређење сеоске територије комасацијом неопходно је применити системски приступ код планирања пројектовања и реализације радова, као и код каснијег одржавања трајних система који се том приликом стварају.

Када се комасација дефинише као свеобухватни процес (поступак) уређења сеоске територије на комасационом подручју се могу, између осталих, издвојити неколико најважнијих подсистема који чине основу уређења и заштите:

1. Водни подсистем кога чине све воде и објекти у функцији вода,
2. Саобраћајни подсистем кога чине све саобраћајнице и путеви, објекти и сигнализација на њима,
3. Урбанистички подсистем који чине поступци и мере везане за уређење сеоских и других насеља,
4. Заштитно-еколошки подсистем кога чине све мере и објекти који су у функцији заштите пољопривредног и осталог земљишта и животне средине,

5. Геодетски подсистем кога чине сви поступци и активности везани за пројектовање и реализацију геодетских радова, расподелу комасационе масе, устројавање и одржавање јавне евиденције о непокретностима.

Сви побројани подсистеми могу се посматрати и оптимизирати сепаратно као делови глобално дефинисаног система сеоског простора. Такође се могу даље рашчлањивати на већи број подсистема погодних за моделирање и оптимизацију.

Када говоримо о уређењу пољопривредног земљишта у поступку комасације за димензионисање, облик, оријентацију и положај нових парцела веома су важни водни (наводњавање и одводњавање), саобраћајни (путна мрежа), заштитно-еколошки подсистем и геодетски подсистеми.

У оквиру сваког од побројаних подсистема у комасацији реализују се бројне активности, инвестициони и други радови. У оквиру сваког од подсистема указује се потреба за савременом, односно оптималном организацијом реализације радова, што захтева примену познатих оптимизационих метода операционих истраживања.

Организација радова обухвата уговарање, планирање свих послова, обезбеђивање људских, материјалних и финансијских ресурса и надзор извођења радова.

Основна карактеристика радова је велика разноврсност, чак и када се ради о истом скупу радова, њихова организација и извођење је различито, јер су различити теренски и други услови извођења конкретних радова. Израда пројекта организације радова захтева претходно проучавање свих услова под којима ће се радови изводити. Затим треба решавати неколико задатака оптимизације: избор изворишта материјала и енергије, избор методе рада и технологије, избор механизације и опреме. Код решавања постављених задатака неопходно је размотрити следеће фазе планирања (Оприцовић, 1998) радова:

- детаљно упознавање инвестиционо-техничке документације,
- израда списка позиција радова (на бази предмера),
- спецификација потреба у радној снази, материјалу и механизацији,
- утврђивање редоследа радова,
- прорачун времена трајања сваке врсте рада,
- утврђивање динамике извођења радова,
- контрола и евиденција извршења радова.

Најпознатије методе планирања у организацији радова су мрежно планирање, метода критичног пута (СРМ), Pert метода за процене и испитивање пројекта. Развијене су и методе за једнокритеријумску оптимизацију, које се заснивају на примени линеарног програмирања или методи транспортног проблема.

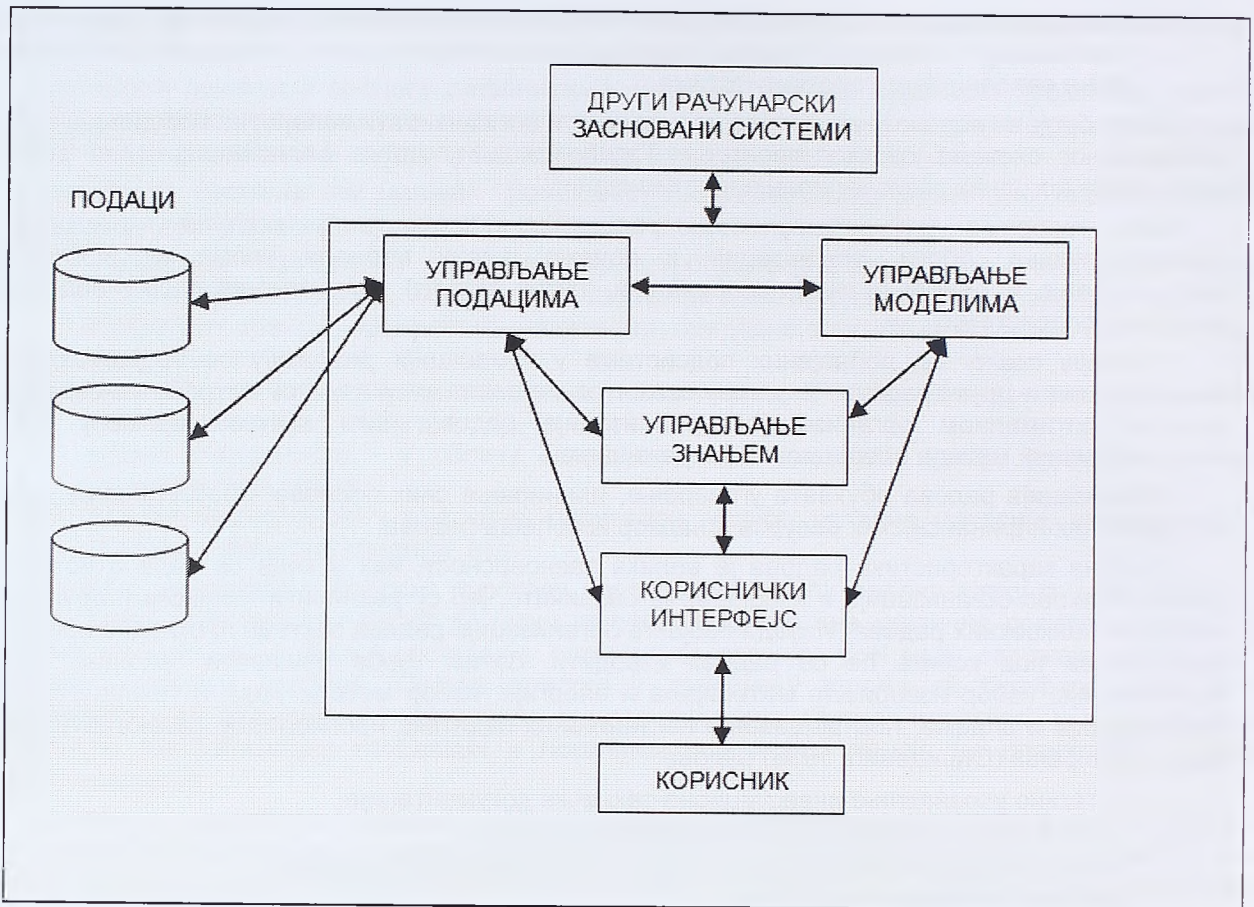
Генерисање алтернатива организације радова је сложен процес јер треба разматрати више различитих ресурса и радова, као што су:

- врсте и количине материјала, енергије и других ресурса,
- методе и технологије грађења за поједине позиције радова,
- одговарајућа механизација и опреме,
- динамика утрошка материјала, финансијских средстава, ангажовања механизације и радне снаге,
- припремни радови,
- надзор реализације пројекта.

Врста и квалитет појединих материјала могу бити прописани техничким условима главног пројекта. Овде се јавља проблем набавке и транспорта материјала на оптималан начин, уз услов да се обезбеди тражени квалитет производа.

Метода рада представља начин на који се то може извршити. За сваку врсту рада могуће је више начина извршавања па се јавља проблем избора методе рада или грађења. Уз избор методе обично "иде" и проблем избора технологије (технолошког процеса). Технолошки процес представља начин и редослед операција и поступака одређене врсте рада. Избор методе и технологије је у вези и са избором механизације и опреме.

Решавање проблема избора механизације и опреме полази од ширег или расположивог избора. Код решавања ужег избора важно питање је усклађивање учинка свих појединих уређаја и машина које учествују у једном технолошком процесу.



Слика 6.4. Глобална шема информационог система за подршку доношењу одлука код комасације

Критеријуми за вишекритеријумску оптимизацију могу бити:

- економски: трошкови материјала, енергије, механизације и радне снаге;
- временски: трајање свих пројектованих радова, трајање одређене (специфичне) врсте рада;
- поузданост: поузданост рада опреме и машина, обезбеђеност извора материјала;
- специфични: квалитет извођења одређене врсте рада, динамика извођења одређеног посла у специфичним условима.

Вредности економских критеријумских функција се одређују економским моделима, полазећи од утврђених јединичних цена по појединим позицијама радова. Време извођења и трајања специфичних активности одређују се мрежним планирањем (Оприцовић, 1998). Поузданост реализације (грађења) се одређује на основу "спецификације" машина и опреме, на основу статистичких показатеља извршавања сличних радова или субјективним оцењивањем од стране искусних учесника у планирању организације појединих радова.

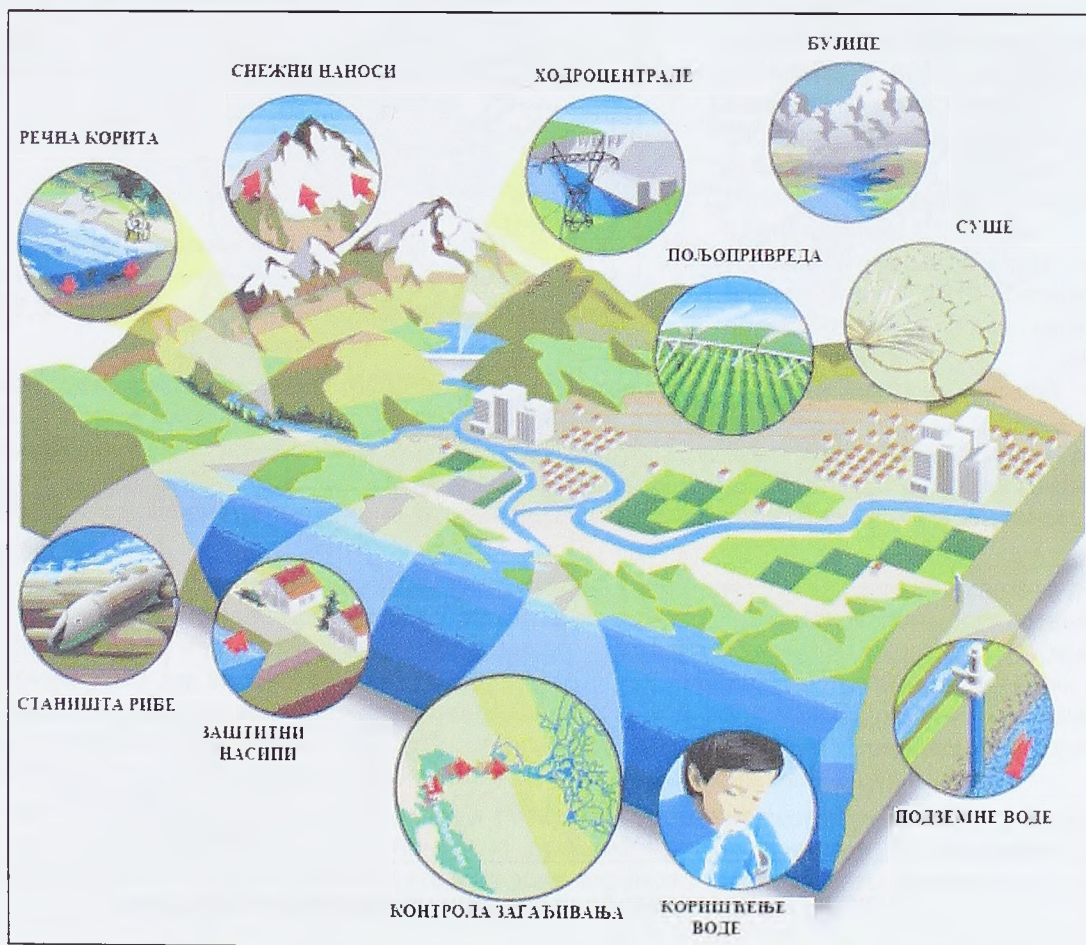
За подршку одлучивању код комасације неопходно је формирати информациони систем чија је глобална шема приказана на Слици 6.4.

7. ПРОЈЕКТОВАЊЕ И ОПТИМИЗАЦИЈА ВОДНИХ ПОДСИСТЕМА

7.1. Увод

Ради стварања услова за рационално коришћење и употребу вода, заштиту квалитета вода и заштиту од штетног деловања вода граде се водни (водопривредни) системи, који спадају међу најсложеније људске творевине. Њихова изградња, одржавање и погон захтевају веома висока средства која у значајној мери оптерећују друштвену економију. Да би се ови трошкови минимизирали неопходно је да се код планирања развоја, изградње и управљању водопривредним системима примењују оптимизационе методе операционих истраживања којима се стварају услови за доношење најважнијих одлука. Такви приступи захтевају целовито и свеобухватно вредновање карактеристика хидролошког режима вода и система.

Захваљујући природним чиниоцима који дефинишу режим вода и разним антропогеним утицајима на модификацију појединих елемената режима, количине и квалитет вода варирају у времену и простору. Ова особина вода је детерминирајући фактор за планирање и спровођење свих радова и активности на води којима се обезбеђују услови за разне видове коришћења и употребе вода, за заштиту квалитета воде и за заштиту од штетног деловања вода. Сходно томе, трошкови изградње хидротехничких објеката у великој мери зависе од природних карактеристика вода и од антропогених утицаја на њу.

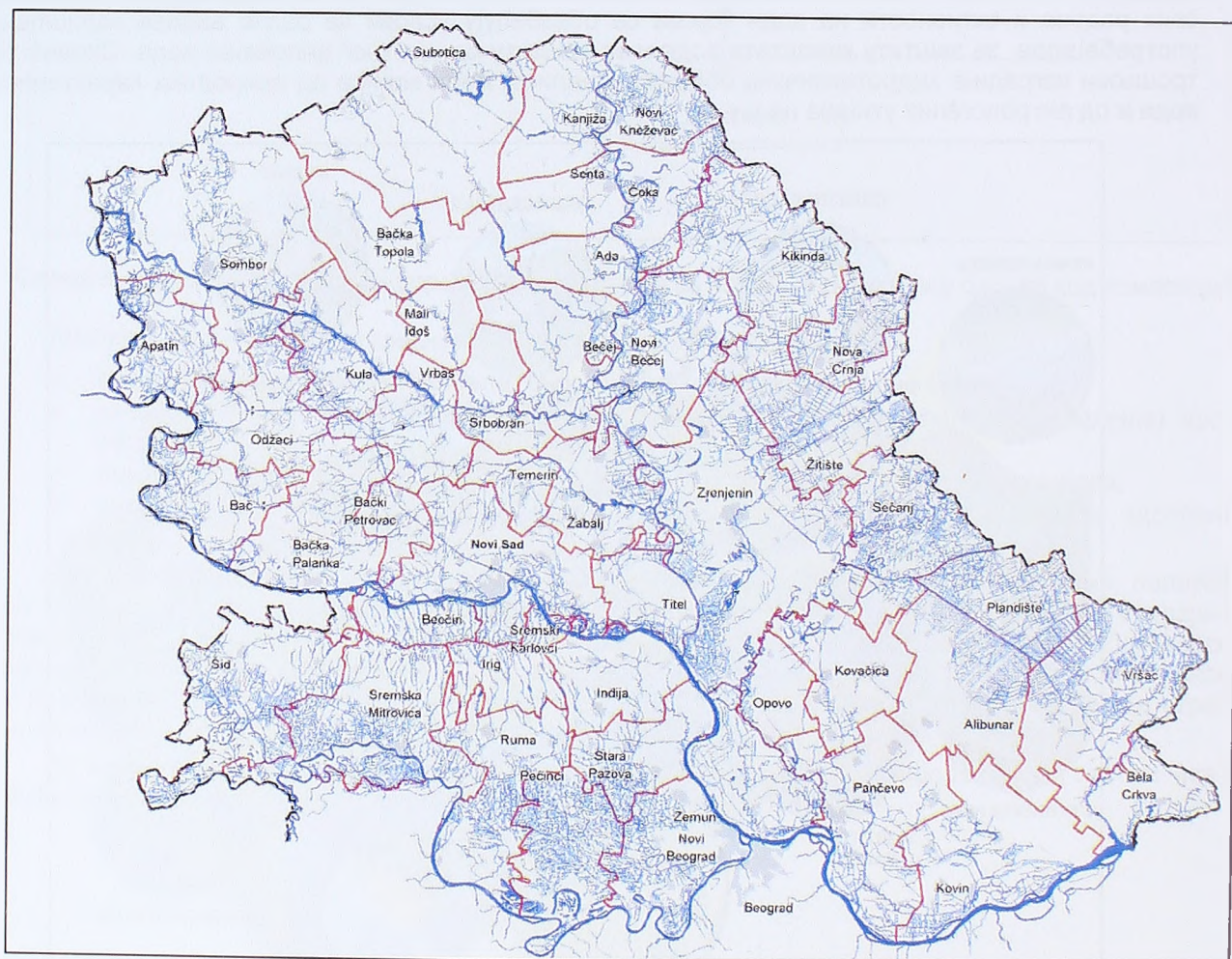


Слика 7.1. Шематски приказ вода и водних система на земљишној територији

Водни систем на земљишној територији обухвата све воде и грађевине у њиховој функцији (Слика 7.1). Водопривредне делатности се групишу на следеће области и гране:

- 1) *коришћење вода* које обухвата: снабдевање становништва, снабдевање индустрије, наводњавање, коришћење водних снага – хидроенергетика, пловни путеви, рибарство, експлоатација шљунка и песка из водотока, рекреација, туризам и спортови на води, специјални корисници нпр. војска;
- 2) *заштита од штетног деловања вода* која обухвата: (уређење сливова, конзервација земљишта и вода, заштита од ерозије и уређење бујица, регулације река и уређење обала, одбрана и заштита од поплава, канализацијски одвод атмосферских вода у урбаним срединама, одводњавање пољопривредних површина, уређење стајаћих вода);
- 3) *заштита вода* која обухвата: канализацијски одвод отпадних вода насеља и индустрије, прочишћавање отпадних вода, поправљање режима малих вода, заштита акватичних екосистема и њихове околине,
- 4) *управљање и газдовање водама и водна политика* која обухвата: планирање развоја воднопривреде, управљање потрошњом и свим облицима кориштења вода, управљање системима заштите од штетног деловања вода, управљање системима заштите вода, водно право и правна заштита вода, вођене водопривредне политике земље, међународна водна политика и сарадња.

Водни системи могу да имају веома сложену структуру, тако да се ради ефикаснијег проучавања, изградње, контроле и искоришћавања деле на подсистеме према намени. Најкомплекснији водопривредни системи у Србији који су у функцији пољопривреде налазе се на територији Војводине (Слика 7.2).



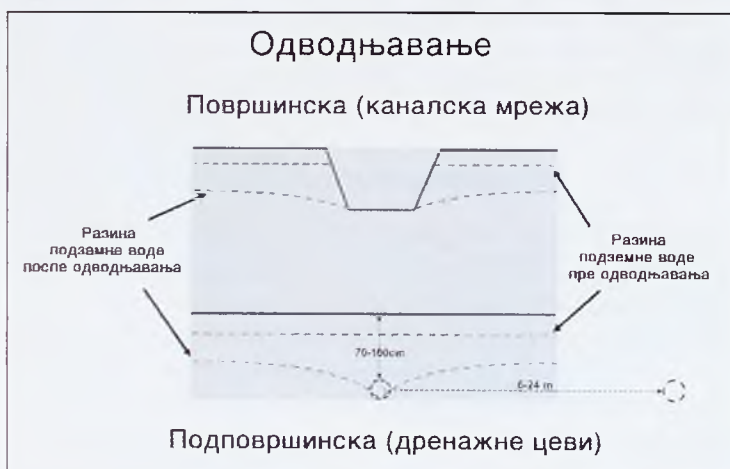
Слика 7.2. Водопривредни системи на територији Војводине

Када се говори о водама на земљишту подразумевају се воде које доспевају на пољопривредно земљиште и служе за одвијање биљне и животињске производње, те стајаће и текуће воде као станишта животиња које су предмет пољопривредног узгоја или улова. Биланс воде представља посебним поступком утврђене количине воде које доспевају, изађу или се задрже у једној области у одређеном временском раздобљу. Вода доспева путем падавина, површинским дотоцима или подземним путем. Излаз воде из појединог подручја је последица

испаривања из земље, кроз биљни покривач те подземним отицањем воде. Режим вода представља промене до којих долази у билансу вода. Човек може успешно утицати на биланс и режим вода захватима којима је циљ сачувати влагу у земљишту (правилна обрада земљишта; одржавање сврсисходног плодореда; одржавање плодности земљишта; спречавање стварања покорице) и захватима којима је циљ решавање проблема недостатка воде, неповољног распореда или вишка воде – (наводњавање; одводњавање; обрада од поплава – тј. хидромелиорација).

7.2. Одводњавање пољопривредног земљишта

Одводњавање се спроводи на површинама где се повремено или стално јавља вишак вода, са задатком да се оне уклоне јер такве воде превлажују земљиште и тако онемогућавају или ограничавају биолошке услове за пољопривредну производњу и отежавају извођење потребних агротехничких мера. Одводњавањем се побољшава водно-ваздушни режим земљишта, обезбеђује се дубље продирање кореновог система и боље коришћење хранљивих материја (Ђоровић, 1995). Одводњавање на угроженом подручју је најважнији део уређења земљишта, а спроводи се путем отворених канала или дренажних цеву (Слика 7.3).

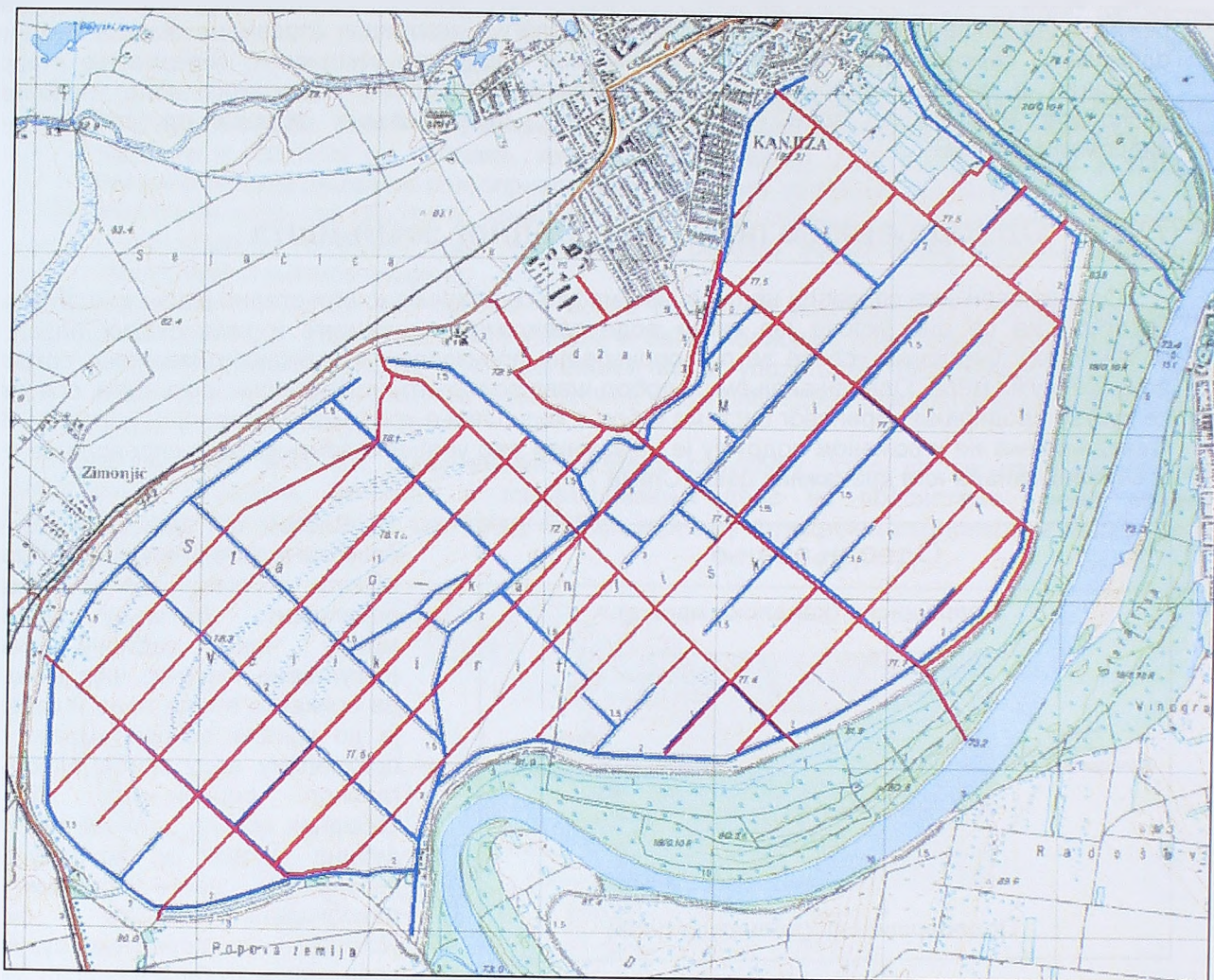


Слика 7.3. Илустрација начина одводњавања каналима и цевима

(дренажне цеву) или у облику бунара. Када се користе отворени канали, њихове трасе се постављају према конфигурацији терена, (по најнижим деловима), без обзира на границе парцела, што доводи до новог уситњавања поседа. Ако се трасе канала постављају према границама поседа, повећава се обим радова, а истовремено смањује функционалност система (Бенка, 1996). На Слици 7.4 приказана је изграђена мрежа канала за одводњавање на комасационом подручју Кањижа.

Мрежа канала за одводњавање је један од главних елемената комасације, која уз путну мрежу представља основу за нову организацију земљишне територије и расподелу нових поседа. Узрок појаве великог броја парцела неправилног облика у комасацији је најчешће каналска мрежа, која је испланирана тако да задовољи само своју намену. С обзиром да неправилан облик парцеле представља кочницу за рационално коришћење савремене пољопривредне технике неки делови земљишта неправилног облика се могу искључити из пољопривредне производње и користити за формирање биотопа дивљих биљних и животињских врста или за неке друге потребе.

Формирање парцела оптималне величине и правилног геометријског облика може се постићи ако се уместо отворених канала користи цевна дренажа. Цевна дренажа је савремена и веома успешна мера за уклањање сувишних вода из зоне кореновог система пољопривредних култура.



Слика 7.4. Одводњавање отвореним каналима на комасационом подручју Кањижа

7.3. Наводњавање пољопривредног земљишта

Један од значајних ограничавајућих фактора у производњи хране је недостатак влаге у обрадивом земљишту, који се јавља у вегетационом периоду, посебно у сушним годинама. Овај проблем се решава наводњавањем. Светска искуства показују да развој наводњавања одиграо пресудну улогу у повећању пољопривредне производње и обезбеђењу потреба у храни за светско становништво, које се у току XX века убрзано повећавало. У истом периоду је наводњавање у свету доживело велики развој, јер су од 50 милиона хектара, на почетку XX века, површине под системима за наводњавање повећане на 250 милиона хектара.

Савремени приступ наводњавању, подразумева велике промене у целом аграрном сектору и државној политици у пољопривреди. Неопходно је створити такве оквире да се наводњавање рационално уклопи у цео систем пољопривредне производње и постане битан фактор развоја аграрног сектора.

У оквиру разматрања потреба за наводњавањем и природних услова за развој наводњавања, треба размотрити основне климатске факторе, као и земљишне и водне ресурсе. На пример, Србија има неповољан режим падавина (од 100 година, само је 17 са повољним режимом, 32 године су са вишком и 51 са мањком падавина), изражене климатске промене (израженији екстреми - сушне и водне године) и велику неуједначеност падавина (најмање падавине су у равничарским пољопривредним пределима). Од 5.9 милиона хектара пољопривредних површина (обрадиво земљиште: 4.7 мил. ha, оранице: 3.7 мил. ha за наводњавање је погодно 3.6 милиона

хектара. Водни ресурси су повољни јер има довољно природних водотокова, хидросистем Дунав-Тиса-Дунав и одређен број великих и малих акумулација.

У Србији су до сада изграђени системи за наводњавање за површину од 188 000 ha (на Косову и Метохији још 120 000 ha), док је тренутно је у функцији само на 30 000 ha (мање од 1% расположивог земљишта). Томе је допринео свакако неповољан општи економски положај пољопривреде, недостатак финансијских средстава за одржавање и погон система, проблем пласмана производа итд. Снабдевање водом постојећих система за наводњавање реализује се са регионалних хидросистема за 60 000 ha, природних водотока за 55 000 ha и акумулација за 5 000 ha. Унапређење наводњавања стављено је у један од приоритета националне политике привредног развоја Србије. У том смислу, неопходно је разматрање природних ресурса за развој наводњавања, као и техничких, економских и социјалних услова за планиране активности у овој области. Са тог аспекта, планови развоја наводњавања се морају посматрати у контексту укупног унапређења пољопривреде.

Потребе развоја наводњавања у Србији и динамика изградње иригационих система разматрани су Просторним планом Републике Србије и Водопривредном основом Републике Србије. Просторним планом Републике Србије предвиђена је ревитализација постојећих система за наводњавање, као и изградња нових система на земљиштима I и II катастарске класе погодности за наводњавање. Водопривредном основом Републике Србије Србије (U-5) је дата дугорочна пројекција развоја наводњавања до 2020. године. Планирана је динамика развоја са просечним годишњим темпом изградње нових система од 16 000 ha, у периоду од 2000. - 2010. године, односно, од 22 000 ha, у периоду од 2010. - 2020. године. Према овим плановима, до 2020. године би требало да површине под системима за наводњавање у Србији обухватају 765 000 ha.

7.3.1. Начини наводњавања

Бројни начини наводњавања који су се развили током времена могу се сврстати у четири методе:

- површинско наводњавање (потапањем, преливањем, заливањем по браздама),
- подземно наводњавање (субиригација),
- наводњавање кишењем,
- локално наводњавање.

Површинско наводњавање најчешће је примењивана метода наводњавања у светским размерима. Готово 60% наводњаваних површина примењује ову методу. Главна карактеристика овог наводњавања је да вода у танком слоју стагнира или тече по површини терена, те инфилтрирајући се у земљиште до дубине развоја кореновог система обезбеђује воду за њен нормалан раст и развој. Вода се до наводњаване површине доводи најчешће гравитацијом, али је могуће и довођење под притиском.

Подземно наводњавање или субиригација је метода где се вода доводи отвореним каналима и/или подземним цевима, те инфилтрирајући се у земљиште и дизањем услед капиларних сила обезбеђује воду у зони ризосфере.

Наводњавање кишењем је метода која се почела уводити с развојем уређаја и пумпи и распрскивача, почетком прошлог столећа. Ова напреднија техничка опрема омогућила је довођење воде на наводњавану површину симулирајући природну кишу. Вода је у систему кишења под притиском те излазећи кроз млазницу прска земљиште и/или биљке.



Слика 7.5. Уређаји за наводњавање кишењем

Локално наводњавање (кап по кап, минираспрскивачима) је метода којом се вода под мањим притиском доводи на пољопривредну површину где се влажи само један део укупне површине. Влажи се само место где се развија главна маса корена. Највише се користи у подручјима где су залихе воде за наводњавање ограничене.

Унутар наведене четири методе има више начина и система наводњавања. Површинско наводњавање се, као најстарија метода, али и због специфичних захтева културе (нпр. пиринач), у светским размерима најчешће примењује. Међутим, у пољопривредној пракси развијених земаља чешће се примењују начини и системи кишења и локализованог наводњавања. Ове две методе углавном се примењују и у пољопривредној пракси у Србији.

7.4. Пројектовање хидросистема кроз процес комасације

Најрационалнији и најсврхисходнији начин изградње мелиорационих система на земљишној територији је када се они реализују кроз процес комасације. Спровођење хидромелиорационих радова захтева површине за објекте овог система, као што су: бране, уставе, акумулације, насипи, канали, црпне станице и др. Када се користи експропријација долази до пресецања парцела новопроектованим објектима, појаве великог броја парцела неправилног облика, а јављају се и тешкоће имовинско-правне природе. Решавање свих ових проблема је најједноставније и најрационалније кроз комасацију. Када се пројектује систем за наводњавање у комасацији могу се формирати нове парцеле које су по својим димензијама и облику прилагођене расположивој опреми за наводњавање и специфичним условима за пољопривредну производњу у условима наводњавања.

Систем за наводњавање и одводњавање треба повезати са анализом различитих решења, а у циљу добијања оптималног. Посебно место у овој анализи има усклађивање са мрежом пољских путева. На пример, да би се применио заливни систем, уобичајених кишних крила од 400 m, најповољније је да димензије табли са парцелама породичних газдинстава буду 1000x400 m². Одстојање између канала за одводњавање и/или одводњавање и пољског пута треба да буде такво да обезбеђује безбедан саобраћај. Ширина овог појаса зависи од категорије пута, износи од 3-5 m и може се искористити за подизање дрвореда или пољозаштитних појасева, као линијских елемената аграрних предела (Гостовић, 1989a).

Елиминисање негативних ефеката густе (велике) каналисаности код одводњавања постиже се дренажним системима, који су скупљи у односу на отворене канале али не заузимају земљиште (отворени канали заузимају од 2-3% површина).

Интересантно је размотрити могућност и потребу изградње двоенаменских хидросистема. Под двоенаменским системима мисли се на системе у којима се мреже мелиоративних канала употребљавају за наводњавање обрадивог земљишта у периодима када су изражени мањкови воде. Другим речима, канали са примарном функцијом одводњавања користе се и за наводњавање, уз минималне додатне техничке, финансијске и друге захвате. Примера каналске мреже са вишенаменском улогом има на више великих комплекса широм Баната, у приобаљу Дунава (подручја Панчево-Ковин, Панчевачки рит), Саве (Мачва, Срем) и др.

Ефикасан рад система за вишенаменском функцијом мора да обезбеди оптимално усклађивање рада црпних станица и објеката на каналској мрежи, уз потпуну заштиту земљишта од потенцијалне опасности која настаје од секундарних процеса. То је посебно неопходно да се обезбеди на хидроморфним и халоморфним земљиштима, знатно заступљеним у Војводини, услед дејства неповољног режима подземне воде.

7.4.1. Усаглашавање мрежа канала са осталим пројектима

Под густином каналске мреже или каналисаности подразумева се дужина канала (m) на јединицу површине (ha). Она је последица већег броја чиниоца: земљишних облика, хидролошких, метеоролошких и економских. Каналисаност има поред мелиоративног значаја и велики утицај на пољопривредну производњу као и за уређење земљишне територије.

Сматра се да на јаче угроженим површинама благовремено 150 m с обе стране канала, односно кад је размак канала 300 m. За крајње растојање скупљања воде у сабирни канал, узима се растојање 400-500 m, тада је растојање сабирних канала 800-1000 m.

Каналска мрежа може бити различите густине, од неколико m/ha па до 40 m/ha (сматра се да је повећање густине преко 30 m/ha нерационално те је боље решење цевна дренажа). Међутим на густину путне мреже далеко већи утицај има диспозиција канала. У пракси се показало да

правилна каналска мрежа са густином канала од 42 m/ha повећава густину путне мреже за 11%. Неправилна мрежа са средњом густином канала, од 20 m/ha, знатно повећава густину путне мреже за 25%. Код правилне каналске мреже размак паралелних секундарних канала уједно представља и дужину парцела. Уопште узев, каналска мрежа повећава густину путне мреже за још 10-30%.

Поред каналске мреже у комасацији обавезно се разматрају и остали пројекти који су предвиђени просторним планом општине, који представља основ за њено уређење. Просторним планом су одређене функције појединих насеља у мрежи насеља, а затим се урбанистичким планом одређене границе грађевинског рејона насеља и површине потребне за њихов развој. Приликом пројектовања система каналске мреже и мреже пољских путева треба максимално настојати да се реализују ове поставке.

7.5. Оптимизација водних подсистема

Основни циљ управљања водама јесте обезбедити потребне количине воде и/или уредити режим вода уз задовољавање економских и социјалних критеријума као и критеријума очувања животне средине и природних карактеристика. Социјалним критеријумом вреднују се последице искоришћавања водних ресурса на друштво и појединца, што има значајну улогу у управљању водама.

Савремени приступи изградњи и одржавању водних система захтевају примену оптимизационих метода операционих истраживања код проналажења оптималних решења и доношењу важних одлука. Због своје сложености, а ради једноставнијег проучавања водни системи се декомпонују на подсистеме у оквиру којих је потребно постићи жељене циљеве уз уважавање присутних и незаобилазних ограничења. За моделирање реалног система најчешће се примењују методе вишекритеријумске оптимизације, где су циљеви обично у конфликтним односима. Ограничавајући ресурси су извор појава конфликтних циљева код планирања и управљања водопривредним системом. Такве конфликте треба разрешити у оквиру вишекритеријумске оптимизације, у ширем смислу. Њихов значај се не може установити пре оптимизационог поступка на различитим нивоима и у оквиру хијерархијског система одлучивања. На пример, у развоју вишенаменског водопривредног система свака намена може бити заступљена својом критеријумском функцијом у оптимизацији. Наравно да се и код једнонаменских система може јавити вишекритеријумски приступ. На пример, у систему заштите од поплава мере заштите могу бити пошумљавање, систем насипа и системи акумулационих језера и да свакој мери одговара једна или више критеријумских функција.

Примена вишекритеријумске оптимизације у неком региону или држави долази до изражаја када се планирају системи за читаве речне басене као најпогодније географске јединице за планирање коришћења и заштиту вода (Оприцовић, 1998). Речни басен се разматра преко подсистема који треба да буду уједињени физичким карактеристикама, економским, политичким и ширим интересима свеобухватног развоја.

Треба напоменути да на квалитет коначног исхода вишекритеријумске оптимизације утиче и квалитет генерисања варијаната. За квалитетно провођење вишекритеријумске оптимизације потребно:

- добро дефинисати, односно генерисати варијанте,
- примерено одабрати критеријуме по којима ће се варијанте вредновати,
- провести анализу међусобне зависности критеријума,
- одабрати поступак вишекритеријумске оптимизације која одговара типу проблема који се решава,
- провести вишекритеријумску оптимизацију,
- анализирати резултате и
- донети коначне одлуке.

Уз дужан опрез при провођењу наведених корака, примена вишекритеријумске оптимизације може бити врло користан и стога препоручљив алат за објективан избор могућих решења у подручју управљања водама. Може се закључити да су главни напори у вишекритеријумској оптимизацији везани за израду (генерисање) и вредновање алтернативних решења. Ти напори су различити за разне пројекте, који се пак разликују према наменама и проблемима који се решавају. Физички, еколошки и социјални елементи и ефекти се разликују од једне до друге локације. Због тога, скуп алтернатива и скуп критеријума су специфични за конкретан водопривредни систем који се разматра.

На пример, (Оприцовић, 1998) најчешће намене водопривредног система са акумулацијама су: хидроенергија, водоснабдевање насеља и индустрије, наводњавање, пловидба, заштита од поплава, рекреација, риболов и лов, квалитет воде. Оптимизација водопривредног система се разликује за поједине акумулације зависно од намене, локације и других услова. Хидроенергија произведена у хидроенергетском систему може бити релативно мала (за енергетски систем) али је

значајна у задовољавању потреба унутар система. Хидроелектране већину времена раде у "пик" режиму, али такав режим је у конфликту са другим наменама. Потребе за водоснабдевање и наводњавање се задовољавају захватањем воде из језера. Управљањем за квалитет воде обезбеђује се минимално испуштање воде из (узводне) акумулације за одржавање стандарда у стању квалитета воде на низводним профилима. Управљањем за пловидбу обезбеђује се довољна дубина за пловидбу током године. Циљ заштите од поплава је смањивање нивоа реке, испод нивоа плављења, у време великих вода. За ову намену акумулације имају резервисани простор, тако да ниво воде у акумулацији не сме бити изнад "граничног нивоа" за неко дуже време. Интерес намене "рекреација" је да нивои воде у акумулацијама мора да су што је могуће сталнији, или да испуштања из акумулације буду што је могуће сталнија у сезони рекреације. Управљање за намену "риболов" се састоји у контроли нивоа у акумулацијама у време када се рибе мресте и у контроли истицања ради минимизирања страдања риба. Да би водопривредни систем испунио једну или више намена потребно је изградити одговарајуће објекте. Основни објекти једног система за наводњавање су водотоци, акумулације, канали, мостови, пропусти, чепови, сифони, степенице, облоге за заштиту од ерозија, уставе и сл).

ОБЈЕКТИ	НАМЕНА									
	ХИДРОЕНЕРГИЈА	ВОДОСНАБДЕВАЊЕ	НАВОДЊАВАЊЕ	ТЕРМОЕНЕРГИЈА	ПЛОВИДБА	КВАЛИТЕТ ВОДА	РЕКРЕАЦИЈА	ЗАШТИТА ОД ПОПЛАВА	ОДВОДЊАВАЊЕ	КАНАЛИСАЊЕ
Бране	•	•	•	•	•	•	•	•		
Преливи		•	•	•	•	•		•		•
Затварачи	•	•	•	•		•		•		•
Водозахвати		•	•	•		•				
Цевоводи	•	•	•	•					•	•
Канали	•	•	•	•	•			•	•	•
Пумпне станице		•	•					•	•	•
Резервоари		•								
Расхладни торњеви				•						
Постројења ППОВ						•				•
Насипи								•		•
Пристаништа и марине					•		•			
Преводнице					•					
Радови и мере		•	•		•	•	•	•		•

Табела 7.1. Пример повезаности намене и објекта једног хидросистема

У Табели 7.1 приказана је повезаност намене и објекта једног већег водопривредног система са акумулацијом (Оприцовић, 1998). Овако сложени системи се са аспекта оптимизације могу посматрати кроз више циљева и алтернатива.

Генерисање алтернативних решења водопривредног система (Оприцовић, 1998) се врши варирањем броја, локације, величине и материјала објеката наведених у Табели 7.1. Следећа група параметара за генерисање алтернатива може бити: време изградње, динамика изградње објеката, као и захтевана поузданост испуњења дате намене водопривредног система, организација радова, и предвиђене мере (обавештавања, обучавања, наплаћивања) које могу утицати на решење водопривредног система.

Критеријумске функције се формулишу за сваки водопривредни систем који се оптимизира, јер скуп ових функција зависи од намене система и других захтева у вези конкретног система. У општем случају јављају се следећи показатељи ефеката система (Оприцовић, 1998):

- економски (трошкови, добити, динамика финансирања),
- технички (количине воде, енергија, нивои воде, поузданост, време изградње),
- субјективне оцене (изглед, амбијент, задовољство).

Вредновање алтернатива (варијантних решења) водопривредног система врши се према свакој критеријумској функцији из усвојеног скупа критеријума за дати систем. Користе се економске анализе, модели симулације и оптимизације према појединим критеријумима, поступци оцењивања (анкете, интервјуи, Делфи метода). Проблем планирања једног оваквог система може се решити применом динамичког програмирања у оквиру идејног пројектовања (Оприцовић, 1998).

Коришћење водних система за одводњавање и наводњавање захтева решавање вишедимензионалних повезаних задатака у домену планирања, организације, управљања, одржавања и развоја. Увек постоји конфликт међу циљевима и приоритетима код газдовања оваквим системима, на свим нивоима по вертикали и хоризонтално, врсти корисника, институција и предузећа надлежних за систем. Посматрани у ширем контексту, конфликти су део инхерентне структуре система и његове просторне и временске димензије. Сваку од димензија карактеришу скупови критеријума, подкритеријума и атрибута везаних, на пример, за велике инвестиције, скупу опрему, економско-технички климатски hazard, сложеност управљања у реалном времену и др. Препознавање конфликта и контраста критеријума данас се углавном постиже студиозним анализама груписаних категорија проблема и њихових архитектура, односно хијерархија повезивања тако да се омогући ефикасно доношење меродавних одлука.

На пример, за један мелиорациони систем (одводњавање и/или наводњавање) може се дефинисати следећи скуп критеријума и подкритеријума којима ће системи бити вредновани:

- радови и инвестиције,
- технички аспекти (пројектовање; имплементација; управљање),
- одржавање (инвестиционо; редовно),
- наплата накнада (потребна регулатива; могућност наплате; контрола наплате),
- ефекат на пољопривреду (локални; регионални),
- усаглашеност са саобраћајним системом (путном мрежом),
- секундарни ефекти (неповољни; повољни),
- мотивисаност (јавно водопривредно предузеће; корисници).

Претпоставимо да се за овако редукован опис система имплицира контекст двонаменског коришћења канала за одводњавање и наводњавање. Наравно, у другим случајевима контекст се може и проширити увођењем других релевантних информација о техно-економским карактеристикама појединачних система, диспозицији канала и система на комасационом подручју, о водопривредним предузећима задуженим за бригу о гравитирајућим каналима, систему наплата, управљивости и одржавању система, заинтересованости за надградњу и развој, итд.

На основу вредновања по свим критеријумима и подкритеријумима треба сачинити ранг листу алтернативних решења система и одабрати најповољнију за даљу обраду и евентуалну изградњу.

Проблеми одлучивања, изградње и управљања водних система на руралном (комасационом) подручју могу се свакако значајно унапредити уз подршку аутоматизованих (компјутеризованих) метода, техника и технологија. Механизме одлучивања треба подржати поступцима и методама које су доказане као подршка одлучивању.

8. ПРОЈЕКТОВАЊЕ И ОПТИМИЗАЦИЈА САОБРАЋАЈНОГ ПОДСИСТЕМА

8.1. Увод

Саобраћајни подсистем на земљишној територији чине категорисани и некатегорисани пољски путеви са изграђеним објектима и опремом, чија је основна функција обезбеђивање приступа појединим деловима земљишне територије (насељу, поседима и парцелама и путевима вишег ранга итд). У оквиру такве целине разликују се путеви по функцији, изграђености и другим карактеристикама.

Мрежу пољских путева у атару чине путеви изван изграђених подручја који обезбеђују приступ од насеља и других делова територије до појединих потеса и парцела. Иако мрежа чини једну целину, између пољских путева постоје разлике у начину коришћења и врсти корисника (за кретање моторних возила, пешака, стоке и др.). Према (Гостовић, 1989) мрежа пољских путева има оптерећење до 1500 возила дневно, са малим брзинама кретања и минималним геометријским параметрима. Пољски путеви могу бити са једном саобраћајном траком, када је дневно оптерећење мало (до 150 возила), док су путеви са две саобраћајне траке, са ширином коловоза од 5-6 m, резервисани за све врсте саобраћаја (Гостовић, 1989).

Изградња мреже пољских путева може бити усмерена ка развоју села или развоју пољопривреде. Мрежа пољских путева је резултат развојне политике пољопривредног подручја, кроз коју се реализују друштвено-економски и социјални планови. Овом путном мрежом реализују се делови просторног плана општине у области саобраћаја. Просторно трасирање и обликовање путева представља кључни корак у процесу пројектовања пољских путева јер се у њему обједињавају критеријуми који се односе на њихову функцију, конструкцију и облик.

Мрежа пољских путева са својим карактеристикама значајно учествује у укупним трошковима пољопривредне производње. Уколико је саобраћајна мрежа прилагођена потребама, а квалитет путне мреже задовољавајући, уз примену осталих утицајних фактора трошкови транспорта могу се знатно смањити, што директно смањује и укупне трошкове производње.

Трошкови транспорта у пољопривреди у Србији се крећу од 15-85% од укупних трошкова производње, најчешће износе између 50 и 60%. То зависи од врсте производа који се транспортује од квалитета и мреже путева као и других чинилаца (Симовић и др, 1993).

8.2. Врсте транспорта и машина у пољопривреди

Транспорт у пољопривреди треба посматрати као карику у производном ланцу и као такав је веома значајан. С једне стране утиче на ниво и структуру производње у пољопривреди, а са друге стране на удео транспортних трошкова у укупним трошковима производње који износе 30-50%.

Врста коловоза	Однос цена транспорта
Асфалт и бетон	1,00
Расквашен пут	1,36
Сув земљани пут	3,00

Табела 8.1. Однос цена транспорта у зависности од врсте коловоза

Према месту и удаљености, транспорт се у оквиру пољопривредне производње може поделити на:

- 1) транспорт на њиви,
- 2) унутрашњи транспорт,
- 3) спољашњи транспорт.

Транспорт на њиви обавља се под веома неповољним условима на самој парцели, растојања су кратка, најчешће до половине дужине парцеле. Цена овог транспорта је 2-4 пута већа од оног на путу. Однос цена транспорта у зависности од врсте коловоза (подлоге) приказана је у Табели 8.1.

Унутрашњи транспорт се одвија у границама атара. Карактеришу га: мање брзине, кратке релације превоза, вишеструки утовари и истовари и веће учешће кабасте робе.

Спољашњи транспорт се одвија на атару и ван њега. Има следеће карактеристике: број претовара је мали, терети су уједначени, брзине су веће, користе се углавном бољи путеви и одвија се на већим растојањима.

На основу извршених саобраћајних анализа дошло се до закључка да дефинисање елемената путне мреже зависи од врсте возила које се користе приликом обраде и транспорта. Ово се пре свега односи на ширину возила и саобраћајно оптерећење која та возила изазивају током кретања по путној мрежи.

Према организацији рада у предузећима и концепцији транспорта поједине врсте радних машина и транспортних средстава крећу се по путевима са следећим карактеристикама подлога:

1. Трактори велике снаге: компактна пољопривредна подлога, пољски земљани пут и пут у економском дворишту;
2. Комбајни за бербу пшенице и кукуруза: компактна пољопривредна подлога, пољски земљани пут и пут у економском дворишту;
3. Вучна возила и специјалне пољопривредне машине: компактна пољопривредна подлога, компактна подлога велике важности, пољски земљани пут и путеви у економским двориштима;
4. Трактори за транспорт са једноосовинским приколицама: компактна пољопривредна подлога, пољски земљани пут, путеви у економским двориштима;
5. Трактори за транспорт са двоосовинским приколицама: компактна пољопривредна подлога, пољски земљани пут, путеви у економским двориштима, локални пут и регионални пут;
6. Камioni са и без приколице: редовно на путевима у економским двориштима и јавним путевима, а изузетно: компактна пољопривредна подлога, пољски земљани пут;
7. Камioni за превоз контејнера: компактна пољопривредна подлога, пољски земљани пут и лутеви у економским двориштима и јавни путеви;
8. Возила за превоз трактора гусеничара: компактна пољопривредна подлога пољски земљани пут и путеви у економским двориштима и јавни путеви;
9. Трактори и гусеничари: компактна пољопривредна подлога, компактна влажна подлога, пољски земљани пут.

Кретање радних машина и транспортних средстава по наведеним путевима условљено је технолошким процесом рада и организацијом рада и пољопривредне производње. Радне машине у великом броју случајева излазе из оквира прописаних димензија за кретање по јавним путевима. Када су у агрегату са радним машинама ширина је још већа.

8.3. Класификација пољских путева

Путеви се могу поделити на локалне путеве (општи саобраћај на територији општине) и пољске (путеви за привредни саобраћај). Општи путеви повезују суседне општине и насеља у општини, а обухватају и путеве у самом насељу. Поред основне функционалне класификације, јављају се и специфичне које се заснивају на појединим доминантним критеријумима као што су: интензитет промета, конфигурација терена и сл. Интензитет промета, просечни годишњи дневни саобраћај добија се на основу континуалног бројања током свих 365 дана у години и представља средњу вредност дневног оптерећења у оба смера.

Пољске путеве можемо класификовати на више начина од којих је тзв. функционална класификација основна и у директној је вези са просторним развојем подручја. За пољске путеве могу се издвојити следећи функционални задаци: повезивање са насељем, повезивање са категорисаном путном мрежом, транспорт људи и опреме, сабирање појединачних саобраћајних токова, итд.

Пољски путеви су превасходно намењени пољопривреди, чине компактну мрежу у оквиру појединих делова атара, одвојени природним или вештачким објектима (водени ток, граница вегетације, канал, категорисани пут, железничка пруга и др.). Постављају се на граници природних вегетација (њива, шума, ливада, пашњак и др.). Интензитет промета на пољским путевима зависи

од годишњег доба, облика мреже и њене повезаности са јавним путевима, категорије пољских путева односно технолошког процеса и обима радова одређеним пољопривредним површинама.

Категорија пољског пута	Ширина пута	Намена пута
Главни пут	7-10 m	Повезује комплекс пољопривредних табли и поприма унутрашњи (ређе и спољни) саобраћај са сабирних и приступних путева према економским двориштима и насељу и обрнуто.
Сабирни пут	6-8 m	Поприма унутрашњи саобраћај са приступних путева и преноси га на главне или тврде путеве према економским двориштима или насељу и обрнуто.
Приступни пут	5-6 m	Служи за унутрашњи саобраћај и обезбеђује непосредни приступ на табле и парцеле унутар табле.
Локални пут	4 m а изузетно 3 m	Служи за унутрашњи саобраћај и непосредни приступ на табле и парцеле унутар табле.

Табела 8.2. Подела пољских путева према врсти и намени саобраћаја (P-13, 1997)

Пољске путеве, према функцији саобраћаја коју обављају, можемо поделити у четири категорије (Табела 8.2).

Основне карактеристике терена	Конфигурација терена		
	Равничаст	Брдовит	Планински
Висинска разлика у рељефу у дужини од 1 km пута	до 20 m	20-120 m	преко 120 m
Нагиб падина	до 1:10	1:10 до 1:3	преко 1:3
Набораност терена	незнатна	изражена	врло јака
Могући елементи трасе	избор слободан	избор делимично јаче ограничен	елементи пута минимални

Табела 8.3. Подела пољских путева према конфигурацији терена (P-13, 1997)

Пољски путеви према конфигурацији терена деле се на брдске и равничарске путеве. Оцена конфигурације терена за класификацију путева дата је у Табели 8.3.

Према томе, пољски путеви могу имати следеће подлоге:

1. Компактна пољопривредна подлога,
2. Пољопривредно земљиште,
3. Туцани застор,
4. Асфалтни или бетонски коловоз.

Код брдских пољопривредних путева подлоге су углавном добро носиве док су код равничарских путева слабе носивости.

На површинама под шумом и шумским земљиштем израђује се мрежа шумских путева, која пак има своје специфичности обзиром на параметре који се морају узети у обзир приликом пројектовања и реализације.

8.4. Облик и оријентација мреже пољских путева

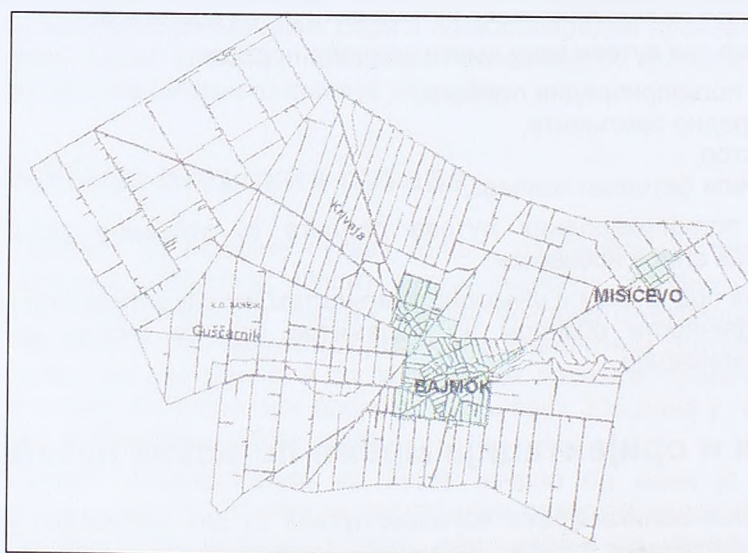
Најбоље решење облика мреже пољских путева су два међусобно управна система путева (Слика 8.1) са оријентацијом будућих парцела у оптималној зони. Оваква шема, тзв. ортогонална шема пољских путева, у пракси је позната као организација атара по систему правилних пољопривредних табли (правоугаоник, квадрат, трапез). Шема путева оваквог облика тешко се постиже због низа ограничавајућих фактора: конфигурације терена, облика, обима и распореда дугогодишњих засада, начина коришћења земљишта, положаја насеља у односу на КП, утицаја ветрова и др.

Предности ортогоналне шеме су: правилан облик пољопривредних табли, широка слобода у избору величине и дужине табле, равномерније коришћење саобраћајних веза и др. Иако има недостатака, као што су: невидљива хијерархија путева у мрежи, непрегледан и монотон саобраћај, увећана растојања од производних центара до парцеле, ортогонална шема пољских путева доминира при уређењу земљишта комасацијом.



Слика 8.1. Ортогонална шема путне мреже (Сефкерин)

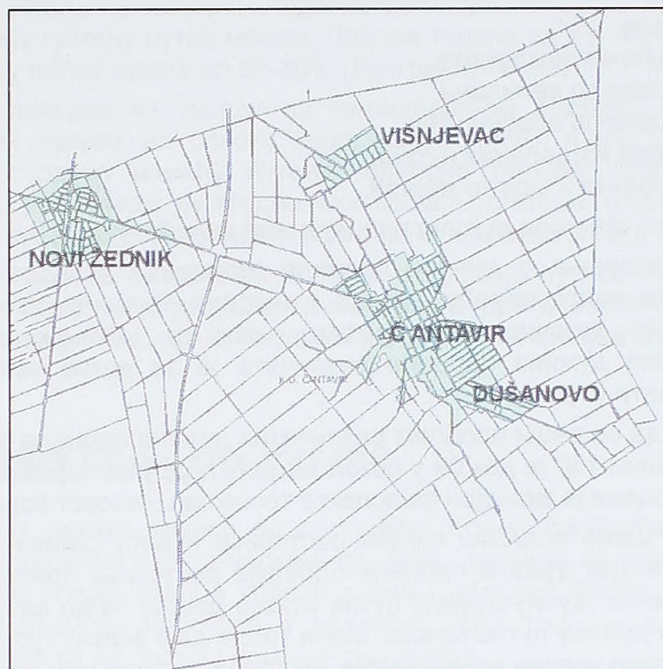
Осим ортогоналне мреже пољских путева у пракси се примењује и радијална мрежа (Слика 8.2) или комбинација радијалне и ортогоналне путне мреже (Слика 8.3). Дobre карактеристике ове мреже су: јасна подела атара на потесе, обезбеђена хијерархија путева, самосталност путне мреже сваког потеса (паралелни путеви на једнаким одстојањима), најкраће везе између насеља и атара и добре везе насеља са околним насељима. Лоше особине овакве мреже су: троугласти и трапезоидни облици пољопривредних табли, велика површина под путевима и неповољна оријентација дуже стране парцеле у односу на зону оптималних праваца.



Слика 8.2. Радијална шема путне мреже (Бајмок-Србија)

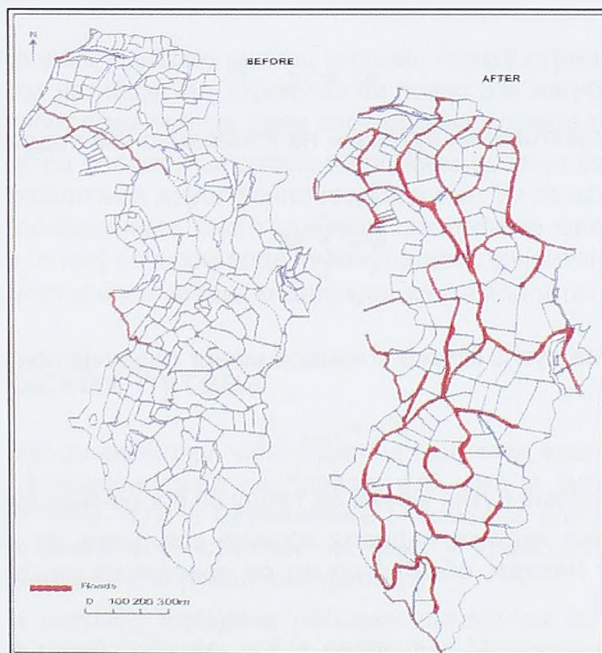
Предност ове шеме, због краћих одстојања, долази до изражаја у време великог обима и значаја транспорта у пољопривреди, док се проблем малих троугластих парцела може решити њиховим коришћењем за заштиту и унапређење предела (Гостовић, 1989а).

У брежуљкастим и брдовитим теренима облик мреже је условљен конфигурацијом терена, због чега није могуће постићи теоријски најбоља решења у погледу облика и величине пољопривредних табли (Слика 8.4). Избор облика путне мреже условљен је могућим ерозионим процесима на нагнутим деловима подручја, као и елементима заштите и уређења предела.



Слика 8.3. Комбинација радијалне и ортогоналне шеме путне мреже

Структура путне мреже треба да задовољи саобраћајне и економске критеријуме, да само поједини коридори обезбеђују саобраћајни ток и да постоји јасна хијерархија. Избором адекватне путне мреже (облик, густина, ширина путева) значајно се могу смањити укупни трошкови пољопривредне производње а њиховом добром оријентацијом и повећати приноси по јединици површине.



Слика 8.4. Карактеристичан облик путне мреже код комасације условљен конфигурацијом терена (пример са Кипра)

8.5. Густина путне мреже

Густина путне мреже неког подручја одређена је односом дужине путне мреже и површине коју мрежа покрива и изражава се у m/ha и зависи од:

- 1) дужине парцеле,
- 2) начина коришћења земљишта,
- 3) структуре поседа по величини,
- 4) структуре поседа по власништву,
- 5) постојеће мреже изграђених путева,
- 6) земљишних облика и мреже канала.

Од свих наведених фактора дужина парцеле има највећи утицај.

На основу истраживања о дужини парцеле (поглавље 4) одређена је оптимална дужина парцеле и оптимални однос између дужине и ширине парцеле. Увођењем различитих дужина парцела повећава се дужина путне мреже, чиме се умањује површина пољопривредног земљишта. Оптимална дужина парцеле различита је за разне величине парцела, због чега парцеле треба поделити у групе.

Један од начина да се реши проблем различитих дужина парцела је издвајање малих парцела до $0.5 ha$ у табле дужине $150 m$ док би у осталом делу подручја парцеле биле јединствене дужине. Оптимални облик парцела је значајан са аспекта трошкова њиховог коришћења.

Код ортогоналне шеме пољских путева растојање између сабирних путева одређује ширину пољопривредне табле док дужина парцеле одређује растојање приступних путева. У анализама утицаја ширине табле на укупну дужину путне мреже дошло се до сазнања да ширина табле има мали значај за укупну дужину путне мреже. Мале табле дају велику густину путне мреже. Због тога, површина табле, уколико услови дозвољавају, не треба да буде мања од $60 ha$ (Гостовић, 1989а).

За потребе планирања, укупна дужина путева w на комасационом подручју може се одредити на основу претходно срачунате минималне густине путне мреже w_0 , која је одређена изразом:

$$w_0 = \frac{10000 \cdot (l + \check{s}_T)}{l \cdot \check{s}_T} \quad (8.1)$$

где је: l – дужина парцела; \check{s}_T – ширина табле.

Дужина путева w_i за одређену групу поседа може се одредити на основу минималне густине w_{0i} и површине групе P_i :

$$w_i = w_{0i} \cdot P_i \quad (8.2)$$

док је укупна дужина пројектованих путева w на комасационом подручју одређена као збир дужина у појединим групама:

$$w = \sum_1^n w_i \quad (8.3)$$

где је n броја група.

Такође, укупна дужина путне мреже w комасационог подручја површине P_k може се одредити:

$$w = w_{0pros} \cdot P_k \quad (8.4)$$

где је w_{0pros} минимална густина путне мреже за таблу са просечним димензијама.

Наведени изрази важе када се парцеле користе као њиве, за које се обезбеђује пут са оба краја. Када су у питању ливаде, обезбеђује им се приступ са једног краја, а минимална густина путне мреже одређена је:

$$w_{0liv} = \frac{10000 \cdot (l + \check{s}_T / 2)}{l \cdot \check{s}_T} \quad (8.5)$$

На густину путне мреже велики утицај има густина и диспозиција канала. Када је каналска мрежа густине од $30 m/ha$ и већа, препоручује се, као рационалније решење, цевна дренажа на деловима комасационог подручја. Неправилна мрежа канала са средњом густином од $20 m/ha$

повећава густину путне мреже и до 25%, док правилна мрежа са густином од 42 m/ha повећавају густину путне мреже за 11%. Општи закључак је да мрежа канала за одводњавање и наводњавање повећава густину путне мреже, одређену изразима (8.3) и (8.4), од 10-30% (Гостовић, 1989), (Миладиновић, 1997).

Ова разматрања о густини путне мреже односе се на равничарске терене. Терени са већим нагибом такође повећавају густину путне мреже. Падови терена од 8% и учешће ливада и шума од око 30% повећава густину путне мреже од 25-30% (Гостовић, 1989а).

Стални објекти и дугогодишњи засади на комасационом подручју су задате величине за пројекат мреже пољских путева на основу којих се усклађују трасе и густина путне мреже. Теоријски одређено растојање између путева, односно густину мреже, треба повећати у зависности од: обима и распореда дугогодишњих засада, сталних објеката, рељефа терена и облика граница катастарске општине, грађевинског рејона и комасационог подручја.

Узимајући у обзир наведене разлоге за повећање, густина путева не треба да пређе износ густине путева у старом стању, а у крајњем случају да не пређе износ од 60 m/ha, а површина земљишта под путевима не треба да је већа од 3% од укупне површине комасационог подручја (P-13, 1997).

8.6. Оријентација пољских путева

Оријентација пољских путева зависи од постојећег стања саобраћајница и водотокова, те конфигурације терена и положаја и типа насељеног дела (насеља) на комасационом подручју. На оријентацију путне мреже утицај имају и правци дувања ветрова. Ветар утиче на температуру и влажност ваздуха и земљишта, нарочито у пролеће. Због тога на висину приноса утиче и оријентација парцеле у односу на правац доминантног ветра.

Истраживања у Русији су показала да се биљке у редовима правца север-југ налазе у бољим светлосним и топлотним условима у току дана него у редовима правца исток-запад. Наводи се податак да се на парцели постављеној у правцу север-југ постижу за 5-10% већи приноси него на оној у правцу исток-запад.

Истраживања која су вршена код нас потврдила су оправданост правца север-југ, али и показала су да су већи приноси на парцелама које имају правац доминантног ветра (Гостовић, et al. 1989). Зато је најбоље решење које омогућава да будућа парцела дужом страном буде у зони оптималних правца (Слика 4.6) коју чини правац доминантног ветра и правац север-југ (Гостовић, 1989а).

Правац дуже стране парцеле, односно правац редова, према странама света од значаја је на равним и теренима са малим нагибом. На теренима са преко 3% нагиба правац редова треба да буде управан на линију највећег пада терена ради спречавања ерозије земљишта.

Разматрањем утицаја ветра повлачи са собом и проблем ерозије ветра. Ерозија ветром прети у равницама са великим површинама друштвених газдинстава. Ту се ерозија може јављати сваких 4-5 година у пролеће, на површинама које тада нису заштићене биљним покривачем. Знајући опасност од ерозије ветром, о њој се мора водити рачуна при оријентацији пољских путева, јер се повећање приноса не сме постићи изазивањем деградације земљишта.

8.7. Ширина пољских путева

Ширина путева, уз њихову диспозицију, чини један од основних елемената уређења земљишне територије. Она утиче на функционисање саобраћаја али има и директни утицај на смањење пољопривредног земљишта. Због тога је одређивање оптималне ширине пољских путева веома важно али и сложено, пре свега због сталних промена у транспорту у пољопривреди као и постојеће изграђености путне мреже на руралном простору.

Значајно је поменути и потребу одвајања пољских путева од магистралних и регионалних саобраћајница на којима се одвија обиман и брз саобраћај. Укрштања са њима треба свести на што је могуће мањи број, али то с друге стране указује да се највећи део саобраћаја обавља на пољским путевима што има утицај на избор њихове ширине.

Категорија пољског пута	Ширина пута (m)
Главни пут	7 – 10
Сабирни пут	6 – 8
Приступни пут	5 – 6
Локални пут	4 (изузетно 3)

Табела 8.4. Ширина пољских путева (P-13, 1997)

Код избора геометријских елемената пољских путева значајни су:

- 1) врста возила или пољопривредне машине,
- 2) брзина кретања,
- 3) обим превоза и
- 4) број возила.

Пољски путеви су према намени и врсти саобраћаја сврстани у четири категорије и за сваку од њих одређена је ширина (Табела 8.4).

Врста пута	Број саобраћајних трака	Ширина возних трака (m)	Ширина планума (m)
Спојни	2	4.5 – 5.0	6.0 – 7.0
Главни привредни	2 или 1	3.0	> 4.5
Привредни	1	2.5 – 3.0	4.5 – 5.0

Табела 8.5. Параметри пољских путева у Немачкој

Често се код избора ширине путева не располаже подацима као што су број возила на дан, брзина саобраћаја на појединим путевима и сл.

Врста пута	Број саобраћајних трака	Укупна ширина (m)	Брзина (km/h)	Број возила на дан
Примарни	2	> 5	60 – 90	300 – 900
Секундарни	2 или 1	> 3	25 – 60	50 – 300
Терцијални	1	3	15 – 25	< 50

Табела 8.6. Параметри пољских путева у Белгији

Према препорукама научне групе експерта у оквиру земаља чланица OECD, која је радила на геометријским стандардима са обимом саобраћаја мањим од 1500 возила/дан, ширине сеоских путева и одговарајући типови профила путева садржани су у Табели 8.4.

За избор ширине пољских путева, ради поређења, могу се навести и стандарди неких земаља Европе као и препоруке научних експерата земаља чланица OECD (Трифковић, 1993).

Врста пута	Број саобраћајних трака	Укупна ширина (m)	Број возила на дан
Спојни	2	> 7	> 500
Главни	2 или 1	6 – 7	50 – 500
Помоћни	1	3 – 4	< 50

Табела 8.7. Параметри пољских путева у Чешкој Републици

Узимајући у обзир ове препоруке, повећана је ширина банке на 1.5 m код свих типова путева.

Врста пута	Ширина (m)			Ознака типа
	коловоза	планума	по предлогу OECD	
Међумесни	6.0	8.0	9.0	A1
	5.5	7.5	8.5	A2
Главни пољски	5.5	7.5	8.5	A2
Сабирни	5.0	7.0	8.0	B
	4.5	6.0	7.5	C
Попречни	4.5	6.0	7.0	C
Повезни	4.5	6.0	7.0	C
Приступни	3.0	5.0	6.0	D1,D2
	2.5	4.0	5.5	D3

Табела 8.8. Ширине сеоских путева према препорукама експерата OECD

8.8. Потребна документација и подаци за пројектовање пољских путева

Мрежа пољских путева се углавном не пројектује као засебан пројекат већ се изграђује приликом уређења земљишне територије у поступку комасације. Да би се комасација успешно изводила на неком подручју потребно је прикупити неопходне податке.

При пројектовању пољских путева потребно је следеће:

- 1) извод из просторних и урбанистичких планова,
- 2) начела комасације,
- 3) подаци о привредним карактеристикама подручја,
- 4) подаци о природним карактеристикама подручја,
- 5) документација о карактеристикама становништва,
- 6) геодетско-картографска евиденција (катастарски подаци о начину коришћења пољопривредног земљишта, просечна површина парцела и поседа, катастарски планови, основна државна карта размере 1:5000, контакт копије и фото скице из података снимања комасационог подручја, тематске карте и то: педолошке, бонитетне, ерозије, водољжности и начина коришћења пољопривредног земљишта),
- 7) прегледни план постојећег стања,
- 8) прописи за пројектовање (закони, правилници, стандарди).

8.9. Примери пројектовања мреже пољских путева

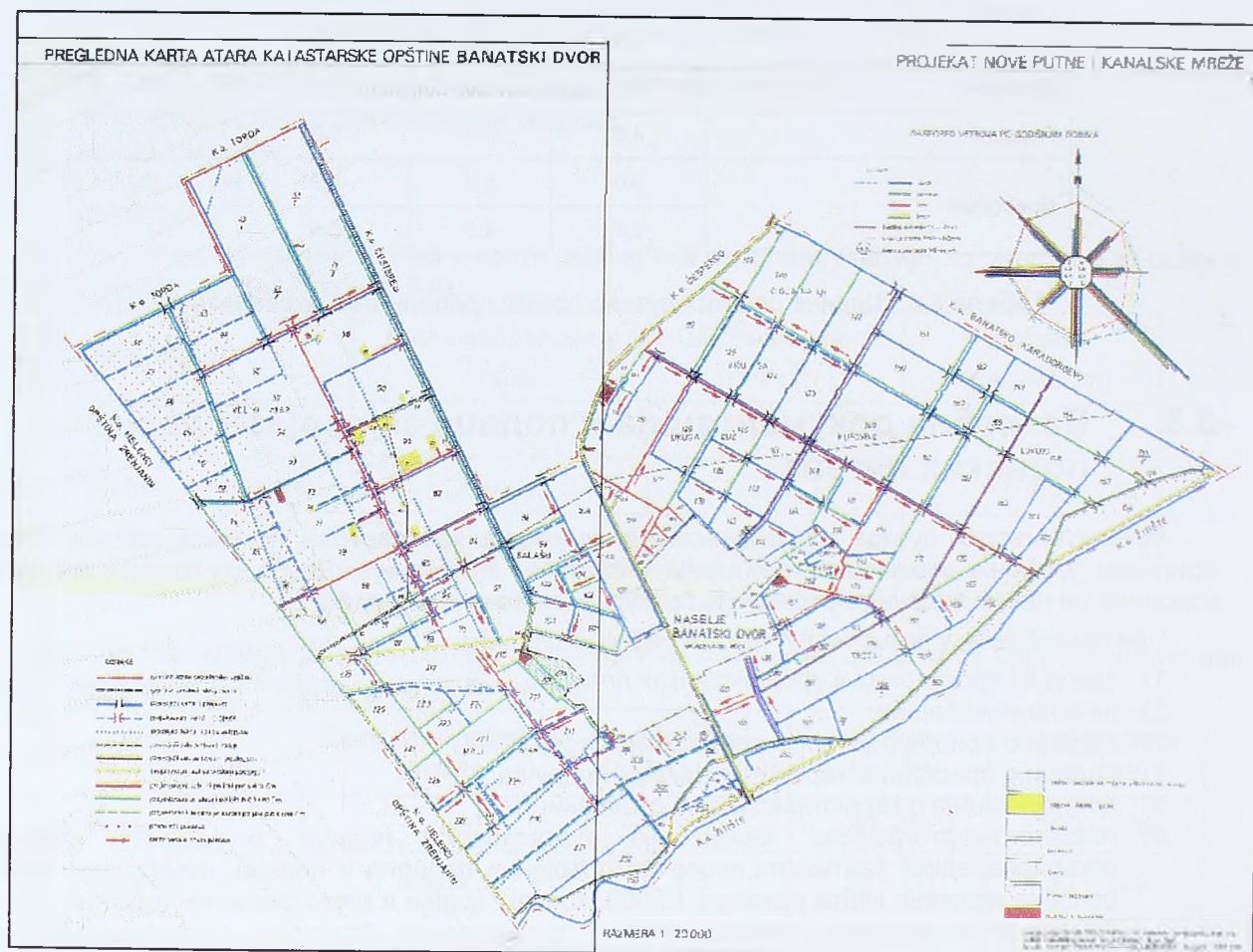
Један од типичних примера пројектовања мреже канала за одводњавање заједно са мрежом путне мреже на подручју Војводине је пример пројекта на КП Банатски Двор. Површина КП Банатски Двор ограничена је са свих страна сталним објектима и то: са севера тврдим путевима према Торди и Честерегу, са истока и запада постојећим каналима, а са јужне стране насипом и коритом реке Стари Бегеј.

На КП постојао је већи број канала за одводњавање ископаних у разним временским интервалима од којих многи нису у функцији. Зато је било потребно затрпати старе канале и пројектовати нове оријентисане према новој црпној станици на Старом Бегеју.

На основу извршеног геодетског снимања постојећих објеката и вишегодишњих култура, конфигурације терена детаљне процене и водољжности терена), предлога локације земљишта државног сектора, договорених принципа и смерница кроз начела комасације израђен је извођачки пројекат нове путне и каналске мреже истовремено. На прегледној карти (Слика 8.5.) су линијским симболима приказани систем канала за одводњавање и мрежа пољских путева са пропустима и

прелазима преко канала. У пројекту се пројекат нове путне и каналске мреже приказан у више карата у комбинацији са старим парцелама и у комбинацији са комасационом проценом земљишта. Према (Пројекту 1-3.) велике тешкоће код пројектовања путне мреже задавали су сами учесници комасације са много примедби стављених у току јавног увида, тежећи да се што мање положај старе путне мреже мења.

Пројекат је израдио стручни тим (подкомисија) основан од стране комисије за комасацију који се састојао од једног агронома, једног сталног члана комисије за комасацију, хитротехничког стручњака, геодетског стручњака и два члана из реда учесника комасације који добро познају КП (атар).



Слика 8.5. Пројекат мреже канала и пољских путева на комасационом подручју Банатски Двор

На основу постављених елемената у оквиру пројектовања извршена је аналитичка обрада и добијени су нумерички подаци за комасационе табле (координате детаљних тачака, површине и вредности). Укупна захваћена површина под свим објектима (путевима и каналима) без насеља износи 227 ha, (пре комасације 153 ha). Захваћена површина под каналима је у новом стању 98 ha (пре комасације 39 ha),

Други пример пројекта мреже пољских путева (1-4.) анализиран је код реализоване комасације КП Сефкерин код кога је насељено место на једном крају комасационог подручја (Слика 8.1.). Карактеристике КП Сефкерин приказане су у поглављу 5.2.8.2.

Типичан пример пројектовања мреже канала за одводњавање заједно са мрежом путне мреже на подручју Централне Србије је пример пројекта мреже канала за одводњавање и пољских путева на комасационом подручју Баточина (Централна Србија) приказан је Слици 10.3. чије карактеристике су приказане у поглављу 5.2.8.1.

Карактеристично за сва три анализирана комасациона подручја је да су положаји мреже пољских путева и система канала за одводњавање пројектовани на основу искуства пројектаната али без доказа о оптималном димензионисању комасационих табли, што је резултирало и велики број нових парцела са неповољним односом димензија граничних линија.

8.10. Оптимизација саобраћајног подсистема

Приступ изради пројекта мреже пољских путева зависи од тога да ли се пројекат израђује за насељени и атарски део или одвојено. Пројектовање путева у процесу комасације представља изузетно сложен и комплексан истраживачки процес у коме до пуног изражаја долазе креативне и аналитичке способности инжењера и у коме се као синтеза обједињују теоријска и искуствена знања.

Када је у питању примена метода оптимизације код овако сложеног процеса планирања, пројектовања и одржавања саобраћајница не може се обухватити једним математичким моделом, већ се у оквиру хеуристичког приступа могу користити математички модели за појединачне и специфичне задатке. У пракси се најчешће примењује поступак који је сличан поступку вишекритеријумске оптимизације за дискретне системе у оквиру кога се врши израда варијантних решења, вредновање варијанти и доношење одлуке о најповољнијем решењу (Оприцовић, 1995).

Израда варијантних решења има своје специфичности за сваку фазу планирања путева. После прикупљених података и прелиминарних анализа врши истраживање и избор оптималних коридора, шеме густине и оријентације. У фази "идејног пројекта" врши се истраживање и избор оптималне мреже путева, а у фази "главног пројекта" врши се избор оптималне локације елемената (фазе се одвијају од веће општости ка већој детаљности, у инжењерском смислу). Генерисање (израда) варијантних решења се постиже варирањем основних непознатих (параметара) саобраћајница посматраних као одређени систем. Планери и пројектанти саобраћајница морају добро познавати скуп тих непознатих за сваки тип пута. Свако варијантно решење је одређено комбинацијом вредности техничких непознатих

$$a_j = (x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{mj})$$

где је:

a_j - j -то варијантно решење,

x_{mj} - вредност t -те варијабле (векторске) за j -то варијантно решење.

Непознате за генерисање варијантних решења могу бити:

x_1 - тип пута,

x_2 - систем експлоатације (слободна, тип раскрсница),

x_3 - положај трасе у датом простору (који одређује инжењерско-геолошке и геотехничке услове),

x_4 - мере заштите пута (саобраћајно-техничка опрема, систем за одводњавање),

x_5 - мере заштите околине (конструкције за заштиту),

x_6 - ниво услуге (основна брзина, могућности саобраћаја),

x_7 - геометријски елементи ситуационог и нивелационог плана (кривине, нагиби),

x_8 - попречни профил (ширина, нагиби),

x_9 - коловозна конструкција (врсте материјала, технологија извођења),

x_{10} - изградња мостова, пропуста и других објекта.

Наведене непознате x су векторске величине, тако да је број елемената за генерисање варијантних решења доста велики, па је и теоријски број варијанти врло велики. Међутим, вредност једне непознате по правилу условљава вредности неких других непознатих. Те зависности непознатих треба да су познате (или да се тестирају) тако да генерисана варијанта мора бити технички допустива (варијанте са елиминишућим факторима се искључују из даљег поступка вредновања). Мора се нагласити да не постоји механички поступак за генерисање и израду варијантних решења који може заменити људску креативност.

Парцијани циљеви код оптимизације се могу везати за:

- 1) планирање простора (просторно планирање, урбанистичко пројектовање, пољопривредну основу),
- 2) усаглашеност са осталим пројектима (наводњавања, одводњавања и заштите),
- 3) економске показатеље (трошкове изградње, тип коловоза, распоред нових поседа, одстојања кућа-парцела, дужину путева, облик и оријентација парцела, задржавање постојећих објеката, сталних засада),
- 4) функцију путева,
- 5) социјалне мотиве,
- 6) заштиту животне средине и др.

Наведени фактори имају своју улогу и приликом формулисања варијанти и критеријума за вишекритеријумску оптимизацију мреже пољских путева.

Може се закључити да просторни и други услови допуштају формирање дискретног скупа варијантних решења. Варијанте се утврђују у зависности од постојећег стања и испитивања простора (топографски, геолошки, утицај на природу и насеља, друштвени интереси и друго). Цео простор се може поделити према систему зона или гريد-систему, што олакшава вредновање варијантних решења. У оквиру генерисања варијаната решавају се и проблеми хоризонталног и вертикалног тока трасе, како би генерисана варијанта била технички допустива. Скуп варијаната за вишекритеријумску оптимизацију не садржи оне варијанте које нису допустиве на основу искључујућих фактора.

Економски критеријуми се формулишу у виду следећих критеријумских функција: трошкови грађења, трошкови одржавања, трошкови корисника саобраћајнице. За економско вредновање постоје економски поступци којима се одређују коштање пројектовања и изградње сваке варијанте укључујући и експропријацију. Одређивање трошкова изградње и одржавања врши се преко јединичних цена (које морају бити једнаке за све варијанте). Трошкови корисника пута се рачунају на основу возно-динамичких и саобраћајних анализа (потрошња горива, пнеуматика, уља).

Функција пута се може вредновати следећим критеријумским функцијама: време путовања, удобност, ниво услуга (на узбрдици), однос трасе према просторним целинама, однос трасе према мрежи саобраћајнице.

Код вредновања безбедности саобраћаја узима се у обзир квалитет и хомогеност елемената, начин одводњавања саобраћајнице, динамички елементи (зауставне траке, сигнализација), као и ефикасност одржавања. Безбедност саобраћаја се формулише у виду следећих критеријумских функција: удеси са смртоносним повредама, удеси са телесним повредама, удеси само са материјалном штетом, индиректни губици због ометања и/или застоја саобраћаја.

Утицају на околину се посвећује све већа пажња. Елементи ових критеријума могу се сврстати у две групе; први који утичу на околину у фази изградње, а други у време коришћења саобраћајнице. Прва група критеријума узима у обзир утицај на значајније објекте (расељавање) и на флору и фауну, па и амбијенталне вредности простора. Утицај на околину у фази експлоатације углавном обухвата саобраћајну буку и загађење ваздуха. Вредновање утицаја на околину у већини случајева се врши оцењивањем. На пример, оцена 0 за занемарљив утицај, 1 за слаб утицај, 2 ако је околина слабо осетљива на негативан утицај саобраћајнице, 3 ако је околина прилично осетљива, 4 за осетљиву околину и 5 за случај да је околина врло осетљива на утицај саобраћајнице. Оцене (0 до 5) задају експерти за конкретну област.

Концепт одржавања изграђених путних мрежа је доживео значајне промене и развој. Из почетног стадијума техничких активности скромног домета и значаја, техничке мере одржавања путева постају својеврсна стручна и научна дисциплина и предмет бројних истраживања, јер се управо захваљујући њима обезбеђују сви циљеви управљања овим великим друштвеним богатством. Поред побољшања самог концепта одржавања и проширења његовог значаја, развоју техничких мера за одржавање путева, погодовале су и тенденције све ограниченијег улагања у новоградњу, што има за последицу израженију потребу примењивања одговарајућих техничких мера и алтернатива заштите, очувања и побољшања стања и експлоатационих услова постојећих путева.

Оптимизација одржавања путева је све комплекснија, јер поред чисто техничких активности, треба укључити и разматрање уштеде у трошковима коришћења возила, повезане са стањем путева, а нарочито коловозних конструкција и организационе аспекте којима би требало да се осигура примена одговарајуће техничке мере у правом - одговарајућем тренутку (Оприцовић, 1998).

Примена оптимизације у области одржавања путне мреже је подстакнута следећим факторима:

- пошто је већ развијена путну мрежу треба очувати у функцији;
- све израженија ограничења у финансирању одржавања путне мреже;
- утврђена зависност "трошкова" корисника пута од стања пута;
- израженије социјалне и еколошке захтеве за смањивање негативних утицаја путева и саобраћаја;
- оскудице у енергији и материјалима;
- развој технологија;
- развој "мониторинг" система и информационих система;
- развој метода за управљање и оптимизацију.

За избор деонице на којој треба у току једне грађевинске сезоне извршити радове на одржавању или инвестиционом одржавању и реконструкцији усвојене су критеријумске функције. Према свим критеријумским функцијама треба извршити вишекритеријумско рангирање варијаната (деоница), како би се сагледао редослед извршавања потребних радова. Критеријумске функције могу одражавати:

- 1) услове вожње,
- 2) оцену стања коловоза,
- 3) цену одржавања коловоза,
- 4) време до наредне интервенције,
- 5) трајање интервенције (радова),
- 6) број раскрсница,
- 7) дужину деонице (на којој се врше радови),
- 8) просечан годишњи дневни саобраћај (ПГДС),
- 9) цену поправке хоризонталне сигнализације,
- 10) цену поправке вертикалне сигнализације,
- 11) оцена стања објекта.

Који од побројаних критеријумских функција ће бити примењени зависи од карактеристика комасационог подручја и осталих пројеката који се реализују у склопу комасације.

9. ПРОЈЕКТОВАЊЕ И ОПТИМИЗАЦИЈА ЗАШТИТНО – ЕКОЛОШКОГ ПОДСИСТЕМА

9.1. Увод

Заштитно еколошки подсистем је значајан за расподелу комасационе масе са аспекта геометријских елемената површина неопходних за објекте и растине који се том приликом изграђују, односно подижу, те преко њихових утицаја на квалитет земљишта, осунчаност парцеле и друге карактеристике од значаја за пољопривредну производњу. Заштитно-еколошки подсистем обухвата: развој биодиверзитета, очување лепоте и карактера предела (пејзажа), чување, унапређење и стварање нових биотопа на деловима који се не обрађују, издвајањем посебних површина за заштиту природе и унапређење пејзажа, умрежавање еколошки вредних површина значајних за очување биодиверзитета, озелењавање и уређење обалних појасева уз текуће и стајаће воде, заштита природних ресурса, вода, елиминисање водне и еолске ерозије, елиминисање утицаја штетних материја на природну средину итд.

Земљиште је ограничен природни ресурс које због неадекватног коришћења кроз дужи период може бити угрожено или оштећено. У свакодневном коришћењу о земљишту се води мало рачуна, фонд земљишта се стално смањује, а потребе за њим су све веће. Због неумереног и неправилног коришћења земљишта читаве области се претварају у неплодне површине.

Један од облика угрожавања земљишта је и ерозија. Значај ерозије истиче се због последице које она изазива, пре свега, на пољопривредном земљишту. Оштећења земљишта су у облику деградације, деградације или потпуног искључења из пољопривредне употребе.

Под ерозијом се подразумевају промене на површинском слоју рељефа, које настају као последица деловања кише, снега, мрза, температурних разлика, ветра и текућих вода или услед деловања антропогених фактора. Те промене су везане за откидање, одношење, транспорт и таложење земљишних честица.

Најзначајније штетне последице ерозије су: губитак земљишта, губитак воде, засипање ерозионим наносима водних акумулација, иригационих канала и природних водотока, појава бујичних поплава као и последица ерозије у сливу.

Ерозијом се односи најпре онај површински слој земљишта, најбогатији хумусом и органским материјама, који је носилац плодности и продуктивности, чиме се погоршавају његова физичка својства.

Губитак земљишта је кључни фактор деградације предела, којим се нарушава еколошки биланс, како у брдско-планинским областима, тако и у низводним регионима. Индиректни еколошки ефекат процеса ерозије, који се одвија преко транспорта ерозионог наноса кроз хидрографску мрежу слива, односи се засипање водних акумулација честицама земљишта и разним врстама ђубрива и пестицида који се примењују у пољопривредној производњи.

Губитак земљишта изазван ерозијом изражава се у m^3/km^2 или у t/ha однетог површинског слоја просечно годишње у целом сливу.

Природна (нормална) ерозија је процес одношења површинског земљишног слоја до 0.1mm дебљине просечно годишње, што износи $100 m^3$ земљишта по $1 km^2$. Код убрзане (антропогене) ерозије средњегодишњи интензитет је и до 150 пута већи.

Према узроцима настанка ерозија се може поделити у три групе:

- водна ерозија (ерозија изазвана водом),
- еолска ерозија (ерозија изазвана ветром),
- абразиона ерозија (ерозија изазвана дејством морских и других таласа).

Ерозиони фактори су веома битни за процену и избор локације земљишта код комасације и могу бити предмет разматрања кроз процес оптимизације.

9.2. Водна ерозија

Водна ерозија је веома сложен процес разарања честица на површини земљишта и његовог транспорта из горњих у доње делове слива. Тај процес почиње у моменту када капљица кише удари у површину земље изазивајући разарање тла. Ако је тле нагнуто вода ће се кретати по њему док тај нагиб постоји. При овом кретању она ће носити са собом честице тла које су падавине разориле, али ће уз пут вршити нова разарања тла. Када се брзина воде смањи долази до таложења одговарајуће крупноће честица.

За изучавање проблема ерозије уводи се појам средњегодишњег интензитета ерозије, под којим се подразумева просечна годишња количина откинутих, спраних односно наталожених земљишних честица по јединици површине.

Средњегодишњи интензитет ерозије изражава се на три начина:

- 1) у mm однетог или наталоженог земљишног наноса,
- 2) у $m^3 \cdot km^{-2} \cdot god^{-1}$ или $m^3 \cdot ha^{-1} \cdot god^{-1}$ (запреминска мера) и
- 3) у $t \cdot km^{-2} \cdot god^{-1}$ или $t \cdot ha^{-1} \cdot god^{-1}$ (мера по маси).

Средњегодишњи интензитет ерозије ветром, може без обзира на услове слива да буде изражен не само одношењем већ и засипањем подручја земљаним честицама ношених ветровима из удаљених области.

Према средњегодишњем интензитету врши се и класификација ерозије.

9.3. Универзална једначина губитка земљишта

Универзална једначина губитка земљишта⁹ представља математички модел који се користи за предвиђање губитка земљишта деловањем ерозионих фактора. Такође, једначина може послужити за антиерозионо планирање и уређење, јер је могуће пратити еволуцију фактора једначине у зависности од планираних мера. Употребљава се за предвиђање средњегодишњих губитака за период од више година.

Губици земљишта услед водне ерозије рачунају се једначином (Костадинов, 1996):

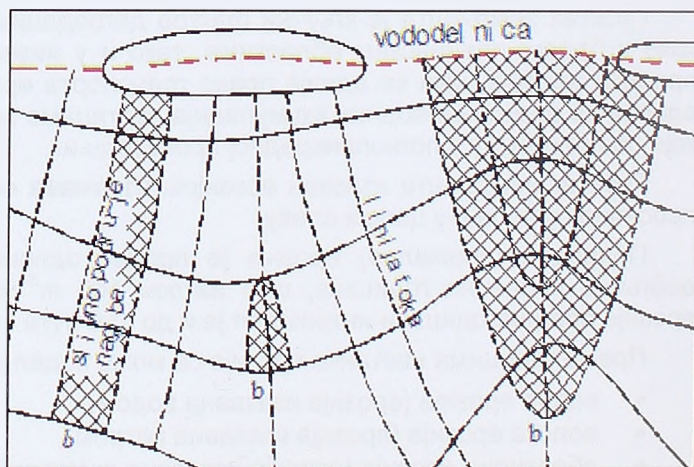
$$A = 0.224 \cdot R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P \quad (9-1)$$

где су:

- A – губитак земљишта по јединици површине $kg \cdot m^{-2} \cdot god^{-1}$,
- R – фактор ерозионе снаге кише (кишни фактор),
- K – фактор еродибилности земљишта,
- L – фактор дужине падине,
- S – фактор нагиба,
- C – фактор биљног покривача,
- P – фактор противерозионих мера.

Пошто је ерозија типичан механички процес, за његово одвијање потребна је енергија. Она се обезбеђује из кинетичке енергије кише. Кишним фактором (фактор ерозионе снаге кише) R обухваћене су енергетске интеракције између кише и земљишта.

Фактор еродибилности земљишта (K) представља индекс отпорности земљишта на дејство агресивних сила воде (текуће и у облику кишних капи). Концепт еродибилности има за циљ да издвоји оне



Слика 9.1. Шема за одређивање фактора LS_p

⁹ Universal Soil Loss Equation, USLE

особине земљишта, које утичу на промене у отпорности земљишта настајањем ерозионих процеса. У оквиру овог фактора налазе се готово све значајније карактеристике земљишта: текстура, стабилност агрегата, садржај органских и хемијских материја, инфилтрација.

Дужина нагиба падине (L) се дефинише као растојање од тачке где површинско течење на падини почиње, до тачке где се нагиб толико смањи да долази до таложења наноса. Фактор дужине нагиба L дефинисан је изразом:

$$L = \left(\frac{X}{22.13} \right)^m \quad (9-2)$$

где је:

X – дужина падине у метрима

m – експонент у функцији нагиба (0.5 за нагибе $\geq 5\%$, 0.4 за нагиб $< 5\%$ и $> 0.3\%$, 0.3 за нагиб од $\leq 3\%$ и $\geq 1\%$, 0.2 за нагибе $< 1\%$)

22.13 m – представљају дужину стандардне парцеле, на којима се и развила универзална једначина (USLE).

Фактор нагиба падине S рачуна се према изразу:

$$S = \frac{0.43 + 0.30 \cdot s + 0.043 \cdot s^2}{6.613} \quad (9-3)$$

где је:

s – нагиб падине у %.

Заједнички утицај дужине и нагиба падине дефинише тзв. топографски фактор $L \cdot S$ који је одређен изразом:

$$L \cdot S = \left(\frac{X}{22.13} \right)^m \cdot (0.065 + 0.045 \cdot s + 0.0065 \cdot s^2) \quad (9-4)$$

Топографски фактор ($L \cdot S_p$) који поред дужине и нагиба падине садржи и облик падине (Слика 9.1.), од којег такође зависи продукција наноса у сливу, дали су J. D. Moore, J. Gordon и Buch (Костадинов, 1996):

$$L \cdot S_p = \left(\frac{a \cdot L}{22.13} \right)^{0.4} \cdot \left(\frac{S}{0.0896} \right)^{1.3} \quad (9-5)$$

где су:

A – површина падине (сливно подручје) чија је основица ширине изохипсе

b – базна линија на дну падине

L – растојање дуж линије тока од врха сливног подручја до базне линије

0.0896 – вредност \sin угла нагиба падине за $S=9\%$ и

a – параметар облика падине, који се рачуна на следећи начин:

$$a = \frac{A}{b \cdot L} \quad (9-6)$$

Под фактор биљног покривача (C) подразумева се утицај биљног покривача, као и начин газдовања усевима на ерозионе процесе.

По универзалној једначини, фактор C представља однос суме губитка земљишта у току године (или неки одређени период) и ерозивности кише под одређеним педолошким, топографским и антиерозионим условима, односно:

$$C = \frac{A}{R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot P} \quad (9-7)$$

где су:

A – губитак земљишта,

R – фактор ерозионе снаге,
 K – фактор еродибилности земљишта,
 $L \cdot S$ – топографски фактор,
 P – фактор противерозионих мера.

Фактор C представља везу између земљишта, усева, нивоа продуктивности, дужине вегетационог периода, мера које се изводе на културама, управљање остацима (остаци после жетве и сл.) и расподеле кише.

За наше услове, пошто нису вршена истраживања губитка земљишта по периодима гајења усева, за добијање фактора C најчешће се користи једначина добијена за Чешке услове (Костадинов, 1996):

$$C = 0.001 \cdot X_1 + 0.01 \cdot X_2 + 0.19 \cdot X_3 \quad (9-8)$$

где су:

X_1 – учешће шума и багремових култура у %,
 X_2 – учешће ливада, пашњака и воћњака у %,
 X_3 – учешће ораница, винограда и голети у %.

Фактор противерозионих мера (P), у ерозионом смислу, представља однос губитака земљишта на падинама, где су примењене неке од специјалних противерозионих мера према губицима земљишта који се јављају на падинама изораним низ нагиб.

У Табели 9.1 приказана је вредност фактора P у зависности од нагиба за три главне мере: контурна обрада, контурно појасна обрада (стрип културе) и терасирање.

Највећа ефикасност фактора P је на нагибима 3-8%. На нагибима испод 2% долази до повећања фактора услед смањења ефикасности противерозионих мера у односу на орање низ нагиб.

Најчешће примењене противерозионе мере у пракси су: контурна обрада земљишта, стрип културе и терасирање, док су друге мере: конзервацијско орање, фертилизација, ротација култура, коришћење остатака биљне производње, већ укључене у фактор C .

Нагиб %	Контурна обрада земљишта	Контурно појасна обрада	Терасирање
1-2	0.60	0.30	0.12
3-8	0.50	0.25	0.10
9-12	0.60	0.30	0.12
13-16	0.70	0.35	0.14
17-20	0.80	0.40	0.16
21-25	0.90	0.45	0.18

Табела 9.1. Вредности фактора P за поједине начине обраде (Костадинов, 1996)

9.4. Еолска ерозија

Еолска ерозија се јавља свуда где ветар располаже енергијом већом од оне која је потребна за откидање и пренос честица земљишног супстрата. Својим ерозионим деловањем ветар односи фини хумусни покривач, а на пољу остаје само крупни основни материјал. Критична брзина ветра при којој настаје одношење земљишта зависи од врсте земљишта и степена његове влажности. За њу је карактеристично да је прогресивна у времену и простору, тј. ако је процес почео онда се интензитет повећава, па чак и када се узрокујући фактори не мењају.

Еолском ерозијом нарочито су угрожена равничарска пространства, са климом и подлогом које погодују развоју тог процеса. Штетна дејства процеса дефлације имају директну штету за пољопривреду, водопривреду и саобраћај.

Најлакше се уочавају штете у пољопривреди због механичких оштећења "пескирањем" биљака чврстим честицама земљишта и одношења семена неких биљака заједно са слојем земљишта. Интензивна обрада и уситњене површинске честице земљишта омогућавају развој ерозионих процеса а посебно у сушним сезонама када ослаби кохезиона моћ тих честица.

Физиолошка оштећења настају одношењем најситнијих фракција, које су носиоци плодности, односно, одношење унетих минералних ђубрива, повећаном транспирацијом биљака, уз истовремено смањење влаге у земљишту. Као крајњи резултат заједничког, механичког и физиолошког дејства овог процеса, јавља се осетно смањење приноса пољопривредних култура.

Штете у области водoprивреде се испољавају у смањењу протицајних профила водотока или каналске мреже које настаје трајним одлагањем еолског наноса у њима.

Како ерозија ветром угрожава битне компоненте животне средине (земљиште, воду и ваздух), то мере борбе имају шири значај.

Потенцијалну еолску ерозију можемо изразити функцијом неколико параметара:

$$E = f(J, K, C, L, V) \quad (9-9)$$

где је:

E – губитак земљишта услед еолске ерозије,

J – еродибилност земљишта,

K – хрпавост површине земљишта,

C – показатељ локалних особина ветра,

L – ширина поља у правцу владајућих ветрова и

V – фактор биљног покривача.

Количина однетог материјала расте са брзином ветра и дужином незаштићеног дела а смањује се: повећањем влажности земљишта, присуством хумуса и крупних честица у земљишту као и присуством вегетационог покривача.

За рачунање губитка земљишта услед еолске ерозије (Пасак, 1984) предлаже следећу формулу (Костадинов, 1996):

$$E = 22.02 - 0.72 \cdot P - 1.69 \cdot V + 2.64 \cdot R \quad (9-10)$$

где су:

E – губитак земљишта услед еолске ерозије, тј. еродибилност земљишта у $g \cdot m^{-2}$,

P – учешће честица земљишта већих од 0.8 mm у %,

V – релативна влажност земљишта изражена у % и

R – брзина ветра изнад површине земљишта у $m \cdot s^{-1}$.

Клима је најзначајнији чинилац из групе физичко-географских фактора, који условљавају појаву еолске ерозије. Истраживања о утицају климе на ерозионе процесе указују да сува, аридна клима поспешује, а влажна, хумидна, успорава или искључује појаву ове врсте ерозије.

9.5. Противерозионе мере

Да би се спречиле негативне последице ерозије мора се спроводити заштита угрожених подручја разним противерозионим мерама, које се могу поделити у:

- 1) агротехничке,
- 2) биолошке и
- 3) техничке.

Избор противерозионих мера зависи од врсте и интензитета ерозије и обима угрожености земљишта.

9.5.1. Агротехничке мере

Агротехничке мере се примењују на парцелама са њивским културама, у воћњацима и виноградима, на деградираним пашњацима и при подизању шума на еродираним теренима.

У ову групу мера убрајају се:

- контурна обрада,
- контурна сетва и садња,
- дубока контурна обрада,
- стварање хоризонталних или косих бразда за задржавање воде,
- "таласање" земљишта на нагибима,
- лејасто засејавање култура,
- увођење заштитних плодореда и
- малчарење.

Контурном обрадом, контурном сетвом култура и садњом воњака, свака бразда и сваки ред култура представља препреку кретању воде по нагибу. Хоризонталне бразде задржавају воду која се слива низ падину, нарочито при дубокој контурној обради. Косе бразде одводе воду са њива уз најмање ерозионе процесе. Ипак, боље задржавање и упијање воде постиже се стварањем хоризонталних слогова (таласањем земљишта).

Засејавањем култура у виду хоризонталних леја нагиб терена се дели на неколико делова. Препоручује се да се испод леја са окопавинама засејавају гушће културе како би оне задржале ерозиони нанос који долази са виших парцела које су под окопавинама. Ширина леје под једном културом треба да износи 45-60 m, а између појединих леја препоручује се још и узан појас трава (Миладиновић, 1996).

Плоред је такав плански систем биљне производње, у којем је састав и однос површина под усевима за дуже време сталан, биљке се по унапред утврђеном редоследу смењују у времену и простору и после одређеног времена се враћају на исто поље.

Сврха заштитних плоредова је да се земљиште на нагибима што боље покрије густим културама и да оне што дуже остану на земљишту. Једни плореди иду за тим да се смање површине под окопавинама, а други да се окопавине са стрмих нагиба потпуно потисну. При увођењу противерозионих плоредова поред узастопног смењивања усева у времену (по годинама), примењује се њихова строга ротација у простору (по нагибу).

Малчарење представља конзервациону меру која се састоји у покривању земљишта остацима као што су слама, стабљике кукуруза, стрниште, другим материјалима биљног порекла или применом неких синтетичких материјала. Покривач штити земљиште од удара кишних капи, смањује брзину површинског отицања и ерозионо дејство ветра.

9.5.2. Биолошке мере

Биолошке мере заштите значајне су за подручја са израженим ерозионим процесима. У ове мере спадају:

- затрављивање стрмих нагиба,
- стварање травних појасева између леја и већих парцела на нагибима,
- подизање противерозионих шумских појасева за спречавање водне ерозије,
- затрављивање воћњака на нагибима,
- пошумљавање већих површина које су искључене из пољопривредне производње,
- мелиорације пашњака и ливада (Миладиновић, 1996).

9.5.2.1. Противерозиони шумски појасеви

Противерозиони шумски појасеви се подижу у сливовима под интензивним дејством ерозије, у којим постоје врло изражени облици површинског и линијског разарања земљишта. Падине се деле шумским површинама на уже појасеве који су изложени мањим ерозионим процесима. Разорна снага воде зависи од експозиције падине и њеног облика, али и од њене ширине, односно дужине сливања воде.

Дејство противерозионих шумских појасева огледа се у стварању шушња и побољшању структуре земљишта (стварању шумског земљишта), који имају високи коефицијент упијања воде од великих киша. Њима се смањује површинско отицање, чиме се смањује и ерозионо дејство воде која се слива низ падине.

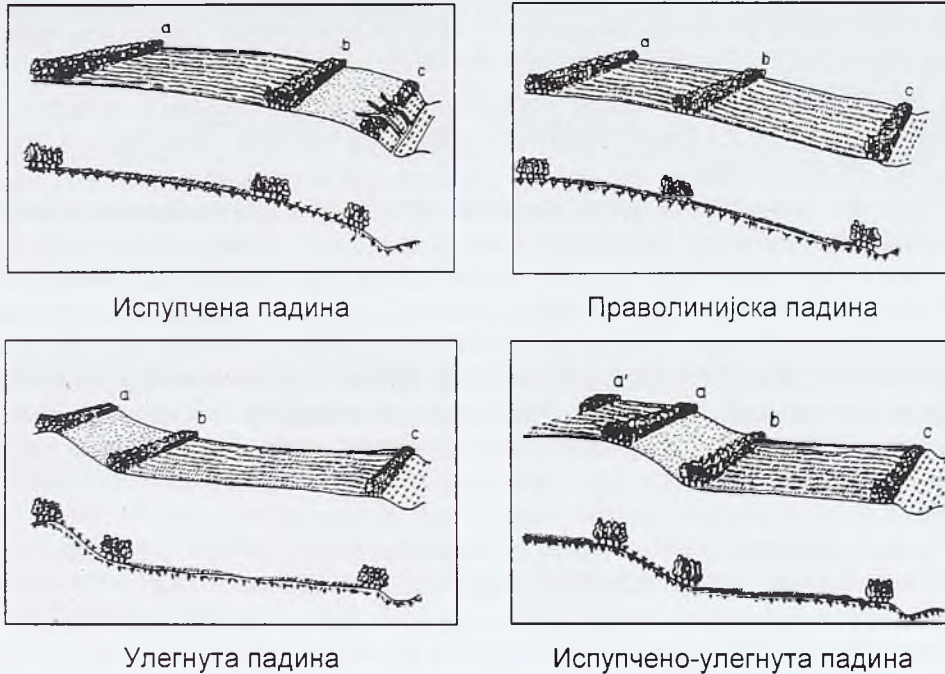
Противерозионе шумске појасеве треба подизати на вододелницама, на местима где падине нагло мењају нагиб, као и на рубовима између падине и вододерина. Ово су и најважнији појасеви и зато се називају магистрални. Њихов положај зависи од облика падине и шематски су приказани на Слици 9.2 за падине различитих облика.

Противерозиони појасеви треба да буду широки око 20 m јер при тој ширини може да се створи права шумска микроклима и да се образује шумско земљиште са способношћу задржавања и брзог упијања воде која долази до појаса сливајући се са површина изнад. На блаже нагнутим падинама, где се земљиште мора претежно искоришћавати у пољопривредне сврхе, ширину треба одредити тако да шумски појас заузима што мању површину, а ипак да врши своју противерозиону функцију. Ту би могли да дођу у обзир појасеви широки 10 m.

С обзиром на потребу за очувањем и проширењем фонда пољопривредног земљишта, на благим нагибима (до 27%) ретко ће се подизати шумски противерозиони појасеви. Ту ће бити довољне посебне противерозионе мере као што су: појасна смена једногодишњих и вишегодишњих култура,

терасирање и др. Само у случају да је блага падина широка, приступиће се подизању магистралних појасева ширине 10 – 20 m. На стрмим падинама (нагиб 27 – 47%), поготово ако су широке, треба подизати појасеве ширине 20 – 40 m, а у неким, изузетно тешким случајевима еродираности, и до 60 m (Лујић, 1973).

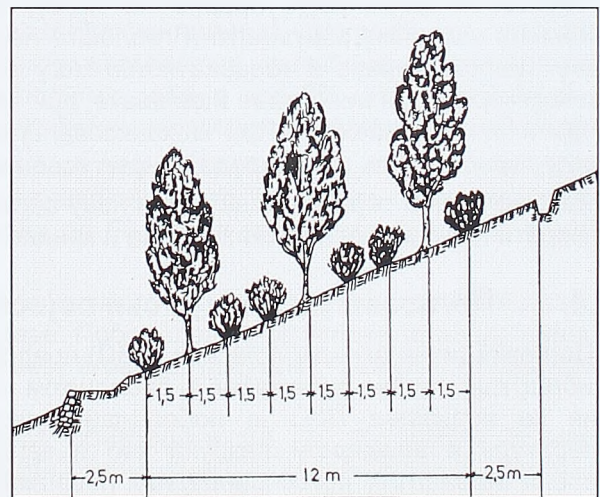
У случајевима потребе заштите падина истовремено од плувијалне и од еолске ерозије, тада плувијална ерозија има предност – подижу се појасеви дуж изохипси, а уколико су приближно паралелни са правцем штетног ветра, подижу се и попречни појасеви, приближно по линији највећег пада.



Слика 9.2. Распоред противерозионих појасева на падинама различитих облика (Лујић, 1973)

Приликом пројектовања противерозионих шумских појасева мора се посебна пажња посветити избору врста које ће се употребити јер од тога умногоме зависи постојаност или у крајњој линији њихова целисходност. У обзир долазе главне шумске врсте (храст, брест, црна јова, црни бор и сл.), а такође и шибље јер већина противерозионих појасева треба да има непродувну структуру која гарантује стварања шушња и брже формирање шумског земљишта. За противерозионе појасеве у обзир долазе и неке воћне врсте (ораш, јабука, крушка, шљива, дуња, трешња, вишња, кестен, мушмула, бадем, рибизле), које могу да се гаје у комбинацији са шумским врстама, у једном или два крајња реда.

У раду (Лујић, 1973) препоручује деветоредне противерозионе појасеве са три реда шумског дрвећа и шест редова шибља (Слика 9.3)



Слика 9.3. Деветоредни противерозиони појас

9.5.3. Техничке мере

Техничке мере заштите се спроводе када агротехничке мере не дају задовољавајуће резултате. Циљ примене техничких противерозионих мера везан је за регулисање брзине површинског отицања воде и брзине ветра на обрадивим површинама и повећања капацитета земљишта да задржи и безбедно одведе вишак воде.

Сви објекти за контролу отицања на обрадивим земљиштима представљају варијацију два основа облика конзервационих насипа и тераса.

Конзервациони насипи су намењени контроли отицања воде, а њихова сврха је:

- да задрже отицања да би се стимулисала инфилтрација,
- да се разбију отицања на мање, неерозивне, токове и спречи њихова концентрација у браздама и јаругама и
- да се отицај спроведе преко падине све до тачке испуста.

Козервациони насипи се пројектују дисконтинуално низ падину, тако да је смањење брзине отицања и губитка земљишта углавном мање него оно које се постиже изградњом тераса. Насипи су мање ефикасни од тераса, али су зато јефтинији и лакше се граде.

На падинама до 8%, са механизованом обрадом, обично су то ниски и широки објекти. Преко насипа се могу сејати усеви и могу прелазити пољопривредне машине. На стрмијим падинама, насипи су ужи и виши, са стрмим косинама.

Терасе представљају, због ефикасности заштите, најстарије и најчешће примењиване објекте за контролу ерозије у брдско-планинским подручјима.

Терасирање земљишта омогућује његово рационално коришћење, на нагибима, подизањем дугогодишњих засада (воћњака и винограда). У овом случају, терасе представљају дугорочну конзервациону меру, којом се стварају услови за оптималну биљну производњу, регулише се отицање воде са пољопривредних површина а тиме и сви облици ерозије и деградације простора.

Основни недостатак тераса је губитак површина за обраду. То смањење површина према (Ђоровићу, 1977) за нагиб од 14° износи око 31% а за нагиб од 20° чак 50%. Овај губитак површина надокнађује се кроз веће нето приносе под терасама, за око 50%, по јединици површине (Кадовић, 1996).

Степенасте терасе се предлажу у оним случајевима када је за противерозиону заштиту и оптимално коришћење земљишта недовољна примена организационих и агротехничких мера.

Примена тераса као самосталних земљишних објеката, или у комбинацији са другим објектима, мора да респектује, поред противерозионе и низ других функција, као што су: хидролошка, еколошка, обликовање предела и др. Терасе, заједно са другим објектима противерозионе заштите земљишта, морају да чине саставни елемент обликовања простора према еколошким принципима, због чега је неопходна анализа њиховог утицаја на животну средину.

Терасе се формирају управно на линију највећег пада терена са ширином планума која је ограничена условима земљишта и геолошке подлоге, с једне стране, и губицима земљишта, с друге стране. Широке терасе и терасна поља могу се користити и за ораничне усеве док се уске терасе углавном користе за винограде и воћњаке, при чему је најмања ширина условљена растојањем између редова и путном мрежом. При механизованој обради, за ширину између редова од 2 m, најмања ширина терасе је 6 m, за два реда винове лозе или један ред стабала воћака (Кадовић, 1996).

Како изградња тераса представља нову организацију простора, осим изградње тераса потребно је формирати нову мрежу пољских путева и канала за одводњавање и наводњавање.

9.5.4. Пољозаштитни шумски појасеви

Пољозаштитни шумски појасеви (ПЗП) представљају вештачке заједнице различитих врста дрвећа и шибља које својим положајем и биолошком конструкцијом смањују штетан утицај ветра. Основни мотив за подизање ПЗП је побољшање еколошких услова средине у целини, кроз промену температуре и влажности ваздуха као и заштиту земљишта од девастације. Најчешће су ПЗП усмерени на заштиту пољопривредних површина на којима се спроводи интензивна пољопривредна производња.

Топли и суви ветрови у подручјима са интензивном пољопривредном производњом утичу на смањење приноса пољопривредних култура. На великим ораничним површинама јавља се еолска ерозија, у пролеће, када ове површине нису заштићене биљним покривачем.

Према анализама равничарских подручја у Србији, са циљем да одреди степен угрожености ових подручја од суше и ветра, (Велашевић, 1970) је утврдио да су равничарски терени Србије у вегетационом периоду изразито суви. Не постоје веће разлике у интензитету и трајању аридности у овом периоду између Војводине и осталих равничарских терена Србије, посебно већих котлина и долина река (Лујић, 1973).

Подизање ПЗП постаје све актуелније јер су искуства у страним земљама (Русија, САД, Француска, Италија, Мађарска, Румунија итд) показала њихов допринос успостављању еколошких услова у аграрним пределима.

9.5.4.1. Позитивни ефекти ПЗП

Пољозаштитни шумски појасеви имају у већој или мањој мери позитиван утицај на микро климу и пољопривредне културе. Подизањем ПЗП остварују се позитивни ефекти у односу на: брзину ветра, температуру и влажност ваздуха и земљишта, расподелу снега, приносе пољопривредних култура а такође и на изгледе аграрних предела и стварању повољних услова за очување биодиверзитета.

ПЗП утичу на смањење брзине ветра утолико више и на већој удаљености уколико им је висина већа. Због тога се одстојање на коме шумски појас делује на промену брзине ветра мери висином самог појаса. Већина аутора сматра да се дејство појаса осећа на поветреној страни (страна са које ветар долази) на одстојању од 10h (10 висина), а на заветреној страни на одстојању од 40h. Има аутора који наводе податак да се дејство појаса осећа до 30h али је преко 20h сасвим незнатно. Такође је многобројним испитивањима утврђено да шумски појас дејствује на смањење брзине ветра утолико више уколико ветар има већу брзину. Смањена брзина ветра умањује његов механички утицај како на земљиште тако и на пољопривредне културе.

Шума и шумски појасеви делују на температуру ваздуха и шумског земљишта у ближој па и даљој околини. Разлике температуре, у шумском појасу и на отвореном пољу, условљавају благе покрете ваздуха из појаса у поље и обрнуто, па ове циркулације ваздуха умањују максималне и средње температуре у летњем периоду. Такође, појасеви смањују колебања температуре ваздуха у приземним слојевима. Повећање температуре земљишта омогућује ранију предсетвену припрему, сетву, ницање и укоренивање гајених усева.

Испаравање влаге из земљишта зависи од брзине ветра, температуре и влажности ваздуха. Најважнију улогу има брзина ветра. Уколико дати појас више смањује брзину ветра, утолико има већи утицај на смањење испаравања. Дејство ПЗП на испаравање протеже се на истом одстојању као и његово дејство на брзину ветра.

Појасеви знатно утичу на повећање влаге у ваздуху. Поља заштићена системом шумских појасева имају 9-10% већу влагу од поља без појасева, а ово повећање условљава и веће падавине на пољима са појасевима. Дејство појаса се осећа и дању и ноћу, услед чега је у заштићеној зони чешћа појава росе која повољно делује на вегетацију. Њихов утицај је нарочито значајан у време дувања сувих ветрова.

Појасеви имају утицај на бољи размештај снега на заштићеним пољима, пре свега код продувних појасева. Бољим распоредом снега остварује се бољи режим влаге целог заштићеног подручја, а зими се спречава дубоко замрзавање земљишта. На голим пољима, чији је пад 2%, отиче 74% воде од отопљеног снега, док на пољима са истим падом, али заштићеним појасевима, отиче свега 22% воде.

Појасеви на заветреној страни повољно утичу на температуру а повећавају и влажност ваздуха и земљишта. Због смањене брзине ветра смањује се и испаравање што све скупа ствара услове за повећање приноса, код зрнастих култура до 30%, поврћа од 50-70% а код засејаних трава од 100-200%.

Осим повећања приноса важно је и оно што ПЗП и ваншумско зеленило доносе целом простору, што се не може лако или никако измерити јединицама мере. Побољшавају се услови за живот дивљих животиња и птица у аграрном пределу, разбијају монотонију аграрног предела, нарочито у подручјима монокултура.

При подизању ПЗП и ваншумског зеленила треба обезбедити да са постојећим шумама, представљају повезани систем који је у стању да обезбеди бројне функције у специфичним условима поднебља и укупног живота на датом простору. ПЗП или шумице делују на околину на малом простору, али ваншумско зеленило укомпоновано у чврст систем веза делује у макропростору и мења све услове средине.

ПЗП би требало подизати од различитог шумског дрвећа, воћа и жбуња које у различито време листа и у различито време доноси цветове и плодове различитих боја и облика. У јесен овакви појасеви имају у себи читав спектар боја.

9.5.4.2. Негативни ефекти ПЗП

ПЗП могу негативно утицати нагомилавањем снега у њиховој непосредној околини. С пролећа, услед каснијег топљења снега долази до кашњења сетве у односу на простор изван утицаја појаса.

Ово се нарочито дешава у околини непродувних шумских појасева, док код продувних при земљи и ажурних појасева ова појава није много изражена, због чега се ови типови појасева најчешће и подижу.

Друго негативно дејство опет је везано за нагомилавања снега у близини појаса, због чега путеви у пролеће остају дуго мокри и раскаљани што такође доводи до кашњења сетве.

Засењивање пољопривредних култура које се налазе у близини појаса највише је изражено са северне стране појаса, делимично са источне и западне стране док се са јужне стране ово дејство уопште не јавља.

Истраживања о конкуренцији између кореновог система шумског дрвећа и пољопривредних култура, која су спровели руски истраживачи, указују да та конкуренција не постоји.

У појасевима могу да буду врсте дрвећа и жбуња у којима се развијају гљивице и инсекти штетни за пољопривредне културе.

Појасеви заузимају пољопривредно земљиште, стога се препоручује да то заузеће не буде веће од 3% обрадивих површина и да се подижу на површинама нижих бонитетних класа.

Упоредјујући предности и недостатке долази се до сазнања да је подизање пољозаштитних шумских појасева неопходна мелиорациона мера.

9.5.4.3. Оријентација и размештај ПЗП

Да би ПЗП испунили заштитну улогу потребно је да буду правилно размештени, са оптималним растојањем између појасева и одговарајућом оријентацијом. Ови елементи условљени су рељефом терена, јачином и правцем дувања ветрова, објектима хидротехничких мелиорација, постојећом шумском вегетацијом и др.

ПЗП се размештају у два правца који су управни један на други. Подужни (главни) ПЗП подижу се управно на правац дејства најјачих ветрова и они остварују основну заштитну улогу. Попречни (споредни) ПЗП се подижу управно на главне, за заштиту од дејства осталих ветрова. Овако постављени појасеви имају знатно већи утицај на смањење брзине ветра што омогућава да се они више размакну, чиме се добијају веће дужине парцела. На тај начин они формирају мрежу појасева чија окца представљају пољопривредне површне.

Оријентација ПЗП врши се према ружи ветрова, која одсликава правце и јачине (брзине) ветрова неког подручја.

Дејство главних ПЗП на брзину ветра се незнатно смањује када њихов правац није управан на правац најјачег ветра већ од њега одступа за 30 – 45°. Ово одступање се чини код терена са нагибом већим од 2°, да би се постављањем појасева дуж изохипси спречила ерозија водом.

Код постављања споредних ПЗП у мрежу треба укључити све постојеће шуме и шумице, као и оне који се планирају дуж водотока и вододерина.

За одређивање растојања између ПЗП анализирају се следећи чиниоци:

- структура
- висина
- тип попречног профила (“хабитуса”)
- просечна брзина штетног ветра
- типа земљишта које се брани од еолске ерозије
- температура ваздуха при дувању олујних ветрова у време када земљиште није довољно заштићено усевима и
- растојање између пољских путева и отворених канала система за одводњавање или наводњавање.

У погледу структуре можемо разликовати три категорије ПЗП:

- 1) непродувне – немају на око приметних шупљина,
- 2) продувне при врху или земљи – са великим шупљинама кроз које ваздушна струјања пролазе слободно не стварајући иза појаса зону затишја и
- 3) ажурне – са малим шупљинама по целом пресеку.

Узимајући у обзир наведене чиниоце добијен је следећи израз за растојење L између ПЗП (Грујовић, 2005):

$$L_{[m]} = 0.315 \cdot V \cdot \frac{a^2 \cdot \tau}{b \cdot (1 \mu J)} \cdot \frac{T}{Y} \cdot \sqrt{h} \quad (9-11)$$

где је :

V – просечна брзина олујног ветра (m/s),

a – ширина појаса на поветреној страни у односу на највећу висину појаса (m),

b – ширина појаса на заветреној страни у односу на највећу висину појаса у (m),

h – очекивана висина појаса (m),

τ – фактор непродувности (непробојности) појаса, чије вредности иду од 0.1 за сасвим продувне, до 0.6 за полупродувне и 0.9 - 1.0 за непродувне појасеве,

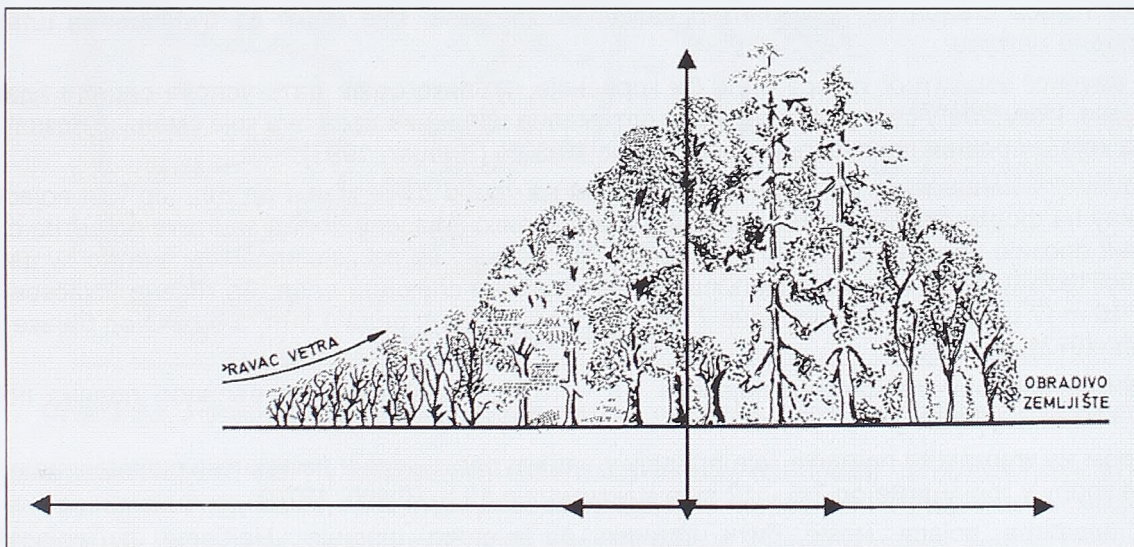
J – пад заветрене стране подручја појаса,

$T = \sqrt{\frac{t^{\circ}}{10} + 0.1}$ температурни коефицијент,

t° – средњегодишња температура ваздуха слива изражена у °C који се добија из одговарајућих метеоролошких карата,

Y – реципрочна отпорност земљишних творевина и стена на деловање “бомбардовања земљишта кишним капима” и на отпорност одношења земљишних честица текућом водом и еолском ерозијом. Вредности се крећу од 2.0 за песковита земљишта до 0.25 за земљишта компактне структуре (голи, компактни еруптиви).

Однос a^2/b представља чинилац попречног профила пољозаштитног појаса, па се његовим подесним избором могу комбиновати различита растојања. Утицај овог односа установљен је експериментом.



Слика 9.4. Биолошки хабитус непродувног пољозаштитног појаса

Однос $1/(1 \mu J)$ представља утицај нагиба заветрене стране пољозаштитног појаса. Уколико је на заветреној страни појаса нагиб негативан његова вредност се одузима од 1 (јединице). Када је нагиб позитиван, та вредност се додаје јединици.

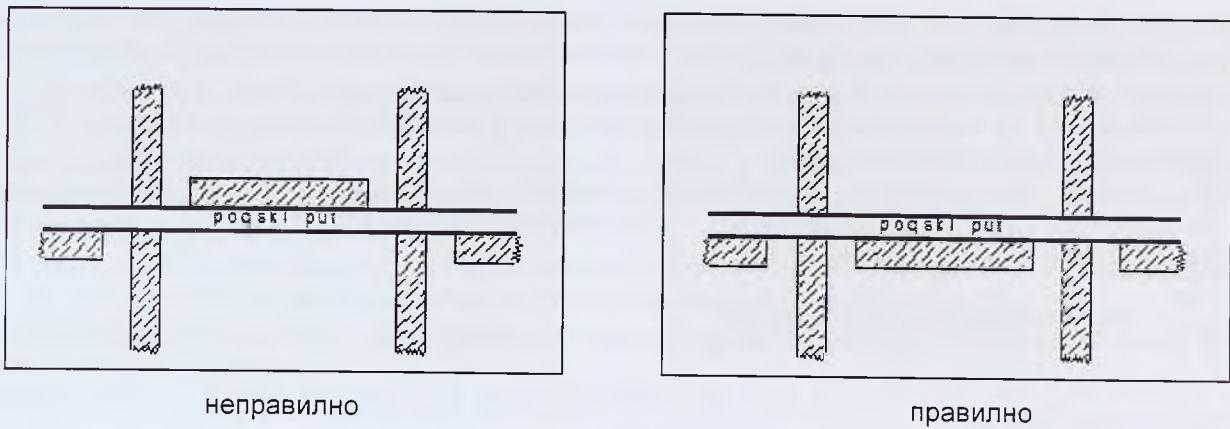
Средњу брзину ветра V (m/s) треба узети по Бофоровој скали, тј. 10 m изнад површине земљишта.

Тежиште за заштиту земљишта пољозаштитним појасевима треба првенствено тражити у типу њиховог попречног профила и односа $\frac{a^2 \cdot \tau}{b \cdot (1 \mu J)}$.

Ако се правилним избором врста подеси пресек пољозаштитног појаса да има форму као на Слици 9.4 треба очекивати и највеће одбацивање ветрових струја даље од земљишта у заветреној страни појаса (Грујовић, 2005).

Што се тиче растојања споредних појасева утврђено је да се испаравања највише смањују ако је однос међусобног растојања главних и споредних појасева 1:8.

Главни и споредни појасеви се прекидају на местима укрштања са путевима. При томе се просеци споредних са главним појасевима подешавају тако да не буду на истој линији (Слика 9.5).



Слика 9.5. Шематски приказ укрштања ПЗП (Лујић, 1973)

9.5.4.4. Ширина ПЗП

Распоред кретања ваздуха директно зависи од изабраног типа појаса, односно од његове пропустљивости. ПЗП треба да успорава ветар а да при томе не ствара вртлоге и ефекте млазница.

Непродувни ПЗП штити практично већу површину од ажурног појаса. Али на заветреној страни непродувног појаса ствара се турбулентно ваздушно кретање, које може да буде веома штетно по пољопривредне културе.

Избор ажурног заштитног појаса било би корисније, уколико се за дате услове одреди адекватна ширина појаса. Искуства у свету показују да је оптимална ширина појаса она која смањује брзину ветра за 60% и за које је средња пропустљивост ветра од 40-50% (Knauer, 1993).

За ширину ПЗП Ничота је утврдио (1952) да она не треба да је мања од 6m, јер ужи појасеви не могу да утичу на формирање локалне температуре. Уколико појасеви поред заштите од ветра служе и за сузбијање ерозије водом, или само у те сврхе, постављају се по изохипсама и знатно су шири, од 20-60 m, због формирања шумског земљишта и регулисања сливања воде. За главне појасеве усваја ширину од 10 m (7 редова), а за споредне 7 m (5 редова). Ред од реда 1.5 m, а биљка од биљке у реду 0.7 m (Лујић, 1973).

У Русији се препоручује ширина појасева 7.5 – 15 m, у Мађарској се већином подижу појасеви ширине 10 – 12 m, а у Италији 12 – 20 m.

С обзиром на климатске прилике које владају у нашим регионима и имовинске односе ширине ПЗП треба да се крећу у границама од 7.5 – 12 m, а максимално 15 m (Лујић, 1973).

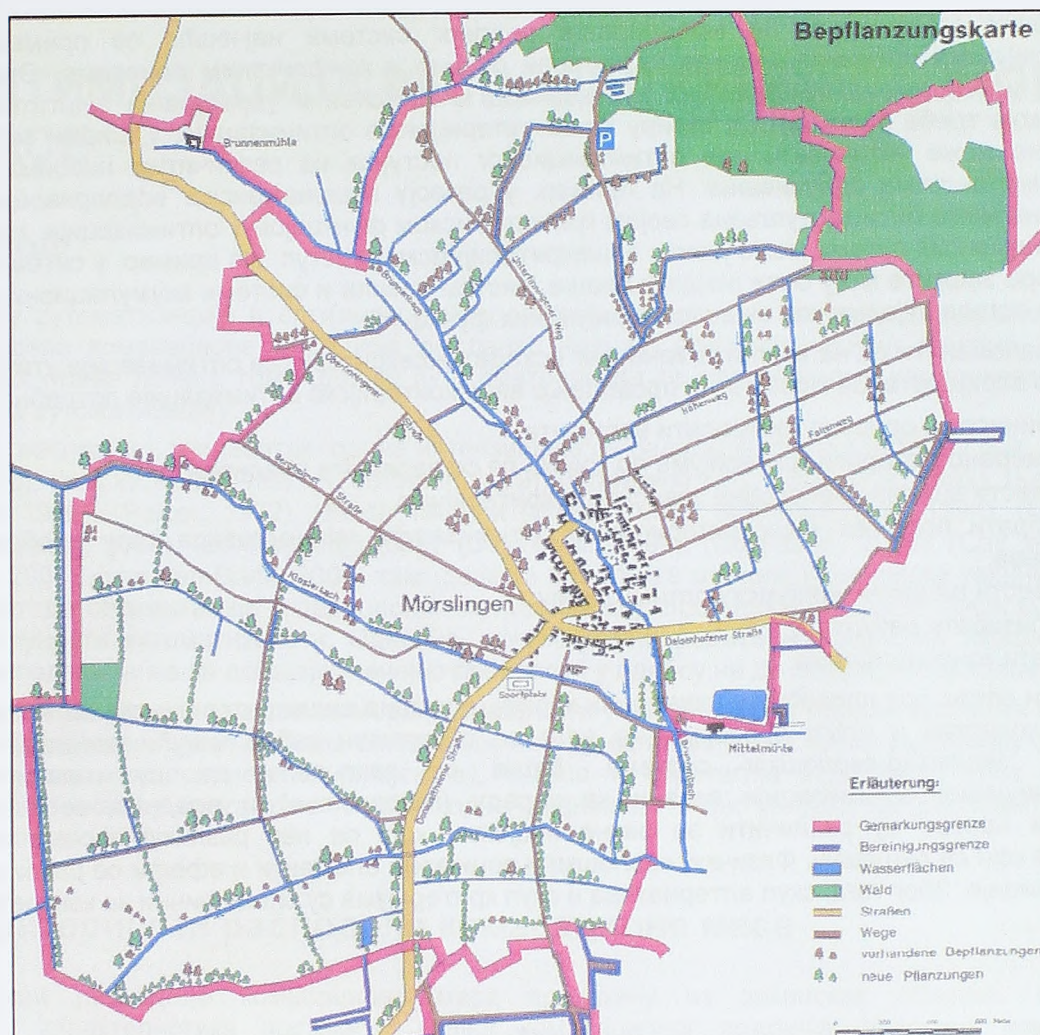
Облик профила појаса може бити важнији од његове ширине. Најбољи су појасеви са четвороугаоним попречним пресеком, док су са троугластим и лучним пресеком лошији. Међутим, често се усваја лучни облик зато што се на крајцима појасева уводе воћне врсте.

9.5.4.5. Формирање мреже ПЗП у комасацији

У поступку уређења руралног подручја комасацијом могуће је обезбедити услове за примену агротехничких, биолошких и техничких мера за отклањање или успоравање процеса ерозије. Повољним распоредом и оријентацијом пољских путева и канала за одводњавање и наводњавање, оријентацијом дуже стране парцеле у односу на највећи пад, одговарајућом дужином и ширином парцеле у правцу највећег пада, могу се процеси ерозије свести у дозвољене оквире.

Спровођење техничких противерозионих мера без истовременог уређења целе територије доводи до даљег уситњавања постојећих парцела новоизграђеним објектима, чији су положаји условљени топографским условима.

Пресецање и уситњавање парцела настаје ако се ПЗП поставља управно на правац доминантног ветра а смер обраде није паралелан или управан на правац доминантног ветра или ако је дужина парцеле већа него што је усвојено растојање између појасева.



Слика 9.6. Пројекат подизања пољозаштитних појасева и уређењу пејзажа (Немачка)

Формирањем мреже ПЗП у комасацији избегавају се ови проблеми уз обезбеђивање потребних површина за њихово подизање, кроз издвајање за заједничке потребе свих учесника у комасацији.

У комасацији се уклапају мрежа канала за одводњавање и наводњавање, мрежа пољозаштитних појасева и мрежа пољских путева, тако да се добијају правилне табле на којима се кроз наделу формирају парцеле правилног облика и оптималних димензија, односно дужина или ширина мањих од граничних вредности код којих долази до покретања процеса еолске ерозије (Бенка, 1996). Спровођење мера за спречавање еолске ерозије без значајног погоршања услова за економичну механизовану пољопривредну обраду могуће је једино кроз комасацију.

Због тога се у оквиру комасације планирају активности које имају за циљ да задовоље интересе пољопривреде и интересе заштите, кроз интегралну заштиту природе при уређењу руралног подручја.

9.6. Оптимизација заштитно-еколошког подсистема

Основни циљ изградње и управљања заштитно-еколошког система јесте обезбедити адекватну заштиту земљишта и простора уопште и створити погоднији амбијент за биљни и животињски свет, бављење основном делатношћу као што су пољопривреда и шумарство. Поред тога размишљати о стварању амбијента за туризам и рекреацији кроз очување животне средине и уређење пејзажа. Социјална компонента кроз коју се вреднују последице искоришћавања простора и ресурса на друштво и појединца треба да има значајну улогу код господарења простором.

Савремени приступи изградњи и заштитно-еколошког система захтевају примену оптимизационих метода операционих истраживања код проналажења оптималних решења и доношењу важних одлука. Због своје сложености, а ради једноставнијег проучавања ови системи се могу декомпоновати на подсистеме у оквиру којих је потребно постићи жељене циљеве уз уважавање присутних и

незаобилазних ограничења. За моделирање реалног система најчешће се примењују методе вишекритеријумске оптимизације, где су циљеви обично у конфликтним односима. Ограничавајући ресурси су извор појава конфликтних циљева код планирања и управљања заштитно-еколошким системом, које треба разрешити у оквиру вишекритеријумске оптимизације, у ширем смислу. Њихов значај се не може установити пре оптимизационог поступка на различитим нивоима и у оквиру хијерархијског система одлучивања. На пример, у развоју вишенаменског водопривредног система свака намена може бити заступљена својом критеријумском функцијом у оптимизацији. Наравно да се и код једнонаменских система може јавити вишекритеријумски приступ. На пример, у систему заштите од поплава мере заштите могу бити пошумљавање, систем насипа и системи акумулационих језера и да свакој мери одговара једна или више критеријумских функција.

Треба напоменути да на квалитет коначног исхода вишекритеријске оптимизације утиче и квалитет генерисања варијаната. За квалитетно провођење вишекритеријске оптимизације потребно:

- дефинисати, односно генерисати варијанте,
- примерено одабрати критеријуме по којима ће се варијанте вредновати,
- провести анализу међусобне зависности критеријума,
- одабрати поступак вишекритеријумске оптимизације која одговара типу проблема који се решава,
- провести вишекритеријумску оптимизацију,
- анализирати резултате и
- донети коначне одлуке.

Уз дужан опрез при провођењу наведених корака, примена вишекритеријумске оптимизације може бити врло користан и стога препоручљив алат за објективан избор могућих решења у подручју управљања заштитно-еколошког система. Може се закључити да су главни напори у вишекритеријумској оптимизацији везани за израду (генерисање) и вредновање алтернативних решења. Ти напори су различити за разне пројекте, који се пак разликују према наменама и проблемима који се решавају. Физички, еколошки и социјални елементи и ефекти се разликују од једне до друге локације. Због тога, скуп алтернатива и скуп критеријума су специфични за конкретан простор.

10. ОПТИМИЗАЦИЈА РАСПОДЕЛЕ КОМАСАЦИОНЕ МАСЕ

10.1. Увод

У процесу аутоматизације и оптимизације геодетских радова код комасације, највеће проблеме задаје расподела комасационе масе која до данас није на адекватан начин решена. Најважнији разлози таквог стања леже у томе што се дуго сматрало да се ради о веома компликованом послу, непогодном за аутоматизацију.

Међутим, последњих тридесетак година интензивније се радило на овом проблему (Kik, 1980), (Vos W. H. de, 1983), (Vos W. H. de, 1992), (Гостовић, 1979), (Grafarend i dr, 1979), (Kik, 1992), (Kropff, 1976), (Lemmani dr, 1986), (Pelcer, 1972), (Hoisl, 1984) и (Wurzl, 1984), (Миладиновић, 1994), (Михајловић, 1995), (Sonnenberg, 2000), (Sonnenberg, 2002), (Cay, et al., 2004), (Cay, et al., 2006), (Cay, et al., 2008), (Coito, et al., 2005), (van den Brink, 2004) тако да је уз помоћ све моћније рачунарске технике и научно доказаних метода оптимизације (операционих истраживања), поступак расподеле комасационе масе могуће у потпуности аутоматизовати. Односно, могуће је унапредити методологију израде предлога (пројекта) расподеле чиме се добијају значајне предности у односу на до сада примењиване поступке.

О расподели комасационе масе се мора размишљати у свим фазама израде програма и пројекта комасације и усмеравати пројекатнске активности тако да се на најбољи начин дефинишу сви захтеви из просторно-планских докумената (пројекта), закона и стратегија које треба кроз комасацију реализовати. На основу свега тога је неопходно дефинисати критеријуме за расподелу за свако комасационо подручје.

10.2. Критеријуми расподеле комасационе масе

Критеријуми расподеле комасационе масе проистичу из законских обавеза, стратешких опредељења, карактеристика постојећег стања комасационог подручја, учесника комасације и изабраног концепта уређења и обухватају следеће:

- 1) коефицијент умањења вредности поседа за јавне и заједничке површине треба да буде одређен тако да не прелази законом утврђену величину,
- 2) сваки учесник треба да добије мањи број нових парцела од броја старих парцела (уколико је број старих парцела већи од један),
- 3) нове парцеле треба да имају већу површину од старих,
- 4) нове парцеле треба да имају оптималан облик и димензије повољне за пољопривредну производњу,
- 5) сума вредности и површина нових парцела не може се разликовати више од законски одређеног процента од суме вредности и површине парцела унетих у комасациону масу укључујући и умањење за јавне и заједничке потребе, осим ако се комисија и учесник другачије не споразумеју,
- 6) нове парцеле, по могућству, треба да буду исте културе као старе,
- 7) свака нова парцела треба да има приступ са пољског пута са обе краће стране када су у питању њиве, док парцеле са осталим културама са једне стране,
- 8) оријентација и положај нових парцела треба да пружа побољшане могућности обраде и коришћења у односу на старе,
- 9) нове парцеле треба да су на приближно истом или краћем растојању од економског дворишта, тврдог пута и воде од старих парцела,
- 10) нове парцеле треба да су што ближе једна другој,
- 11) сваком учеснику комасације треба омогућити задржавање земљишта са трајним засадом, сталним објектом, бунаром, извором или неким другим трајним добром,
- 12) треба предвидети доделу парцела са специфичним карактеристикама земљишта, нпр. тамо где се традиционално засађује поврће и сл,
- 13) нагиб терена, геолошки састав, морфолошке карактеристике земљишта, ниво подземне воде, ерозија, осунчаност и еколошка угроженост нових не треба да буду лошији од старих парцела,

- 14) треба предвидети евентуалну надокнаду у новцу за непредвидиве ситуације одступања задатих критеријума у циљу постизања успеха расподеле,
- 15) парцеле учесника комасације из суседних насеља треба лоцирати ближе тим насељима и
- 16) максимално поштовати жеље учесника комасације о локацији и површини нових парцела.

Да би се задовољили задати критеријуми мора се у свим фазама пројектовања и реализације радова водити рачуна о димензионисању, оријентацији и положају пољопривредних (комасационих) табли на комасационом подручју. Пројектовању претходи темељна анализа подручја, поседа, становништва, механизације, производње итд.

10.3. Фазе реализације расподеле комасационе масе

Расподела комасационе масе у процесу комасације у техничком смислу реализује се у следећим фазама:

- анализа поседа учесника комасације,
- димензионисање комасационих табли,
- одређивање положаја и оријентација комасационих табли,
- избор табле у коју ће бити распоређен посед (одређивање модела расподеле, величине, броја и облика парцела),
- одређивање редоследа поседа у оквиру табли,
- рачунање аналитичко-геодетских елемената парцела (граничних тачака, вредности и површина по процембеним разредима и укупних површина).

Техничка и концептуална решења појединих фаза се морају дефинисати и реализовати на основу глобалних циљева и обавеза дефинисаних законом, планским, стратешким и програмским документима и критеријума постављених у поглављу 10.2.

10.3.1. Анализа поседа учесника комасације

Анализа старог поседа учесника комасације је фаза коју пројектант расподеле комасационе масе мора веома темељно провести. Анализа се ослања на критеријуме расподеле дефинисане у поглављу 10.2. Пројектант увек може спровести додатне анализе како би донео ваљане одлуке о положају и величини будућих парцела.

Укупна површина поседа, број парцела, њихов размештај на комасационом подручју, карактеристике земљишта, близина пута са тврдом подлогом, близина насеља (економског дворишта), могућност наводњавања, облик парцела, постојање сталног објекта, извора, бунара су карактеристике од којих зависи концепт пројекта и будућег размештаја нових парцела.

Размештај нових парцела на комасационом подручју је у директној вези са димензијама, обликом, положајем и оријентацијом комасационих табли у којима се надељују нове парцеле. Зато је анализа поседа старог стања на основу које се одређују димензије, облик, положај, број и оријентација комасационих табли основа за ваљано пројектовање расподеле комасационе масе. У том циљу се посед¹⁰ учесника комасације разврстава у групе по површини са следећим интервалима (Миладиновић 1997): 1. група 0-1 ha, 2. група 1-3 ha, 3. група 3-5 ha, 4. група 5-8 ha, 5. група преко 8 ha (Табела 10.1.). За сваку групу одређују се и следећи параметри:

- 1) укупна површина групе,
- 2) укупан број домаћинства,
- 3) укупан број учесника комасације,
- 4) укупан број парцела,
- 5) просечна површина поседа,
- 6) просечна површина парцела,
- 7) просечан број старих парцела по домаћинству,
- 8) просечан број места (локација) на којима су старе парцеле.

Пример груписања поседа на комасационом подручју Опово приказан је у Табели 10.1.

Учесници комасације, односно њихов посед се може разврстати и у групе дефинисане и по месту становања, катастарској општини, удружени пољопривредници, типу својине, према катастарским

¹⁰ Под поседом се подразумевају све парцеле једног учесника комасације на комасационом подручју.

општинама итд. Анализа поседа се може вршити посебно за домаћинства, а посебно за пољопривредна предузећа уколико су њихове карактеристике драстично различите.

Разврставање поседа по карактеристичним групама пружа могућност за рационализацију броја непознатих код математичког модела оптимизације, где је и онако тај број за сада велика препрека за ефикасно изнајлажење оптималног решења. Тако се начелима комасације могу предвидети локације државног сектора чиме се одмах тај део може искључити из оптимизације, док се за поједине категорије (групе) учесника могу дефинисати рејони (групе табли) у којима ће се лоцирати њихов посед.

РЕДНИ БРОЈ ГРУПЕ	ГРУПЕ ПОСЕДА (ha)	УКУПНЕ ПОВРШИНЕ ГРУПА (m ²)	БРОЈ ПОСЕДНИКА У ГРУПИ	БРОЈ ПАРЦЕЛА У ГРУПИ	ПРОСЕЧНА ПОВРШИНА ПАРЦЕЛА (m ²)
1	0-05	326624	89	154	3669.9
2	0.5-1	928754	183	270	5075.2
3	1-1.5	962576	147	424	6548.1
4	1.5-3	4354541	185	697	6247.5
5	3-5	4656168	111	765	6086.5
6	5-8	8217019	93	988	8316.8
7	преко 8 ha	13768714	53	1203	11445.3
8	Дебељача + Црепаја	4862075	209	548	23263.5
УКУПНО		38076470	1070	5049	

Табела 10.1. Пример груписања поседа на КП Опово

Оваква ситуација отвара могућност формирања математичког модела за сваку групу посебно са различитим критеријумима расподеле у функцији циља и различитим комбинацијама типова ограничења.

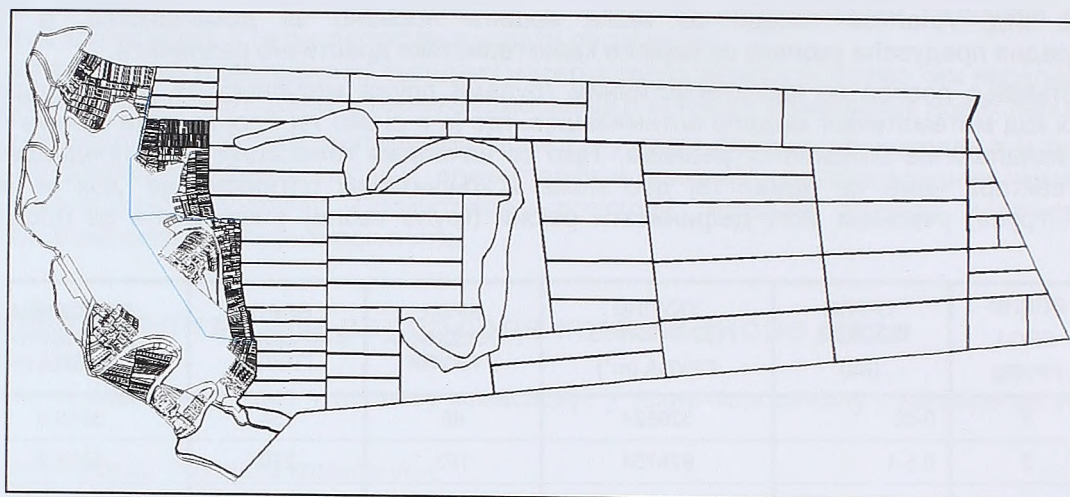
10.3.2. Димензионисање комасационих табли

Кад се утврди величина новог поседа по једној локацији или КП онда се на основу те величине и података из Табеле 10.1. утврђују оптималне дужине табли.

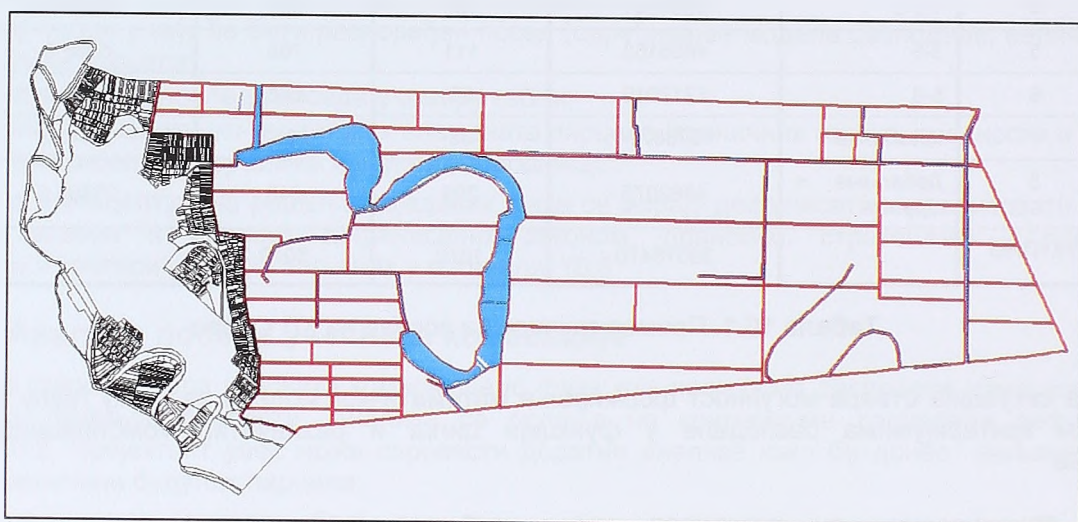
ГРУПЕ ПОСЕДА (ha)	УКУПНЕ ПОВРШИНЕ ГРУПА (m ²)	ШИРИНА ТАБЛИ l_p (m)	$\xi_p = l_p / 6$ (m)	ОПТИМАЛНЕ ДУЖИНЕ ТАБЛИ (m)	ОПТИМАЛНЕ ПОВРШИНЕ ТАБЛИ (m ²)	ПОТРЕБАН БРОЈ ТАБЛИ
0-0.5	326624	150	25.0	800	120000	2.72 ~ (3)
0.5-1	928754	200	33.3	1000	200000	4.64 ~ (5)
1-1.5	962576	270	45.0	1800	486000	1.98 ~ (2)
1.5-3	4354541	360	60.0	1800	648000	6.72 ~ (7)
3-5	4656168	480	80.0	2000	960000	4.85 ~ (5)
5-8	8217019	600	100.0	2200	1320000	6.23 ~ (6)
преко 8 ha	13768714	800	133.3	2500	2000000	6.88 ~ (7)
Дебељача + Црепаја	4862075	800	133.3	2000	1600000	3.04 ~ (3)
	38076470					37.06 ~ (37)

Табела 10.2. Пример оптималног димензионисања комасационих табли за КП Опово

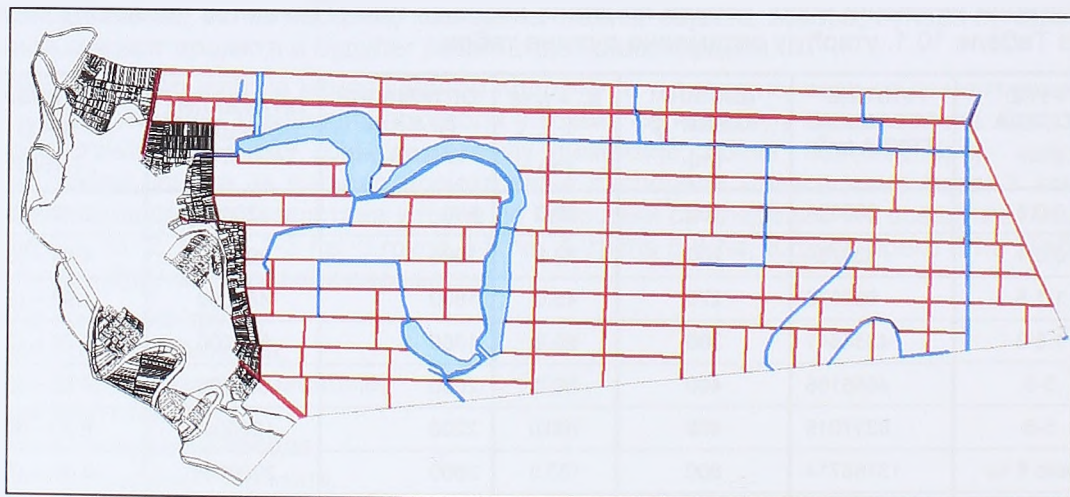
После извршене анализе поседа унетих у комасациону масу потребно је извршити димензионисање комасационих табли. Пример оптималног димензионисања комасационих табли за комасационо подручје Опово приказан је у Табели 10.2.



ПРВА ВАРИЈАНТА



ДРУГА ВАРИЈАНТА-УСВОЈЕНА ЗА ПРИМЕНУ ОПТИМИЗАЦИЈЕ



ТРЕЋА ВАРИЈАНТА-РЕАЛИЗОВАНА КОМАСАЦИЈА

Слика 10.1. Пример пројектовања комасационих табли у три варијанте на комасационом подручју Опово

10.3.3. Одређивање положаја и оријентација комасационих табли

Пројектовање комасационих табли димензионисаних у поглављу 10.3.2. је следећа активност веома значајна за успех комасације. Добрим размештајем комасационих табли на комасационом

подручју пројектант пружа могућност и доброг положаја, димензионисања оријентације и облика новим парцелама. Избор положаја димензионисаних табли за поједине групе одређују се подручја где је могуће наделити нове парцеле појединих учесника комасације из конкретне групе.

Размештај табли је могуће урадити у неколико варијанти, па онда изабрати најповољнију. Пример пројектовања комасационих табли у три варијанте на комасационо подручју Опово приказан је на Слици 10.1.

Код прве варијанте је поштован принцип да комасационе табле већих димензија, у које ће бити и наделене и парцеле већих површина, буду лоциране најдаље од насеља ("вертикална подела КП"), а затим по величини све мање и мање према насељу, тако да поседници са најмањим поседом добију парцеле оптималног облика најближе насељу.

Друга варијанта је пројектована тако да се табле различитих површина распореде по читавом комасационом подручју ("хоризонтална подела КП"). Ова варијанта пружа више могућности размештаја нових парцела на местима где су биле старе парцеле, док прва варијанта ту могућност јаче искључује.

Трећа варијанта је пројектована по принципу максималног задржавања облика и положаја старих пољских путева у атару, па чак и димензија комасационих табли. Ова варијанта је и изведена у пракси. Није ослоњена на анализу поседа већ је предност дата жељама учесника комасације, тако да је постигнуто укрупњавање поседа веома мало (1.99 пута). Постоји већи број неадекватно димензионисаних парцела (узаних а дугачких) што не пружа побољшане услове обраде са савременим агрегатима.

10.3.4. Избор комасационе табле у коју ће бити распоређене нове парцеле

Избор комасационе табле у коју ће бити додељене нове парцеле (поседи) може се реализовати применом оптимизационих модела операционих истраживања. Формирањем и решавањем оптимизационог модела расподеле нових парцела по таблама искључује субјективност доносиоца одлуке о положају месту и површини нових парцела и пружа могућност једновременог укључивања више критеријума који су значајни за локацију нових парцела конкретног комасационог подручја.

Под оптимизацијом расподеле комасационе масе у овом раду подразумева се расподела комасационе масе новог стања на вредности учесника комасације утврђене у исказима земљишта. Оптимизацији расподеле претходи димензионисање комасационих табли, односно усвајање главног пројекта комасације. У даљем тексту овог рада приказани су оптимизациони модели расподеле комасационе масе базирани на методама операционих истраживања. Резултати који се добијају решавањем оптимизационих модела пружају информације о броју, величини нових парцела распоређених по комасационим таблама.

10.3.5. Одређивање редоследа поседа у оквиру комасационих табли

Када се одреде вредности за наделу у једној табли последњи корак локације будућих парцела је редослед парцела у њој.

Редослед парцела у табли је могуће одредити на основу више критеријума, и то:

- да квалитет земљишта нове парцеле минимално одступа од квалитета земљишта старих парцела,
- да одстојање до економског дворишта буде што повољније,
- да нова парцела обухвата старе парцеле или њихове делове ако су биле у тој табли,
- да се нова парцела додели тако да у њој буде објекат, извор, бунар или стална култура учесника комасације ако је то било њихово и у старом стању (условна надела).

10.3.6. Рачунање аналитичко-геодетских елемената парцела

Рачунање аналитичко-геодетских елемената обухвата одређивање координата граничних тачака, фронтана (димензија) и површине нових парцела, те њихових површина и вредности по процембеним разредима.

Аналитичко-геодетски елементи представљају основу за обележавање нових граница на терену, комплетирање елабората премера, доношење решења о расподели комасационе масе и израду катастра непокретности.

10.4. Математичко моделирање расподеле комасационе масе

10.4.1. Захтеви за дефинисање модела расподеле комасационе масе као оптимизационог модела

Модел расподеле комасационе масе који је дефинисан у овом раду заснован је на искуствима која су уочена код изведених комасација и законској регулативи у свету и у Србији.

Основни задатак приликом израде пројекта расподеле (садашњег предлога расподеле) комасационе масе је планирање расподеле тако да се табле расподеле учесницима комасације на тај начин да нови поседи што боље одговарају њиховим старим поседима и да на њима буде могућа пољопривредна производња на најрационалнији начин.

Трошкови производње на одређеној парцели су, поред квалитета земљишта, у директној зависности од одређених геометријских величина као што су оријентација, величина, облик (дужина) и удаљеност парцеле.

Имајући у виду одредбе из законске регулативе, могли би се дефинисати следећи реални захтеви (услови) расподеле (груписања поседа), које би оптимизациони модел требало да обухвати:

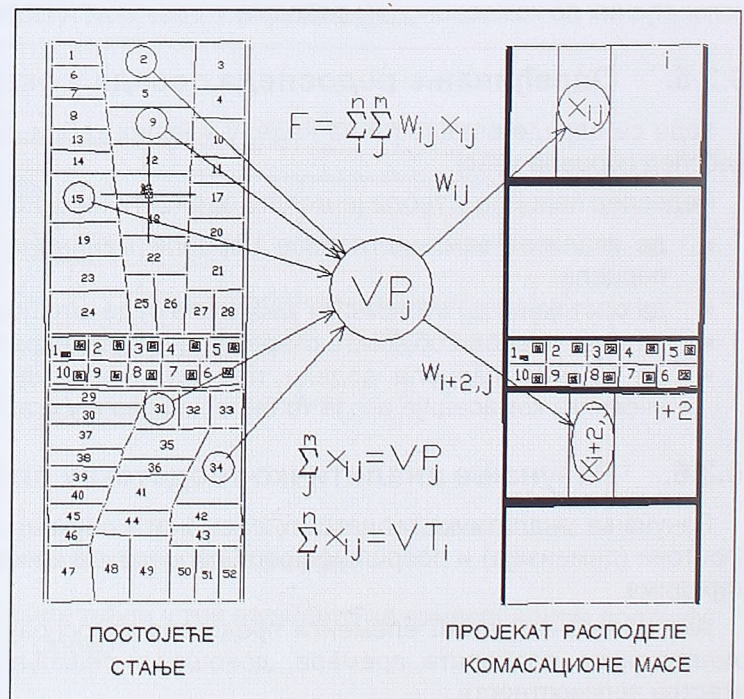
- парцеле треба да имају што већу површину,
- одстојања од економског дворишта треба да буду минимална,
- парцела треба да има најповољнији облик,
- сума вредности надељених парцела треба да је једнака суми вредности старих парцела,
- квалитет старих и нових парцела треба да је исти,
- удаљеност старих и нових парцела од економског дворишта треба да је приближно једнака или краћа,
- парцеле треба да су веће од неке минималне вредности или мање од неке максималне вредности,
- поштовање жеља учесника комасације,
- сума надељених парцела треба да има исту вредност као и сума старих парцела,
- максималан и минималан број парцела учесника,
- максималан и минималан број парцела у табли,
- водити рачуна о појединим групама поседника (старачка домаћинства, "странци", државна својина, исто домаћинство).

Наравно, за поједине захтеве из законске регулативе предвиђене су и одређене толеранције.

Овако постављени захтеви (услови) за оптимизацију представљају за сада "списак лепих жеља" који треба остварити применом линеарних метода операционих истраживања уз помоћ рачунарске технике.

Приликом постављања математичког модела узимаће се у обзир специфичност применљивих метода и могућност њиховог решавања са програмским системом GAMS (General Algebraic Modeling System) и MATLAB (MATrix LABoratory).

Методе операционих истраживања према својој дефиницији захтевају могућност дефинисања проблема у математичком облику који је потребно решити одређеном методом. Решење које се добије приликом решавања постављеног математичког модела је оптимално решење, које је утолико реално уколико се реално дефинишу захтеви кроз математички модел.



Слика 10.2. Графички приказ расподеле комасационе масе

10.4.2. Дефинисање математичког модела расподеле вредности по таблама

Основни предуслов за примену метода операционих истраживања код расподеле комасационе масе јесте могућност формирања математичког модела линеарног карактера, који би, с обзиром на методе приказане у додатку А, требало формирати тако да се могу испунити захтеви оптимизације расподеле комасационе масе који су набројани у поглављу 10.4.1. У том циљу неопходно је детаљно разматрати један по један захтев (услов) расподеле нових парцела по комасационим таблама и математички га дефинисати као функцију циља или као ограничење.

На основу општег математичког модела морају се дефинисати критеријуми на основу којих ће се одредити пољопривредна табла и величина парцеле учесника комасације, што је илустративно приказано на Слици 10.2.

У циљу дефинисања математичког модела оптимизације расподеле комасационе масе биће уведене следеће ознаке:

VT_i - вредности комасационих (пољопривредних) табли ($i=1,2,\dots,n$),

VP_j - вредности поседа учесника из исказа земљишта за наделу ($j=1,\dots,m$),

n - број комасационих табли,

m - број учесника чији се посед надељује,

w_{ij} - коефицијент (критеријум) расподеле j -тог учесника у i -ту таблу,

x_{ij} - непозната вредност парцеле j -тог учесника у i -тој табли,

d_{ij} - одстојање i -те табле од j -тог економског дворишта.

Захтеви о којима се мора водити рачуна приликом расподеле комасационе масе (поглавље 10.4.1.) биће математички моделирани у тексту који следи. Наравно, такво моделирање биће прилагођено применљивим методама оптимизације приказаних у додатку А.

10.4.2.1. Нове парцеле треба да имају што већу површину (вредност)

За ефикасно коришћење пољопривредне механизације веома је важно да парцеле имају што већу површину, тј. "оптималну површину".

Захтев за што већим површинама, односно вредностима нових парцела може се дефинисати са функцијом циља (10.1), за коју ће се у оптимизационом моделу захтевати максимум.

$$\max F = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m w_{ij} x_{ij} \quad (10.1)$$

Коефицијент w_{ij} се може одредити на више начина у зависности од тога шта ће се усвојити као основни критеријум за расподелу. Једини услов је да се он објективно може дефинисати за сваког учесника комасације. Коефицијент расподеле w_{ij} према поглављу 10.4.1. може се дефинисати у зависности од:

- вредности старих парцела учесника комасације по новопројектованим таблама,
- одстојања табле од економског дворишта,
- тога да нови посед најмање одступа по квалитету земљишта од поседа унетог у комасациону масу,
- изражених жеља кроз дате изјаве учесника комасације изражене у поенима према алтернативама.

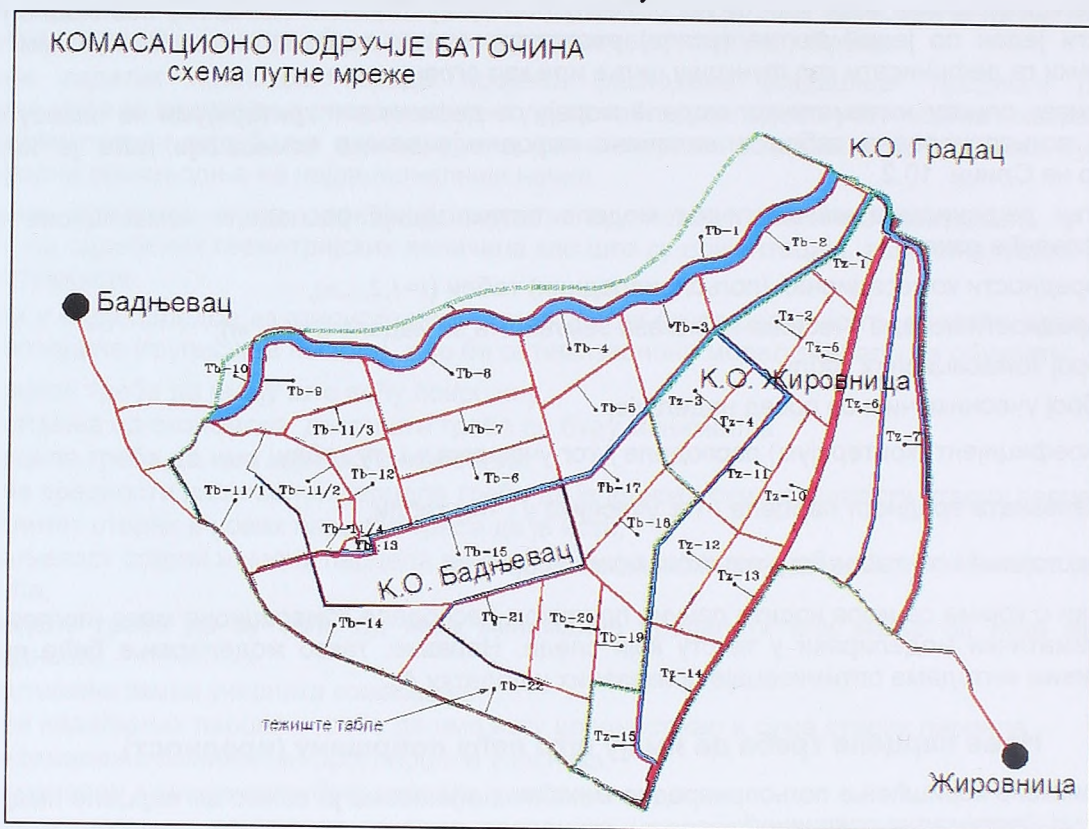
Који од критеријума расподеле ће бити у улози коефицијента уз непознате вредности нових парцела у функцији циља (10.1.), зависи од конкретне ситуације на комасационом подручју. Може бити дефинисан кроз начела комасације, пројектантска опредељења или сугестије доносиоца одлуке (комисије за комасацију) итд.

10.4.2.2. Одстојања нових парцела од економског дворишта треба да буду минимална

Захтев да одстојања будућих парцела од економског дворишта буду минимална може се дефинисати такође функцијом циља за коју ће се захтевати минимум. Међутим, истовремено треба захтевати да парцеле имају максималну вредност, тако да се ова два захтева могу објединити у једној функцији циља која ће имати следећи облик:

$$\max F = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (1/d_{ij}) x_{ij}, \quad (10.2)$$

и за коју ће се у оптимизационом моделу тражити максимум.



Слика 10.3. Пример формирања шеме путне мреже на КП Баточина

Одстојање d_{ij} се може одредити тако што ће се дефинисати вредности тежишта сваке пољопривредне табле и мрежа путева до свих економских дворишта. Мрежа путева се дефинише са чворовима (раскрсницама) и одстојањима између чворова (Слика 10.3). Методом динамичког програмирања (Pelsger, 1972) и (Hoisl, 1984) могу се одредити најкраћа одстојања табли од економског дворишта. Путеви се могу разврставати у категорије за које се могу дефинисати обрачунски коефицијенти који ће одражавати различитост квалитета путева у односу на врсту путне подлоге (земљани, камени, асфалтни). Одстојања d_{ij} се могу одредити и мануелно из пројекта каналске и путне мреже или применом бројних компјутерских програма, нпр. ArcGIS.

За одређивање ових одстојања неопходно је израдити прегледну карту, или шему путне мреже на којој ће бити дефинисани правци и чворови и исписане дужине и обрачунски коефицијенти (Слика 10.3.).

Из такве шеме или карте би се преузимали потребни подаци за рачунарску обраду тако што би се вршило сабирање и изналагање најкраћих одстојања сваке табле од економског дворишта за сваког учесника.

Одређивање одстојања се може рационализовати на тај начин што ће се дефинисати такозвани забрањени путеви. Забрањени путеви су путеви између економских дворишта и табли оних учесника за које се са сигурношћу може дефинисати да им се поседи неће доделити у тим таблама. Таква ситуација се догађа ако се поседници сврставају у групе са различитим карактеристикама (старачка домаћинства, "странци", удружени пољопривредници итд.) за које се одређују рејони (потеси) у којима ће им се додељивати поседи.

10.4.2.3. Нове парцеле треба да имају најповољнији облик

Осим величине и одстојања следећи важан чинилац карактеристика нових парцела је њихов геометријски облик. Према спроведеним опсежним истраживањима који су презентирани у поглављу

4. најповољнији облик пољопривредних парцела за биљну производњу је правоугаоник са одређеним односом краће стране према дужи. Правоугаони облик се може заменити сваким сличним обликом, под условом да су дуже странице паралелне (Слика 10.4.).

Захтеви да парцела има најповољнији облик се могу дефинисати за цело комасационо подручје као доњи и горњи лимит за све парцеле (10.3.), групе табли или појединачно за сваку таблу, па чак за сваког поседника у табли.

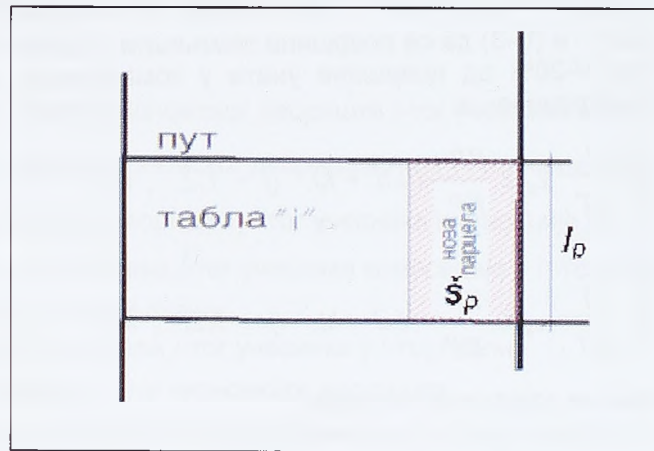
$$\begin{aligned} x_{ij} &\geq DL_i \\ x_{ij} &\leq GL_i \\ i &= 1, 2, \dots, n \\ j &= 1, 2, \dots, m \end{aligned} \quad (10.3)$$

где су:

DL_i - доњи лимит вредности нових парцела у табли i и

GL_i - горњи лимит вредности нових парцела у табли i .

Дефинисањем доњег и горњег ограничења нових парцела и пројектом фиксираних ширина табли директно се одређује најповољнији облик нових парцела.



Слика 10.4. Геометријске величине парцеле

10.4.2.4. Сума вредности нових парцела треба да је једнака суми вредности старих парцела

Захтев да се из комасационе масе сваком учеснику додели иста вредност као што је унео у комасацију (наравно, умањена за заједничке потребе), дефинише се као функција ограничења:

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = VP_j, \quad j = 1, 2, \dots, m. \quad (10.4)$$

Ако би се према 10.4.1. захтевало да те вредности могу да буду +/-10% различите од вредности унете у комасациону масу, онда би постојале две групе ограничења које би представљале горњи и доњи лимит за додељену вредност парцеле:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n x_{ij} &\geq VP_j (0.9 + k), \quad (j = 1, 2, \dots, m), \\ \sum_{i=1}^n x_{ij} &\leq VP_j (1.1 - k), \quad (j = 1, 2, \dots, m). \end{aligned} \quad (10.5)$$

где је k коефицијент умањења за заједничке потребе.

10.4.2.5. Квалитет старих и нових парцела треба да је исти

Када говоримо о квалитету парцела, овде се мисли на квалитет земљишта утврђен у поступку комасационе процене.

Захтев за истим квалитетом унетих и додељених парцела се у апсолутном смислу не може постићи, осим када се додељује иста парцела коју је учесник унео у комасациону масу. У осталим случајевима једино се може захтевати да разлика квалитета унетих и надељених парцела буде минимална. Тај услов се може дефинисати преко функције критеријума на следећи начин:

$$\max F = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \frac{1}{|KP_j - KT_i|} x_{ij} \quad (10.6)$$

где су:

KP_j - однос вредности поседа према површини j -тог учесника комасације,

KT_i - однос вредности i -те табле према површини.

Однос вредности површине учесника комасације може се срачунати из исказа земљишта или сумарника исказа, док се однос вредности и површине табли може срачунати из књиге фонда комасационе масе. Ове вредности представљају најбољи репрезент "квалитета" поседа и налазе се у распону између 0 и 1 ($0 \leq$ вредност/површина ≤ 1), јер је вредност увек једнака или мања од површине.

Захтев постављен у 10.4.1. и (U-3) да се површина земљишта додељеног из комасационе масе не може разликовати више од $\pm 20\%$ од површине унете у комасациону масу, може се приближно дефинисати преко две групе ограничења:

$$\sum_{i=1}^n \frac{1}{KT_i} x_{ij} \geq \frac{VP_j}{KP_j} (0.8 + k), \quad (j = 1, 2, \dots, m), \quad (10.7)$$

$$\sum_{i=1}^n \frac{1}{KT_i} x_{ij} \leq \frac{VP_j}{KP_j} (1.2 - k), \quad (j = 1, 2, \dots, m),$$

где је k коефицијент умањења за заједничке потребе.

10.4.2.6. Једнака или краћа удаљеност старих и нових парцела од економског дворишта

Једнака (или краћа) удаљеност старих и нових парцела од економског дворишта може се дефинисати на два начина: преко функције циља и преко ограничења.

Једно решење дефинисања овог захтева је преко функције циља облика (10.1.) где се за коефицијент расподеле w_{ij} узимају суме вредности старих парцела по новопроекткованим таблама које можемо обележити са c_{ij} и за такву функцију циља се у оптимизационом моделу захтева максимум.

$$\max F = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} x_{ij} \quad (10.8)$$

Према постављеној функцији циља учесник комасације ће добити нову парцелу у табли где је имао највећу вредност збира старих парцела, тј. положај нових парцела ће највише одговарати старим. Наравно, овде се претпоставља да је новопроекткована путна мрежа функционалнија од постојеће, што је један од основних захтева комасације.

Распоред збира вредности старих парцела по комасационим таблама може се одредити ако се пројекат система канала, мреже пољских путева и осталих садржаја пројекта комасације, који дефинишу границе комасационих табли, нанесе на катастарске планове старог стања на коме су претходно нанете границе процембених разреда. Потребно је сада разврстати парцеле старог стања по пољопривредним таблама. Може се догодити да се једна парцела налази у више табли па треба одредити вредности тих делова рачунањем површине по деловима и множењем тих површина са коефицијентима процембених разреда. Површине делова парцела се чак могу и процентуално процењивати одока, а да то не утиче на квалитет оптимизације. Припадност старих парцела одређеној

табли се и до сада евидентирао у исказима земљишта старог стања, с тим што је уписивана она табла у којој се налази највећи део парцеле.

Коефицијенти c_{ij} се могу ефикасно одредити ако су формиран дигитални геодетски планови старог стања за комасационо подручје и ако постоји могућност преклапања нивоа (лејера) старог стања, граница процембених разреда и пројекта пољопривредних табли. Једно овакво решење дато је у (Михајловић, 2009), где је софтверски решено рачунање површина делова парцела који припадају различитим процембеним разредима и који су дефинисани на другом лејеру уз помоћ програма ArcGIS. Требало би, дакле, формирати и трећи лејер пројекта табли.

Друга могућност дефинисања захтева за једнаким (или мањим) удаљеностима старог и новог поседа је дефинисање групе ограничења (10.9.):

$$\sum_{i=1}^n PN_{ij} x_{ij} \geq \sum_{l=1}^p PS_{lj} v_{lj}, \quad (j = 1, 2, \dots, m). \quad (10.9.)$$

Или ако се за параметре пута узму реципрочне вредности одстојања економског дворишта до табле и сектора у старом стању биће:

$$\sum_{i=1}^n (1/d_{ij}) x_{ij} \geq \sum_{l=1}^p q(1/f_{lj}) v_{lj}, \quad (j = 1, 2, \dots, m), \quad (10.10.)$$

где су:

PN_{ij} - параметар пута између економског дворишта j -тог учесника и i -те табле,

PS_{lj} - параметар пута између економског дворишта j -тог учесника и l -тог сектора старог стања,

f_{lj} - одстојања од економског дворишта j -тог учесника комасације до l -тог сектора старог стања,

v_{lj} - вредност поседа старог стања j -тог учесника комасације у l -том сектору,

p - укупан број сектора у старом стању

x_{ij} - непознате вредности парцела j -тог учесника у i -тој табли,

d_{ij} - одстојање i -те табле од j -тог економског дворишта,

q - коефицијент пропорционалности који дефинише разлике функционалности старе и нове путне мреже.

За овакву групу ограничења потребно је старо стање поделити у секторе (Кик, 1980) тако да се у једном сектору налазе парцеле које гравитирају према путу који је најпогоднији за транспорт до економских дворишта. За сваки сектор се изабере референтна тачка од које се одређују одстојања до економског дворишта, Слика 10.5. Пuteви се такође могу рангирати према квалитету коловоза, нагибу итд.

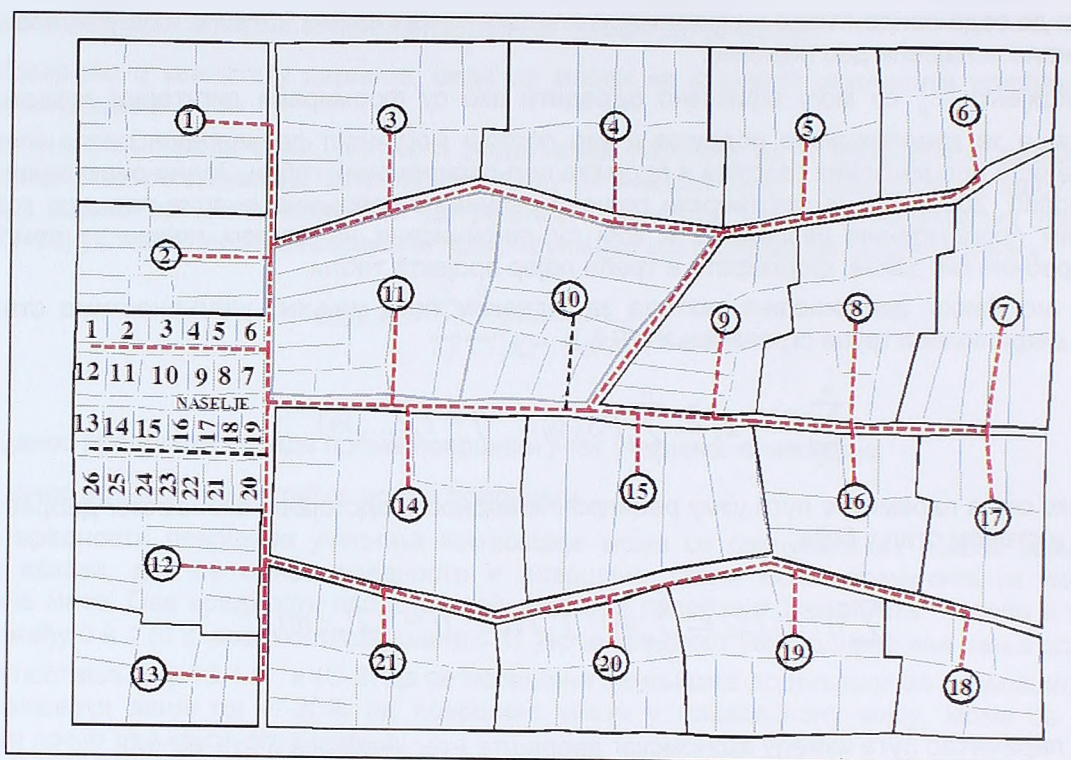
Приликом формирања математичког модела расподеле комасационе масе потребно је узети једно од решења за које је потребно мање рачунања, а може да задовољи захтеве оптимизације.

10.4.2.7. Поштовање изјава о груписању поседа и расподели земљишта из комасационе масе (жеља учесника комасације)

Изјаве о груписању поседа и расподели земљишта из комасационе масе (жеље) дају сви учесници комасације у процесу упознавања вредности у исказима након умањења вредности за заједничке потребе. Иако жеље учесника комасације имају само саветодавну улогу, а не и обавезу комисији за комасацију да према њима и поступе, процес узимања жеља се мора обавити. За успех комасације од посебне важности је да што мањи број учесника буде незадовољан, али такође треба водити рачуна о неозбиљним и нереалним захтевима учесника комасације. Приликом формирања оптимизационог модела требало би узети у обзир и жеље и математички их представити.

Приликом пројектовања расподеле комасационе масе уз коришћење оптимизационих метода пружају се следеће могућности узимања жеља и њиховог дефинисања у облику функције циља (10.1.):

- само за место (таблу) будућег поседа,
- само за величину (вредност) поседа и
- истовремено за место и величину.



Слика 10.5. Подела комасационог подручја старог стања на секторе

Да би се процес оптимизације могао извести, неопходно је да се жељама дефинише такав математички модел у коме има више решења за непознате, тј. да је процес оптимизације за налажење оптималног решења могућ. Из тих разлога неопходно је узети више жеља које ће бити рангиране према приоритетима. Значи потребно је обавити анкетирање учесника на тај начин што ће они изразити што више могућности (жеља).

Једно од решења може да буде такво што би се жеље рангирале са одређеним поенима по алтернативама онако како су их учесници дефинисали. За критеријум расподеле у функцији циља (10.1.) могу се узети поени којима се дефинишу локација и приоритет места. Тако се за коефицијенте жеља може узети:

- за прву жељу 100 поена,
- за другу 80 поена,
- за трећу 60 поена итд.

Друго решење за узимање у обзир жеља могуће је дефинисати преко одређивања горњег и доњег лимита величине парцела које даје учесник комасације приликом узимања жеља.

Учесник се дакле изјашњава у којој табли жели да добије посед, даје одређени број алтернатива и величине поседа и могуће варијације од дефинисане величине (распон). Што је више алтернатива пружа се већа могућност налажења оптималног решења, али тај број не би требало да буде претерано велики. На основу овако дефинисаних жеља могуће је поставити следећа ограничења:

$$\begin{aligned}
 x_{ij} &\geq DZ_{ij}, \quad \text{за } DZ_{ij} > 0 \\
 x_{ij} &\leq GZ_{ij}, \quad \text{за } GZ_{ij} > 0, \\
 x_{ij} &= 0, \quad \text{за } DZ_{ij} = GZ_{ij} = 0,
 \end{aligned}
 \tag{10.11}$$

($i=1,2,\dots,n; j=1,2,\dots,m$)

где је :

DZ_{ij} - доњи лимит жеље j -тог учесника за i -ту таблу,

GZ_{ij} - горњи лимит жеље j -тог учесника за i -ту таблу.

Расподела комасационе масе базирана, између осталог, и на принципу жеља приказана је у раду (Hupfeld, 1971) на основу којег је урађен програмски систем под називом CONEF. Такав приступ би и

код нас био могућ ако би се законски променио статус узетих жеља, односно ако би жеље учесника биле доминантан критеријум у расподели комасационе масе (као што је случај у Немачкој).

10.4.2.8. Сума надељених вредности нових парцела у табли треба да буде једнака вредности табле

Критеријум да сума надељених вредности (сума нових парцела) у оквиру табле треба да буде једнака вредности табле такође се може представити као група ограничења чија је општа формула:

$$\sum_{j=1}^m x_{ij} = VT_i, \quad (i = 1, 2, \dots, n). \quad (10.12)$$

И код ових захтева може се дозволити извесно одступање збира вредности нових парцела од вредности табле (нпр. +/-10%), мада то није прописима предвиђено. То је понекад потребно да би се ефикасније нашло оптимално решење. У том случају би из ограничења (10.12.) проистекле две групе ограничења:

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^m x_{ij} &\geq 0.9 * VT_i, & (i = 1, 2, \dots, n) \\ \sum_{j=1}^m x_{ij} &\leq 1.1 * VT_i, & (i = 1, 2, \dots, n) \end{aligned} \quad (10.13)$$

10.4.2.9. Максималан и минималан број надељених парцела једног поседника

Максималан и минималан број парцела могуће је увести као типове ограничења код целобројног бинарног програмирања и мешовитог програмирања.

Максималан број нових парцела једног поседника може се написати у облику:

$$\sum_{i=1}^n k_{ij} \leq MG_j, \quad (j = 1, 2, \dots, m) \quad (10.14)$$

Слично се дефинише и минималан број парцела једног поседника :

$$\sum_{i=1}^n k_{ij} \geq MD_j, \quad (j = 1, 2, \dots, m) \quad (10.15)$$

где су:

k_{ij} - бинарна променљива која је једнака 0 или 1 ($i=1, 2, \dots, n$; $j=1, 2, \dots, m$),

MG_j - максималан број надељених парцела j -тог поседника,

MD_j - минимални број надељених парцела j -тог поседника.

Овако дефинисана ограничења имају везе са обликом нових парцела, тако да се приликом дефинисања броја парцела у табли мора водити рачуна о томе.

10.4.2.10. Максималан и минималан број надељених парцела у табли

И ова група ограничења је могућа само код бинарног и мешовитог програмирања, као и претходна.

Максималан број нових парцела у таблама може се ограничити једначинама :

$$\sum_{j=1}^m k_{ij} \leq NG_i, \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (10.16)$$

Док се минималан број парцела у таблама дефинише групом ограничења:

$$\sum_{j=1}^m k_{ij} \geq ND_i, \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (10.17)$$

где су:

k_{ij} - бинарна променљива која је једнака 0 или 1 ($i=1,2,\dots,n; j=1,2,\dots,m$),

NG_i - максималан број наделених парцела у i -тој табли,

ND_i - минимални број наделених парцела i -тој табли.

10.5. Дефинисање модела расподеле комасационе масе

Математичко моделирање расподеле комасационе масе обрађено у поглављу 10.4.2. Има за циљ да обухвати углавном све захтеве расподеле које проистичу из законске регулативе и практичне реализације комасације у Србији. У оквиру математичког моделирања, реализација неких захтева расподеле дефинисана је преко функције циља, док је један број захтева дефинисан као функције ограничења. Узимајући у обзир специфичности појединих метода операционих истраживања (додатак А), може се уочити да је тешко све захтеве математички дефинисати једном методом. Због тога ће у наредним поглављима овог рада бити дефинисани математички модели и обрађени конкретни примери за неке од најзаступљенијих метода које се у разним областима примењују у пракси, приликом чега ће бити комбиновани поједини захтеви математички дефинисани у поглављу 10.4.2.

За дефинисање комплетних и применљивих метода расподеле комасационе масе узећемо дефинисане и математички моделиране појединачне захтеве оптимизације представљене у поглављима од 10.4.2.1 до 10.4.2.10. Приликом конципирања метода узета је у обзир могућност његовог решавања одговарајућим компјутерским програмом, као и његова примена код реалних комасационих подручја у пракси.

10.5.1. Једнокритеријумски модели

Општи модел једнокритеријумских модела расподеле комасационе масе подразумева дефинисање једне функције циља

$$\max / \min F = C^T x, \quad (10.18)$$

за коју се може тражити минимум или максимум и система једначина ограничења:

$$\begin{aligned} Ax (\leq, =, \geq) b, \\ x \geq 0, b \geq 0, \end{aligned} \quad (10.19)$$

где су:

C - матрица коефицијената у функцији критеријума,

x - вектор непознатих вредности нових парцела,

A - матрица коефицијената у ситему једначина ограничења и

b - вектор слободних чланова у ситему једначина ограничења.

Дакле, тражимо максималну вредност функције циља F која представља производ коефицијената расподеле $C = w_{ij}$ ($i=1,2,\dots,n; j=1,2,\dots,m$) и непознатих вредности нових парцела x_{ij} ($i=1,2,\dots,n; j=1,2,\dots,m$).

Коефицијенти уз непознате у функцији циља (C) могу представљати следеће величине:

- 1) збирове вредности старих парцела учесника комасације у оквиру новопроектованих табли $w_{ij} = c_{ij}$,
- 2) реципрочне вредности одстојања тежишта комасационих табли од економског дворишта $w_{ij} = d_{ij}^{-1}$,
- 3) реципрочне вредности од апсолутне разлике коефицијената односа вредности и површине парцела (поседа) коју је учесник унео у комасацију и односа вредности и површине комасационих табли $w_{ij} = |KP_j - KT_i|^{-1}$ и
- 4) жеље учесника комасације изражене у процентима (поенима) према приоритетима $w_{ij} = z_{ij}$:
 - $z_{ij} = 80$ - прва алтернатива,
 - $z_{ij} = 60$ - друга алтернатива,
 - $z_{ij} = 40$ - трећа алтернатива итд.

Узимајући у обзир карактеристике појединих једнокритеријумских модела оптимизације, могу се конципирати и модели расподеле комасационе масе у којима се за њихово решавање могу применити методе представљене у додатку А овог рада.

Групе ограничења се могу комбиновати од једначина дефинисаних у поглављу 10.4.2.

10.5.1.1. Модел 1 – Транспортна метода

Транспортна метода представља, у основи једноставан случај линеарног програмирања, јер поред функције циља (10.20) садржи само две групе функција ограничења (10.21. и 10.22).

Функција циља се дефиниша као

$$\max F = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m w_{ij} x_{ij} \quad (10.20)$$

Коефицијенти w_{ij} уз непознате вредности нових парцела у функцији циља x_{ij} могу бити алтернативно: $w_{ij} = c_{ij}$, $w_{ij} = d_{ij}^{-1}$, $w_{ij} = |KP_j - KT_i|^{-1}$ или $w_{ij} = z_{ij}$.

Ограничења:

1) збир вредности нових парцела у табли треба да је једнак вредности табле VT_i :

$$\sum_{j=1}^m x_{ij} = VT_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (10.21)$$

2) збир вредности нових парцела поседника треба да је једнак вредности поседа унетог у комасациону масу, умањеног за заједничке потребе VP_j (вредност поседа из исказа земљишта):

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n x_{ij} &= VP_j, \quad j = 1, 2, \dots, m, \\ VT_i &= VP_j, \quad x_{ij} \geq 0, \\ i &= 1, 2, \dots, n; \quad j = 1, 2, \dots, m. \end{aligned} \quad (10.22)$$

Дефинисани модел расподеле је затвореног типа јер је $VT_i = VP_j$. Уколико би се применили знаци неједнакости систем би био отвореног типа аналогно изворној дефиницији транспортног проблема.

10.5.1.2. Модел 2 – Бинарна метода

Код бинарне методе примењено је целобројно бинарно програмирање (0-1 програмирање). За непознате вредности x_{ij} добијају се само вредности нула или један. Ако је $x_{ij} = 1$, то значи да нова парцела пада у таблу i , а ако је $x_{ij} = 0$, значи да у тој табли не треба доделити посед j - том власнику.

Дакле, овом методом можемо одредити само места будућих парцела, а не и њихове вредности.

Функција циља:

$$\max F = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m w_{ij} x_{ij} \quad (10.23)$$

Коефицијенти уз непознате вредности нових парцела у функцији циља могу бити исти као и код Модела 1.

Ограничења:

1) Максималан број нових парцела на комасационом подручју j - тог једног власника

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = MM_j, \quad j = 1, 2, \dots, m \quad (10.24)$$

2) Максималан број нових парцела у i - тој табли

$$\sum_{j=1}^m x_{ij} = NN_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (10.25)$$

10.5.1.3. Модел 3 – Симплекс метода

Имајући у виду општу формулацију математичког модела линеарног програмирања дефинисаног у додатку А и математички моделиране захтеве груписања поседа и расподеле комасационе масе у поглављу 10.4.2. може се поставити следећи математички модел:

Функција циља

$$\min F = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m w_{ij} x_{ij} \quad (10.26.)$$

са ограничењима

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^m x_{ij} &= VT_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \\ \sum_{i=1}^n x_{ij} &= VP_j, \quad j = 1, 2, \dots, m \\ DL &\leq x_{ij} \leq GL \\ i &= 1, 2, \dots, n; \quad j = 1, 2, \dots, m. \end{aligned} \quad (10.27)$$

Прва група ограничења значи да збир вредности нових парцела у табли буде једнак вредностима табле. Друга група ограничења значи да збир вредности нових парцела сваког учесника буде једнак вредностима поседа унетих у комасациону масу. Уместо знакова једнакости могу се увести знакови неједнакости. Затим се може допустити да се у таблу додели за неки дефинисани проценат мање или веће вредности нових парцела, а да се компензација нпр. изврши у новцу. Трећа и четврта група ограничења представљају минималне, односно максималне вредности нових парцела. Систем неједначина ограничења се може проширити и са новим групама једначина или неједначина. Прва група једначина ограничења се може заменити са две нове групе ограничења, ако желимо испоштовати 10.4.2.4.

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n x_{ij} &\geq VP_j (0.9 + k), \quad (j = 1, 2, \dots, m), \\ \sum_{i=1}^n x_{ij} &\geq VP_j (1.1 - k), \quad (j = 1, 2, \dots, m). \end{aligned} \quad (10.28)$$

Друга група ограничења се, такође може заменити са две нове једначине уколико се жели увести 10.4.2.8.

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^m x_{ij} &\geq 0.9 * VT_i, \quad (i = 1, 2, \dots, n), \\ \sum_{j=1}^m x_{ij} &\leq 1.1 * VT_i, \quad (i = 1, 2, \dots, n) \end{aligned} \quad (10.29)$$

10.5.1.4. Модел 4 – Мешовито програмирање

Мешовито програмирање, како је у додатку А представљено, у основи садржи два типа непознатих величина. Једна непозната величина је бинарног (0-1) карактера, док је друга непозната величина реалног карактера.

Математички модел расподеле комасационе масе се може дефинисати тако што би непознате величине x_{ij} представљале непознате вредности нових поседа, док би бинарна променљива y_{ij} била помоћна променљива.

Променљива y_{ij} има исто значење као у поглављу 10.5.1.2. (Модел 2) тј. да j -та парцела пада у i -ту таблу или не.

Математички модел за примену мешовитог линеарног програмирања код расподеле комасационе масе има следећи садржај:

Функција циља

$$\max F = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m w_{ij} y_{ij} + x_{ij} \quad (10.30)$$

Ограничења:

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^m x_{ij} &= VT_i, \quad \text{za } i = 1, 2, \dots, n \\ \sum_{i=1}^n x_{ij} &= VP_j, \quad \text{za } j = 1, 2, \dots, m \\ DLy_{ij} - x_{ij} &\leq 0, \quad \text{za } i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m \\ GLy_{ij} - x_{ij} &\geq 0, \quad \text{za } i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m \\ \sum_{j=1}^m y_{ij} &\leq MM_i, \quad \text{za } j = 1, 2, \dots, m \\ \sum_{i=1}^n y_{ij} &\leq NN_j, \quad \text{za } i = 1, 2, \dots, n \end{aligned} \quad (1.31)$$

Коефицијенти w_{ij} у функцији циља могу имати исто значење као и код Модела 1. Прво и друго ограничење су такође познати из Модела 1, док су облике ограничења 3 и 4 омогућиле специфичности мешовитог програмирања. Наиме, ограничење 3 представља доњи лимит, док ограничење 4 представља горњи лимит за вредности нових парцела x_{ij} . Ограничење број 5 дефинише максималан број нових парцела у оквиру комасационе табле, док ограничење број 6 дефинише максималан број парцела једног учесника комасације.

Мешовито програмирање има предности над применом симплекс методе, јер омогућава ефикасно уређење доњег и горњег лимита за парцеле, као и броја парцела учесника и броја парцела у табли, тј. омогућава увођење већег броја ограничења. Али поред предности има и мана, јер фигурише дупло више непознатих у математичком моделу.

10.5.1.5. Модел 5 – Квадратно програмирање

Имајући у виду општу формулацију квадратног програмирања дефинисаног у додатку А и математички моделиране захтеве груписања поседа и расподеле комасационе масе у поглављу 10.4.2. може се поставити следећи математички модел:

Функција циља је нелинеарна и има следећи облик:

$$\min F \equiv \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^n \sum_{l=1}^m x_{ij} q_{(i-1)m+j, (k-1)m+l} x_{kl} + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m w_{ij} x_{ij} \quad (10.32)$$

са линеарним ограничењима:

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^m x_{ij} &= VT_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \\ \sum_{i=1}^n x_{ij} &\leq VP_j, \quad j = 1, 2, \dots, m \\ DL &\leq x_{ij} \leq GL \\ i &= 1, 2, \dots, n; \quad j = 1, 2, \dots, m. \end{aligned} \quad (10.33)$$

Систем неједначина ограничења се може проширити и са новим групама једначина или неједначина. Прва група једначина ограничења се може заменити са две нове групе ограничења, ако желимо испоштовати 10.4.2.4.

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} \geq VP_j(0.9 + k), \quad (j = 1, 2, \dots, m),$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} \geq VP_j(1.1 - k), \quad (j = 1, 2, \dots, m).$$
(10.34)

Друга група ограничења се, такође може заменити са две нове једначине уколико се жели увести 10.4.2.8.

$$\sum_{j=1}^m x_{ij} \geq 0.9 * VT_i, \quad (i = 1, 2, \dots, n),$$

$$\sum_{j=1}^m x_{ij} \leq 1.1 * VT_i, \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$
(10.35)

Коефицијенти уз непознате вредности нових парцела у функцији циља могу бити исти као и код Модела 1.

Матрица $Q = [q_{ij}]_{mn \times mn}$ може бити матрица од коефицијената који одражавају удаљеност тежишта комасационих табли, односно удаљеност нових парцела учесника комасације за које се може захтевати да буде минимално.

Ако је Q позитивна семидефинитна матрица, онда је F конвексна функција. У овом случају проблем има свој максимум ако постоји решење које задовољава ограничења и ако је F ограничена са горње стране како би било могуће наћи решење. Ако је матрица Q позитивна дефинитна онда је тај максимум јединствен. Ако је Q нула матрица онда се проблем своди на линеарно програмирање

10.5.2. Вишекритеријумски модели

Вишекритеријумско програмирање, како сам назив и говори и како је то представљено у додатку А, омогућава увођење више критеријумских функција циља. Сагледавајући математичко моделирање расподеле комасационе масе представљено у тачки 10.4. и обрађене примере у тачки 10.4.2, може се јасно уочити да је вишекритеријумским програмирањем могуће обухватити већи број захтева из тачке 10.4.1. истовремено, чиме би се свакако омогућила објективнија расподела комасационе масе. То је, свакако, још један корак ближе стварној примени операционих истраживања код расподеле комасационе масе.

За формирање математичког модела вишекритеријумске оптимизације полази се од чињенице да коефицијенти расподеле у критеријумским функција ($w_{ij} = c_{ij}$, $w_{ij} = d_{ij}^{-1}$, $w_{ij} = |KP_j - KT_i|^{-1}$ или $w_{ij} = z_{ij}$) нису изражене у истим јединицама мере (нису истог реда величине), па се мора увести трансформација у којој се они нормализују.

Једнокритеријумске функције циља преузете из 10.5.1

$$\max F_1 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} x_{ij}$$

$$\max F_2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m d_{ij}^{-1} x_{ij}$$

$$\max F_3 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m |KP_j - KT_i|^{-1} x_{ij}$$

$$\max F_4 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m z_{ij} x_{ij}$$
(10.36)

се нормализују тако што се за сваку од њих рачунају нове вредности коефицијената

$$g_{kij} = \frac{w_{kij}}{\sum_{j=1}^m w_{kij}}, \quad i = 1 \dots n, \quad k = 1 \dots p. \quad (10.37)$$

Нормализоване функције циља имају следећи облик:

$$\max F_k = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m g_{kij} x_{ij}, \quad \text{за } k = 1, 2, \dots, p = 4; \quad (10.38)$$

Ограничења, уз овако дефинисане функције циља, могу се комбиновати од једначина дефинисаних у поглављу 10.4.2. На пример, могу бити:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n x_{ij} &= VP_j, \quad \text{за } i = 1, 2, \dots, n \\ \sum_{j=1}^m x_{ij} &\geq VT_i * P1_i, \quad \text{за } i = 1, 2, \dots, n \\ \sum_{j=1}^m x_{ij} &\leq VT_i * P2_i, \quad \text{за } i = 1, 2, \dots, n \\ x_{ij} &\leq GL, \quad \text{за } i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m \\ x_{ij} &\geq DL, \quad \text{за } i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m \end{aligned} \quad (10.39)$$

где су $VT_i * P1_i$ горњи лимит збира вредности нових парцела које падају у таблу i , а $VT_i * P2_i$ доњи лимит збира вредности нових парцела које падају у таблу i . За коефицијенте $P1$ и $P2$ може се узети неки проценат (нпр. 2 %) одступања према процени истраживача (пројектаната) али њихова вредност не сме прећи $\pm 10\%$. Горњи и доњи лимит за вредности нових парцела могу се одређивати у фази рачунања према вредностима и облицима комасационих табли.

Овако постављен математички модел се може даље прилагођавати специфичностима појединих дефинисаних метода којима се решавају проблеми вишекритеријумске оптимизације (додатак А). У овом раду су дефинисани модели базирани на интерактивним методама решавања као што су STEM (STEP Method) метода, метода тежинских коефицијената (МТК), методе ограничења у простору критеријумских функција и циљно програмирање као метода која се базира на одређивању минималног одстојања од идеалне тачке која одговара оптималним вредностима свих критеријума.

10.5.2.1. Модел 6 – STEM метода

Оптимизациони модел расподеле комасационе масе (10.32 и 10.33) у коме непознате величине имају континуирани карактер може се решити методом STEM¹¹ (додатак А), која је развијена за решавање задатака вишекритеријумског линеарног програмирања.

Математички модел и процес решавања вишекритеријумске оптимизације по STEM методи могу се представити у 5 корака:

- решавање скаларних оптимизација,
- одређивање пондера (тежина),
- формирање и решавање новог модела линеарног програмирања,
- постоптималне анализе и
- итеративни процес решавања модела.

У првом кораку се, дакле, реше све скаларне оптимизације представљене математичким моделом у поглављу 10.5.1, приликом чега се добијају такозвана маргинална решења.

Вредности функција циља добијених у скаларним оптимизацијама називају се идеалне вредности (F^*).

¹¹ Step Method (STEM)

Резултати добијених вредности функција циља могу се приказати у облику Табеле 10.3. На главној дијагонали су такозване идеалне вредности функција циља (F_k^*), док се међу осталим резултатима могу уочити најлошије вредности (F_k^{min}).

	F_1 (C_{ij})	F_2 $\left(\frac{1}{d_{ij}}\right)$	F_3 $\left(\frac{1}{ KP_j - KT_i }\right)$	F_4 (Z_{ij})
F_1				
F_2				
F_3				
F_4				

Табела 10.3. Вредности функција циља добијене једнокритеријумским оптимизацијама

У другом кораку одређују се пондери (тежине)¹² на следећи начин:

$$\pi_k = \frac{F_k^* - F_k^{min}}{F_k^*}, \quad k = 1, 2, \dots, p \quad (10.40)$$

У трећем кораку се формира нови модел линеарног програмирања:

Функција циља:

$$\min Z$$

са ограничењима:

$$\begin{aligned} 1) & \left[F_k^* - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m w_{kij} x_{ij} \right] \pi_k \leq Z, \quad k = 1, 2, \dots, p \\ 2) & \sum_{i=1}^n x_{ij} = VP_j, \quad j = 1, 2, \dots, m \\ 3) & \sum_{j=1}^m x_{ij} = VT_i P1_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \\ 4) & \sum_{j=1}^m x_{ij} = VT_i P2_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \\ 5) & x_{ij} \leq GL_i, \quad i = 1, 2, \dots, n; \quad j = 1, 2, \dots, m \\ 6) & x_{ij} \geq DL, \quad i = 1, 2, \dots, n; \quad j = 1, 2, \dots, m \\ 7) & Z, x_{ij} > 0, \quad i = 1, 2, \dots, n; \quad j = 1, 2, \dots, m \end{aligned} \quad (10.41)$$

Као параметри у функцијама ограничења (између осталих) могу се на пример узети:

$$P1_i = 2\% \quad (P1_i = 0.98)$$

$$P2_i = 2\% \quad (P2_i = 1.02)$$

Решавањем овако формираног математичког модела добијамо такозвано ефикасно решење за непознате x_{ij} и вредности функције циља $F_k^{(1)}$, ($k=1, 2, \dots, 5$).

У наредном четвртном кораку оцењују се постигнуте резултати непознатих вредности x_{ij} и њихов распоред, као и постигнуте вредности функција циљева $F_k^{(1)}$, тј. њихово одступање од идеалне вредности. Уколико је доносилац одлуке задовољан постигнутим вредностима поступак се прекида. Уколико ни једна вредност није прихватљива од $F_k^{(1)}$ проблем нема прихватљивог решења и поступак се такође прекида.

¹² Тежински коефицијент π_k представља релативни значај одступања од идеалних вредности

Ако постоје прихватљиве вредности за неке од функција циља (бар једна) поступак се може наставити на тај начин што доносилац одлуке процењује за колико прихватљиве вредности може снизити, како би се евентуално постигло побољшање код осталих циљ функција.

Одреди се могуће вредности смањења за неке од вредности $F_k^{(1)}$ узимајући да је за њих пондер $\pi = 0$, док се за остале рачуна нова вредност π по формули (10.35.).

У петом кораку се формира нови математички модел који се састоји од математичког модела (10.36.) и додатних ограничења.

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m w_{sij} x_{ij} \geq F_s^{(1)} - \Delta F_s, \quad (s = 1, 2, \dots, p-1)$$

$$\sum_{j=1}^m w_{kij} x_{ij} \geq F_k^{(1)}, \quad (k = 1, 2, \dots, p; k \neq s)$$
(10.42)

Решава се тако формиран математички модел и добијени резултати $F_k^{(2)}$ и x_{ij} поново се анализирају. Операциони истраживач има могућност одређивања вредности ΔF_s , којом смањује одређене вредности функције циља $F_k^{(1)}$ све док не постигне задовољавајуће побољшање оних вредности циља које у претходном кораку нису биле прихватљиве.

Поступак од трећег до петог корака се понавља више пута, све док пројектант или доносилац одлуке не буду задовољни резултатима непознатих и резултатима вредности функције циља.

У случају расподеле комасационе масе могу се анализирати распоред и вредности парцела, као и процентуално остварење вредности функције циља у односу на идеалне вредности.

У облику Табеле 10.4. могу се приказати резултати функције циља и њиховог варирања, као и проценти остварења идеалних вредности за узети пример.

Коефицијенти расподеле у функцији циља	Идеалне вредности функције циља добијене скаларним оптимизацијам а	I итерација		II итерација		% остварења идеалних вредности
		Вредности функције циља у првом пролазу STEM методом	% остварења идеалних вредности	Промене функције циља	Вредности функције циља у другом пролазу STEM методом	
c_{ij}						
$w_{ij} = KP_j - KT_j \Gamma^{-1}$						
d_{ij}^{-1}						
z_{ij}						

Табела 10.4. Постигнуте вредности функције циља приликом налажења решења STEM методом

10.5.2.2. Модел 7 – Метода ограничења у простору критеријумских функција

Оптимизациони модел расподеле комасационе масе (10.33. и 10.34.) у коме непознате величине имају континуирани карактер може се решити методом ограничења у простору критеријумских функција (додатак А), која је развијена за решавање задатака вишекритеријумског линеарног програмирања. Теоријске основе решавања модела вишекритеријумског линеарног програмирања представљени су у додатку А.

Основни принцип ове методе је свођење модела вишекритеријумске оптимизације на једнокритеријумски модел на тај начин што се једна од дефинисаних функција циља прогласи као основна функција циља (10.33.), а остале се прикључе ограничењима.

На пример, функција циља је облика

$$\max G = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m g_{ij} x_{ij}$$
(10.43)

а ограничења су:

$$\begin{aligned}
 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m g_{2ij} x_{ij} &\geq Z_1 \\
 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m g_{3ij} x_{ij} &\geq Z_2 \\
 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m g_{4ij} x_{ij} &\geq Z_3 \\
 \sum_{i=1}^n x_{ij} &= VP_j \\
 \sum_{j=1}^m x_{ij} &\geq VT_i P1_i \\
 \sum_{j=1}^m x_{ij} &\leq VT_i P2_i \\
 x_{ij} &\leq GL_i \\
 x_{ij} &\geq DL_i \\
 (i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m)
 \end{aligned} \tag{10.44}$$

где су Z_i ($i=1,2,\dots, 3$) изабране вредности функције циља на основу постигнутих резултата у скаларним оптимизацијама, које се претходно морају израчунати неком од метода једнокритеријумске оптимизације.

Процес рачунања се одвија у следећим корацима.

Прво се решавају скаларне (једнокритеријумске) оптимизације код којих добијамо идеалне вредности функција циља ($F_i^2 = [F_1^1, F_2^1, F_3^1, F_4^1]$),

У другом кораку одређујемо нивое постизања идеалних вредности и решавамо модел (2.38) као једнокритеријумску оптимизацију са неком од метода из 10.5.1.

У трећем кораку решавамо оптимизациони модел (3.38) са неком од метода из 10.5.1 (нпр симплекс) у више понављања, побољшавајући (варирајући) вредности функција циља Z_i ($i=1,2,\dots, 3$) све док доносилац одлуке не буде задовољан са постигнутим резултатима расподеле. На пример, код прве итерације можемо за почетне вредности Z_i усвојити најлошије вредности функције циља приказане из добијених појединачних једнокритеријумских рачунања. После прве итерације добијамо (рачунамо) нове вредности за функцију циља ($F_i^2 = [F_1^2, F_2^2, F_3^2, F_4^2]$). Затим можемо захтевати да нивое свих функција које су сада у улози функције ограничења, подигнемо за одређени проценат.

Претпоставимо да смо задовољни добијеним резултатима, решења за непознате вредности нових парцела по таблама можемо усвојити као коначна.

10.5.2.3. Модел 8 – Метода тежинских коефицијената

Оптимизациони модел расподеле комасационе масе (10.33. и 10.34.) у коме непознате величине имају континуирани карактер може се решити методом тежинских коефицијената, која је развијена за решавање задатака вишекритеријумског линеарног програмирања. Основни принципи решавања модела вишекритеријумског линеарног програмирања представљени су у додатку А.

Математички модел ове методе заснива се на томе да се од k функција циља формира једна као збир нормализованих скаларних функција уз увођење коефицијената тежина q_k , ($k=1,2,\dots,4$) од њих. Тежински коефицијенти треба да су ненегативни бројеви и не могу сви истовремено бити једнаки нули.

У овом моделу функција циља има облик

$$\max G = \sum_{k=1}^p q_k G_k, \quad \text{за } k=1,2,\dots,p; \tag{10.45}$$

Односно за пример из 10.5.2. са четири функције циља

$$\max G = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m q_k g_{kij} x_{ij}, \text{ за } k = 1, 2, \dots, 4; \quad (10.46)$$

при чему је

$$g_{kij} = \frac{w_{kij}}{\sum_{j=1}^m w_{kij}}, \quad i = 1 \dots n, \quad k = 1 \dots p.$$

Ограничења, уз овако дефинисане функције циља, могу се комбиновати од једначина дефинисаних у поглављу 10.4.2. На пример, могу бити:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n x_{ij} &= VP_j, \text{ за } i = 1, 2, \dots, n \\ \sum_{j=1}^m x_{ij} &\geq VT_i * P1_i, \text{ за } i = 1, 2, \dots, n \\ \sum_{j=1}^m x_{ij} &\leq VT_i * P2_i, \text{ за } i = 1, 2, \dots, n \\ x_{ij} &\leq GL, \text{ за } i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m \\ x_{ij} &\geq DL, \text{ за } i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m \end{aligned} \quad (10.47)$$

Тежине критеријума q_k , $k = 1, \dots, p$ репрезентују преференцију доносиоца одлуке. Тежине критеријума представљају мере за увођење релативне значајности критеријума.

Методe за вишекритеријумску оптимизацију користе нормализоване вредности тежина, при чему је $\sum q_i = 1$, $q_i \geq 0, \forall i$. Међутим за сагледавање релативних односа тежина могу се користити и ненормализоване вредности у виду целих бројева, или износи у процентима.

Задавање вредности тежина критеријума је посебан проблем у вишекритеријумској оптимизацији и његово решавање зависи од структуре преференције доносиоца одлуке и начина њеног формулисања.

10.5.2.4. Модел 9 – СТЕМ метода са непознатим величинама мешовитог типа

У поглављу 10.5.1.4. приказан је математички модел за једнокритеријумску оптимизацију када су променљиве величине мешовитог типа. Аналогно математичком моделу приказаном у поглављу 10.5.2.1. може се за мешовити тип непознатих поставити следећи математички модел:

Нормиране скаларне функције циља:

$$\begin{aligned} F_1 &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (g_{1ij} y_{ij} + x_{ij}) \\ F_2 &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (g_{2ij} y_{ij} + x_{ij}) \\ F_3 &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (g_{3ij} y_{ij} + x_{ij}) \\ F_4 &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (g_{4ij} y_{ij} + x_{ij}) \end{aligned} \quad (10.48)$$

или

$$\max F_k = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (g_{kij} y_{ij} + x_{ij}), \quad (k=1, 2, \dots, 4) \quad (10.49)$$

са ограничењима

$$\begin{aligned}
 \sum_{j=1}^m x_{ij} &= VT_i \\
 \sum_{i=1}^n x_{ij} &= VP_j \\
 DLy_{ij} - x_{ij} &\leq 0 \\
 GLy_{ij} - x_{ij} &\geq 0 \\
 \sum_{j=1}^m y_{ij} &\leq MM_i, \quad (i = 1, 2, \dots, n) \\
 \sum_{i=1}^n y_{ij} &\leq NN_j, \quad (j = 1, 2, \dots, m)
 \end{aligned} \tag{10.50}$$

Постављен математички модел се решава на аналоган начин као у 10.5.2.1. (СТЕМ метода за континуирани тип непознатих величина), само што се у трећем кораку решава следећи математички модел:

Функција циља

$$\min Z \tag{10.51}$$

са ограничењима:

$$\begin{aligned}
 \left[F_k^* - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (w_{kij} y_{ij} + x_{ij}) \right] \pi_k &\leq Z \quad (k=1, 2, \dots, 4) \\
 \sum_{j=1}^m x_{ij} &= VT_i \\
 \sum_{i=1}^n x_{ij} &= VP_j \\
 DLy_{ij} - x_{ij} &\leq 0 \\
 GLy_{ij} - x_{ij} &\geq 0 \\
 \sum_{j=1}^m y_{ij} &\leq MM_i, \quad (i = 1, 2, \dots, n) \\
 \sum_{i=1}^n y_{ij} &\leq NN_j, \quad (j = 1, 2, \dots, m)
 \end{aligned} \tag{10.52}$$

И у петом кораку додајемо нова ограничења математичком моделу (93):

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m g_{kij} y_{ij} \geq F_k^{(1)}, \quad (k=1, 2, \dots, 4; k \neq s) \tag{10.53}$$

Преостали кораци решавања су идентични са поступком дефинисаним у 10.5.2.1. (СТЕМ метода за континуирани тип непознатих величина).

10.5.3. Компјутерски програми за решавање оптимизационих модела расподеле комасационе масе

За решавање оптимизационих модела операционих истраживања у свету је развијен велики број програмских система и појединачних апликација у разним програмским језицима. Систематизација софтвера слична је систематизацији метода операционих истраживања, али су програми подељени у две групе и то на програме за линеарно програмирање и програме за нелинеарно програмирање. У оквиру ове две групе компјутерски програми се могу разврстати у подгрупе према методама. Систематизација програма приказана је у (W-13) за линеарно програмирање и у (W-14) за нелинеарно програмирање.

За реализацију истраживања у овом раду примењени су програми GAMS (**General Algebraic Modeling System**) и MATLAB (**MATrix LABoratory**). Програмски систем GAMS је искоришћен у изворном облику, док су у оквиру програмског система MATLAB развијена библиотека апликација под називом ORKOM (**Оптимизација Расподеле КОмасационе Масе**) за решавање једнокритеријумских, и виšekритеријумских модела линеарних и нелинеарних метода оптимизације код расподеле комасационе масе дефинисаних у 10.5.1. и 10.5.2.

10.5.3.1. Програм GAMS

Програм GAMS (**General Algebraic Modeling System**) израдила је група аутора (Brok et al, 1989), у програмском језику FORTRAN, за потребе Светске банке из Њујорка, за оптимизацију стратегијских модела у циљу доношења одлука финансијских улагања у разним привредним и другим областима у целом свету.

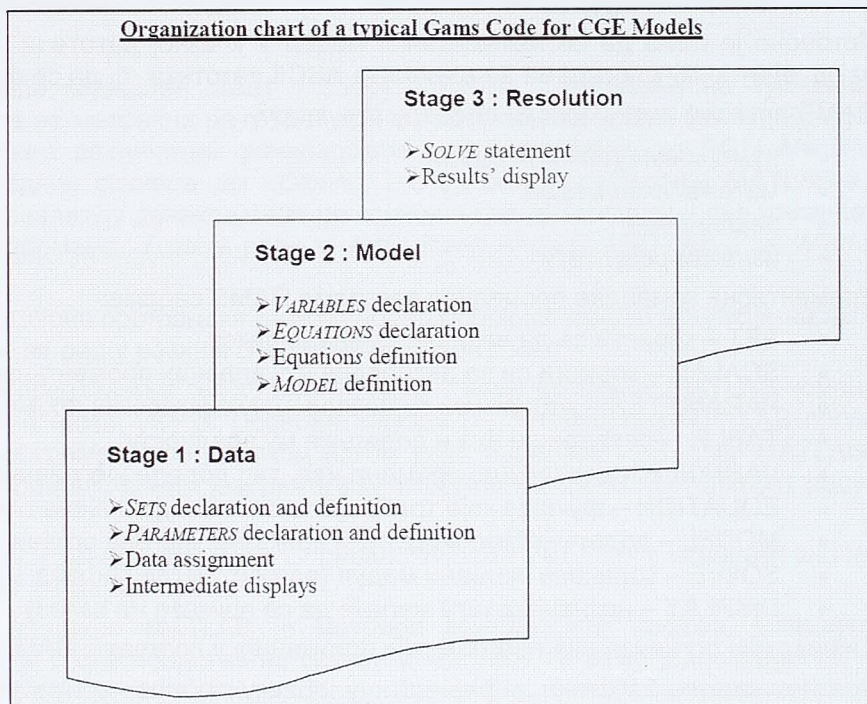
Програм GAMS је од свог изворног облика проширен и осавременен, тако да је данас у свету један од најпознатијих и најчешће коришћених програма за решавање проблема оптимизације примењеним у многим областима. Доступан је у више верзија које су прилагођене различитим рачунарским платформама – од PC и *Macintosh* рачунара, преко LINUX (UNIX) радних станица до *Convex* и *Cray* рачунара. Може се набавити у студентској, комерцијалној верзији. Студентска верзија GAMS-а је, као и све рекламне и студентске верзије, скромних могућности, јер је софтверски лимитирана. Комерцијална верзија програма за PC рачунаре за различите оперативне системе има могућност решавања реалних

оптимизационих модела великих димензија ситета, а ограничавајући фактор су само хардверски капацитети. Верзије GAMS-а за различите рачунарске системе се разликују донекле само по корисничком интерфејсу – све команде се једнако извршавају на свим платформама. У овом раду је коришћена верзија GAMS-а за *Windows* оперативне системе.

GAMS је конципиран као проширив програмски пакет – поред основног пакета намењеног за решавање модела линеарног програмирања могуће је набавити и додатне модуле специјализоване за рад у разним специфичним обласима. Тако су развијени између осталих и модул MINOS (**M**odular **I**n-core **N**onlinear **O**ptimisation **S**ystem) за нелинеарно и модул ZOOM (**Z**ero/**O**ne **O**ptimisation **M**ethod) за решавање модела целобројног и мешовитог програмирање.

Према (Brok, at al, 1988) GAMS садржи следеће модуле:

- 1) LP - линеарно програмирање,
- 2) NLP - нелинеарно програмирање,
- 3) DNLP - нелинеарно програмирање са дисконтинуалним изводима,
- 4) MIP - мешовито целобројно програмирање,
- 5) MINLP - мешовито целобројно нелинеарно програмирање,
- 6) MCP - мешовити комплементарни проблеми,
- 7) CNS - ограничени нелинеарни системи,
- 8) MPEC - математички програм са ограничењима као стационарним тачкама,
- 9) ZOOM Zero/One - оптимизациони метод 0-1,



Слика 10.6. Хијерархија организације програмских апликација у програму GAMS

- 10) CPLEX LP - мешовито целобројно програмирање,
- 11) LAMPS - решавач проблема линеарних и мешовитих целобројних проблема,
- 12) OSL - примал и дуал симплекс, метода унутрашње тачке, MIP решавач итд.

Основно окружење GAMS-а представља текстуални прозор у коме се задају GAMS команде. Команде се извршавају непосредно након уноса. У GAMS-у је омогућено писање и програма у програмском језику којег нуди GAMS. Сам GAMS програмски језик је налик другим процедуралним језицима, изузимајући његову прилагођеност раду са функцијама табелама и матрицама.

За решавање задатака линеарног програмирања оптимизације, програм користи ревидирану симплекс методу, док за целобројно програмирање користи методу гранања и ограђивања (додатак А).

Програм GAMS има релативно једноставно решење припреме улазних података и могућност повезивања код улаза и излаза са програмом Microsoft Excel и програмом MATLAB, што је коришћено у овом раду.

Наиме, GAMS поседује "сопствени језик", који се користи приликом формирања улазне датотеке.

Потребно је само да се математички модел у улазној датотеци прилагоди GAMS -овом језику у неком од едиторских програма за креирање ASCII датотека, тј. да се формира "Gams-program".

GAMS-програм има у основи следећу структуру:

- нумерички (улазни) подаци,
- математички модел,
- решавање и
- излазни резултати.

Елементарне командне процедуре програма GAMS садрже:

- SET – користи се да назначи имена индекса,
- SCALAR – користи се за декларацију скаларних променљивих,
- PARAMETER – користи се за декларацију векторских променљивих,
- TABLE – декларише низ и додељује му вредности,
- VARIABLE – декларише променљиве, тип доделе и ограничења,
- EQUATION – функције које треба да се оптимизују и њена ограничења,
- MODEL – додељује име моделу, и приказује његова ограничења,
- SOLVE – означава жељени модул (алгоритам) за решавање проблема,
- DISPLAY – назначавашта желите да се приказе на излазу.

Хијерархија организације програмских апликација у програму GAMS приказана је на Слици 10.6.

Улазне податке можемо дефинисати у облику табеле (матрице) наредбом TABLES, у облику скалара наредбом SCALARS и као параметре наредбом PARAMETERS.

Затим је потребно дефинисати математички модел. Прво непознате, тако што одредимо њихов тип са наредбама POSITIVE, FREE, NEGATIVE, INTEGER и BINARY.

После дефинисања непознатих декларишу се једначине наредбом EQUATIONS. Потом се дефинишу једначине (циљ функција и ограничења).

На крају се дефинише назив модела, метода решавања и шта желимо да штампамо у излазној датотеци на следећи начин:

```
MODEL KOMAS /ALL/ ;
SOLVE KOMAS USING MIP MAXIMIZING F ;
*-----
DISPLAY F.L, Y.L, Y.M, X.L, X.M ;
```

У оквиру формирања математичког модела пружају се могућности коришћења математичких симбола, сумирања, писања једначина и неједначина, математичких поређења итд. Такође су могућа лимитирања променљивих са доње и горње стране. Поред тога могу се исписивати и разни коментари и наслови у циљу бољег сналажења у програму.

Једном написан математички модел може се са наредбом SOLVE извршавати онолико пута и са онолико метода колико је пута наведена наредба SOLVE. Сви подаци и инструкције у улазној датотеци се могу писати у слободном формату.

Програм се изводи на тај начин што се зада команда GAMS име gms, где је име назив улазне датотеке са обавезном екстензијом .gms. Излазна датотека се добија са истим називом и екстензијом .isp.

Грешке писања које програм препозна приликом компајловања улазне датотеке, записују се у излазни фајл и извршење програма се прекида.

GAMS-програм се може креирати тако да извршава и одређене програме вишекритеријумске оптимизације (нпр. СТЕМ метода) .

Детаљно упутство за писање и употребу GAMS-програма може се наћи у (Brok, et al. 1989).

Оптимизациони модели са великим бројем непознатих величина су проблеми са више десетина хиљада непознатих. Методе линеарног програмирања се данас успешно примењују за проблеме и до 50 000 непознатих (Петрић, 1989). Према (Brok et al, 1989) такве могућности код програмског пакета GAMS нису искључене, једино је потребно имати одговарајућу верзију програма прилагођену одговарајућем оперативном систему, и да не постоји хардверско (меморијско) ограничење.

За решавање великих модела препоручује се прво формирање идентичних мањих модела и њихово тестирање, а затим формирање све већих и већих модела до граница могућности програма.

10.5.3.2. Програм MATLAB

MATLAB¹³ представља најчешће коришћен пакет у својој области, а заснован на нумеричком решавању проблема ослањајући се на матрични рачун као основу свог рада (M-13) и (M-14). Доступан у више верзија које су прилагођене различитим рачунарским платформама – од PC и *Macintosh* рачунара, преко LINUX (UNIX) радних станица до *Convex* и *Cray* рачунара. Верзије MATLAB-а за различите рачунарске системе се разликују донекле само по корисничком интерфејсу – све команде се једнако извршавају на свим платформама. У овом раду је коришћена верзија MATLAB-а за *Windows* оперативне системе.

MATLAB је конципиран као проширив програмски пакет – поред основног пакета могуће је набавити и додатне модуле специјализоване за рад у разним специфичним областима.

Основно окружење MATLAB-а представља текстуални прозор у коме се задају MATLAB команде. Команде се извршавају непосредно након уноса. Посебан симбол (») представља MATLAB промпт. Поред тога, могуће је писати и програме у програмском језику којег нуди MATLAB. Сам MATLAB-ов програмски језик је налик другим процедуралним језицима, изузимајући његову прилагођеност раду са матрицама.

Поред основног прозора за унос команди (*MATLAB Command Window*), могуће је отворити још неке прозоре (нпр. за графички приказ података).

Основни елемент којим се оперише MATLAB је матрица комплексних бројева. Специјални случајеви су матрица димензије 1 x 1 која представља скалар и матрица са само једном врстом или колоном која представља вектор врсту односно вектор колону. Све операције које се врше над таквим елементима су матричне. Променљиве се дефинишу тако што им се додели вредност. Назив променљиве је низ слова и цифара који мора почети словом, при чему се велика и мала слова разликују. Поред основних операција са матрицама користи се и великим бројем других уграђеним математичким функцијама, логичким операторима и има могућност програмирања тј. писања програмских апликација.

MATLAB је могуће набавити заједно са модулом за симулације Simulink-ом као и бројним функцијама и скриптовима који су сврстани по следећим категоријама:

- математика и оптимизација,
- статистика и анализа података,
- контрола и анализа система,
- процесирање сигнала и комуникација,
- обрада слике,
- тест и мерења,
- финансијско моделовање и анализа,
- повезивање са другим апликацијама,
- повезивање база података и извештавање,
- дистрибуирано рачунање.

¹³ Реч MATLAB је настала од речи *MATrix LABoratory* (у слободном преводу *лабораторија за матрице*). Изумео га је касних 1970-тих Клив Молер (енг. *Cleve Moler*), шеф катедре за информатику на Универзитету Нови Мексико.

MATLAB садржи *Optimization Toolbox* са следећим програмским апликацијама: `fminbnd`, `fmincon`, `fminsearch`, `fminunc`, `fseminf`, `fgoalattain`, `fminimax`, `lsqlin`, `lsqnonneg`, `lsqcurvefit`, `lsqnonlin`, `bintprog`, `linprog`, `quadprog` од којих су неке искоришћене у развоју програма и решавању модела у овом раду. MATLAB има могућност повезивања са програмом GAMS.

Иако је основни начина рада MATLAB-а интерактиван рад, за решавање сложенијих проблема могуће је написати одговарајуће MATLAB програме. MATLAB програми се смештају у текстуалне или бинарне датотеке. Текстуалне датотеке (са екстензијом `.m`) су заправо ASCII датотеке са текстом програма. Бинарне датотеке (са екстензијом `.mat`) су датотеке записане у посебном MATLAB-овом формату који омогућује размену датотека између различитих рачунарских платформи. Овде ће се разматрати рад са `m`-датотекама.

`m`-датотека се формира текст-едитором и смешта у одговарајући директоријум. Програм који се налази у `m`-датотеци позива се навођењем имена датотеке у командној линији MATLAB -а. MATLAB ће датотеку потражити у свом текућем директоријуму и у директоријумима који су наведени као `matlabpath` у оквиру конфигурационе датотеке `matlabrc.m`. Подразумевани текући директоријум MATLAB-а је директоријум у коме се налази датотека `matlab.exe` (најчешће је то `\matlab\bin`). Текући директоријум се може променити командом `cd`, која има синтаксу идентичну одговарајућој DOS команди.

Постоје две врсте `m`-датотека: командне (скрипт) и функцијске. Командна датотека садржи низ MATLAB израза и команди. У току извршавања скрипта све претходно дефинисане променљиве су видљиве и имају одговарајуће вредности. Променљиве које су дефинисане у оквиру скрипта су видљиве и након извршавања скрипта. Функцијске датотеке су намењене за дефинисање нових функција од стране корисника. Након формирања, функције дефинисане у одговарајућим функцијским датотекама користе се једнако као и уграђене функције MATLAB-а.

Корисничке функције је могуће дефинисати и у оквиру REX или DLL датотека (у верзији MATLAB-а за Windows оперативне системе).

Додатни скупови функција организовани у `toolbox`-ове се, након инсталирања, налазе у неком од поддиректоријума `\matlab\toolbox` директоријума. Да би стално биле видљиве, променљиву `matlabpath` дефинисану у `matlabrc.m` датотеци треба допунити одговарајућим вредностима. Ту се налазе примери `M`, `MAT`, `REX`, и `DLL` функцијских датотека.

MATLAB поседује и скуп команди намењен проналажењу грешака (дебагирању) командних и функцијских датотека.

MATLAB поседује три уобичајене структуре за контролу тока програма: *for*, *if* и *while*.

10.5.3.3. Библиотека апликација ORKOM

За потребе решавања конципираних математичких модела у 10.5.1.1. до 10.5.1.1. у овом раду је од стране аутора развијена библиотека апликација под називом ORKOM (Оптимизација Расподеле КОмасационе Масе) за решавање оптимизационих модела расподеле комасационе масе. Програмски модули су развијани у оквиру програма MATLAB. Има више сегмената односно посебних програма повезаних у софтвер за оптимизацију расподеле са једнокритеријумским и вишекритеријумским методама и то:

- модула за учитавање података и сетовање параметара,
- модула за линеарне једнокритеријумске методе,
- модула за квадратну методу (нелинеарно),
- модула за вишекритеријумске методе,
- модула за наделу нових парцела у таблама
- модула за штампање резултата.

Библиотека метода ORKOM написана је на програмском језику MATLAB коришћењем метода из збирке оптимизационих алата (*Optimization Toolbox*). Рутине ове збирке које су коришћене у ORKOM методама су:

- `linprog` ~ решава проблем линеарног програмирања симплекс методом (литература: Dantzig, G.B. A. Orden, and P. Wolfe, "Generalized Simplex Method for Minimizing a Linear from Under Linear Inequality Constraints," *Pacific Journal Math*, Vol. 5, pp. 183–195.);
- `quadprog` ~ решава проблем квадратног програмирања користећи методу заснован на Њутновој методи унутрашње рефлексije (литература: Coleman, T.F. and Y. Li, "A Reflective Newton Method for Minimizing a Quadratic Function Subject to Bounds on some of the Variables," *SIAM Journal on Optimization*, Vol. 6, Number 4, pp. 1040-1058, 1996.);

- `fminimax` ~ решава минимак проблем користећи методу секвенциалног квадратног програмирања (sequential quadratic programming, SQP);
- `fgoalattain` ~ решава проблем циљног програмирања користећи методу секвенциалног квадратног програмирања (sequential quadratic programming, SQP).

ORKOM је специјализован за решавање проблема расподеле комасационе масе техникама математичког програмирања. Састоји се из следећих функција

- `phdLoadData` ~ функција која учитава потребне податке из xls (Excel Workbook) фајла у меморију;
- `phdLinProg` ~ функција која припрема модел и решава га помоћу методе `linprog`;
- `phdGoalAttain` ~ функција која припрема модел и решава га помоћу методе `fgoalattain`;
- `phdSTEM` ~ функција која припрема модел и решава га помоћу методе `fminimax`;
- `phdQuad` ~ функција која припрема модел и решава га помоћу методе `quadprog`;

Коришћењем наведених функција написано је неколико програма у којима је заокружен процес оптимизације расподеле. Заједничко за све ове програме је да они:

- 1) учитавају податке из улазног фајла,
- 2) допуштају кориснику да прилагоди опције по жељи,
- 3) позивају одговарајућу методу из пакета ORKOM, и
- 4) исписују добијене резултате и анализе квалитета резултата.

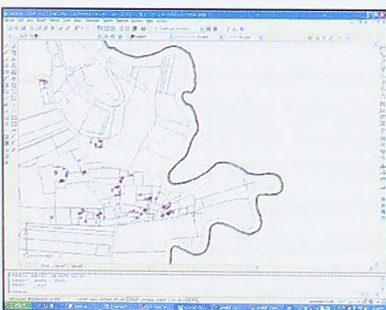
Следи списак имена програма са наведеним методама пакета ORKOM коју користе:

1. **JKRaspodelaS** ~ метод `phdLinProg` - решавање оптимизационих модела расподеле комасационе масе једнокритеријумских модела,
2. **VKRaspodelaGA** ~ метод `phdGoalAttain` - решавање оптимизационих модела расподеле комасационе масе циљног програмирања,
3. **VKRaspodelaQuad** ~ метод `phdQuad` - решавање оптимизационих модела расподеле комасационе масе квадратног програмирања,
4. **VKRaspodelaSTEM** ~ метод `phdSTEM` - решавање оптимизационих модела расподеле комасационе масе вишекритеријумског програмирања STEM методом,
5. **VKRaspodelaTK** ~ метод `phdLinProg` - решавање оптимизационих модела расподеле комасационе масе вишекритеријумског програмирања са методом тежинских коефицијената и
6. **NADELA** – програм којим се рачунају аналитичко геодетски елементи нових парцела унутар комасационих табли.

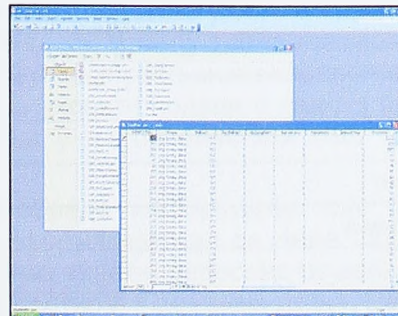
10.6. Информатичка подршка оптимизационом процесу расподеле комасационе масе

Савремени приступ реализацији радова у свим фазама комасације се не може замислити без информатичке подршке у оквиру које се непрестално унапређују хардверске и софтверске могућности.

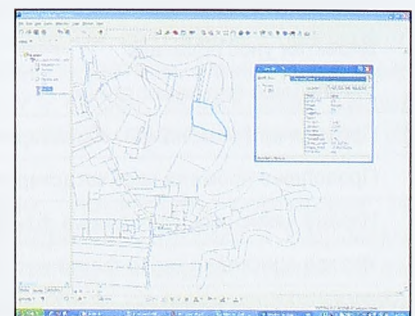
AutoCAD



ACCESS



ARCGIS



Слика 10.7. Софтверско окружење за обраду података код комасације

Процес аутоматизације који је примењен у овом раду састоји се у томе да су поједине групе радова аутоматизоване помоћу расположивих независних програма који су међусобно повезани у једну технолошку целину. Технолошки процес је обухватио припрему (прикупљање) и обраду података везану за истраживања и примену метода оптимизације код расподеле комасационе масе, као и презентацију добијених резултата.

За комплетну обраду података употребљено је софтверско окружење које садржи програме AutoCAD, ArcGIS, Microsoft Office Access и група програма MS Office. Верзије свих употребљених програма су везане за MS Windows платформу персоналних рачунара. Представљено програмско окружење са програмима за решавање модела оптимизације GAMS и MATLAB са библиотеком ORKOM чине комплетну програмску целину коришћену у овом раду.

Обрада података је базирана на врстама потребних података и неопходних обрада код појединих активности комасације према прописима у Србији. Конципирање читавог процеса обраде ослоњено је на садашњу ситуацију уз предлог осавремењавања појединих процеса рада које пружају употребљени програми и овим радом промовисана примена метода оптимизације расподеле комасационе масе.

10.6.1. Опис примењеног софтверског окружења за обраду података код комасације

Повезивања софтверског окружења MS Access, AutoCAD, ArcGIS, GAMS и MATLAB (Слика 10.7.) са библиотеком ORKOM у једну технолошку целину није потпуно нити оптимално решење, али је прихватљиво за ниво обраде извршен у оквиру овог рада. Избор програмског окружења условљен је и тренутним стањем података и технологије код израде и одржавања катастра земљишта, односно катастра непокретности у Србији одакле су и изворно прикупљани подаци за анализу и обраду у оквиру овог рада.

Примењена обрада података ослоњена је на процесе који се аутоматизују у поступку комасације, а који се могу представити (сагледати) кроз групе радова код појединих фаза које представљају радну целину.

Могућности реализације појединих активности комасације у неком од побројаних програма приказане су у Табели 10.5.

АКТИВНОСТИ КОД КОМАСАЦИЈЕ	MS Access	AutoCAD	ArcGIS	ORKOM/ GAMS
1. Преузимање података				
Преузимање података из катастра земљишта	✓	✓	✓	
Преузимање података из земљишне књиге	✓			
Преузимање података из катастра непокретности	✓		✓	
Преузимање статистичких података	✓	✓	✓	
Преузимање просторно-планске и урбанистичке документације		✓	✓	
2. Превођење преузетих података у дигитални облик				
Скенирање аналогне документације		✓	✓	
Векторизација скениране аналогне документације		✓	✓	
Директан унос података	✓			
Утврђивање фактичког стања	✓	✓	✓	
Провођење промена кроз катастарски план		✓	✓	
Провођење промена кроз катастарски операт	✓			
Израда записника утврђивања фактичког стања	✓			
Израда прегледне карте фактичког стања		✓	✓	
3. Комасациона процена (земљишта, сталних култура и објеката)				
Утврђивање граница процембених разреда		✓	✓	
Израда прегледне карте комасационе процене		✓	✓	
Израда књиге фонда комасационе масе старог (фактичког) стања	✓			
Израда исказа земљишта старог стања	✓			
Израда сумарника исказа земљишта старог стања	✓			
4. Израда подлога за пројектовање				

Одређивање тачака референтне геодетске мреже	✓			
Израда катастарских и катастарско-топографских планова		✓	✓	
5. Пројектовање и реализација радова				
Пројектовање каналске мреже		✓	✓	
Пројектовање путне мреже		✓	✓	
Уређење и обнова сеоског насеља		✓	✓	
Остала пројектовања		✓	✓	
Аналитичка обрада пројеката		✓	✓	
Израда прегледне карте намене површина		✓	✓	
Израда прегледне карте комасационе процене са основом пројектованог стања		✓	✓	
Израда књиге фонда масе пројектованог стања	✓		✓	
Рачунање коефицијента умањења и његово провођење кроз исказе земљишта и кроз сумарник исказа земљишта	✓			
Припрема података за расподелу комасационе масе	✓	✓	✓	✓
Расподела комасационе масе по пројектованим таблама				✓
6. Надела нових парцела по таблама	✓			
Израда књиге табли	✓			
Израда исказа земљишта новог стања	✓			
Израда сумарника исказа земљишта новог стања	✓			
Одређивање тачака геодетске основе за снимање детаља (обележавање пројекта)	✓	✓		
Рачунање елемената за обележавање новог стања на терену	✓	✓		
Израда елабората премера	✓	✓	✓	
7. Израда катастарског плана новог стања	✓	✓	✓	

Табела 10.5. Могућности реализације појединих активности у неком од програма

10.6.1.1. Програм Microsoft Access

Microsoft Access је данас на тржишту један од најприступачнијих и најприлагодљивијих програма за креирање и одржавање релационе базе података који омогућава прикупљање, организацију и складиштење података, те креирање упита, извештаја и докумената на веома ефикасан и прихватљив начин за већи број послова на довољно професионалном нивоу. Microsoft Access је врло сличан осталим Microsoft Office програмима са сличним радним подручјем, корисничком маском, иконицама, тракама са алатима, итд.

Access омогућава формирање модела података у облику табела (релација) између података и веза (односа) између појединих табела. Односи између табела стварају се како би се табеле повезале у једну целину што га сврстава у програм за управљање релационим базама података. Након креирања табела и веза између табела, могу се уносити подаци о сваком атрибуту у свакој табели базе. Сваки унос у базу података Access ставља у његов властити слог (ред), а свака врста појединости је стављена у свој ступац (поље).

Access нуди неколико начина обраде информација које тражимо, укључујући сортирање и филтрирање. Упитом се добивају информације које се желе видети у одређеној форми и садржају. Упитом се дефинишу поља која желимо видети, редослед појављивања поља, услови филтрирања за свако поље, као и низ којим желимо сортирати поједина поља. Резултати упита се могу неограничено пута приказивати. Ако су се подаци у међувремену променили, измене ће бити приказане и у упиту. Подаци се могу уносити директно у табеле или се могу уносити помоћу креираног обрасца, који аутоматски похрањује податке у табелама. Друга од могућности је конверзија података из других база односно датотека које су читљиве за Access. То се односи на податке који се у дигиталном облику преузимају из катастра земљишта, односно непокретности (подаци о власницима односно корисницима (учесницима комасације), о катастарским парцелама, о адресама (списак кућа), о тачкама геодетске основе.

Обрасци који се могу искреирати на неколико начина за унос и преглед података личе на празне листове за ручно попуњавање. Access повезује образац са табелом, а информације које се уносе у образац аутоматски се смештају у табелу. У обрасцу се може сваком пољу доделити онолико простора колико је потребно и уносити информације у неколико таблица. Сваки образац истовремено приказује само један слог.

За потребе уноса или измене података у процесу комасације потребно је креирати обрасце за унос или измену података о:

- радилишту,
- власницима непокретности (учесницима комасације),
- катастарским парцелама,
- имаоцима права у земљишним књигама,
- адресама (списак кућа),
- тачкама геодетске основе,
- управним предметима,
- исправама,
- променама у поступку комасације,
- статистичким подацима,
- коефицијентима процембених разреда,
- комасационим таблама,
- катастарским парцелама у новом стању и
- за израду књиге табли.

У програму Access се могу креирати извештаји који представљају посебно форматиране збирке података, организоване према жељи и потреби корисника. Ако се жели, може се исписати било која табела или упит, али ти резултати неће изгледати нимало професионални зато што ти алати нису обликовани за испис. С друге стране, извештаји се могу обликовати баш за испис који ће се штампати као документи. Такви извештаји се могу креирати у Access-у на неколико начина, од једноставних али ограничених (AutoReport), до сложених али врло флексибилних. Модификовање извештаја обухвата размештање поља, промену величине поља и уписивање текста. Када се заврши са креирањем извештаја, они се могу прегледати у Print Preview-у.

Извештаји које је неопходно креирати код процеса комасације су:

- позиви за странке (учеснике комасације),
- записнике о утврђивању фактичког стања,
- књигу фонда комасационе масе старог и новог стања,
- исказе земљишта старог и новог стања,
- сумарнике исказа земљишта старог и новог стања,
- извештај о груписању поседа по групама по површини (вредностима) и по категоријама,
- статистички извештаји о учесницима комасације,
- статистички извештаји о непокретностима (земљишту, објектима, итд),
- списак промењених исказа земљишта,
- књигу табли,
- извештаје о тачкама геодетске основе,
- списак парцела у новом стању.

Овакав концепт организације података, обраде и припреме извештаја може се изградити коришћењем и других програмских алата, односно база података (Oracle, SQL Server, ODBC, итд).

Поред тога што Access пружа могућности обраде података изнад формиране базе података, може се изградити програм који би се повезао са базом и на прегледнији, ефектнији и свеобухватнији начин едитовао и презентовао податке из базе и остваривао везу са другим програмским системима.

Веза са графиком односно дигиталним катастарским планом је свакако комплетнији ниво организације, анализе и обраде података код комасације. У том циљу остварена је веза путем интерфејсних рутина базе података формиране у Access-у и графике формиране у програму AutoCAD и ArcInfo.

10.6.1.2. Програм AutoCAD

AutoCAD је програмски пакет за креирање и обраду цртежа на рачунару. Сматра се једним од најпопуларнијих и најраширенијих CAD (engl. Computer Aided Design, дизајнирање помоћу рачунара) програма. Развијен је од стране америчке компаније Autodesk. Његова примена код процеса

комасације је веома широка, јер се реализација великог броја радова који се односе на прикупљање података, пројектовање (креирање, обраду) и презентацију не може замислити без CAD технологије (Табела 10.5.).

Садашње верзије AutoCAD програма омогућавају: картирање, слојевито цртање (пројектовање), израду планова и карата у векторском облику, приказ географских информација, увоз и извоз података у најпознатије GIS формате, повезивање графичких цртежа са спољним базама података (Microsoft Access, Oracle, dBase, FoxPro, Paradox, SQL Server), вишекориснички рад у мрежи, коришћење развијених моћних алата за креирање упита и обраду цртежа, дефинисање својстава објеката, израда тополошких упита, просторне анализе и софистицирану контролу плотовања за потребе презентације пројеката у аналогном облику. Поред тога AutoCAD је израђен на Интернет дизајн платформи што пружа могућност значајне промене устаљених пословних процеса.

Позиције тачака на цртежу у AutoCAD-у означавају се у односу на Декартов правоугли координатни систем. Тако је, на пример, свака тачка на дводимензионалном цртежу, дакле у равни, дефинисана паром координата X,Y.

Растојање између две тачке се изражава у "AutoCAD јединицама". То је мерна јединица интерног карактера и може се третирати као ма која реална мера. То у пракси значи да се све дужине у AutoCAD -у цртају без коришћења било какве размере, већ се коначна размера одређује у тренутку исцртавања цртежа на папиру (штапмања или плотовања). Прецизност цртања која се постиже у AutoCAD-у је врло велика јер се за опис положаја сваког елемента може користити и до 14 цифара.

Израда цртежа у AutoCAD-у се највећим делом састоји од постављања тзв. ентитета - елемената на одговарајућа места на цртежу. Ентитети представљају основне геометријске форме које се бирају и цртају применом одговарајућих команди. Најчешће употребљавани ентитети су линије, кругови, кружни луци, али поред њих у AutoCAD-у ентитетима се сматрају и текст, симбол и котна линија.

За цртање новог ентитета неопходно је AutoCAD-у прво издати одговарајућу команду (уносом преко тастатуре или избором из менија). Потом, зависно од типа ентитета, треба унети одређене параметре који ближе одређују његов положај, величину и друге карактеристике. По завршеном уносу свих потребних вредности овај ентитет, односно нови елемент цртежа, појавиће се на екрану. Следећи корак може бити издавање нове команде за цртање неког другог елемента, али нека од других функција AutoCAD-а помоћу којих се већ нацртани елементи мењају или користите за даље конструисање цртежа. У AutoCAD-у постоји више десетина команди које се по типу могу сврстати у команде за унос нових и измене већ уцртаних елемената, управљање приказом цртежа на екрану, читавање вредности са цртежа, помоћ при тачном позиционирању и штампање на плотеру или штампачу. Све карактеристике једног сложеног програмског пакета какав је AutoCAD је врло тешко побројати, јер многе од њих нису видљиве саме по себи, већ произилазе из мноштва могућих комбинација појединих функција. Овде ћемо навести две најосновније.

У AutoCAD-у сваки елемент се може исцртати жељеном бојом и типом линије. Додељивање различитих боја елементима омогућава бољу прегледност на екрану, али и то да се при штампању дефинише да се за различите боје користе различите дебљине линија.

Концепција израде цртежа у AutoCAD-у суштински се разликује од класичног начина цртања у могућности "раслојавања" AutoCAD цртежа на неограничен број слојева (*layer*) или нивоа. Овај концепт може се поредити са цртањем појединих делова цртежа на више провидних фолија које се морају међусобно преклопити да би се добила целина цртежа. То значи да се на сваком од слојева може сместити одређени сегмент цртежа. Тако се, на пример, на цртежу једног објекта може користити један слој за зидове, други за отворе, трећи за инвентар, четврти за инсталације, пети за коте, шести за описе, итд. AutoCAD цртеж се дакле може посматрати као база података која садржи све елементе неког пројекта. Корисник може, по потреби, приказати или штампати неке од тих елемената, кроз одговарајуће слојеве, а друге учинити скривеним до момента када му буду потребни.

AutoCAD цртеж је заправо скуп података којима је описан његов графички садржај, односно елементи цртежа и њихов међусобни однос. Приликом извршавања сваке команде одговарајући подаци о елементима се усклађују. Помоћу команде за упис података у датотеку подаци о цртежу који су у датом тренутку актуелни се архивирају, односно преносе се на диск. Датотеке цртежа се, као и друге датотеке могу копирати, преносити, брисати, итд. али се могу користити и као део неког другог цртежа. То значи да се сваки архивирани цртеж увек може даље мењати и допуњавати али и у целини пренети у нови пројекат, чиме се могу постићи значајне уштеде.

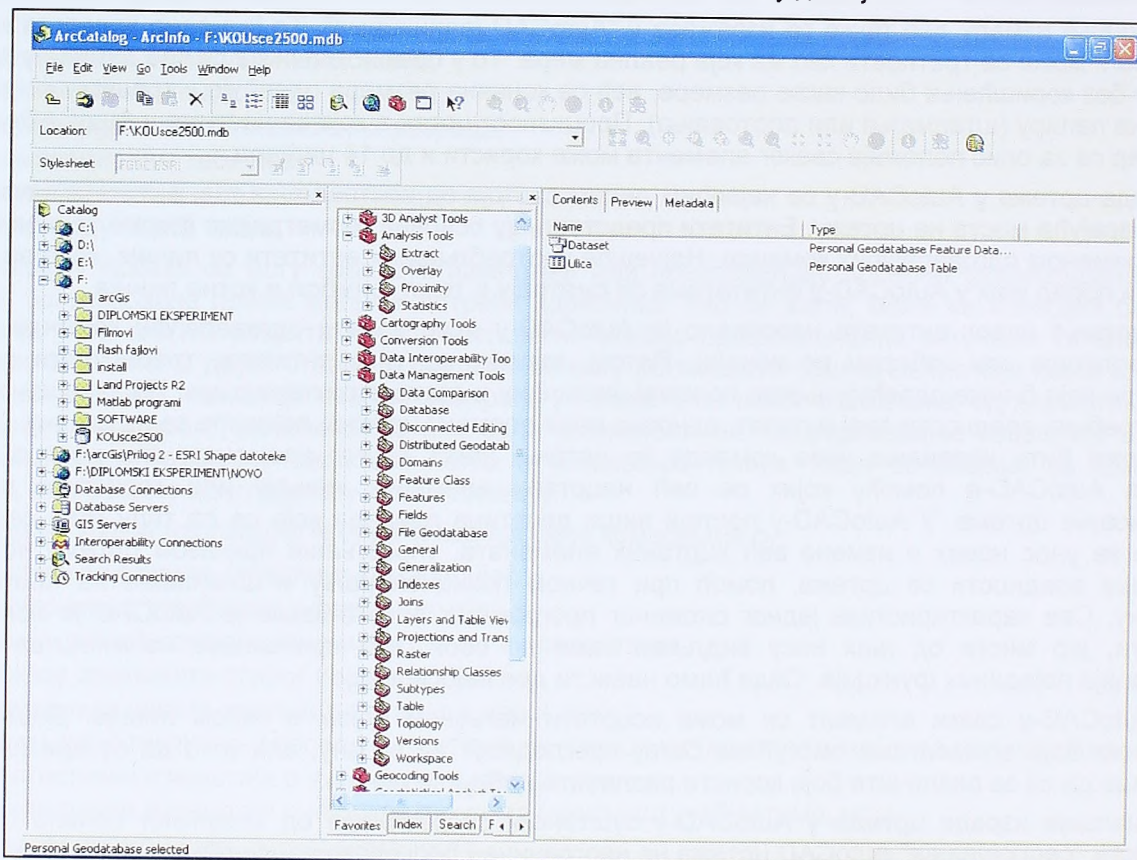
Датотеке AutoCAD цртежа рађених у одређеној верзији обично се не могу користити у претходним верзијама. Међутим, цртеже креиране у некој од старијих верзија програма, нова верзија ће по правилу без проблема трансформисати у нови облик и омогућити да се на њима настави рад.

Датотеке цртежа AutoCAD-а су у потпуности портабилне, односно преносиве са једног на други оперативни систем, што значи да се без икакве конверзије могу наизменично користити на рачунарима који раде под Windows, Linux, SunOS, VMS или Apple Macintosh оперативним системом.

10.6.1.3. Програм ArcGIS

Географски информациони систем (GIS) је технолошки (рачунарски) систем намењен прикупљању, обради, анализи управљању, приказивању и одржавању просторно оријентисаних информација (података).

GIS технологија интегрише уобичајене операције са базама података као што су претраживања, упити или статистичке анализе, са јединственим предностима визуелизације и просторне анализе коју доносе карте и планови. Ове могућности издвајају GIS од осталих информационих система и чине га драгоценим алатом за најразличитије намене и кориснике. Велики број догађаја у нашем окружењу има просторну компоненту, информације о простору односно месту догађања.



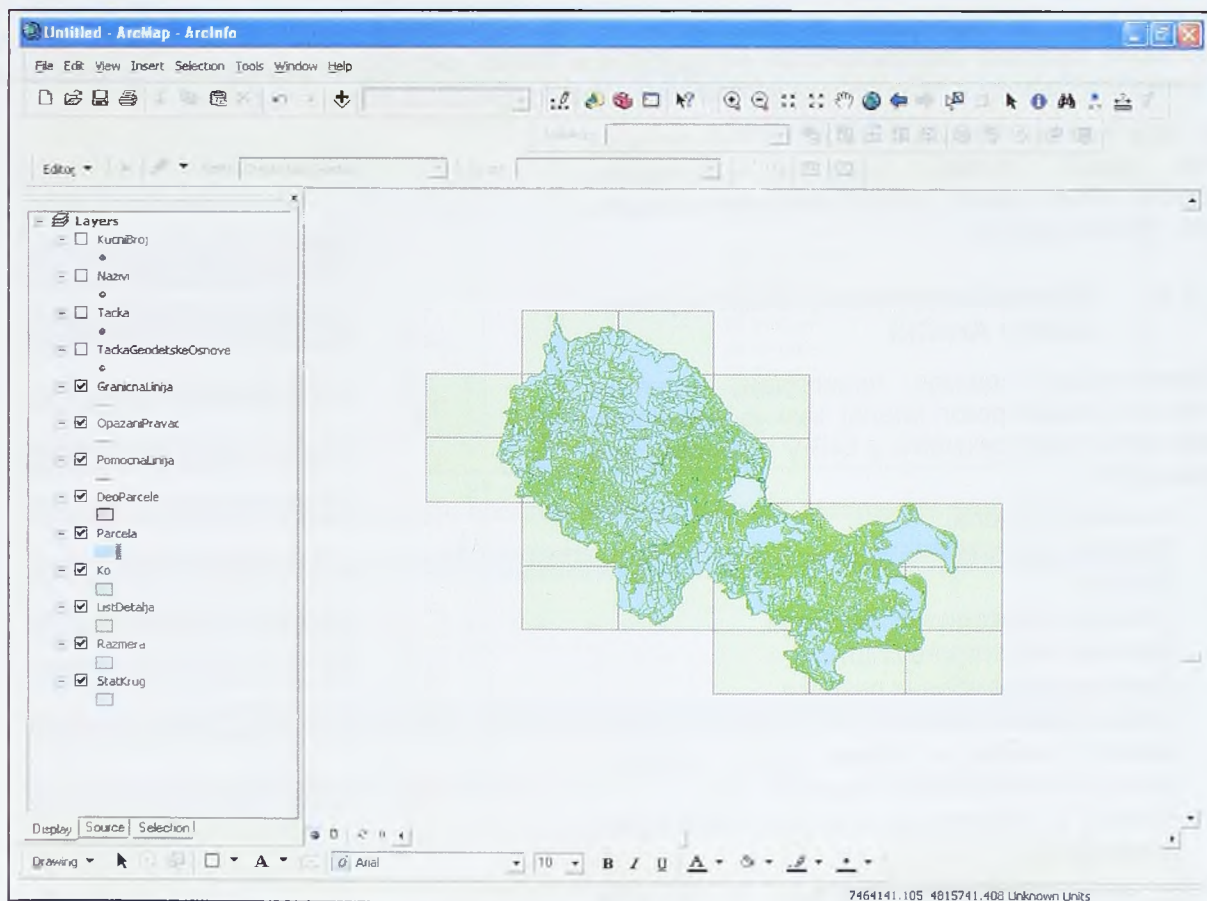
Слика 10.8. ArcCatalog

Основне компоненте GIS-а су хардвер, софтвер, подаци и корисници. GIS софтвери се извршавају на платформама централизованих и PC рачунара. Софтвер обезбеђује функције и алате за прикупљање, анализу и приказивање података о простору. Подаци су најважнији део GIS-а приказани у облику карата, планова и алфанумеричких података, могу се конвертовати у одговарајуће GIS формате. Принцип рада GIS-а заснива се на подацима о простору који се смештају у форми дигиталних карата као низ различитих тематских слојева (као класични планови нацртани на провидним фолијама). Сваки слој садржи одређене врсте информација (нпр. границе парцеле, зграде, називе, путеве, воде, улице итд). Овај једноставан, али веома моћан концепт од непроцењиве је вредности у решавању многих свакодневних проблема. Без квалификованих корисника који ће управљати системом не вреде ни најсавременији хардвери и софтвери. Распон GIS корисника креће се од техничких лица - специјалиста који развијају и одржавају систем, до крајњих корисника који извршавају свакодневне послове.

ArcGIS је интегрисана колекција софтверских производа Америчке компаније ESRI за имплементацију сложених GIS решења. ArcGIS алати се нуде у неколико опција, у зависности од начина имплементације GIS-а.

- ArcGIS Desktop - интегрисани пакет апликација,
- ArcGIS Engine - скуп развојних компоненти које омогућују кориснику развој сопствених GIS апликација,
- Server GIS - ArcSDE, ArcIMS, ArcGIS server i Mobile GIS – ArcPad, ArcDesktop.

Све ове компоненте се заснивају на библиотеци GIS софтверских компоненти названој ArcObjects. У ArcGIS-у основни ниво коришћења од стране крајњег корисника је ArcGIS Info који садржи пакет апликација, а неке од најбитнијих су: ArcMap, ArcCatalog, ArcGlobe, ArcScene, итд. Користећи ове апликације и интерфејсе заједно, могу се решити било који GIS проблем (израда карата, 3D визуелизација, растерско и векторско едитовање, географска анализа геопроцесирање, тополошке и геометријске операције, 2D анализа, манипулација базом података итд).



Слика 10.9. ArcMap

На свим апликацијама у оквиру ArcGIS Desktop-а можемо радити на три нивоа:

- ArcView – који се концентрише на преглед података, мапирање и анализу,
- ArcEditor – нам још омогућава и комплекснију географску обраду као и стварање нових података и
- ArcInfo – који садржи све што и ArcEditor конфигурација, уз додаток мноштва алата за геопроцесирање.

ArcCatalog (Слика 10.8.) је апликација која помаже у коришћењу и управљању свим GIS подацима. Садржи алатке које омогућавају:

- прелиминарни приказ података и ефикасно проналажење информација,
- писање, прегледање и проналажење атрибута,
- дефинисање, екпортовање и импортовање података у оквиру базе,
- проналажење GIS података на локалним и глобалним мрежама.

ArcMap (Слика 10.9) је централна апликација у свакој ArcGIS конфигурацији, за све послове везане за картографију, анализу карте/плана и обраду. Представља комплетну апликацију за стварање карата. ArcMap пружа два различита погледа на карту: преглед географских података и преглед распореда страница.

У првом радимо са географским слојевима (layers) да би симболизовали, анализирали и склопили GIS. Интерфејс са садржајем помаже у организацији и контроли особина цртања GIS слојева. Овај поглед је корисников прозор у GIS податке за дату област.

Други поглед омогућава кориснику рад са страницама карте која поред географских података садржи и друге елементе попут скале, легенде, ознака правца севера и референтне карте.

ArcMap се најчешће користи да би припремили карте за штампу и објављивање, али садржи и екстензије које нам омогућавају манипулацијом базом података и 2D анализом.

Додатни алати за геопроцесирање долазе у оквиру многих ArcGIS екстензија, које дозвољавају израду послова као што су 2D анализа и манипулација базом података (нпр. Analysis Tools је само једна екстензија).

ArcGis ради са просторним базама података. Просторне базе података су простор за смештај географских података имплементиран на изабраном DBMS систему за управљање базама података. Сви елементи базе су у табелама уз коришћење стандардних SQL типова података.

У просторним базама (Слика 10.10) се могу чувати разни типови података: векторски, растерски, разне врсте географских информација, адресе, топологија итд.

10.6.1.4. Обрада података у софтверском пакету ArcGIS

Елементарни садржај просторних података (дигиталног катастарског плана) који је неопходно конвертовати или прикупити у GIS-у у процесу код комасације је:

- границе парцела,
- бројеви парцела,
- културе,
- граница комасационог подручја,
- граница катастарске општине,
- границе процембених разреда,
- коефицијенти процембених разреда,
- називе (потеса и званих места, насеља, суседних катастарских општина, итд)
- подаци о власницима парцела-учесницима комасације

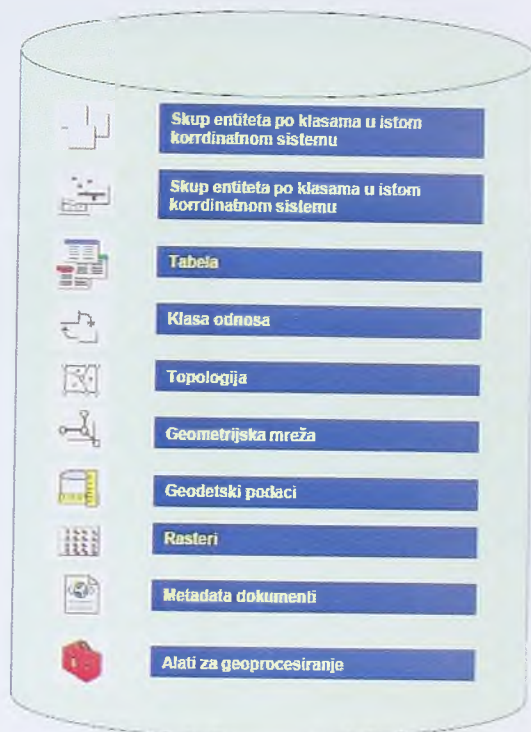
Већи део побројаних података је садржај дигиталног катастарског плана који је израђен у поступку устројавања катастра непокретности или се израђује у фази претходних радова комасације.

Када се преузме или изради дигитални катастарски план, на њему се проводе све промене које се утврђују и снимају за време утврђивања фактичког стања како оне које се односе на графику, тако оне које се односе на алфанумеричке податке о парцелама и њиховим корисницима – учесницима комасације.

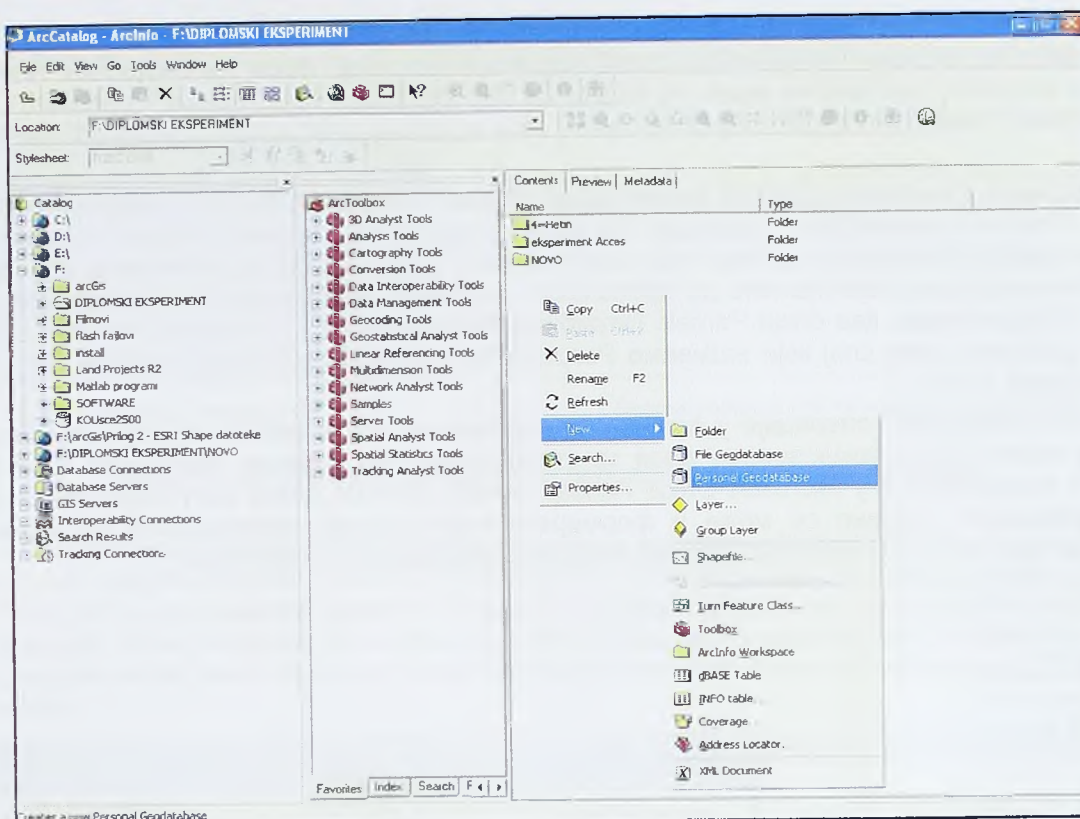
Обрада података почиње формирањем просторне базе података. У оквиру програмског пакета ArcGis које се реализује преко програма ArcCatalog (Слика 10.8).

Како је AutoCAD погоднији за прикупљање и обраду графичких података, може се користити за израду дигиталног катастарског плана. Тако се након формирања просторне базе података у ArcCatalog -у прелази на учитавање цртежа дигиталног геодетског плана (ДГП) из AutoCAD-а и формирање наведених табела које су основ за даљу обраду.

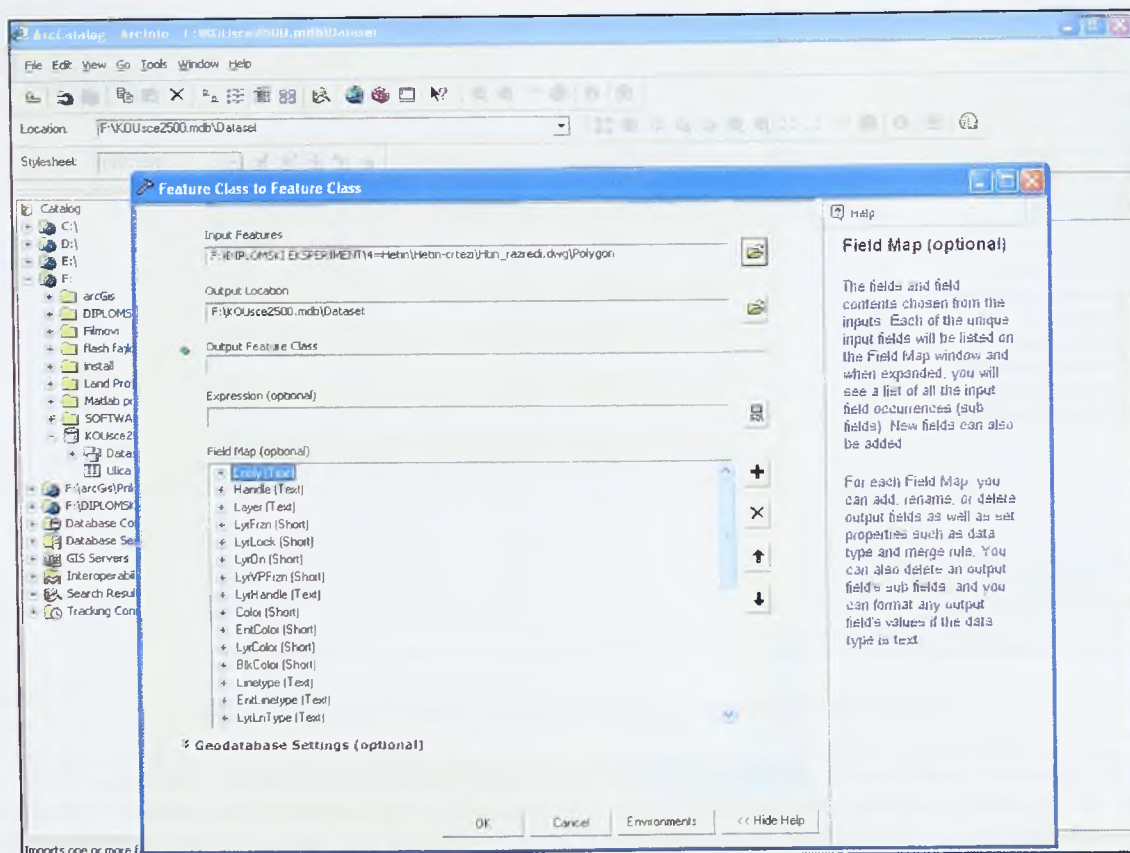
При учитавању одређене класе (парцела, граничних линија, итд) програм нуди низ атрибута који се могу учитати (Слика 10.11). Узимајући најједноставнији пример могу се формирати (учитати) три табеле које представљају основу за аутоматско добијање књиге фонда комасационе масе. То су табеле Parcela, ProcRaz и KO. Свака од ових табела је дефинисана на посебном слоју (layeru). ArcGis даје могућност пресецања, спајања, калкулација и других геометријских и рачунских операција између и по слојевима. Та предност ArcGis-а је веома корисна за послове формирања књиге фонда комасационе масе и оптимизациони поступак код пројектовања расподеле комасационе масе.



Слика 10.10. Архитектура просторне базе података



Слика 10.11. Формирање просторне базе података програмом ArcCatalog



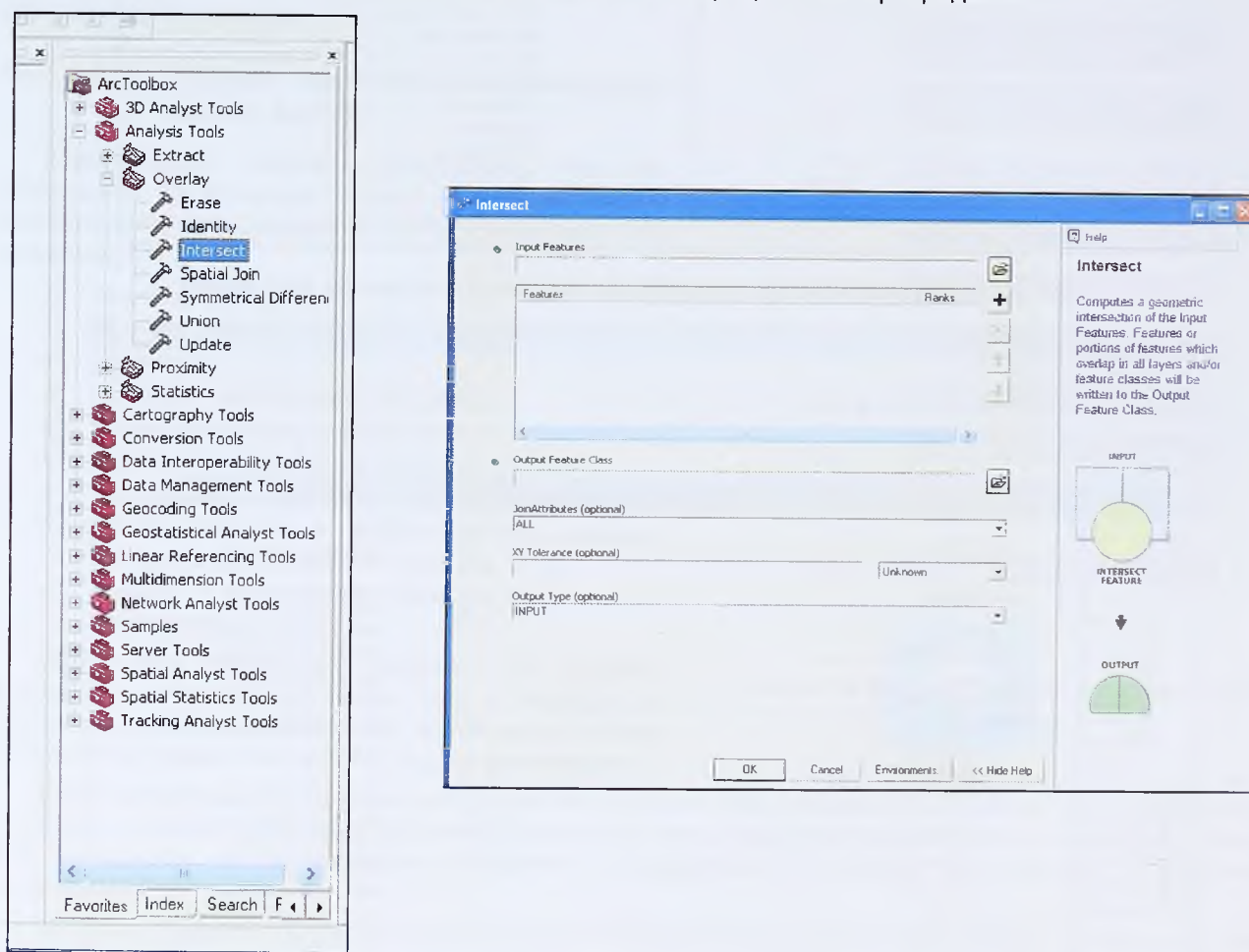
Слика 10.12. Учитавање AutoCAD цртежа у ArcGIS

Процес комасације захтева да се одреди за сваку парцелу ком процембеном разреду припада, како би се добила вредност те парцеле. У случају да се парцела налази на више процембених разреда потребно је за сваки део одредити површину како би се добила вредност по разредима. Површине по

процембеним разредима једне парцеле се уписују у књигу фонда комасационе масе и исказ земљишта који се саставља за сваког учесника комасације односно носилаца права. Да би добили те површине у ArcGis-у је потребно употребити један од Алата за манипулацију просторним подацима. Скуп алата који користимо у овом случају се назива Analysis Tools, а у оквиру њега користимо алат Intersect (Слика 10.13).

Intersect алат (команда) одређује геометријски пресек полигона (graniva) изабраних слојева нпр. Parcela и ProcRaz (процембених разреда). То можемо урадити и са више слојева за које желимо да одредимо пресек. Пресеком се добија нови слој у коме су дефинисани атрибути свих улазних слојева. Прво се селекује слој који желимо да пресечемо са осталим слојевима па онда остали слојеви. У примеру су дефинисана два слоја Parcele (атрибути: BrParc, Vlasnik) и ProcRaz (атрибути: ProcRaz) и пресеком добијамо нови слој који називамо Parcele_Po_Razredima који има атрибуте BrParc, Vlasnik, ProcRaz (Слика 10.14).

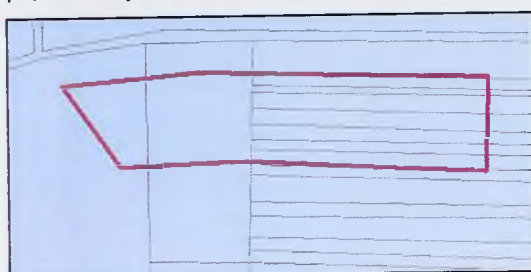
Резултат спроведене операције у ArcGis-у су израчунати сви елементи који су потребни да би се саставила књига фонда комасационе масе за старо стање као и исказе земљишта. Ови подаци се даље могу проследити и у Microsoft Office Access помоћу кога се даље могу обрађивати и добијати излазни документи. Слично се може и формирати књига фонда комасационе масе новог стања налажењем пресека полигона комасационих табли са процембеним разредима.



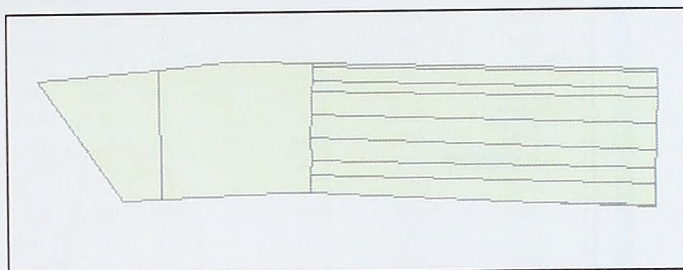
Слика 10.13. Intersect алат за пресек два слоја (енг. layers)

Укупна вредност земљишта сваког учесника комасације по пројектованим комасационим таблама потребна за примену оптимизације расподеле комасационе масе може се добити пресеком слоја парцела, процембених разреда и комасационих табли. Да би се кроз ArcGis прорачунале и ове вредности тј. да би се дошло до површина парцела по разредима у оквиру појединачне табле потребно је учитати и слој који садржи податке о границама табле. Кроз ArcCatalog направимо нови слој Table у који учитамо из претходно припремљеног AutoCAD цртежа распоред и величину табле. Слој носи назив Table. Табела садржи само једно поље Tabla које носи ознаку одређене табле. Новоформирани слој се уноси као и претходни слојеви. Преко команде Intersect учитавамо као слој који се пресеца Parcele_Razred и слој са којим се пресеца Table. Новодобијени слој под називом – Parcele_Table –

садржи податке о броју парцеле, власнику, процембеном разреду, површини у разреду и табли у којој се налазе парцеле. Прослеђивањем ове таблице у програм Access може да се израчуна површина под парцелама у свакој табли и вредност табле (Слика 10.15).



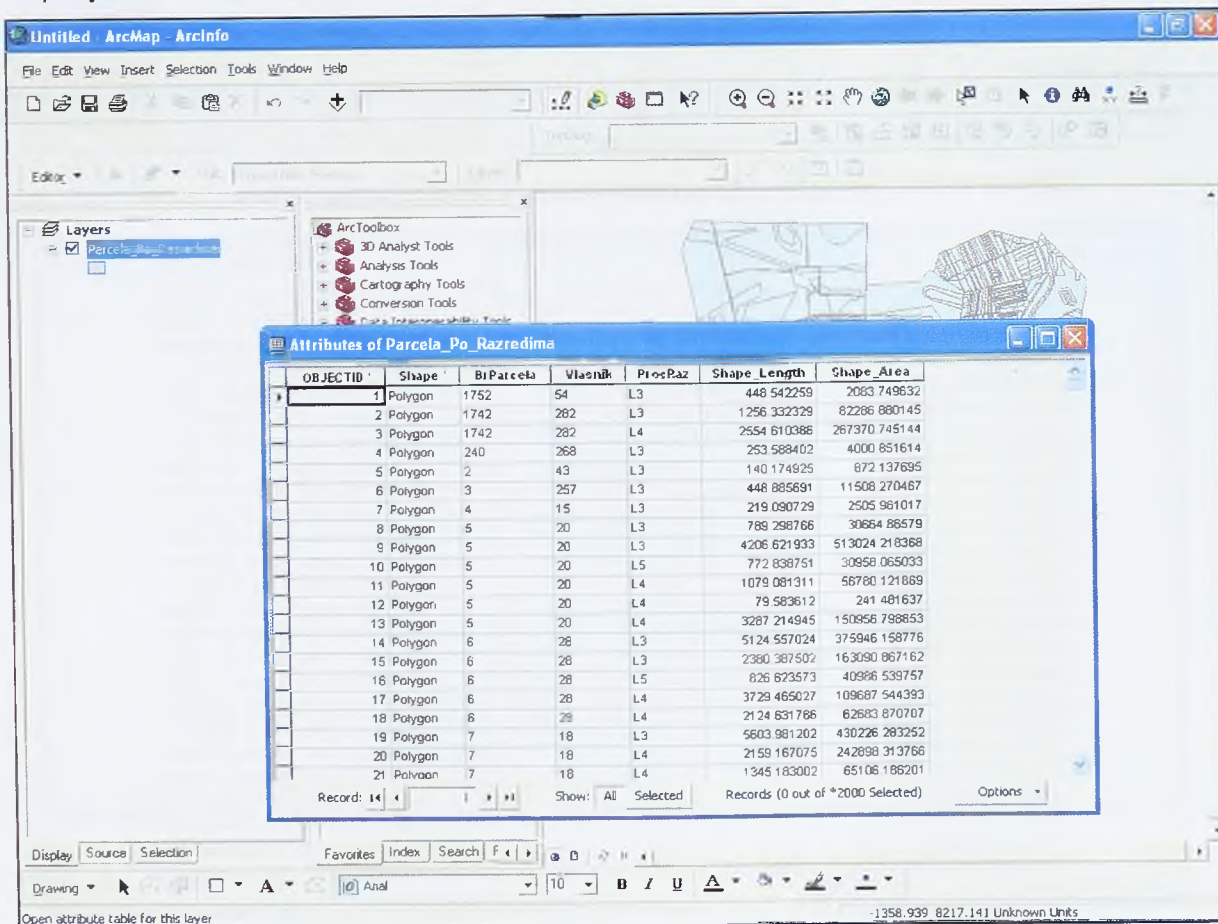
Пресек Парцеле и Разреда Бр. 1



Делови парцела који се налазе у Разреду бр.1

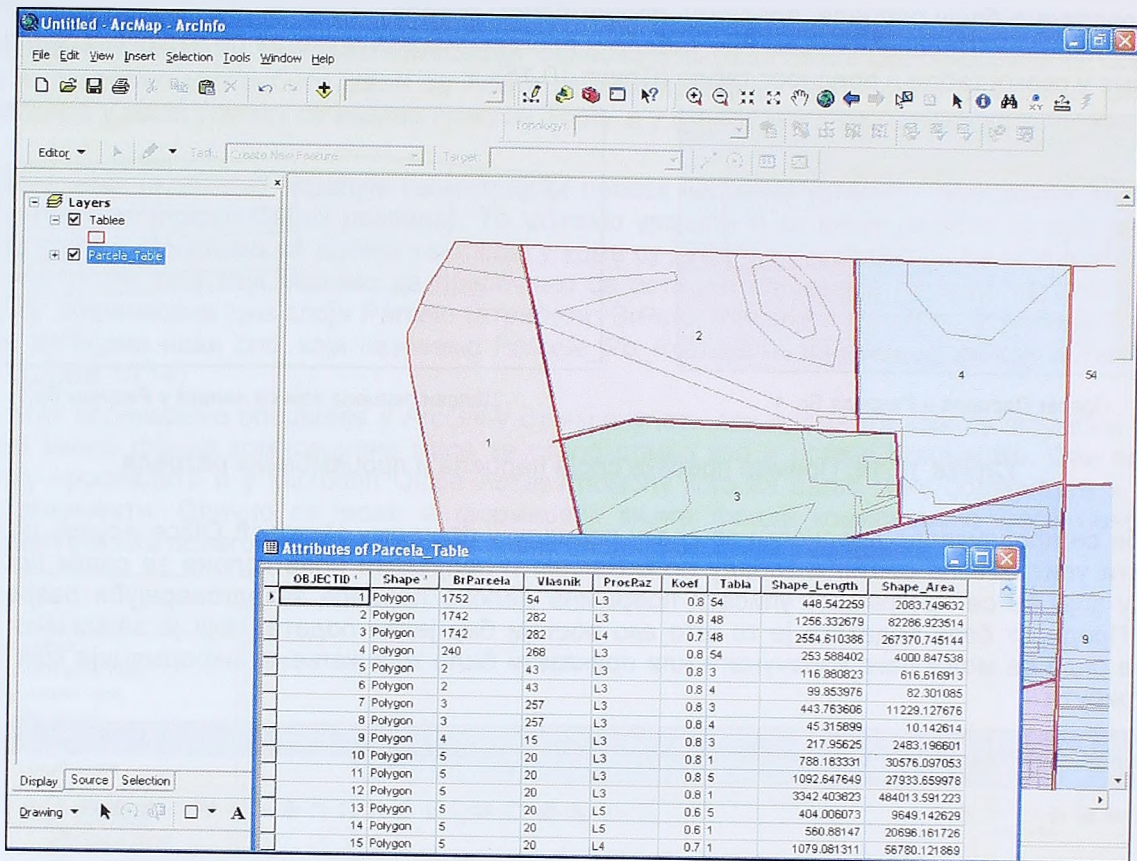
Слика 10.14. Пример пресека слоја парцела и процембених разреда

Да би се прорачунале вредности за сваку парцелу у програму Microsoft Office Access потребно је направити упит који ће сложити табелу по VrParcela и направити нове колоне за сваки процембени разред у које ће се програмски уписати површина делова парцела за одговарајући разред (Слика 10.16.). Предност базе података је то што ако постоји бар један податак који је заједнички за више атрибута онда се може лако израчунати или приказати било која жељена информација која је везана за те атрибуте.

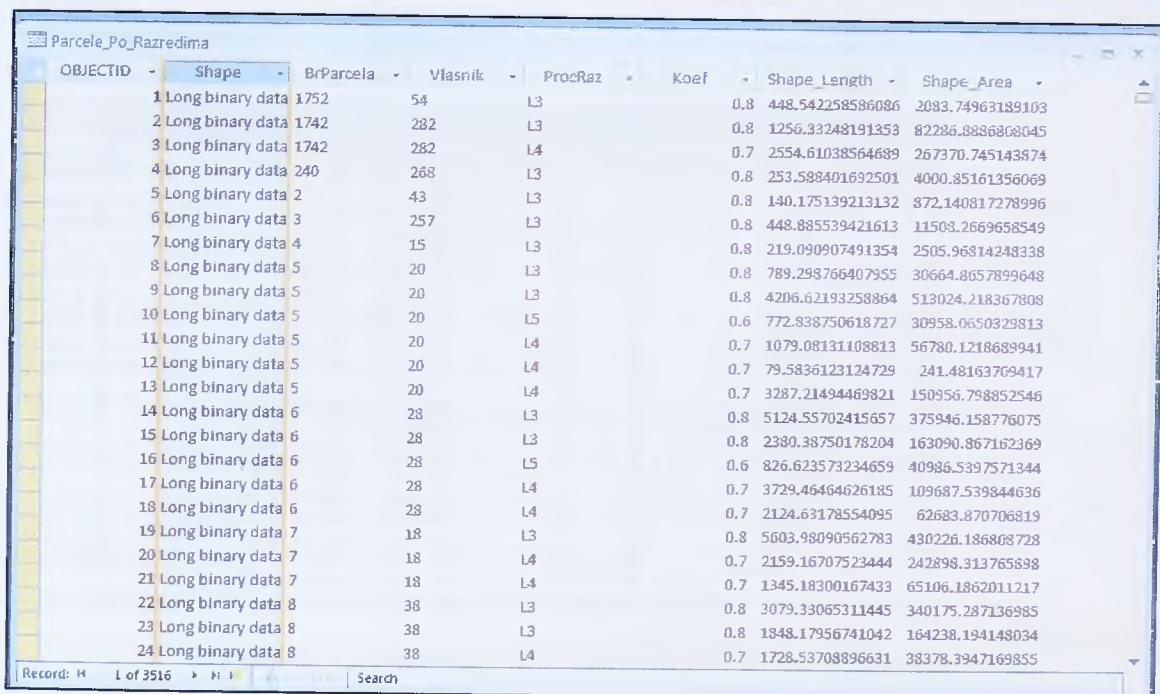


Слика 10.15. Упоредни приказ геометрије и таблице новодобијеног слоја

Прости упити у Microsoft Office Access-у се могу формирати преко „чаробњака“ (eng. Wizard) који захтева од корисника да му да одговоре на већ дефинисана питања преко којих аутоматски састави упит. Сложени упити се формирају преко SQL кода. SQL код даје опције формирања нових колона и рачунања у тим колонама жељених података.



Слика 10.16. Упоредни приказ геометрије и табеле слоја Parcela_Table



Слика 10.17. Parcele_Po_Razredima

Следи изглед резултата упита за добијање одговарајуће табеле са подацима из старог и новог стања.

Приказ добијених података може да се генерише кроз извештаје позивом табела упита.

Vlasnik	BrParcela	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	NP	Povrsina	VREDNOSTI
708	1	0	0	3802	4317	0	0	0	0	0	8119	6064
29	10	0	0	0	29832	8801	0	0	0	3113	41746	29276
10	100	0	0	2667	1264	4730	0	0	0	0	8661	5856
333	1000	0	0	0	813	1794	0	0	0	0	2607	1645
10000	10000	0	25840	46618	154233	31830	3591	1298	14115	10693	288218	204854
337	1001	0	0	0	2073	3896	0	0	0	0	5969	3789
346	1002	0	0	0	2235	2510	0	0	0	0	4745	3070
349	1003	0	0	0	2070	2041	0	0	0	0	4111	2674
352	1004	0	0	0	5981	1874	0	0	0	0	7755	5241
113	1005	0	0	0	5124	657	0	0	0	0	5781	3981
352	1006	0	0	0	4178	529	0	0	0	0	4707	3242
367	1007	0	0	0	4734	641	0	0	0	0	5375	3698
123	1008	0	0	0	12545	767	0	0	0	0	13312	9242
368	1009	0	0	0	10476	699	0	0	0	0	11175	7753
22	101	0	0	14450	7065	4826	0	0	0	0	26341	13401
45	1010	0	0	0	7303	687	0	0	0	0	7990	5524
369	1011	0	0	0	8825	1648	0	0	0	0	10473	7166
385	1012	0	0	0	7376	487	0	0	0	0	7863	5455
121	1013	0	0	0	12072	0	0	0	0	0	12072	8450
371	1014	0	0	0	6277	0	0	0	0	0	6277	4394
373	1015	0	0	0	7080	0	0	0	0	111	7191	5067
374	1016	0	0	0	740	4026	0	0	0	0	4766	2934
375	1017	0	0	0	619	3147	0	0	0	0	3766	2322
376	1018	0	0	0	589	3543	0	0	0	0	4132	2538

Слика 10.18. Datasheet View за старо стање

Tabla	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	NP	Povrsina_Table	Vrednost_Table
1	0	0	519304	132646	20696	0	0	0	0	672647	520713
10	0	736	243946	28499	34973	0	0	0	0	308153	236752
11	0	203261	187806	26857	22776	0	0	0	0	440699	365645
12	0	462108	521673	201819	0	0	0	7249	0	1192850	976684
13	0	0	11138	476078	369449	0	0	0	241118	1097783	804953
14	0	0	189860	211560	73853	0	0	0	842	476116	345134
15	0	0	0	159599	214357	16060	0	0	3386	393402	251750
16	0	0	0	0	0	0	0	0	103415	103415	103415
17	0	0	0	1633	1227	0	0	0	134930	137790	136809
18	0	0	0	0	4710	0	0	0	197205	201914	200030
19	0	1887	0	0	437	0	0	0	103648	105972	105608
2	0	0	551583	180368	40987	0	0	0	0	772937	592116
20	0	0	0	0	0	0	0	0	110579	110579	110579
21	0	0	0	0	0	0	0	0	127165	127165	127165
22	0	0	0	0	0	0	0	0	69327	69327	69327
24	0	0	0	0	0	0	0	0	221071	221071	221071
25	0	0	0	0	0	0	0	0	140614	140614	140614
26	0	0	0	0	0	0	0	0	78946	78946	78946
27	0	0	0	0	0	0	0	0	86597	86597	86597
28	0	0	0	0	0	0	0	0	36784	36784	36784
29	0	140246	440745	322714	0	13747	2156	0	139087	1058696	851541
3	0	0	441582	182649	0	0	0	0	0	624231	481120
30	0	0	301339	220140	192176	0	0	0	17386	731041	527861

Слика 10.19. Datasheet View за ново стање

Након прикупљања података обрада података кроз софтвер ArcGIS траје веома кратко ако се испоштује утврђена форма и процедура. Пресеци са слојевима дају брзе резултате и одговарајућу излазну форму како би се кроз програм Microsoft Office Access на веома лак и брз начин добила база података из које је могуће направити извештаје за:

- Записник о утврђивању фактичког стања,
- Књигу фонда комасационе масе,
- Исказе земљишта и
- Оптимизацију расподеле комасационе масе.

10.6.1.5. Пример израде дигиталног катастарског плана

Израда дигиталног катастарског плана стања пре комасације је неопходна за примену технологије описане у 10.6.1. Такође, крајњи резултат након спроведене комасације, а за потребе израде катастра непокретности је израда дигиталног катастарског плана стања после комасације.

На представљеном примеру катастарске општине Неготин постоји три подручја и то: урбано, подручје на коме је извршена комасација и подручје које није уређено путем комасације и на коме би се нпр. могла реализовати комасација.

Реализација радова на изради дигиталног катастарског плана (ДКП), односно дигиталног катастарског модела (ДКМ) КО Неготин (општина Неготин) реализована је у складу са Стручним упутством за израду дигиталног катастарског плана (Републички геодетски завод 2006. године) на основу Главног пројекта за израду ДКП који је израђен од стране Републичког геодетског завода, преузетих података премера и катастра непокретности који се одржава у Служби за катастар непокретности Неготин.

Катастарски премер у катастарској општини Неготин израђен је у четири дела. Градски део катастарске општине са плановима у размери 1:500 и 1:1000 премерен је ортогоналном и поларном методом, док је за ванградско подручје са плановима у размери 1:2500. Премер је извршен поларном методом у источном делу и на основу спроведене комасације земљишта у западном делу катастарске општине. У целој катастарској општини је на снази катастар земљишта, а градско грађевинско земљиште обухвата део катастарске општине са плановима у размери 1:500 и 1:1000.

Радови су реализовани од стране Агенције за геодетске услуге и пројектовања ИНФОМАП из Београда помоћу програма посебно развијеног за потребе формирања ДКМ под називом DIGGY који ради на платформи AutoCAD-а, чији су коначни производи катастарски план у DXF формату, списак површина парцела, спискови грешака, ESRI SHAPE датотеке за размену података (*.sxp, *.shx и *.dbf), а све према каталогу података прописаном у Стручном упутству за израду дигиталног катастарског плана са моделом података- верзија 2.0 и руковођењем и реализацијом аутора овог рада.

Републички геодетски завод је реализовао део радова који се односе на скенирање и геореференцирање катастарских планова у аналогном облику, о чему је састављен део техничког извештаја о реализацији радова.

Према пројектном решењу прикупљање података за формирање ДКМ извршено је по објектима који су разврстани на следеће теме: геодетска основа, катастарске парцеле, делови катастарских парцела према начину коришћења земљишта, зграде и други грађевински објекти, називи и текстуални описи, просторне јединице и помоћни садржај.

Геодетску основу КО Неготин чине тригонометријске, полигонске, линијске тачке и репери чије су координате преузете од Републичког геодетског завода у облику текстуалне датотеке.

Катастарске парцеле, делови катастарских парцела према начину коришћења земљишта, зграде, други грађевински објекти, називи, текстуални описи, просторне јединице и помоћни садржај приказани су у списку парцела, на скенираним радним оригиналима катастарског плана и скици просторних јединица (статистичких кругова).

Формирање дигиталног катастарског модела извршено је:

- уносом и конверзијом података из преузете документације за део детаљних тачака из одржавања премера и подручја комасације, геодетску основу и границе катастарске општине и
- прикупљањем података мануелном дигитализацијом по екрану скенираних аналогних катастарских планова уз помоћ програма DIGGY за катастарске парцеле, делове катастарских парцела, зграде и друге грађевинске објекте, називе, текстуалне описе и границе просторних јединица.

Формирање ДКМ реализовано је кроз следеће активности:

1. Припремни радови

У оквиру припремних радова извршено је проучавање главног пројекта и формирање радилишта на рачунару. Радилиште КО Неготин формирано је као три целине у границама размера 1:500, 1:1000 и 1:2500, дефинисани су одговарајуће датотеке и база података уз помоћ програма DIGGY и њихов садржај. У коначној верзији размере 1:1000 и 1:500 спојене су у једну целину са карактеристикама размере 1:500. Границе размера усаглашене су са Службом за катастар непокретности Неготин.

2. Дигитализација границе катастарске општине

Извршена је конверзија координата граничних тачака катастарске општине КО Неготин из преузете текстуалне ASCII датотеке у базу података ДКП уз помоћ програма DIGGY. Све граничне тачке су нумерисане у складу са пројектним решењем.

3. Унос координата тачака геодетске основе

Уз помоћ програма DIGGY извршена је конверзија координата тачака геодетске основе из текстуалне ASCII датотеке у базу података ДКП, дигитализација опажаних праваца и прикупљање свих атрибута уз тачке геодетске основе у складу са Стручним упутством за израду дигиталног катастарског плана са моделом података - верзија 2.0.

4. Преузимање података у дигиталном облику

Из елабората комасације и дела одржавања премера (враћања земљишта) унете су координате детаљних тачака у рачунар у текстуалну датотеку. Од Републичког геодетског завода (РГЗ) су преузете координате тачака геодетске основе, граница катастарске општине и детаљних тачака одржавања премера у дигиталном облику (текстуална датотека). Уз помоћ програма DIGGY извршена је конверзија координата детаљних тачака из текстуалне ASCII датотеке у базу података ДКП уз придруживање одговарајућих атрибута. Бројеви преузетих детаљних тачака су задржани. Један број тачака (око 350) који је имао идентичну нумерацију је морао бити пренумерисан.

5. Дигитализација по екрану

Дигитализација по екрану извршена је у програму DIGGY, који омогућава дигитализацију тачака, граничних и помоћних линија са скенираних катастарских планова, уз истовремено прикупљање свих атрибута који се везују за њих. Паралелно са дигитализацијом линија и тачака вршено је затварање полигона парцела и њихових посебних делова и рачунање површина уз дефинисање свих атрибута који се за њих везују. Приликом дигитализације вршена је контрола и картирање промена које нису биле искартиране на скенираним радним оригиналима и за које је пројектом предвиђена обавеза картирања због оштећења радних оригинала.

За све објекте (зграде) које нису уписане у катастарски операт, а падају на више парцела на катастарском плану формиране су нове парцеле у границама објекта за подручје ван границе проглашеног градског грађевинског земљишта, док су у подручју градског грађевинског земљишта вршена разрачунавања делова објекта по катастарским парцелама. Посебни делови парцела нумерисани су у складу са пројектом. Бројеви посебних делова парцела приказани су у бази података ДКП, списку површина и списковима грешака. Типови зграда одређивани су на основу шрафуре на скенираном плану.

Граничне линије између размера су усаглашене тако што су преузимане из крупнијих у ситније размере.

6. Преглед дигитализације

Преглед дигитализације одвијао се паралелно са дигитализацијом у оквиру чега је контролисана тематска конзистентност док је тополошка и геометријска конзистентност контролисана програмски. Сви уочени недостаци су одмах отклањани.

7. Формирање површина

На основу извршене дигитализације формиран је списак површина из ДКМ за сва три радилишта (размере) као целина, тј. за целу катастарску општину.

Рекапитулација површина катастарске општине у оквиру дигиталног катастарског плана у наредној табели:

ПОВРШИНА ПОЛИГОНА КАТАСТАРСКЕ ОПШТИНЕ СА ДКП-а	38671165 m ²
СУМА ПОВРШИНА ПАРЦЕЛА РАЗМЕРЕ 1: 500 и 1:1000	5126093 m ²
СУМА ПОВРШИНА ПАРЦЕЛА РАЗМЕРЕ 1:2500	33545072 m ²
УКУПНА СУМА ПОВРШИНА ПАРЦЕЛА У ОБЕ РАЗМЕРЕ	38671165 m ²
1/2 СУМЕ ЗАЈЕДНИЧКИХ ПАРЦЕЛА	0 m ²
ПОВРШИНА КАТАСТАРСКЕ ОПШТИНЕ НЕГОТИН	38671165 m ²

8. Унутрашња контрола формирања површина

После формирања списка површина извршена је унутрашња контрола формирања површина и отклоњени уочени недостаци.

9. Упоредба површина из ДКП-а са површинама из катастарског операт

Формирани списак површина из ДКП упарен је са добијеним списком површина из катастарског операт, где су идентификоване разлике у бројевима и површинама парцела. Отклоњене су све грешке на ДКП и списку површина за које је имало довољно података у преузетој документацији

(мануалима и плановима). Упоредни списак површина даје потпуну слику садржаја ДКП и операта. У њему нису могле бити упоређене површине посебних делова јер на радном оригиналу и операту нису били нумерисани, површине зграда су често дате и збирно у оквиру парцеле и границе класа и култура нису дефинисане на плану.

У оквиру ове активности формиран су и спискови грешака који су приказани у прилозима у прописаним табелама.

10. Креирање назива-унутрашњи опис листова

Извршено је креирање и размештање назива улица, потеса, вода, званих места, бројева парцела, посебних делова парцела, геодетске основе, као и контрола и допуна свих назива и описа у оквиру листова детаља.

11. Унутрашња контрола креирања назива

Извршена је унутрашња контрола креираних назива и отклоњене су све уочене грешке.

12. Креирање ESRI SHAPE датотека

После исправке грешака које је на основу добијених података и извршеног прегледа било могуће исправити уз помоћ програма DIGGY конверзијом су формиране ESRI SHAPE датотеке за размену података (*.shp, *.shh и *.dbf) за следећих 13 класа чији називи су уједно и називи датотека: Taske, TaskeGeodetskeOsnove, OpazaniPravac, GranicnaLinija, PomosnaLinija, Ko, Razmera, StatKrug, Parcela, DеоParcela, ListDetalja, KucniBroj i Nazivi. ESRI SHAPE датотеке формиране су у складу са пројектом у две целине, тј. за део катастарске општине са плановима у размери 1:2500, док су за делове са плановима размере 1:500 и 1:1000 формиране као јединствена целина. Такође, ESRI SHAPE датотеке су формиране и за целу катастарску општину као једна целина, спајањем делова катастарске општине из све три размере.

13. Плотовање планова

Планови су исплотовани на паус папиру са описом и формом која је предвиђена дигиталним катастарским кључем. Планови су исплотовани у складу са пројектом у листовима детаља размере 1:2500 за делове катастарске општине која има радне оригинале у размери 1:2500, док су за део са радним оригиналима размере 1:500 и 1:1000 исплотовани у листовима детаља размере 1:500 према поделама на листове из главног пројекта, осим листа бр. 43 који не садржи детаљ (размера 1:500) - то је одступање од главног пројекта.

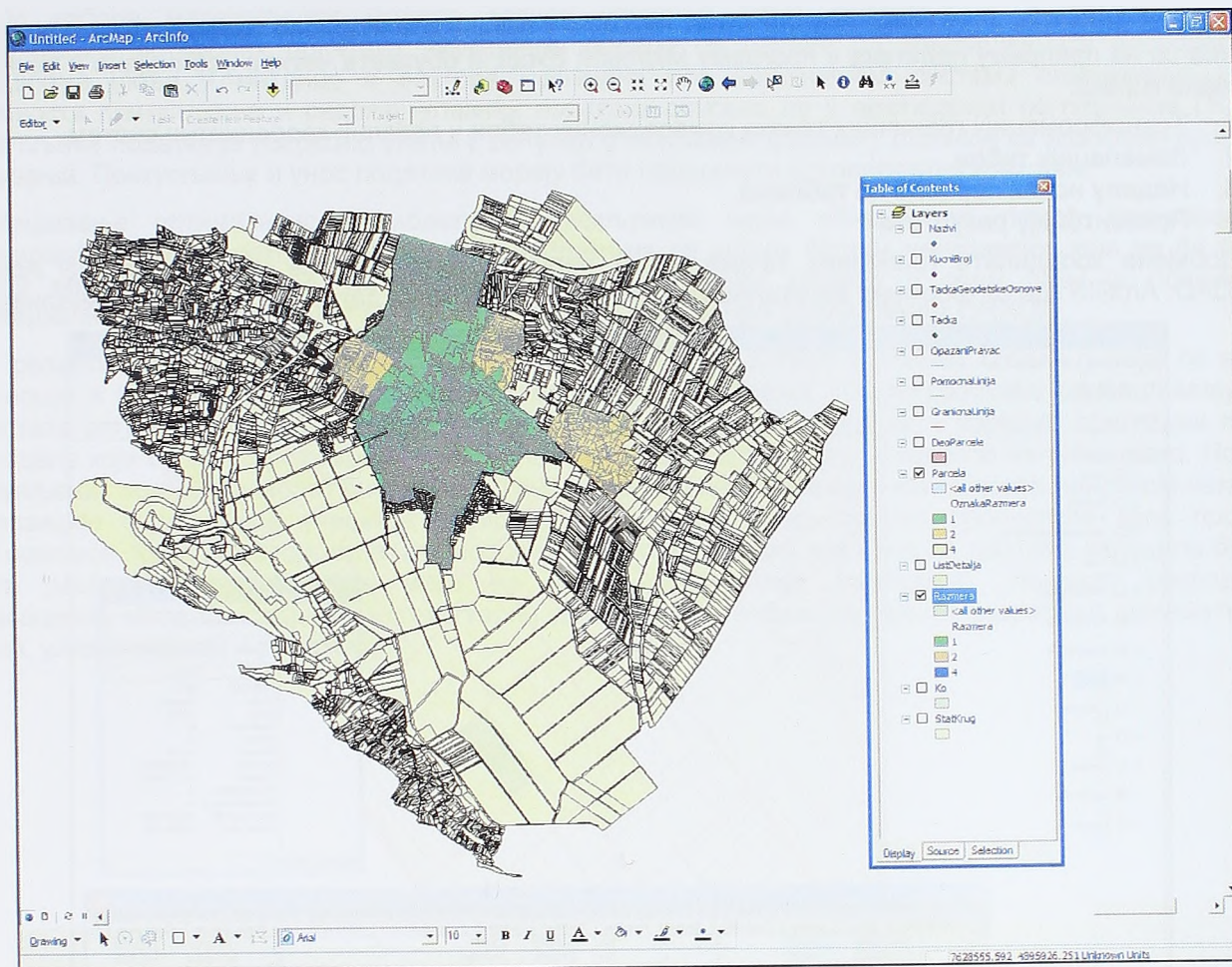
14. Састављање техничког извештаја

У процесу израде ДКП састављен је технички извештај као пратећи документ ДКП.

15. Уочени недостаци и начин отклањања

Приликом формирања ДКМ уочени су следећи недостаци:

1. Садржај списка парцела и скенираних радних оригинала није у потпуности усклађен,
2. Постоје парцеле уписане у катастарски операт које нису приказане на катастарском плану,
3. Постоје парцеле на катастарском плану које нису у катастарском операту,
4. За један број парцела разлика површина добијених у ДКП и из катастарског операта прелази дозвољено одступање,
5. На плану постоје парцеле на два различита места (полигона) нумерисане са истим бројевима,
6. Промене на радним оригиналима су веома нестручно проведене. Постоје границе парцела које су поништене на плану, док те исте парцеле постоје у катастарском операту. Границе размере на катастарским плановима нису усаглашене, посебно граница размере 1:1000 са 1:2500. Један број парцела је искартиран у обе размере при граници, без нумерације парцела и са неусаглашеним границама. Ове грешке су отклоњене у сарадњи са Службом за катастар непокретности Неготин. У прописаним прилозима приказане су датотеке са списковима грешака у дигиталном облику (*.xls format). Велики број недостатака отклоњен је приликом идентификације уз помоћ скица и мануала и упоређењем површина и садржаја списка парцела добијеног из катастарског операта. Надлежна Служба за катастар непокретности размотрила је и отклонила све евидентиране грешке и недостатке и комплетира документацију после чега су отклоњене грешке и на ДКП.



Слика 10.20. Дигитални катастарски план катастарске општине Неготин у ArcGIS-у

Приказ дигиталног катастарског плана катастарске општине Неготин у ArcGIS-у приказан је на Слици 10.20.

На Слици 10.21. приказан је део ДКП комасационог подручја са подацима над којим се могу вршити операције које пружа ArcGIS са својом базом података.

Овако израђен ДКП представља основу за устројавање катастра непокретности. Сличан процес се у потпуности може применити и код нових комасација за израду ДКП новог и старог стања.

На основу ДКП старог стања могу се у ArcGIS-у формирањем одговарајућих упита добијати прегледне карте постојећег стања, комасационе процене (Слике 5.2, 5.7, 5.8) итд. Формирани модел се може користити приликом излагања на јавни увид података у процесу комасације и израде катастра непокретности итд. Могућности су веома бројне и корисне у свим процесима рада.

10.6.1.6. Надела нових парцела у оквиру комасационе табле

Процесом оптималне расподеле нових парцела по комасационим таблама добијају се вредности нових парцела које треба наделити у оквиру сваке комасационе табле, односно срачунати аналитичко-геодетске елементе на основу којих се израђује нови дигитални катастарски план, обележавају граничне тачке на терену, израђују решења о расподели комасационе масе и израђује (устројава) катастар непокретности.

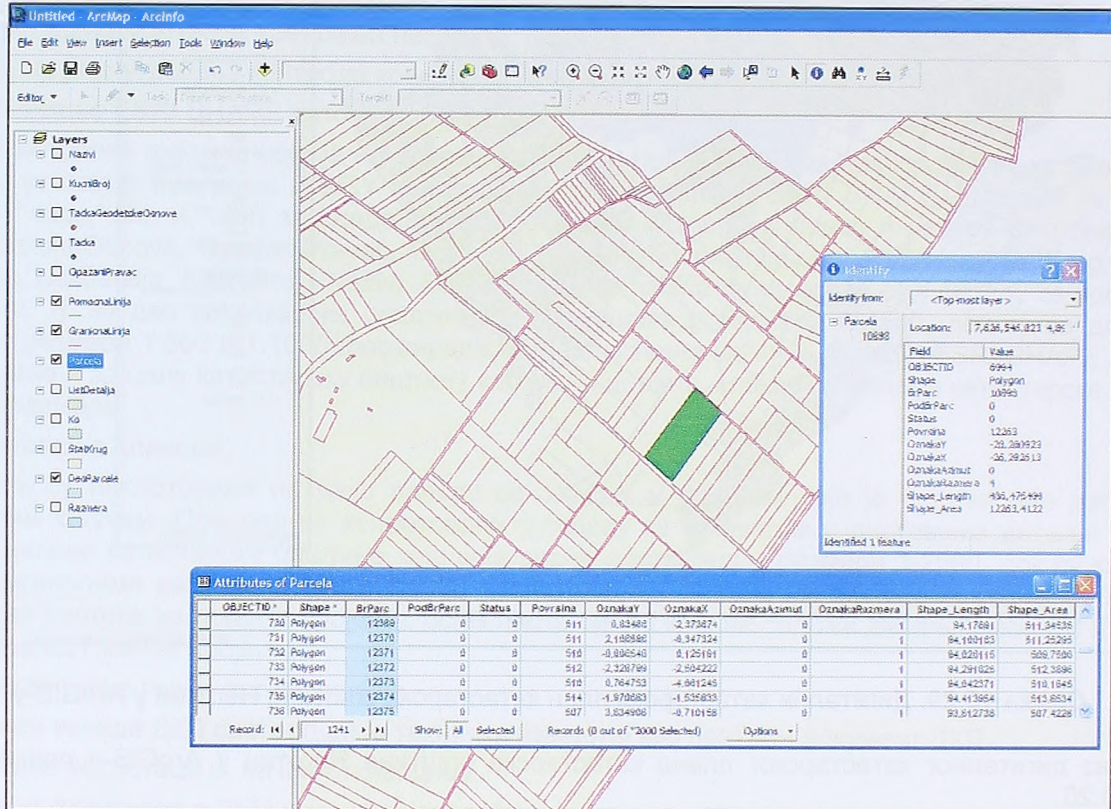
Поступак наделе у оквиру овог рада реализован је посебно написаним скриптом под називом NADELA на платформи MATLAB-а, а саставни је део библиотеке ORKOM.

Скрипт Nadela.m служи за израчунавање вредности табли у процесу комасације и наделу вредности из исказа за оне кориснике који су процесом оптимизације смештени у ту таблу. При изради је искоришћена могућност MATLAB-а по називу excel линк која је намењена за повезивање ова два алата и знатно олакшава унос података у MATLAB поготово када се ради о великом броју (количини) улазних података. За употребу скрипта Nadela.m је потребно да на рачунару поседујете инсталиране програме MATLAB и Microsoft Excel или Open office.

Обрада података и поступак наделе нових парцела у оквиру комасационе табле скриптом NADELA ослања се на припрему података у програму Microsoft Excel, и обухвата четири уобичајена и технички повезана корака:

1. Трансформацију граничних тачака комасационих табли у локални координатни систем,
2. Ламелацију табли,
3. Наделу нових парцела по таблама,
4. Презентацију резултата.

Добијене координате граничних тачака нових парцела конвертују се у програме MS Access, AutoCAD, ArcGIS где се формира дигитални катастарски план и врши даља презентација и анализе.



Слика 10.21. Упити над садржајем ДКП на делу комасационог подручја КО Неготин

10.7. Методологија израде пројекта расподеле комасационе масе применом метода операционих истраживања

Израда пројекта расподеле комасационе масе применом метода операционих истраживања одвијала би се у следећим фазама:

- избор и дефинисање математичког модела,
- прикупљање, систематизација и верификација потребних улазних података,
- решавање оптимизационог модела и
- презентација резултата.

Избор математичког модела обухвата утврђивање облика функција циља, коефицијента расподеле и ограничења. Који од математичких модел ће бити изабран зависи од:

- карактеристика комасационог подручја,
- броја комасационих табли,
- броја учесника комасације,
- разбацаности и расцепканости поседа,
- положаја старих парцела,
- начела комасације и
- облика постојећих података (дигиталних или аналогних).

Од избора математичког модела зависи начин и обим прикупљања, систематизације и верификације потребних података. Нумерички подаци се састоје од коефицијената расподеле у функцијама циља и матрице и вектора једначина или неједначина система ограничења. Неке могућности прикупљања и садржај улазних података описане су у претходним поглављима (10.6.). Прикупљене податке је потребно унети у рачунар у читљивом формату (облику) за изабрани програм решавања. Прикупљање и унос података морају бити подвргнути одговарајућој контроли.

Решавање оптимизационог модела се искључиво мора обавити уз помоћ рачунара са одговарајућим софтвером, јер се ради о проблемима са већим бројем непознатих, које не би било могуће решавати другачије. За решавање оптимизационих модела у овом раду је примењен "универзални" програмски пакет GAMS и MATLAB са развијеном библиотеком ORKOM.

Презентација излазних података се из програма GAMS добија у облику табеле у којој се виде вредности и распоред нових парцела по комасационим таблама. Након добијања задовољавајућих резултата оптимизације утврдио би се редослед нових парцела у табли и израдио прегледни план расподеле који би се, верификован од стране комисије за комасацију и излагао на јавни увид. После прикупљених примедби могло би се ићи у поновно решавање математичког модела приликом чега би се позиције задовољних учесника "замрзле", а незадовољних поново пропустиле кроз процес оптимизације. Када се усвоји коначан распоред и редослед нових парцела по таблама израдила би се књига расподеле комасационе масе за дефинитивни план расподеле. Пројекат расподеле комасационе масе би садржао и текстуални део у коме би били детаљно разрађени математички модел, улазни подаци и резултати.

11. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ РЕЗУЛТАТИ И ПРИМЕНА ОПТИМИЗАЦИЈЕ КОД РАСПОДЕЛЕ КОМАСАЦИОНЕ МАСЕ

11.1. Примери примене оптимизације код расподеле комасационе масе

Дефинисани математички модели у поглављу 10.5. и приказана информатичка технологија, тестирани су и примењени на шест комасационих подручја различитих карактеристика, која су одабрана према специфичностима подручја Републике Србије и моделима комасације приказаним у поглављу 3.5.

Основно правило примене метода и математичког моделирања код операционих истраживања, које је и овде примењено, је да се модели тестирају на примерима са мањим димензијама, па се онда имплементирају на реалним примерима.

Имплементација оптимизације у оквиру овог рада је обухватила три симулациона примера различитих карактеристика¹⁴ и три примера конкретних комасационих подручја (Баточина, Опово и Овча), од којих су Баточина и Опово раније изведене комасације без примене оптимизационих метода, док је Овча подручје на коме би се могао применити модел урбане комасације. Обрада података и приказ резултата реализовани су уз примену софтвера приказаних у 10.6.1. док је оптимизација расподеле комасационе масе реализована са софтвером приказаним у 10.5.3. за све обрађене примере.

11.1.1. Комасационо подручје ТЕСТ ПРИМЕР 1

Математички модели из 10.5. су тестирани на симулационом комасационом подручју са карактеристикама приказаним у Табели 11.1.

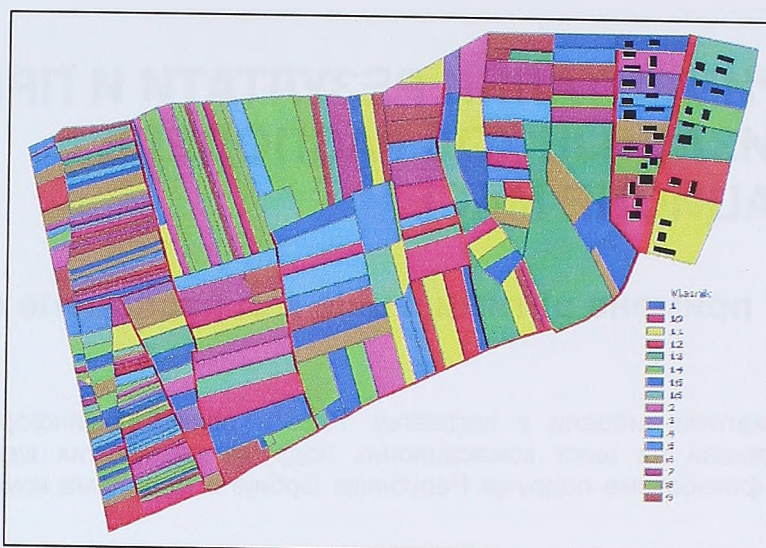
На Слици 11.1. приказане су парцеле у границама пре комасације обојене према поседницима (учесницима комасације), а на Слици 11.2. приказана је прегледна карта комасационе процене земљишта. Усвојени коефицијенти процембених разреда код комасационе процене земљишта су: $q_2 = 0.900$, $q_3 = 0.800$, $q_4 = 0.700$, $q_5 = 0.600$, $q_6 = 0.500$ и $q_7 = 0.400$.

КАРАКТЕРИСТИКЕ КОМАСАЦИОНОГ ПОДРУЧЈА ТЕСТ ПРИМЕР 1	
ПОВРШИНА КОМАСАЦИОНОГ ПОДРУЧЈА	1069726.6 m ²
БРОЈ УЧЕСНИКА КОМАСАЦИЈЕ	16
БРОЈ ПАРЦЕЛА	261
БРОЈ ПРОЦЕМБЕНИХ РАЗРЕДА	7
ПРОСЕЧНА ПОВРШИНА ПАРЦЕЛА	4098.6 m ²
ПРОСЕЧНА ВРЕДНОСТ ПАРЦЕЛА	2999.8
ОДНОС ВРЕДНОСТ /ПОВРШИНА	0.73192
БРОЈ ПРОЈЕКТОВАНИХ КОМАСАЦИОНИХ ТАБЛИ	4

Табела 11.1. Карактеристике комасационог подручја ТЕСТ ПРИМЕР 1

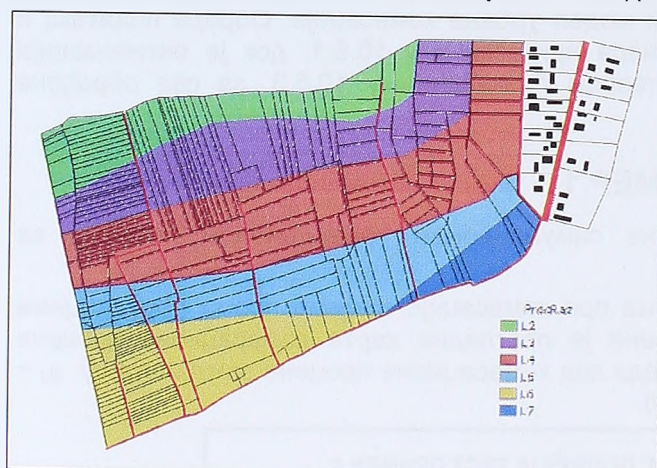
На Слици 11.3. приказан је пројекат пољских путева којим су формиране четири комасационе табле са елементима за одређивање удаљености комасационих табли од економских дворишта учесника комасације.

¹⁴ Подаци о парцелама код сва три симулациона комасацина подручја одговарају преузетом стварном катастарском стању.

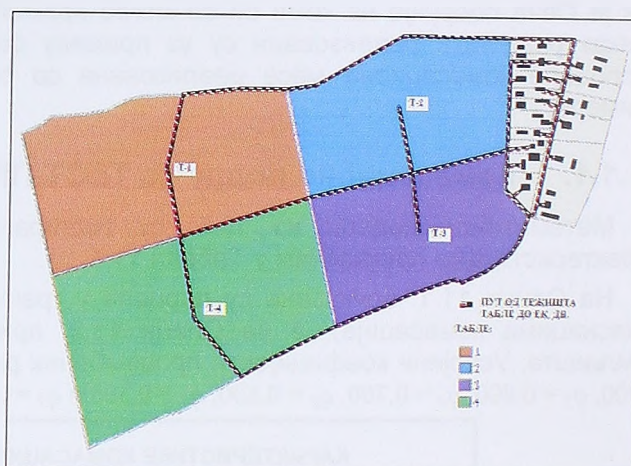


Слика 11.1. Парцеле у границама пре комасације обојене према поседницима (учесницима) комасације

У Табели 11.2. приказани су основни подаци о поседу за сваког учесника комасације у старом стању који су основа за формирање улазних података за оптимизацију расподеле комасационе масе.



Слика 11.2. Прегледна карта комасационе процене земљишта



Слика 11.3. Пројекат пољских путева са елементима за одређивање удаљености комасационих табли од економских дворишта учесника комасације

Оптимизација расподеле комасационе масе обухватила је примену једнокритеријумског МОДЕЛА 3 - Симплекс методе и две вишекритеријумске методе МОДЕЛА 7 – СТЕМ метода и МОДЕЛА 9 – Метода тежинских коефицијената (МТК) за четири различита коефицијента у функцијама циља:

- 1) укупне вредности старих парцела по комасационим таблама ($w_{ij} = c_{ij}$),
- 2) жеље учесника комасације изражене као примарне (100 поена) секундарне (80 поена) и терцијалне (60 поена), ($w_{ij} = z_{ij}$),
- 3) удаљеност комасационих табли од економског дворишта учесника комасације, ($w_{ij} = d_{ij}^{-1}$),
- 4) коефицијент разлике односа V/P (вредности/површина) учесника комасације и V/P комасационих табли, $w_{ij} = |KP_i - KT_i|^{-1}$.

Вредности старих парцела по комасационим таблама добијене су применом програма ArcGis поступком описаним у поглављу 10.6.1.4. (пресек слојева граница комасационих табли старих парцела и комасационе процене).

Жеље учесника комасације су изражене тако да је са 100 поена дефинисана жеља да нови посед буде у табли са највећом преференцијом, док је друга жеља са 80 и трећа са 60 поена које су дефинисане тако да нови посед буде добијен у некој од суседних табли или у табли где постоји највећа површина поседа у старом стању.

Коефицијенти којима се дефинише удаљеност између тежишта табли и економског дворишта одређени су из пројекта путне мреже и комасационих табли. Како се за функцију циља захтева максимум онда се коефицијенти дефинишу као $w_{ij}=d_{ij}^{-1}$, да би нова парцела била што ближе економском дворишту.

РЕДНИ БРОЈ ПОСЕДНИКА	КАРАКТЕРИСТИКЕ ПОСЕДА				
	БРОЈ ПАРЦЕЛА	УКУПНА ПОВРШИНА ПАРЦЕЛА (P)	УКУПНА ВРЕДНОСТ ПАРЦЕЛА (V)	ПРОСЕЧНА ВРЕДНОСТ ПАРЦЕЛА	ОДНОС V/P
1	17	43069.8	30523.3	1795.5	0.70859
2	19	79095.0	60700.8	3194.8	0.69206
3	11	21051.1	16035.4	1457.	0.73462
4	15	66331.5	50778.2	3385.2	0.66960
5	19	71010.3	52609.1	2768.9	0.65574
6	21	67658.9	50813.4	2419.7	0.78170
7	13	64811.3	51444.8	3957.3	0.63951
8	19	64906.4	48365.1	2545.5	0.72841
9	21	89291.7	70351.2	3350.1	0.76747
10	16	78213.8	54128.1	3383.0	0.76277
11	16	68124.7	49930.5	3120.7	0.76731
12	12	43407.8	29089.4	2424.1	0.74102
13	10	101876.8	66882.8	6688.3	0.75112
14	19	82061.8	64148.0	3376.2	0.79392
15	18	75006.4	47966.7	2664.8	0.74519
16	15	53809.3	39183.1	2612.2	0.78784
УКУПНО ЗА КП	261	1069726.6	7829499	2999.8	0.73192

Табела 11.2. Подаци о поседу учесника комасације

Коефицијенти којима се дефинише минимална разлика квалитета земљишта унетог у комасацију и земљишта комасационих табли за сваког учесника комасације одређен је на основу података, утврђеног фактичког стања, комасационе процене и пројекта путне мреже и комасационих табли, применом програма ArcGIS и Microsoft Access. Како се за функцију циља захтева максимум онда се коефицијенти дефинишу као $w_{ij} = |KP_j - KT_i|^{-1}$, да би се посед добио у табли која има најмању разлику квалитета.

Системи неједначина ограничења дефинисани су релацијама примењених модела датим у поглављима 10.5.1.3, 10.5.2.1. и 10.5.2.3.

За рачунање вредности нових парцела по комасационим таблама употребљен је скрипт:

1. **JKRaspodelaS** за МОДЕЛ 3 - Симплекс метода,
2. **VKRaspodelaSTEM** за МОДЕЛ 6 – СТЕМ метода и
3. **VKRaspodelaTK** за МОДЕЛ 8 – Метода тежинских коефицијената (МТК).

Резултати извршених оптимизација приказани су у Табели 11.3. до Табеле 11.8. У истим табелама приказани су и коефицијенти у функцији циља паралелно са дигибјеним вредностима нових парцела по комасационим таблама (x_{ij}) како би се визуелно уочили резултати у зависности од дефинисаног критеријума.

Анализирајући критеријуме расподеле w_{ij} види се да критеријуми под 1 и 2 у старту ограничавају распоред нових парцела само у таблама у којима се налазе старе парцеле учесника комасације, односно дефинисаних жеља, док критеријуми под 3 и 4 укључују читаво комасационо подручје (све табле).

РЕДНИ БРОЈ ПОСЕДНИКА	КОМАСАЦИОНЕ ТАБЛЕ			
	T1	T2	T3	T4
1	60		80	100
2	60	80	80.00	100
3	60	80	100	
4	5005.86	19726.04	23933.65	
5	60	80	100	
6	4706.65	11264.16	12556.45	
7	60	80	100	
8	5941.09	23423.84	36108.26	
9	100	60	80	
10	64489.40			
11	60		100	80
12	60		80	80
13	100	60	80	
14	61000.49			
15	100	80	60	
16	15521.71			
17	100	80	60	
18	100	60	80	
19	48414.36			
20	80	80	100	
21	26255.74		24712.64	
22	100	80	60	
23	28015.38			
24	80	26147.85	24654.47	
25	100	80	60	
26	26727.36			
27	100	100	80	
28	69608.76			
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				
46				
47				
48				
49				
50				
51				
52				
53				
54				
55				
56				
57				
58				
59				
60				
61				
62				
63				
64				
65				
66				
67				
68				
69				
70				
71				
72				
73				
74				
75				
76				
77				
78				
79				
80				
81				
82				
83				
84				
85				
86				
87				
88				
89				
90				
91				
92				
93				
94				
95				
96				
97				
98				
99				
100				

Табела 11.4. Распоред нових парцела по таблама применом МОДЕЛА 3 – Симплекс метода са коефицијентима у функцији циља $w_{ij} = z_{ij}$

РЕДНИ БРОЈ ПОСЕДНИКА	КОМАСАЦИОНЕ ТАБЛЕ			
	T1	T2	T3	T4
1	4191.25	9150.13	3436.61	13613.63
2	10116.72	9400.41	12052.43	30087.70
3	4821.75	15773.48	18539.12	22556.86
4	6146.21	1302.54	13018.48	10022.76
5	2441.65	21696.81	10144.75	8348.19
6	46033.67	3041.60	38629.64	18382.52
7	64788.02	66795.88	2079.91	3366.44
8	12049.88	7599.53	10145.46	12991.37
9	13150.94	6025.99	4709.94	18169.87
10	27108.98	14447.06	10145.46	47485.09
11	61286.13			14712.94
12	9062.15	3131.85		38213.81
13	15321.87			19123.29
14	20920.29	8044.34	1337.62	3282.64
15	19258.83			17867.20
16	12677.42	17788.51	8322.69	28428.92
17		50968.38		12694.59
18	24081.09	2216.81	7121.62	17123.94
19	50521.57			
20	15469.76	22458.99		13386.73
21		50802.32		
22	30941.54	771.03	983.09	15468.58
23	48645.88			
24	20609.02	33577.32	1588.85	14536.69
25		71015.00		

Табела 11.3. Распоред нових парцела по таблама применом МОДЕЛА 3 – Симплекс метода са коефицијентима у функцији циља $w_{ij} = c_{ij}$

РЕДНИ БРОЈ ПОСЕДНИКА	КОМАСАЦИОНЕ ТАБЛЕ			
	T1	T2	T3	T4
1	68452.73	83900.65	121128.94	114286.74
2	61494.72	73682.22	151452.54	30186.20
3	83295.99	107346.63	92090.29	140904.93
4	54032.82	63221.08	229514.89	54667.68
5	50267.81	58127.09	6725.21	88081.18
6	137043.14	217051.15	336604.96	48665.54
7	11205.25	53582.76	66795.88	209131.54
8	46476.65	53116.85	741781.95	22378.36
9	79198.90	100637.29	84237.15	288592.21
10	114672.96	165818.56	62260.41	
11	60072.55	153842.02	741781.95	542781.95
12	108814.66	15321.87	48444.38	
13	15321.87	165371.05	97676.77	93178.37
14	114458.76	115263.72	38213.81	68314.92
15	47687.75	86965.85	70783.85	70578.58
16	87985.41	27814.25	83381.82	68391.16
	27814.25	96572.27	79940.22	23154.13
	50038.03	130460.15	76901.76	57858.52
	164608.92	295399.91		
	51828.63			
	91342.24	121093.61	83917.61	80575.60
	47682.60			
	149621.83	250391.05	61801.75	59969.92
	71015.00			

Табела 11.5. Распоред нових парцела по таблама примененом МОДЕЛА 3 – Симплекс методе са коефицијентима у функцији циља $w_{ij} = d_{ij}^{-1}$

РЕДНИ БРОЈ ПОСЕДНИКА	КОМАСАЦИОНЕ ТАБЛЕ			
	T1	T2	T3	T4
1	7587.87	9076.44	9298.42	5661.42
2	30695.53			
3	7251.14	14895.35	15497.16	7483.12
4	6756.74	52363.09	2304.59	
5	6144.44	12948.98	13401.40	7752.52
6	6008.75	47305.42	2343.27	
7	6233.76	10872.59	6957.08	
8	63505.09	10601.46	29103.57	
9	6503.63	9628.22	6425.68	
10	47485.09	9524.45	65473.19	
11	6677.77	10169.18	6252.13	
12	38985.81	10601.46	10446.13	5930.71
13	6499.79	10601.46	10902.80	5924.57
14	7028.08	12037.03	6347.64	
15	6153.59	61126.48	6850.53	
16	47687.75	13983.63	6041.25	
	6065.38	15631.41	9571.60	
	31463.04	9338.57	9424.44	6231.37
	5965.60	9198.43	19505.34	
	5870.43	9863.84	6529.78	
	7924.58	10043.09	50038.03	
	7798.82	18045.53	6607.85	
		17406.36	50802.32	
		18233.80	18936.42	
		71015.00	48645.88	
			7580.80	

Табела 11.6. Распоред нових парцела по таблама примененом МОДЕЛА 3 – Симплекс методе са коефицијентима у функцији циља $w_{ij} = |KP_j - KT_j|^{-1}$

РЕДНИ БРОЈ ПОСЕДНИКА	КОМАСАЦИОНЕ ТАБЛЕ			
	T1	T2	T3	T4
1	31911.20			
2	30466.77	26365.97		
3	46699.26			
4		30256.19		
5		69441.26		
6				60939.22
7		50362.97		
8	39953.40			
9			63713.31	
10			16250.47	
11				45760.97
12	48909.05			
13	16126.60			31889.69
14			42001.69	11879.55
15	45756.03			
16				66796.29

Табела 11.7. Распоред нових парцела по таблама применом МОДЕЛА 7 – СТЕМ методе са четири функције циља са истим тежинама (0.25)

РЕДНИ БРОЈ ПОСЕДНИКА	КОМАСАЦИОНЕ ТАБЛЕ			
	T1	T2	T3	T4
1	0.66	0.39	0.55	0.66
				30087.70
2	0.65	0.37	0.74	0.85
				54074.95
3	0.78	0.51	0.51	0.52
	48665.54			
4	0.55	0.29	1.05	1.10
				29103.57
5	0.27	0.35	6.22	1.45
			66795.88	
6	0.87	0.90	1.23	0.40
	63505.09			
7	0.30	0.28	12.32	2.76
			48444.38	
8	0.46	0.46	1.83	0.55
			6725.21	31488.60
9	0.75	1.00	0.00	0.49
	6489.78	53582.76		

РЕДНИ БРОЈ ПОСЕДНИКА	КОМАСАЦИОНЕ ТАБЛЕ			
	T1	T2	T3	T4
10	0.64	0.89	0.00	0.42
				15321.87
11	0.72	0.95	0.42	0.48
	41467.11			6220.64
12	0.54	0.74	0.54	0.53
				50968.38
13	1.10	0.92	0.47	0.36
	51048.90			
14	1.61	2.12	0.00	0.28
		51828.63		
15	1.13	0.91	0.50	0.37
	48645.88			
16	1.54	1.95	0.40	0.29
		71015.00		

Табела 11.8. Распоред нових парцела по таблама применом МОДЕЛА 9 – Метода тежинских коефицијената (МТК) са четири функције циља са истим тежинама 0.25

Упоредни преглед поседа у стању пре комасације и добијених вредности нових парцела са свих шест обрађених оптимизационих поступака приказан је у Табелама 11.9. до 11.14.

РЕДНИ БРОЈ ПОСЕДНИКА	БРОЈ ПАРЦЕЛА		ПРОСЕЧНА ВРЕД. ПАРЦ.		КОЕФИЦИЈЕНТ УКРУПЊАВАЊА
	ПРЕ КОМАСАЦ.	ПОСЛЕ КОМАСАЦ.	ПРЕ КОМАСАЦ.	ПОСЛЕ КОМАСАЦ.	
1	17	1	1795.50	30087.70	17.00
2	19	1	3194.80	54667.70	19.00
3	11	2	1457.80	24332.80	5.50
4	15	2	3385.20	14263.60	7.50
5	19	1	2768.90	66795.90	19.00
6	21	1	2419.70	64788.00	21.00
7	13	1	3957.30	47485.10	13.00
8	19	1	2545.50	38213.80	19.00
9	21	1	3350.10	61286.10	21.00
10	16	1	3383.00	15321.90	16.00
11	16	2	3120.70	23843.90	8.00
12	12	1	2424.10	50968.40	12.00
13	10	1	6688.30	50521.60	10.00
14	19	1	3376.20	50802.30	19.00
15	18	1	2664.80	48645.90	18.00
16	15	1	2612.20	71015.00	15.00
УКУПНО ЗА КОМ. ПОД.	261	19	2971.19	40814.73	13.74

Табела 11.9. Упоредни подаци о поседима - примењен МОДЕЛ – Симплекс метода са коефицијентима у функцији циља $w_{ij} = c_{ij}$

РЕДНИ БРОЈ ПОСЕДНИКА	БРОЈ ПАРЦЕЛА		ПРОСЕЧНА ВРЕД. ПАРЦ.		КОЕФИЦИЈЕНТ УКРУПЊАВАЊА
	ПРЕ КОМАСАЦ.	ПОСЛЕ КОМАСАЦ.	ПРЕ КОМАСАЦ.	ПОСЛЕ КОМАСАЦ.	
1	17	1	1795.50	30695.50	17.00
2	19	1	3194.80	54667.70	19.00
3	11	3	1457.80	16221.80	3.67
4	15	3	3385.20	9509.10	5.00
5	19	3	2768.90	21824.40	6.33
6	21	1	2419.70	64469.30	21.00
7	13	1	3957.30	48444.40	13.00
8	19	1	2545.50	38985.80	19.00
9	21	1	3350.10	60986.50	21.00
10	16	1	3383.00	15556.80	16.00
11	16	1	3120.70	48415.30	16.00
12	12	2	2424.10	25484.20	6.00
13	10	2	6688.30	25401.10	5.00
14	19	2	3376.20	25401.20	9.50
15	18	2	2664.80	24205.40	9.00
16	15	1	2612.20	69608.80	15.00
УКУПНО ЗАКП	261	26	2999.80	29826.15	10.04

Табела 11.10. Упоредни подаци о поседима – примењен МОДЕЛ – Симплекс метода са коефицијентима у функцији циља $w_{ij} = z_{ij}$

РЕДНИ БРОЈ ПОСЕДНИКА	БРОЈ ПАРЦЕЛА		ПРОСЕЧНА ВРЕД. ПАРЦ.		КОЕФИЦИЈЕНТ УКРУПЊАВАЊА
	ПРЕ КОМАСАЦ.	ПОСЛЕ КОМАСАЦ.	ПРЕ КОМАСАЦ.	ПОСЛЕ КОМАСАЦ.	
1	17	1	1795.50	30186.20	17.00
2	19	1	3194.80	54667.70	19.00
3	11	1	1457.80	48665.50	11.00
4	15	2	3385.20	14551.80	7.50
5	19	1	2768.90	66795.90	19.00
6	21	2	2419.70	32394.00	10.50
7	13	1	3957.30	48444.40	13.00
8	19	1	2545.50	38213.80	19.00
9	21	1	3350.10	60072.60	21.00
10	16	1	3383.00	15321.90	16.00
11	16	1	3120.70	47687.80	16.00
12	12	2	2424.10	25484.20	6.00
13	10	1	6688.30	50038.00	10.00
14	19	1	3376.20	51828.60	19.00
15	18	1	2664.80	47682.60	18.00
16	15	1	2612.20	71015.00	15.00
УКУПНО ЗА КП	261	19	2999.80	40814.73	13.74

Табела 11.11. Упоредни подаци о поседима – примењен МОДЕЛ – Симплекс метода са коефицијентима у функцији циља $w_{ij} = d_{ij}^{-1}$

РЕДНИ БРОЈ ПОСЕДНИКА	БРОЈ ПАРЦЕЛА		ПРОСЕЧНА ВРЕД. ПАРЦ-		КОЕФИЦИЈЕНТ УКРУПЊАВАЊА
	ПРЕ КОМАСАЦ.	ПОСЛЕ КОМАСАЦ.	ПРЕ КОМАСАЦ.	ПОСЛЕ КОМАСАЦ.	
1	17	1	1795.50	30695.50	17.00
2	19	2	3194.80	27333.80	9.50
3	11	2	1457.80	24824.30	5.50
4	15	1	3385.20	29103.60	15.00
5	19	1	2768.90	65473.20	19.00
6	21	1	2419.70	63505.10	21.00
7	13	1	3957.30	47485.10	13.00
8	19	1	2545.50	38985.80	19.00
9	21	1	3350.10	61126.50	21.00
10	16	1	3383.00	15631.40	16.00
11	16	1	3120.70	47687.80	16.00
12	12	2	2424.10	25484.20	6.00
13	10	1	6688.30	50038.00	10.00
14	19	1	3376.20	50802.30	19.00
15	18	1	2664.80	48645.90	18.00
16	15	1	2612.20	71015.00	15.00
УКУПНО ЗА КП	261	19	2999.80	40814.73	13.74

Табела 11.12. Упоредни подаци о поседима – примењен МОДЕЛ – Симплекс метода са коефицијентима у функцији циља $w_j = |KP_j - KT_i| \Gamma^{-1}$

РЕДНИ БРОЈ ПОСЕДНИКА	БРОЈ ПАРЦЕЛА		ПРОСЕЧНА ВРЕД. ПАРЦ-		КОЕФИЦИЈЕНТ УКРУПЊАВАЊА
	ПРЕ КОМАСАЦ.	ПОСЛЕ КОМАСАЦ.	ПРЕ КОМАСАЦ.	ПОСЛЕ КОМАСАЦ.	
1	17	1	1795.50	31911.20	17.00
2	19	2	3194.80	28416.40	9.50
3	11	1	1457.80	46699.30	11.00
4	15	1	3385.20	30256.20	15.00
5	19	1	2768.90	69441.30	19.00
6	21	1	2419.70	60939.20	21.00
7	13	1	3957.30	50363.00	13.00
8	19	1	2545.50	39953.40	19.00
9	21	1	3350.10	63713.30	21.00
10	16	1	3383.00	16250.50	16.00
11	16	1	3120.70	45761.00	16.00
12	12	1	2424.10	48909.10	12.00
13	10	2	6688.30	24008.10	5.00
14	19	2	3376.20	26940.60	9.50
15	18	1	2664.80	45756.00	18.00
16	15	1	2612.20	66796.30	15.00
УКУПНО ЗА КП	261	19	2999.80	40814.73	13.74

Табела 11.13. Упоредни подаци о поседима применом МОДЕЛА 7 – СТЕМ метода са четири функције циља са истим тежинама (0.25)

РЕДНИ БРОЈ ПОСЕДНИКА	БРОЈ ПАРЦЕЛА		ПРОСЕЧНА ВРЕДНОСТ ПАРЦЕЛА		КОЕФИЦИЈЕНТ УКРУПЊАВАЊА
	ПРЕ КОМАСАЦ.	ПОСЛЕ КОМАСАЦ.	ПРЕ КОМАСАЦ.	ПОСЛЕ КОМАСАЦ.	
1	17	1	1795.50	30087.70	17.00
2	19	1	3194.80	54075.00	19.00
3	11	1	1457.80	48665.50	11.00
4	15	1	3385.20	29103.60	15.00
5	19	1	2768.90	66795.90	19.00
6	21	1	2419.70	63505.10	21.00
7	13	1	3957.30	48444.40	13.00
8	19	2	2545.50	19106.90	9.50
9	21	2	3350.10	30036.30	10.50
10	16	1	3383.00	15321.90	16.00
11	16	2	3120.70	23843.90	8.00
12	12	1	2424.10	50968.40	12.00
13	10	1	6688.30	51048.90	10.00
14	19	1	3376.20	51828.60	19.00
15	18	1	2664.80	48645.90	18.00
16	15	1	2612.20	71015.00	15.00
УКУПНО ЗА КП	261	19	2999.80	40814.73	13.74

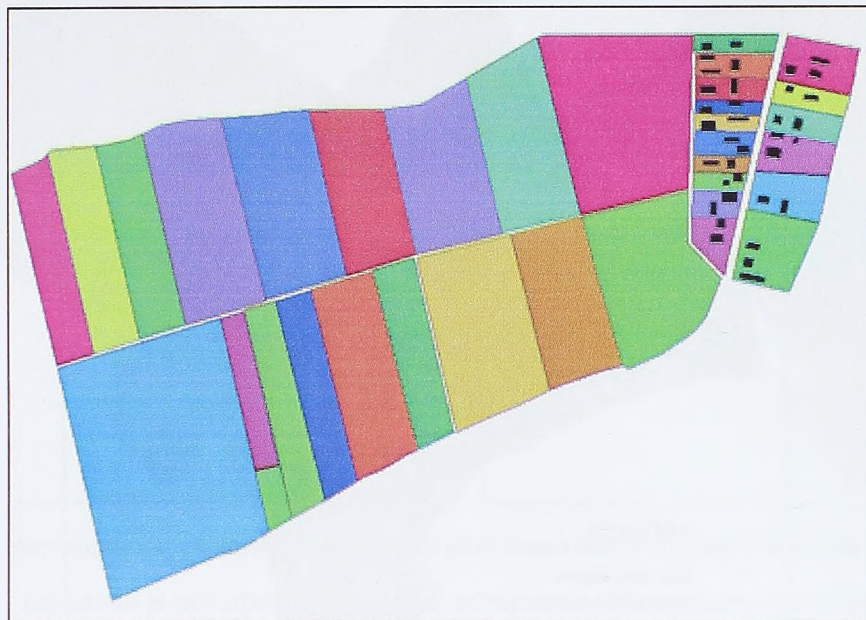
Табела 11.14. Упоредни подаци о поседима применом МОДЕЛА 9 – Метода тежинских коефицијената (МТК) са четири функције циља са истим тежинама 0.25

У Табели 11.15. приказани су сумарни упоредни подаци о броју и просечним вредностима парцела у стању пре комасације и добијеном применом оптимизационих поступака за шест обрађених модела расподеле комасационе масе. У истој табели приказани су, такође, и коефицијенти укрупњавања.

РЕД. БРОЈ	МОДЕЛ ОПТИМИЗАЦИЈЕ	БРОЈ ПАРЦЕЛА		ПРОСЕЧНА ВРЕДНОСТ ПАРЦЕЛЕ		КОЕФИЦИЈЕНТ УКРУПЊАВАЊА
		ПРЕ КОМАСАЦ.	ПОСЛЕ КОМАСАЦ.	ПРЕ КОМАСАЦ.	ПОСЛЕ КОМАСАЦ.	
1	МОДЕЛ 3 – СИМПЛЕКС $w_{ij} = c_{ij}$	261	19	2999.80	40814.7	13.7
2	МОДЕЛ 3 – СИМПЛЕКС $w_{ij} = z_{ij}$		26		29826.2	10.0
3	МОДЕЛ 3 – СИМПЛЕКС $w_{ij} = d_{ij}^{-1}$		19		40814.7	13.7
4	МОДЕЛ 3 – СИМПЛЕКС $w_{ij} = (KP_j - KT_i)^{-1}$		19		40814.7	13.7
5	МОДЕЛ 6 -СТЕМ		19		40814.7	13.7
6	МОДЕЛ 8 – МТК		19		40814.7	13.7

Табела 11.15. Упоредни приказ свих шест модела оптимизације за тест комасационо подручје

На Слици 11.4. приказано је ново стање граница парцела према резултатима добијеним применом вишекритеријумске оптимизације, МОДЕЛ 8 - Методе тежинских коефицијената. Надела нових парцела по комасационим таблама извршена је програмом НАДЕЛА (библиотека програма ORKOM), а прегледна карта је обрађена у програму ArcGIS.



Слика 11.4. Приказ граница нових парцела добијених применом МОДЕЛА 8 – Метода тежинских коефицијената (МТК) са четири функције циља са истим тежинама (0.25)

Код свих примењених модела посед је укрупњен са коефицијентом око 1:13, осим код МОДЕЛА 2 – Симплекс метода, када су у функцији циља изражене жеље учесника комасације као коефицијенти ($w_{ij} = z_{ij}$). У Табелама 11.8. до 11.14. се може уочити различит распоред парцела по таблама за примењене моделе оптимизације. Према извршеној анализи може се закључити да све примењене методе дају веома употребљиве резултате.

11.1.2. Комасационо подручје ТЕСТ ПРИМЕР 2

Математички модели из поглавља 10.5. примењени су на комасационо подручју - ТЕСТ ПРИМЕР 2¹⁵ са карактеристикама приказаним у Табели 11.16. (подаци за комасационо подручје) и Табели 11.17 (подаци о поседима за све учеснике комасације).

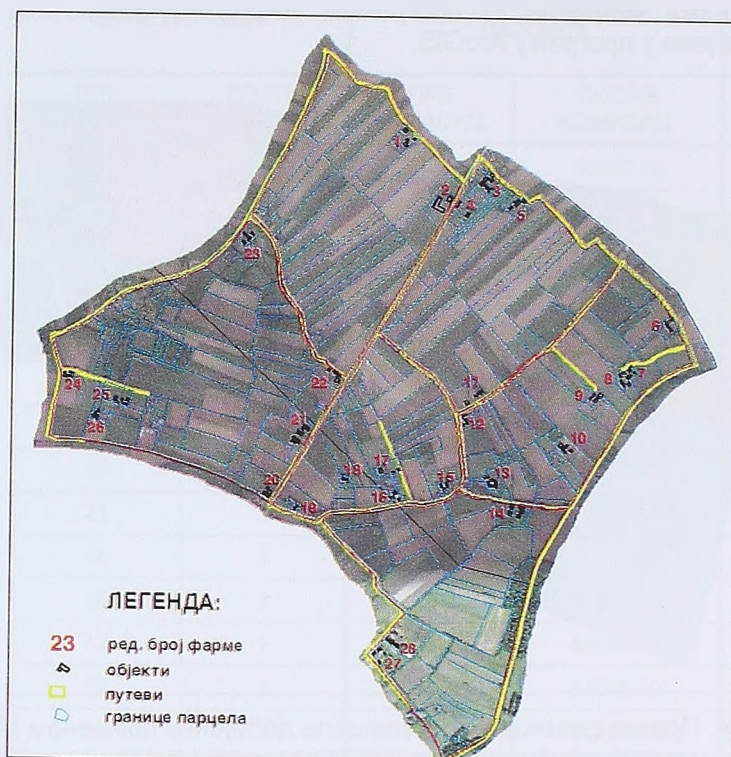
КАРАКТЕРИСТИКЕ КОМАСАЦИОНОГ ПОДРУЧЈА - ТЕСТ ПРИМЕР 2	
ПОВРШИНА КОМАСАЦИОНОГ ПОДРУЧЈА	643320.1 ha
ВРЕДНОСТ КОМАСАЦИОНЕ МАСЕ	551911.3
БРОЈ УЧЕСНИКА КОМАСАЦИЈЕ	29
УКУПАН ОДНОС ВРЕДНОСТ/ПОВРШИНА	0.857911
БРОЈ ПАРЦЕЛА	285
ПРОСЕЦНА ПОВРШИНА ПАРЦЕЛА	2257.2 ha
ПРОСЕЧНА ВРЕДНОСТ ПАРЦЕЛА	1936.5
БРОЈ ПРОЈЕКТОВАНИХ КОМАСАЦИОНИХ ТАБЛИ	6

Табела 11.16. Карактеристике комасационог подручја – ТЕСТ ПРИМЕР 2

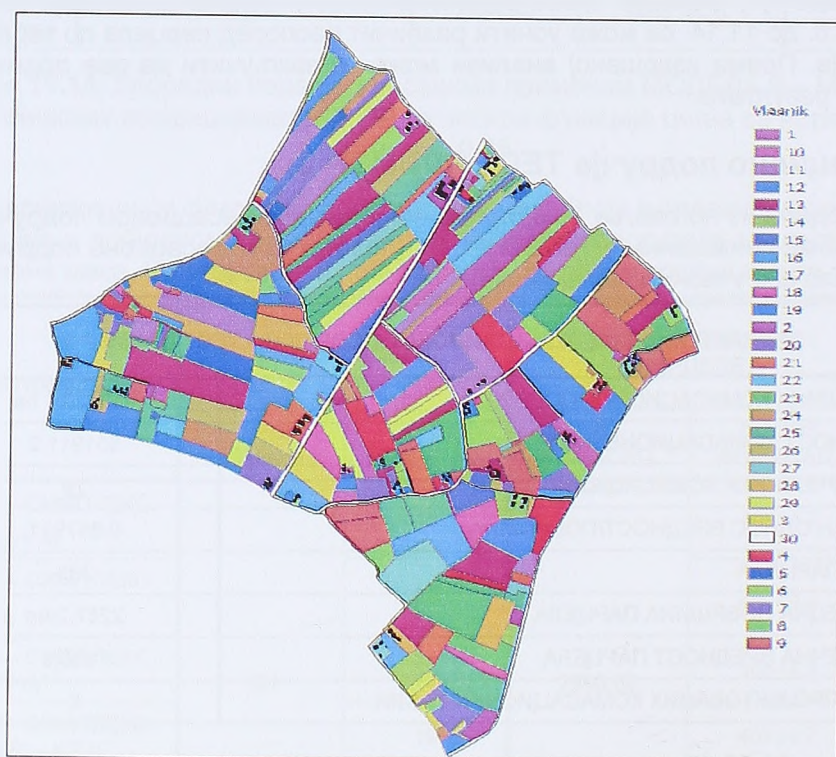
ТЕСТ ПРИМЕР 2 је комасационо подручје са разбацаним окућницама (фармама), уситњеним парцелама неправилног облика и кривудаваим пољским путевима, који су прилагођени конфигурацији

¹⁵ КП је део катастарске општине Бргуле - општини УБ (Србија)

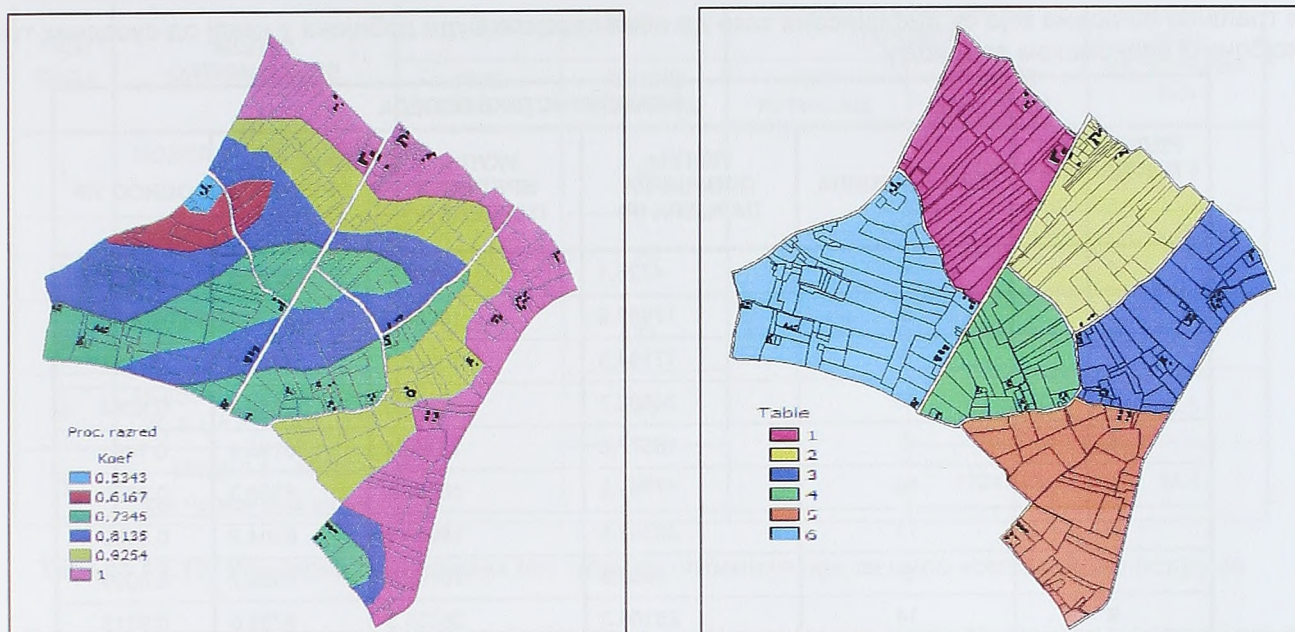
терена. Катастарске општине са оваквим карактеристикама заступљене су у добром делу Србије јужно од реке Саве и Дунава.



Слика 11.5. Ортофото план са катастарским парцелама у границама пре комасације обојене према власницима (учесницима комасације)



Слика 11.6. Катастарске парцеле у границама пре комасације обојене према поседницима (учесницима комасације)



Слика 11.7. Прегледна карта комасационе процене земљишта и пројекта комасационих табли

На Слици 11.5. приказан је ортофото план са катастарским парцелама у границама пре комасације, а на Слици 11.6 парцеле у границама пре комасације обојене према власницима (учесницима комасације), а на Слици 11.7. прегледна карта комасационе процене земљишта и пројекат мреже пољских путева, односно комасационих табли. Усвојени коефицијенти процембених разреда су: $q_1=1.000$, $q_2=0.9254$, $q_3=0.8135$, $q_4=0.7345$, $q_5=0.6167$, $q_6=0.5343$.

На Слици 11.7. приказани су пољски путеви који ограничавају шест формираних комасационих табли. Положај постојећих пољских путева и неправилне облике комасационих табли диктирало је постојеће стање и конфигурација терена. У овину табли су 28 економских дворишта (фарме-учесника комасације) која су разбацана на читавом комасационом подручју. Један од учесника комасације нема економско двориште на комасационом подручју.

Оптимизација расподеле комасационе масе обухватила је примену једнокритеријумског модела 3 - Симплекс метода и једну вишекритеријумску методу, МОДЕЛ 8 – Метода тежинских коефицијената (МТК) за четири различита коефицијента у функцијама циља:

1. Укупне вредности старих парцела по комасационим таблама ($w_{ij} = c_{ij}$),
2. Жеље учесника комасације изражене као примарне (100 поена), секундарне (80 поена) и терцијалне (60 поена), ($w_{ij} = z_{ij}$),
3. Удаљеност комасационих табли од економског дворишта учесника комасације. ($w_{ij} = d_{ij}^{-1}$),
4. Коефицијент разлике односа V/P (вредности/површина) учесника комасације и V/P комасационих табли, $w_{ij} = |KP_j - KT_i|^{-1}$.

Системи неједначина ограничења дефинисани су релација примењених модела дефинисаних у 10.5.1.3, 10.5.2.1. и 10.5.2.3. Горње ограничење није лимитирано. Коефицијенти у функцијама циља одређени су на исти начин као код ТЕСТ примера 1 у 11.1.1.

Критеријуми под 1 и 2 у ограничавају распоред нових парцела само у таблама у којима се налазе старе парцеле, односно у којима су изражене жеље учесника, док критеријуми под 3 и 4 укључују читаво комасационо подручје (све табле).

За рачунање вредности нових парцела по комасационим таблама употребљен је скрипт:

1. **JKRaspodelaS** за МОДЕЛ 3 - Симплекс метода и
2. **VKRaspodelaTK** за МОДЕЛ 8 – Метода тежинских коефицијената (МТК).

Упоредни резултати рачунања нових парцела за пет оптимизационих модела приказани су у Табели 11.18.

Према приказаним резултатима најбоље решење даје вишекритеријумска оптимизација под редним бројем 5. Док се на основу прегледа и упоређења свих резултата као најадекватнији модел може предложити извршена једнокритеријумска оптимизација под редним бројем 2, која одражава жеље учесника комасације. Жеље су изражене тако да је са 100 поена дефинисана жеља да нови посед буде у табли у којој се налази економско двориште учесника комасације, док је друга жеља са 80

и трећа са 60 поена које су дефинисане тако да нова парцела буде добијена у некој од суседних табли најближој економском дворишту.

РЕДНИ БРОЈ ПОСЕДНИКА	КАРАКТЕРИСТИКЕ ПОСЕДА				
	БРОЈ ПАРЦЕЛА	УКУПНА ПОВРШИНА ПАРЦЕЛА (P)	УКУПНА ВРЕДНОСТ ПАРЦЕЛА (V)	ПРОСЕЧНА ВРЕДНОСТ ПАРЦЕЛА	ОДНОС V/P
1	4	4725.1	3759.2	3763.0	0.7956
2	9	17987.9	16288.4	16304.7	0.9055
3	9	17154.3	13348.4	6680.9	0.7781
4	13	24508.7	21282.6	10652.0	0.8684
5	6	16577.3	12368.4	6190.4	0.7461
6	10	17741.5	16091.1	5358.3	0.9070
7	11	22382.5	18933.6	6304.9	0.8459
8	9	8662.3	7015.67	7008.7	0.8099
9	14	28166.3	26231.3	8735.0	0.9313
10	8	13168.8	10601.5	10590.9	0.8050
11	11	33337.7	28364.2	14196.3	0.8508
12	12	43094.1	37135.2	18571.4	0.8617
13	16	56485.3	48308.9	16086.9	0.8552
14	10	29193.4	25952.1	25961.0	0.8890
15	13	18745.7	15928.7	5304.2	0.8497
16	13	42306.6	34288.3	11418.0	0.8105
17	12	37612.4	32586.1	10851.2	0.8664
18	8	19518.9	16131.2	5371.7	0.8264
19	10	13432.1	12619.9	4202.4	0.9395
20	5	5693.9	4911.7	4916.6	0.8626
21	13	21583.5	18504.9	9261.7	0.8574
22	6	13715.3	12601.4	6307.0	0.9188
23	11	12852.5	12134.0	6073.1	0.9441
24	12	28628.4	23629.5	11826.6	0.8254
25	8	30805.8	27717.5	13872.6	0.8997
26	7	11904.1	10015.4	10025.4	0.8413
27	6	13605.4	12366.2	6183.2	0.9089
28	7	20450.3	17136.5	17137.8	0.8380
29	12	19280.0	15659.5	15675.1	0.8122
УКУПНО ЗА КП	285	643320.1	551911.3	1936.5	0.8579

Табела 11.17. Подаци о поседу за сваког учесника комасације у старом стању

Вредности и распоред нових парцела по комасационим таблама за оптимизацију под редним бројем 3 приказани су у Табели 11.19, где су упоредно приказани и коефицијенти функције циља.

У Табели 11.20. приказани су упоредни подаци о парцелама сваког учесника комасације у старом стању и стању после извршене оптимизације расподеле комасационе масе применом МОДЕЛА 3 - Симплекс метода са коефицијентима у функцији циља који одражавају жеље учесника комасације, а на Слици 11.8. приказане су границе и распоред нових парцела тако да оне буду уз или што ближе економском дворишту.

РЕД. БРОЈ	МОДЕЛ ОПТИМИЗАЦИЈЕ	БРОЈ ПАРЦЕЛА		ПРОСЕЧНА ВРЕДНОСТ ПАРЦЕЛА		КОЕФИЦИЈЕНТ УКРУПЊАВАЊА
		ПРЕ КОМАСАЦ.	ПОСЛЕ КОМАСАЦ.	ПРЕ КОМАСАЦ.	ПОСЛЕ КОМАСАЦ.	
1	МОДЕЛ 3 – СИМПЛЕКС $W_{ij} = C_{ij}$	461	33	1197.2	17247.2	13.9
2	МОДЕЛ 3 – СИМПЛЕКС $W_{ij} = Z_{ij}$		58		9515.7	7.9
3	МОДЕЛ 3 – СИМПЛЕКС $W_{ij} = d_{ij}^{-1}$		33		16724.58	13.9
4	МОДЕЛ 3 – СИМПЛЕКС $W_{ij} = (KP_j - KT_i)^{-1}$		34		16232.69	13.5
5	МОДЕЛ 8 – МТК све четири ф-је циља		32		17247.23	14.4

Табела 11.18. Упоредни приказ свих пет модела оптимизација за цело комасационо подручје

Према извршеној анализи може се закључити да се овакав модел може применити у подручјима са брежуљкастим и брдовитим карактеристикама, где је тешко пројектовати комасационе табле правоугаоног облика због постојеће ситуације мреже пољских путева и конфигурације терена.

РЕДНИ БРОЈ ПОСЕДНИКА	КОМАСАЦИОНЕ ТАБЛЕ					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	100					
	3763.0					
2	100	80				60
	16304.7					
3	80	100	60			
	6300.1	7061.7				
4	80	100				
	7444.8	13859.1				
5	80	100	60			
	5925.9	6454.9	0			
6		60	100		80	
		3549.2	7810.5		4715.3	
7		60	100		80	
		3702.2	10194.2		5018.2	
8			100			
			7008.7			
9		60	100		80	
		4167.8	15589.2		6448.1	
10			100			
			10590.9			
11	80	100				60
	9797.2	18595.4				

РЕДНИ БРОЈ ПОСЕДНИКА	КОМАСАЦИОНЕ ТАБЛЕ					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
12	60	80	100			
	13640.1	23502.8				
13		60	100		80	
		4978.4	34615.4		8666.9	
14			80	60	100	
					25961.0	
15		60		100	80	
		3799.1		6901.8	5211.9	
16				100	80	60
				17853.7	8726.6	7673.7
17				100	80	60
				16815.5	8447.8	7290.1
18				100	80	60
				6628.7	5074.7	4411.7
19				100	80	60
				4309.1	4289.4	4008.8
20	60					100
						4916.6
21	80				60	100
	5188.6					13334.8
22	80	60				100
	4749.6					7864.4
23	80					100
	4576.1					7570.0
24	80				60	100
	5820.2					17833.0
25	80				60	100
	6430.2					21315.0
26	60				80	100
						10025.4
27			60		100	80
					6480.0	5886.4
28			80		100	60
					17137.8	
29	100			80	60	
	15675.1					

Табела 11.19. Резултати расподеле комасационе масе за примењен МОДЕЛ 3 – Симплекс метода, на основу изражених жеља учесника комасације

РЕДНИ БРОЈ ПОСЕДНИКА	БРОЈ ПАРЦЕЛА		ПРОСЕЧНА ВРЕДНОСТ ПАРЦЕЛА		КОЕФИЦИЈЕНТ УКРУПЊАВАЊА
	ПРЕ КОМАСАЦИЈЕ	ПОСЛЕ КОМАСАЦИЈЕ	ПРЕ КОМАСАЦИЈЕ	ПОСЛЕ КОМАСАЦИЈЕ	
1	4	1	939.8	3763.0	4.0
2	9	1	1809.8	16304.7	9.0
3	9	1	1483.2	6680.9	4.5
4	13	2	1637.1	10652.0	6.5
5	6	1	2061.4	6190.4	3.0
6	10	1	1609.1	5358.3	3.3
7	11	1	1721.2	6304.9	3.7
8	9	1	779.5	7008.7	9.0
9	14	1	1873.7	8735.0	4.7
10	8	1	1325.2	10590.9	8.0
11	11	1	2578.6	14196.3	5.5
12	12	1	3094.6	18571.4	6.0
13	16	2	3019.3	16086.9	5.3
14	10	1	2595.2	25961.0	10.0
15	13	1	1225.3	5304.2	4.3
16	13	1	2637.6	11418.0	4.3
17	12	1	2715.5	10851.2	4.0
18	8	2	2016.4	5371.7	2.7
19	10	1	1262.0	4202.4	3.3
20	5	1	982.3	4916.6	5.0
21	13	1	1423.5	9261.7	6.5
22	6	1	2100.2	6307.0	3.0
23	11	1	1103.1	6073.1	5.5
24	12	1	1969.1	11826.6	6.0
25	8	1	3464.7	13872.6	4.0
26	7	1	1430.8	10025.4	7.0
27	6	1	2061.0	6183.2	3.0
28	7	1	2448.1	17137.8	7.0
29	12	1	1305.0	15675.1	12.0
УКУПНО ЗА КП	285	32	1936.5	9515.7	4.9

Табела 11.20. Упоредни приказ података о поседима у старом и новом стању за примењен МОДЕЛ 3 – Симплекс метода, на основу изражених жеља учесника комасације



Слика 11.8. Приказ граница нових парцела добијених расподелом комасационе масе према израженим жељама да сваки власник добије земљиште уз или што ближе економском дворишту

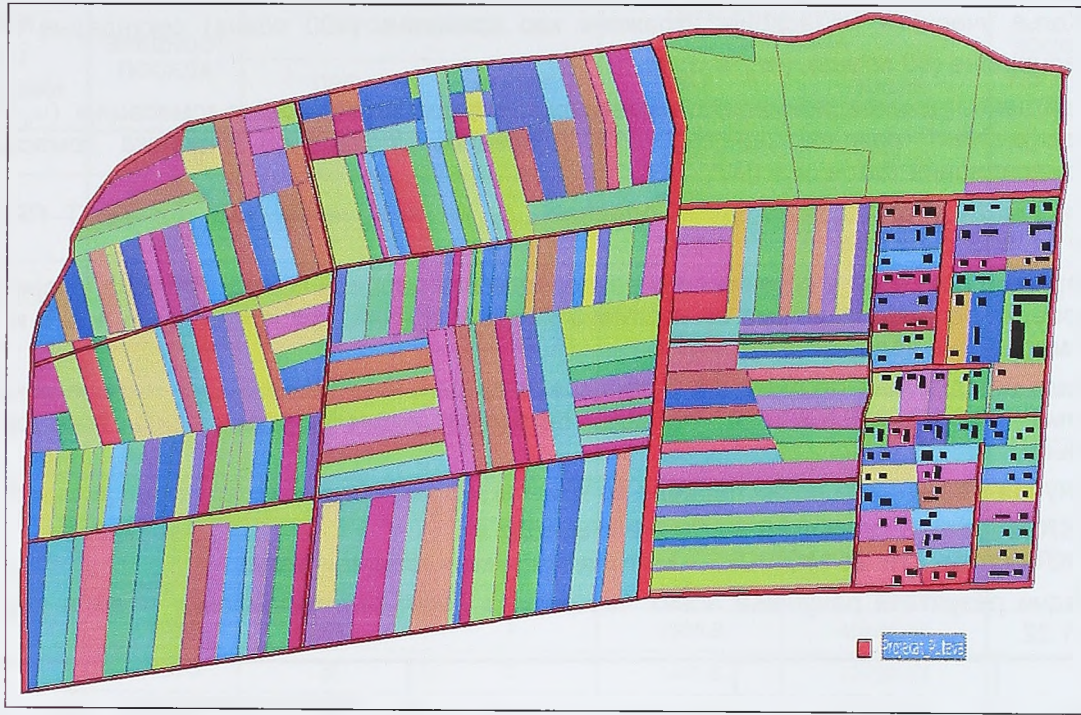
11.1.3. Комасационо подручје ТЕСТ ПРИМЕР 3

Математички модели из поглавља 10.5. су тестирани на комасационом подручју - ТЕСТ ПРИМЕР 3 са карактеристикама приказаним у Табели 11.21. ТЕСТ ПРИМЕР 3 је комасационо подручје са карактеристикама катастрских општина заступљених у равничарским деловима Србије (Војводина, Мачва, Посавина и Поморавље) са правилнијим границама комасационог подручја и парцела, правим путевима и насељеним местом збијеног (ушореног) типа.

КАРАКТЕРИСТИКЕ КОМАСАЦИОНОГ ПОДРУЧЈА - ТЕСТ ПРИМЕР 3	
ПОВРШИНА КОМАСАЦИОНОГ ПОДРУЧЈА	1121116.3 m ²
ВРЕДНОСТ КОМАСАЦИОНЕ МАСЕ	961818.0
БРОЈ УЧЕСНИКА КОМАСАЦИЈЕ	49
УКУПАН ОДНОС ВРЕДНОСТ/ПОВРШИНА	0.857911
БРОЈ ПАРЦЕЛА	649
ПРОСЕЦНА ПОВРШИНА ПАРЦЕЛА	1727.4 m ²
ПРОСЕЧНА ВРЕДНОСТ ПАРЦЕЛА	1482.0
БРОЈ ПРОЈЕКТОВАНИХ КОМАСАЦИОНИХ ТАБЛИ	10

Табела 11.21. Карактеристике комасационог подручја ТЕСТ ПРИМЕР 3

На Слици 11.8 приказане су парцеле у границама пре комасације обојене према поседницима (учесницима комасације), а на Слици 1.9. прегледна карта комасационе процене земљишта са пројектом мреже пољских путева. Усвојени коефицијенти процембених разреда су: $q_2=0.900$, $q_3=0.800$, $q_4=0.700$, $q_5=0.600$, $q_6=0.500$ и $q_7=0.400$.



Слика 11.9. Парцеле у границама пре комасације обојене према власницима (учесницима комасације) са пројектом мреже пољских путева

Пројектом мреже пољских путева формирано је десет комасационих табли. На основу пројекта одређене су удаљености тежишта комасационих табли од тежишта економских дворишта учесника комасације.



Слика 11.10. Прегледна карта комасационе процене земљишта и пројекат мреже пољских путева

Оптимизација расподеле комасационе масе обухватила је примену једнокритеријумског МОДЕЛА 3 - Симлекс метода и једне вишекритеријумске методе МОДЕЛ 8 – Метода тежинских коефицијената за четири различита коефицијента у функцији циља:

1. Укупне вредности старих парцела по комасационим таблама ($w_{ij} = c_{ij}$),

2. Жеље учесника комасације изражене као примарне (100 поена) секундарне (80 поена) и терцијалне (60 поена), ($w_{ij} = z_{ij}$),
3. Удаљеност комасационих табли од економског дворишта учесника комасације, ($w_{ij}=d_{ij}^{-1}$),
4. Коефицијент разлике односа V/P (вредности/површина) учесника комасације и V/P комасационих табли, $w_{ij}=(|KP_j - KT_i|^{-1})$.

Коефицијенти у функцијама циља одређени су на исти начин као код ТЕСТ ПРИМЕРА 1 у поглављу 11.1.1.

Критеријуми под 1 и 2 у ограничавају распоред нових парцела само у таблама у којима се налазе старе парцеле, односно у којима су изражене жеље учесника, док критеријуми под 3 и 4 укључују читаво комасационо подручје (све табле).

Системи неједначина ограничења дефинисани су релација примењених модела конципираних у поглављима 10.5.1.3, 10.5.2.1. и 10.5.2.3. Величине нових парцела нису лимитране горњим ограничењем.

За рачунање вредности нових парцела по комасационим таблама употребљен је скрипт:

1. **JKRaspodelaS** за МОДЕЛ 3 - Симлекс метода и
2. **VKRaspodelaTK** за МОДЕЛ 8 – Метода тежинских коефицијената.

Упоредни резултати рачунања нових парцела за десет оптимизационих модела приказани су у Табели 11.22.

РЕДНИ БРОЈ ПОСЕДНИ-КА	МОДЕЛ ОПТИМИЗАЦИЈЕ	БРОЈ ПАРЦЕЛА		ПРОСЕЧНА ВРЕДНОСТ ПАРЦЕЛЕ		КОЕФИЦИЈЕНТ УКРУПЊАВАЊА
		ПРЕ КОМАСАЦ.	ПОСЛЕ КОМАСАЦ.	ПРЕ КОМАСАЦ.	ПОСЛЕ КОМАСАЦ.	
1	МОДЕЛ 3 – СИМПЛЕКС 1. $w_{ij} = c_{ij}$	649	60	1482.0	16030.4	10.8
2	МОДЕЛ 3 – СИМПЛЕКС 2. $w_{ij} = z_{ij}$		82		11729.6	7.91
3	МОДЕЛ 3 – СИМПЛЕКС $w_{ij}=d_{ij}^{-1}$		60		16030.4	10.8
4	МОДЕЛ 3 – СИМПЛЕКС 4. $w_{ij} = (KP_j - KT_i)^{-1}$		60		16030.4	10.8
5	МОДЕЛ 8 – МТК Ф-је циља 1, 2, 3, и 4		59		16302.2	11.0
6	МОДЕЛ 8 – МТК Ф-је циља 1 и 2		60		16030.4	10.8
7	МОДЕЛ 8 – МТК Ф-је циља 1, 2 и 3		60		16030.4	10.8
8	МОДЕЛ 8 – МТК Ф-је циља 2, 3, и 4		60		16030.4	10.8
9	МОДЕЛ 8 – МТК Ф-је циља 2 и 3		60		16030.4	10.8
10	МОДЕЛ 8 – МТК Ф-је циља 2 и 4		60		16030.4	10.8

Табела 11.22. Упоредни приказ свих десет модела оптимизација за цело комасационо подручје

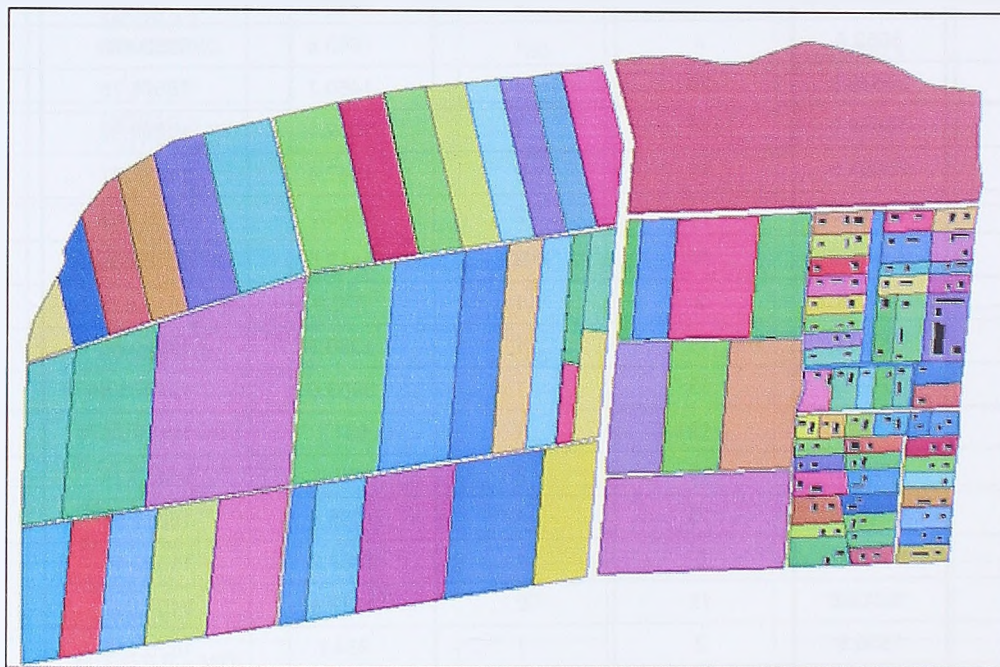
Према извршеној расподели комасационе масе применом оптимизационих модела све методе имају исти коефицијент укрупњавања 10.8 пута, осим једнокритеријумске оптимизација са дефинисаним коефицијентима који одражавају жеље учесника у функцији циља где је добијено 8.9 пута.

РЕДНИ БРОЈ ПОСЕДНИКА	ВРЕДНОСТ ПОСЕДА	БРОЈ ПАРЦЕЛА		ПРОСЕЧНА ВРЕДНОСТ ПАРЦЕЛА		КОЕФИЦИЈЕНТ УКРУПЊАВАЊА
		ПРЕ КОМАСАЦИЈЕ	ПОСЛЕ КОМАСАЦИЈЕ	ПРЕ КОМАСАЦИЈЕ	ПОСЛЕ КОМАСАЦИЈЕ	
1	21726.0	17	1	1301.6	21726.03	16.7
2	12913.1	11	1	1273.4	12913.15	10.1
3	8420.9	6	1	1429.4	8420.919	5.9
4	14455.3	13	1	1132.5	14455.3	12.8
5	13152.1	15	1	922.9	13152.1	14.3
6	2633.9	2	1	1341.2	2633.854	2.0
7	29110.9	20	2	1482.4	14555.43	9.8
8	6622.3	8	1	843.1	6622.338	7.9
9	18876.0	13	1	1478.8	18876.03	12.8
10	6233.3	5	1	1308.2	6233.279	4.8
11	14505.2	12	1	1231.1	14505.21	11.8
12	40486.2	23	1	1985.9	40486.18	20.4
13	12738.3	9	1	1441.5	12738.33	8.8
14	20958.3	14	1	1524.6	20958.28	13.7
15	15002.9	14	1	1177.5	15002.86	12.7
16	4250.0	6	1	814.5	4249.968	5.2
17	5191.4	5	2	1057.4	2595.704	2.5
18	6652.5	4	1	1693.8	6652.486	3.9
19	28576.8	20	1	1460.7	28576.75	19.6
20	10898.9	11	1	1009.1	10898.87	10.8
21	28867.5	19	2	1547.4	14433.77	9.3
22	18813.3	12	2	1596.7	9406.669	5.9
23	90521.2	66	2	1413.5	45260.61	32.0
24	1513.8	2	1	770.9	1513.807	2.0
25	19890.7	15	1	1350.5	19890.68	14.7
26	127043.8	13	1	9953.0	127043.8	12.8
27	10129.2	12	1	901.1	10129.15	11.2
28	12896.5	18	2	762.3	6448.228	8.5
29	15019.8	15	1	1035.6	15019.84	14.5
30	11000.5	6	1	1867.2	11000.46	5.9
31	18814.2	15	2	1277.4	9407.097	7.4
32	1835.5	2	1	934.7	1835.515	2.0
33	22492.2	15	1	1527.2	22492.17	14.7
34	5310.5	5	1	1163.0	5310.546	4.6
35	27745.0	21	1	1345.6	27744.98	20.6
36	6760.4	3	1	2295.1	6760.384	2.9
37	15358.0	9	1	1737.9	15357.96	8.8
37	9562.7	9	1	1095.3	9562.651	8.7
39	20609.0	16	1	1337.4	20608.96	15.4
40	19783.3	15	2	1343.2	9891.666	7.4
41	17868.4	13	1	1399.9	17868.39	12.8

РЕДНИ БРОЈ ПОСЕДНИКА	ВРЕДНОСТ ПОСЕДА	БРОЈ ПАРЦЕЛА		ПРОСЕЧНА ВРЕДНОСТ ПАРЦЕЛА		КОЕФИЦИЈЕНТ УКРУПЊАВАЊА
		ПРЕ КОМАСАЦИЈЕ	ПОСЛЕ КОМАСАЦИЈЕ	ПРЕ КОМАСАЦИЈЕ	ПОСЛЕ КОМАСАЦИЈЕ	
42	29110.7	19	1	1630.7	29110.72	17.9
43	16282.1	11	2	1507.5	8141.033	5.4
44	16846.1	11	1	1559.7	16846.14	10.8
45	27750.3	17	1	1662.5	27750.26	16.7
46	11365.2	13	1	890.4	11365.24	12.8
47	8972.4	6	1	1523.0	8972.354	5.9
48	13307.1	11	1	1232.1	13307.1	10.8
49	19491.8	11	1	1804.7	19491.75	10.8
50	6542.4	7	1	951.9	6542.371	6.9
51	16920.8	14	1	1230.9	16920.77	13.7
УКУПНО ЗА КП	961828.3	649	60	1482.0	16030.47	10.8

Табела 11.23. Упоредни приказ података о поседима у старом и новом стању за примењен МОДЕЛ 8 – Метода тежинских коефицијената (МТК) на основу узете све четири функције циља

На Слици 11.10. приказане су границе нових парцела обојене према власницима добијене применом МОДЕЛА 9 – Метода тежинских коефицијената на основу узете све четири функције циља.



Слика 11.11. Приказ граница нових парцела добијених са применом МОДЕЛ 8 – Метода тежинских коефицијената на основу узете све четири функције циља

11.1.4. Комасационо подручје БАТОЧИНА

Примена оптимизације код расподеле комасационе масе на комасационом подручју - БАТОЧИНА реализована је са циљем да се изврши упоређење резултата добијених применом оптимизационих поступака и расподеле која је која је претходно већ извршена у поступку комасације, а код које није примењена оптимизација. Комасационо подручје обухвата делове катастарских општина Бадњевац и Жировница. Највећим делом (осим пар мањих парцела) учесници комасације са својим земљиштем припадају деловима катастарских општина Бадњевац и Жировница, где су им економска дворишта, односно где и живе. Тако су створени услови да се и оптимизација примени за две одвојене целине по

катастрским општинама, што пружа могућност ефикаснијег тока рачунања и анализе резултата. Основне карактеристике комасационог подручја Баточина приказане су у Табели 5.1. Параметри поседа и парцела после реализоване комасације без примене оптимизације приказани су у Табели 5.2.

На Слици 5.2. приказана је Прегледна карта стања пре комасације и комасационе процене земљишта, а на Слици 5.3. приказане су парцеле у границама пре и после комасације обојене према власницима (учесницима комасације) са пројектом мреже пољских путева. Коefицијенти процембених разреда утврђени у поступку комасационе процене земљишта су: $q_2=0.90$, $q_3=0.80$, $q_4=0.67$, $q_5=0.55$ и $q_6=0.45$.

Применом математичких модела из 10.5. извршено је рачунање вредности и одређен распоред нових парцела по постојећим комасационим таблама. Резултати оптимизације за подручје дела комасационог подручја - БАДЊЕВАЦ (БАТОЧИНА) приказани су у Табели 11.24, и дела комасационог подручја - ЖИРОВНИЦА (БАТОЧИНА) у Табели 11.25.

РЕДНИ БРОЈ ПОСЕД НИКА	МОДЕЛ ОПТИМИЗАЦИЈЕ	БРОЈ ПАРЦЕЛА		ПРОСЕЧНА ВРЕД. ПАРЦ.		КОЕФИЦИ- ЈЕНТ УКРУПЊАВА ЊА СА ОПТИМИЗА- ЦИЈОМ	БРОЈ ИДЕНТИЧ- НИХ МЕСТА НОВИХ ПАРЦЕЛА
		БЕЗ ОПТИМИ- ЗАЦИЈЕ	СА ОПТИМИ- ЗАЦИЈОМ	БЕЗ ОПТИМИ- ЗАЦИЈЕ	СА ОПТИМИ- ЗАЦИЈОМ		
1	МОДЕЛ 3 – СИМПЛЕКС 1. $w_{ij} = c_{ij}$	254	230	10076.8	9974.9	2.80	66
2	МОДЕЛ 3 – СИМПЛЕКС 2. $w_{ij} = z_{ij}$		272		8434.6	2.36	113
3	МОДЕЛ 3 – СИМПЛЕКС 3. $w_{ij} = d_{ij}^{-1}$		317		72175	2.03	8
4	МОДЕЛ 3 – СИМПЛЕКС 4. $w_{ij} = (KP_j - KT_i)^{-1}$		229		10018.4	2.81	9
5	МОДЕЛ 8 – МТК са 1, 2, 3 и 4. ф-јама		233		98464	2.76	120
6	МОДЕЛ 8 – МТК са 1 и 2 ф-јом циља		280		8093.9	2.3	122
7	МОДЕЛ 8 – МТК са 1, 2 и 3. ф-јом		241		9519.6	2.67	120
8	МОДЕЛ 8 – МТК са 1. и 3. ф-јом циља		238		9639.6	2.7	122
9	МОДЕЛ 8 – МТК са 2, 3 и 4. ф-јом		233		9846.4	2.76	116
10	МОДЕЛ 8 – МТК са 2 и 3. ф-јом циља		235		9846.4	2.74	118
11	МОДЕЛ 8 – МТК са 2 и 4. ф-јом циља		233		9846.4	2.76	118
12	МОДЕЛ 8 – МТК са 3 и 4. ф-јом циља		233		9846.4	2.76	11
13	МОДЕЛ 8 – МТК са 1 и 4. ф-јом циља		233		9846.4	2.76	120

Табела 11.24. Упоредни приказ срачунатих 13 модела оптимизације за подручје - БАТОЧИНА – БАДЊЕВАЦ

Оптимизација расподеле комасационе масе је извршена према дефинисаним комасационим таблама приликом реализоване комасације. Димензионисање и обликовање табли извршено је без анализе величине поседа, на основу искуства пројектанта, према пројектованом систему за одводњавање и постојећем положају путева са "тврдом" подлогом.

Код примене оптимизација употребљени су: једнокритеријумски МОДЕЛ 3 - Симплекс метода, вишекритеријумски МОДЕЛ 8 – Метода тежинских коефицијената за четири дефинисане функције циља код којих коефицијенти одражавају:

1. Укупне вредности старих парцела по комасационим таблама ($w_{ij} = c_{ij}$),
2. Жеље учесника комасације изражене као примарне (100 поена) секундарне (80 поена) и терцијалне (60 поена), ($w_{ij} = z_{ij}$),
3. Удаљеност комасационих табли од економског дворишта учесника комасације,
4. ($w_{ij} = d_{ij}^{-1}$),
5. Коефицијент разлике односа V/P (вредности/површина) учесника комасације и V/P комасационих табли, $w_{ij} = |KP_j - KT_i|^{-1}$.

Системи неједначина ограничења дефинисани су релацијама примењених модела дефинисаних у поглављима 10.5.1.3, 10.5.2.1. и 10.5.2.3. без горњих ограничења.

РЕД. БР.	МОДЕЛ ОПТИМИЗАЦИЈЕ	БРОЈ ПАРЦЕЛА		ПРОСЕЧНА ВРЕДНОСТ ПАРЦЕЛА		КОЕФИЦИЈЕНТ УКУП. СА ОПТ.	БРОЈ ИДЕНТИЧ. МЕСТА ПАРЦЕЛА
		БЕЗ ОПТИМ.	СА ОПТИМ.	БЕЗ ОПТИМ.	СА ОПТИМ.		
1	МОДЕЛ 3 – СИМПЛЕКС 1. $w_{ij} = c_{ij}$	230	200	4953.7	5745.9	2.40	54
2	МОДЕЛ 3 – СИМПЛЕКС 2. $w_{ij} = z_{ij}$		215		5345.0	2.23	110
3	МОДЕЛ 3 – СИМПЛЕКС 3. $w_{ij} = d_{ij}^{-1}$		249		4615.2	1.93	21
4	МОДЕЛ 3 – СИМПЛЕКС 4. $w_{ij} = (KP_j - KT_i)^{-1}$		197		5833.4	2.44	16
5	МОДЕЛ 8 – МТК са 1, 2, 3 и 4. ф-јама		200		5745.9	2.40	107
6	МОДЕЛ 8 – МТК са 1 и 2 ф-јом циља		200		5745.9	2.40	102
7	МОДЕЛ 8 – МТК са 1, 2 и 3. ф-јом		200		5745.9	2.40	107
8	МОДЕЛ 8 – МТК са 1. и 3. ф-јом циља		200		5745.9	2.40	98
9	МОДЕЛ 8 – МТК са 2. 3 и 4. ф-јом		200		5745.9	2.40	113
10	МОДЕЛ 8 – МТК са 2 и 3. ф-јом циља		201		5717.3	2.39	114
11	МОДЕЛ 8 – МТК са 2 и 4. ф-јом циља		200		5745.9	2.40	112
12	МОДЕЛ 8 – МТК са 3 и 4. ф-јом циља		200		5745.9	2.40	29
13	МОДЕЛ 8 – МТК са 1 и 4. ф-јом циља		200		5745.9	2.40	100

Табела 11.25. Упоредни приказ срачунатих 13 модела оптимизације за подручје БАТОЧИНА – ЖИРОВНИЦА

Коефицијенти у функцијама циља одређени су на исти начин као код ТЕСТ ПРИМЕРА 1 у поглављу 11.1.1. Жеље учесника су преузете из елабората извршене комасације.

За рачунање вредности нових парцела по комасационим таблама употребљен је скрипт:

1. **JKRaspodelaS** за МОДЕЛ 3 - Симплекс метода и
2. **VKRaspodelaTK** за МОДЕЛ 8 – Метода тежинских коефицијената (МТК).

Приликом расподеле земљишта на комасационом подручју власницима земљишта су у новом стању додељене парцеле у катастрским општинама у којима они живе. Сви власници који су имали

сталне објекте и културе (воћњаке и шуме) на старим парцелама задржали су земљиште које су имали и у старом стању уз придруживање осталог земљишта. У највећем броју случајева дуже парцеле имају оријентацију северисток-југозапад и правилан правоугаони облик.

Упоредни резултати за четири једнокритеријумске и шест вишекритеријумских оптимизација приказани су у Табели 11.24. и Табели 11.25. Код вишекритеријумских оптимизација комбиноване су четири дефинисане функције циља.

РЕДНИ БРОЈ ТАБЛИЕ	ИЗАБРАНЕ ФУНКЦИЈЕ ЦИЉА У МОДЕЛУ ОПТИМИЗАЦИЈЕ												
	ЈЕДНОКРИТЕРИЈУМСКА ОПТИМИЗАЦИЈА				ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКА ОПТИМИЗАЦИЈА								
	1	2	3	4	1.2.3.4	1.2	1.2.3	1.3	2.3.4	2.3	2.4	3.4	1.4
T1	64	40	9	24	38	38	38	38	37	37	37	10	41
T2	9	9	3	5	10	9	10	10	10	10	9	8	10
T3	11	9	7	9	12	10	12	12	8	8	10	7	12
T4	7	8	16	7	7	7	7	8	7	7	7	11	7
T5	4	4	10	11	5	4	5	5	4	4	3	9	5
T6	10	6	7	8	7	5	7	9	6	6	6	8	8
T7	10	14	45	11	13	12	13	11	11	11	10	17	11
T8	12	14	15	19	13	14	13	12	15	15	14	14	12
T9	6	12	6	6	8	8	8	8	10	11	11	7	10
T10	5	8	2	4	5	5	6	6	5	6	5	2	5
T11/1	6	14	18	8	6	24	6	6	7	7	7	8	6
T11/2	4	8	9	14	6	6	6	5	7	7	6	8	5
T11/3	4	4	3	4	4	4	4	6	4	4	4	3	5
T11/4	1	8	2	2	2	21	2	2	6	5	5	2	4
T12	4	4	17	8	4	4	4	4	5	5	4	9	4
T13	2	2	5	1	4	2	9	6	2	2	2	2	4
T14	10	21	32	13	14	17	14	13	18	18	17	19	13
T15	9	20	35	21	17	18	17	17	16	16	18	19	16
T17	4	7	18	8	5	6	5	6	5	5	6	8	5
T18	7	20	5	7	8	8	8	8	10	10	11	10	8
T19	8	9	5	5	13	9	15	12	9	10	8	10	7
T20	7	6	7	13	6	6	6	8	6	6	6	8	10
T21	11	9	15	9	11	28	11	10	10	10	11	15	10
T22	15	16	26	12	15	15	15	16	15	15	16	19	15
УКУПНО	231	274	320	229	234	281	241	239	467	258	257	267	247

Табела 11.26. Број парцела по таблама и по моделима оптимизације за део комасационог подруђа БАТОЧИНА – БАДЊЕВАЦ

У Табели 11.22. приказана је упоредна анализа расподеле комасационе масе извршене без и са оптимизацијом за све примењене моделе за део комасационог подручја БАДЊЕВАЦ (БАТОЧИНА), а на Слици 11.23. за део комасационог подручја ЖИРОВНИЦА (БАТОЧИНА).

У Табели 11.26. приказан је број парцела по комасационим таблама за део комасационог подруђа БАТОЧИНА – БАДЊЕВАЦ, а у Табели 11.27 за део комасационог подруђа БАТОЧИНА – ЖИРОВНИЦА.

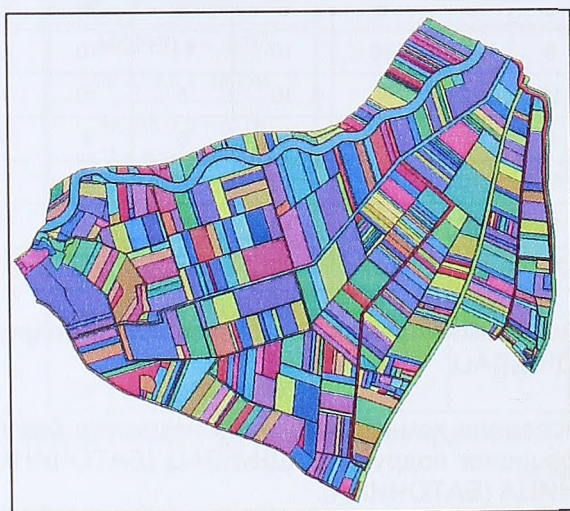
На основу приказане упоредне анализе (Табела 11.24.) за део КП Баточина Бадњевац утврђена је највећа подударност положаја (122) нових парцела у комасационим таблама дефинисаним приликом реализоване комасације (без примене оптимизације) и применом оптимизационог МОДЕЛА 9 - Метода тежинских коефицијената (МТК) са комбинацијом 1. и 2. односно 1. и 3. функције циља са једнаким тежинама од 0.5. За део КП Баточина-Жировница (Табела 11.25) утврђена је подударност на 114.

места, применом оптимизационог МОДЕЛА 9 – Метода тежинских коефицијената (МТК) са комбинацијом 2. и 3. функције циља са тежинама од 0.5.

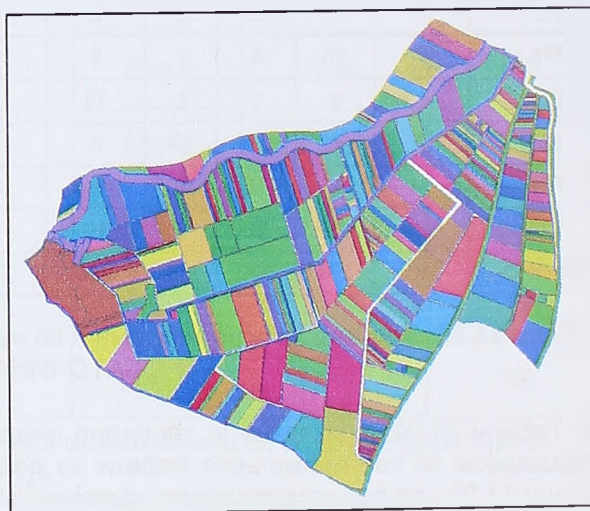
РЕДНИ БРОЈ УЧЕСНИКА КОМАСАЦИЈЕ	ИЗАБРАНЕ ФУНКЦИЈЕ ЦИЉА У МОДЕЛУ ОПТИМИЗАЦИЈЕ												
	ЈЕДНОКРИТЕРИЈУМСКА ОПТИМИЗАЦИЈА				ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКА ОПТИМИЗАЦИЈА								
	1	2	3	4	1.2.3.4	1.2	1.2.3	1.3	2.3.4	2.3	2.4	3.4	1.4
T1	7	9	5	7	7	7	7	7	8	8	8	5	7
T2	9	10	4	11	11	11	11	11	10	10	10	3	12
T3	13	15	26	14	14	15	14	14	14	14	15	20	15
T4	20	28	5	19	19	19	19	19	27	27	26	6	18
T5	2	3	13	5	5	6	5	6	3	3	2	13	8
T6	24	33	41	36	36	33	36	33	34	34	30	40	33
T7	24	40	30	40	40	42	40	43	32	32	37	28	42
T8	11	13	12	11	11	11	11	11	13	13	13	14	11
T9	6	6	6	7	7	7	7	8	7	7	6	6	6
T10	12	12	52	11	11	11	11	11	11	11	11	24	11
T11	3	14	22	11	11	10	11	9	10	10	13	10	10
T12	58	22	19	18	18	19	18	18	20	21	19	17	18
T13	11	10	14	10	10	9	10	10	11	11	10	14	9
УКУПНО	200	215	249	200	200	200	200	200	200	201	200	200	200

Табела 11.27. Број парцела по таблама и по моделима оптимизације за део комасационог подруђа БАТОЧИНА – ЖИРОВНИЦА

Као најобјективнији резултат распореда нових парцела по комасационим таблама може се усвојити онај код кога је примењен МОДЕЛ 8 - Метода тежинских коефицијената (МТК) са комбинацијом све четири функције циља са једнаким тежинама од 0.25. Прегледне карте распореда нових парцела код реализоване комасације и добијених на основу спроведених рачунања применом оптимизационог МОДЕЛА 8 - Метода тежинских коефицијената (МТК) са укључене све четиру функције циља са идентичним тежинама (0.25) приказане су на Слици 11.14.



Нове парцеле -реализована комасација



Нове парцеле са применом оптимизације

Слика 11.12. Нове парцеле без и са применом оптимизације код расподеле комасационе масе на КП БАТОЧИНА обојене по учесницима комасације

Редослед и аналитико геодетски елементи и распоред нових парцела по комасационим таблама срачунат применом скрипта NADELA из библиотеке програма ORKOM.

Може се закључити да се представљени оптимизациони модели могу успешно примењивати код пројектовања расподеле комасационе масе и то у више варијанти, од којих се може изабрати најобјективнија коју треба да усвоји комисија за комасацију.

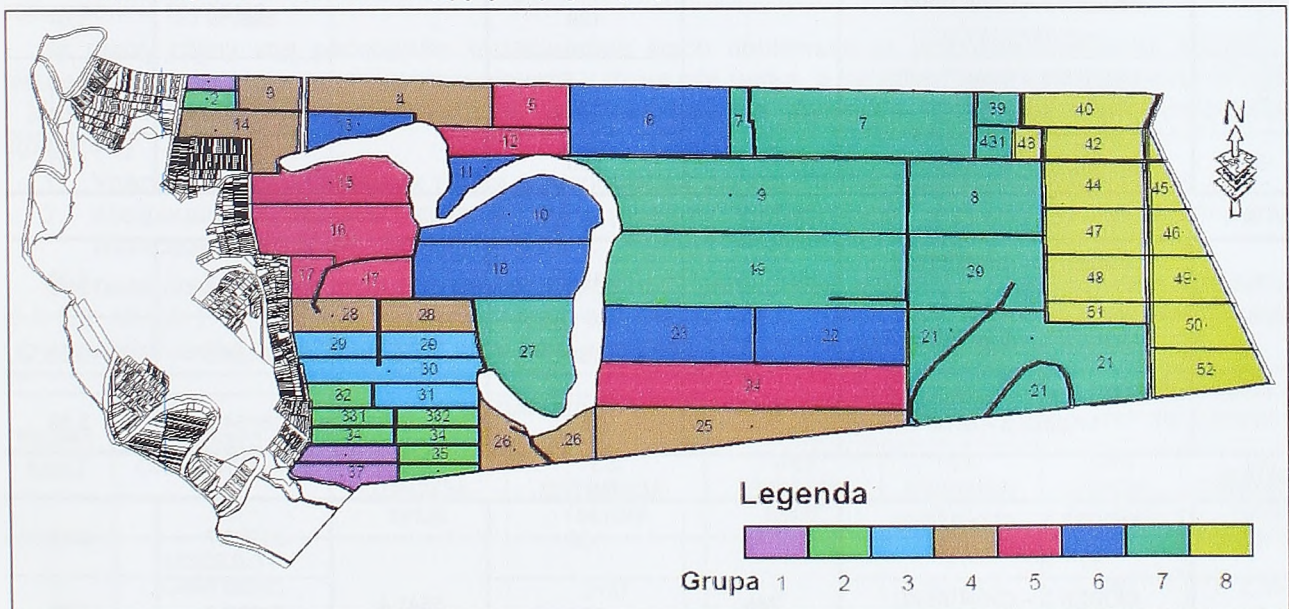
11.1.5. Комасационо подручје ОПОВО

Основни подаци о комасационом подручју - ОПОВО приказани су у Табели 5.5. На Слици 5.6. приказана је Прегледна карта комасационог подручја са границама старих парцела обојених према местима становања (економских дворишта) власника - учесника комасације. На Слици 5.7. приказана је прегледна карта комасационе процене земљишта на основу старих граница парцела. Коефицијенти процембених разреда одређених у поступку комасационе процене су: $q_2 = 0.90$, $q_3 = 0.80$, $q_4 = 0.67$, $q_5 = 0.55$ и $q_6 = 0.45$.

Примена оптимизације код расподеле комасационе масе на комасационом подручју ОПОВО реализована је са циљем да се изврши упоређење резултата добијених применом оптимизационих поступака и расподеле која је извршена у првобитном комасационом поступку, а код које није примењена оптимизација.

Пројекат мреже пољских путева и комасационих табли реализован је у следећим корацима:

1. Извршена је анализа поседа и парцела у стању пре комасације на основу утврђеног фактичког стања,
2. Учесници комасације подељени су у групе према величини поседа и месту становања (Табела 10.1, поглавље 10.3.1).
3. Извршено је димензионисање и одређен број комасационих табли за сваку групу (Табела 10.2, поглавље 10.3.2).
4. Пројектован је положај, облик и оријентација сваке комасационе табле према групама у две варијанте (Слика 10.1, поглавље 10.3.2),
5. Извршена је припрема података и одређен распоред и вредности нових парцела по комасационим таблама за другу варијанту применом оптимизације.



Слика 11.13. Границе комасационих табли усвојене (друге) варијанте разврстане према групама величине поседа на комасационом подручју ОПОВО

Принципи пројектовања варијантних решења комасационих табли и мреже пољских путева описани су у поглављу 10.3.2. Као најповољнија варијанта одабрана је друга варијанта (Слика 10.1), Формирано је седам група поседника према распореду вредности поседа приказаним у Табели 10.1. и једна група поседника чије је место становања село Црепаја и Дебелјача, а која се налазе са источне стране КП Опово.

РЕД. БРОЈ	МОДЕЛ ОПТИМИЗАЦИЈЕ	БРОЈ ПАРЦЕЛА		ПРОСЕЧНА ВРЕД. ПАРЦ.		КОЕФИЦИЈЕНТ УКРУПЊАВАЊА
		ПРЕ КОМАСАЦ.	ПОСЛЕ КОМАСАЦ.	ПРЕ КОМАСАЦ.	ПОСЛЕ КОМАСАЦ.	
ГРУПА 1						
1	МОДЕЛ 3 – СИМПЛЕКС $w_{ij} = (KP_j - KT_i)^{-1}$	162	144	3063.9	3437.7	1.12
2	МОДЕЛ 3 – СИМПЛЕКС $w_{ij} = d_{ij}^{-1}$		140		3535.9	1.16
3	МОДЕЛ 8 – МТК		140		3535.9	1.16
ГРУПА 2						
1	МОДЕЛ 3 – СИМПЛЕКС $w_{ij} = (KP_j - KT_i)^{-1}$	253	272	4773.0	4422.6	0.93
2	МОДЕЛ 3 – СИМПЛЕКС $w_{ij} = d_{ij}^{-1}$		180		6683.1	1.41
3	МОДЕЛ 8 – МТК		180		6683.1	1.41
ГРУПА 3						
1	МОДЕЛ 3 – СИМПЛЕКС $w_{ij} = (KP_j - KT_i)^{-1}$	202	129	5730.1	8987.6	1.57
2	МОДЕЛ 3 – СИМПЛЕКС $w_{ij} = d_{ij}^{-1}$		106		10937.7	1.91
3	МОДЕЛ 8 – МТК		106		10937.7	1.91
ГРУПА 4						
1	МОДЕЛ 3 – СИМПЛЕКС $w_{ij} = (KP_j - KT_i)^{-1}$	626	188	5451.1	18154.5	3.33
2	МОДЕЛ 3 – СИМПЛЕКС $w_{ij} = d_{ij}^{-1}$		188		18154.5	3.33
3	МОДЕЛ 8 – МТК		188		18154.5	3.33
ГРУПА 5						
1	МОДЕЛ 3 – СИМПЛЕКС $w_{ij} = (KP_j - KT_i)^{-1}$	745	130	5541.4	31756.7	5.73
2	МОДЕЛ 3 – СИМПЛЕКС $w_{ij} = d_{ij}^{-1}$		125		33027.0	5.96
3	МОДЕЛ 8 – МТК		125		33027.0	5.96
ГРУПА 6						
1	МОДЕЛ 3 – СИМПЛЕКС $w_{ij} = (KP_j - KT_i)^{-1}$	853	93	6068.0	55651.1	9.17
2	МОДЕЛ 3 – СИМПЛЕКС $w_{ij} = d_{ij}^{-1}$		93		55651.1	9.17
3	МОДЕЛ 8 – МТК		93		55651.1	9.17

РЕД. БРОЈ	МОДЕЛ ОПТИМИЗАЦИЈЕ	БРОЈ ПАРЦЕЛА		ПРОСЕЧНА ВРЕД. ПАРЦ.		КОЕФИЦИЈЕНТ УКРУПЊАВАЊА
		ПРЕ КОМАСАЦ.	ПОСЛЕ КОМАСАЦ.	ПРЕ КОМАСАЦ.	ПОСЛЕ КОМАСАЦ.	

ГРУПА 7

1	МОДЕЛ 3 – СИМПЛЕКС $w_{ij} = (KP_j - KT_i)^{-1}$	1203	57	10160.1	214374.3	21.11
2	МОДЕЛ 3 – СИМПЛЕКС $w_{ij} = d_{ij}^{-1}$		57		214374.3	21.11
3	МОДЕЛ 8 – МТК		57		214374.3	21.11

ГРУПА 8 (ЦРЕПАЈА И ДЕБЕЉАЧА)

1	МОДЕЛ 3 – СИМПЛЕКС $w_{ij} = (KP_j - KT_i)^{-1}$	580	1124	7889.4	4073.1	0.52
2	МОДЕЛ 3 – СИМПЛЕКС $w_{ij} = d_{ij}^{-1}$		221		20715.7	2.62
3	МОДЕЛ 8 – МТК		221		20715.7	2.62

Табела 11.28. Упоредни приказ резултата по групама за три примењена модела оптимизације за комасационо подручје ОПОВО

На Слици 5.6. приказан је распоред поседа у стању пре комасације за дефинисане групе, а на Слици 5.7. прегледна карта комасационе провене земљишта на основи граница парцела у стању пре комасације. На Слици 11.15. приказан је распоред (пројекат) дефинисаних табли обојених према формираним групама.

За сваку групу код расподеле комасационе масе примењен је једнокритеријумски МОДЕЛ 3 – Симплекс модела са две врсте коефицијената у функцији циља, а затим и вишекритеријумски МОДЕЛ 8 – Метода тежинских коефицијената за две дефинисане функције циља код којих коефицијенти одражавају:

1. Удаљеност комасационих табли од економског дворишта учесника комасације, $(w_{ij} = d_{ij}^{-1})$ и
2. Коефицијент разлике односа V/P (вредности/површина) учесника комасације и V/P комасационих табли, $w_{ij} = |KP_j - KT_i|^{-1}$.

Системи неједначина ограничења дефинисани су релацијама модела конципираних у поглављима 10.5.1.3, 10.5.2.1. и 10.5.2.3. без ограничења вредности нових парцела са горње стране. Коефицијенти у функцијама циља одређени су на исти начин као код ТЕСТ ПРИМЕРА 1 у поглављу 11.1.1.

РЕДНИ БРОЈ	МОДЕЛ ОПТИМИЗАЦИЈЕ	БРОЈ ПАРЦЕЛА		ПРОСЕЧНА ВРЕД. ПАРЦ.		КОЕФИЦИЈЕНТ УКРУПЊАВАЊА	
		БЕЗ ОПТИМИЗАЦИЈЕ	СА ОПТИМИЗАЦИЈОМ	БЕЗ ОПТИМИЗАЦИЈЕ	СА ОПТИМИЗАЦИЈОМ	БЕЗ ОПТИМИЗАЦИЈЕ	СА ОПТИМИЗАЦИЈОМ
1	МОДЕЛ 3 – СИМПЛЕКС $w_{ij} = (KP_j - KT_i)^{-1}$	4624	2137	7001.8	15148.3	1.99	3.74
2	МОДЕЛ 3 – СИМПЛЕКС $w_{ij} = d_{ij}^{-1}$		1110		29163.8	1.99	4.17
3	МОДЕЛ 8 – МТК		1110		29163.8	1.99	4.17

Табела 11.29. Упоредни преглед параметара расподеле комасационе масе извршене код реализоване комасације и расподеле са применом оптимизације

За рачунање вредности нових парцела по комасационим таблама употребљен је скрипт:

1. **JKRaspodelaS** за МОДЕЛ 3 - Симплекс метода и
2. **VKRaspodelaTK** за МОДЕЛ 8 – Метода тежинских коефицијената.

Упоредни резултати рачунања нових парцела за три оптимизациона модела и укупно за комасационо подручје приказани су у Табели 11.28.

Према приказаним резултатима најбоље решење даје вишекритеријумска оптимизација под редним бројем 5 МОДЕЛ 8 – Метода тежинских коефицијената за два различита коефицијента у функцијама циља. $w_{ij} = (|KP_j - KT_i|)^{-1}$ и $w_{ij} = d_{ij}^{-1}$. Упоредни преглед параметара расподеле извршене код реализоване комасације и расподеле са применом оптимизације приказан је у Табели 11.29. Уочљива разлика која је присутна одраз је примењене методологије пројектовања и димензионисања комасационих табли. Свако детаљније упоређење не би дало неки посебан ефекат и нема смисла.

Може се закључити да се оптимизациони модели дефинисни у поглављу 10.5. могу успешно применити код комасационих подручја већих површина каква су углавном заступљена у северном делу Србије (Војводини).

Процес пројектовања и оптимизације дефинисан у овом раду даје пун ефекат у смислу адекватног дефинисања димензија и распореда комасационих табли кроз ваљано одабране групе поседа, дајући у крајњем повољан облик, положај и димензије нових парцела.

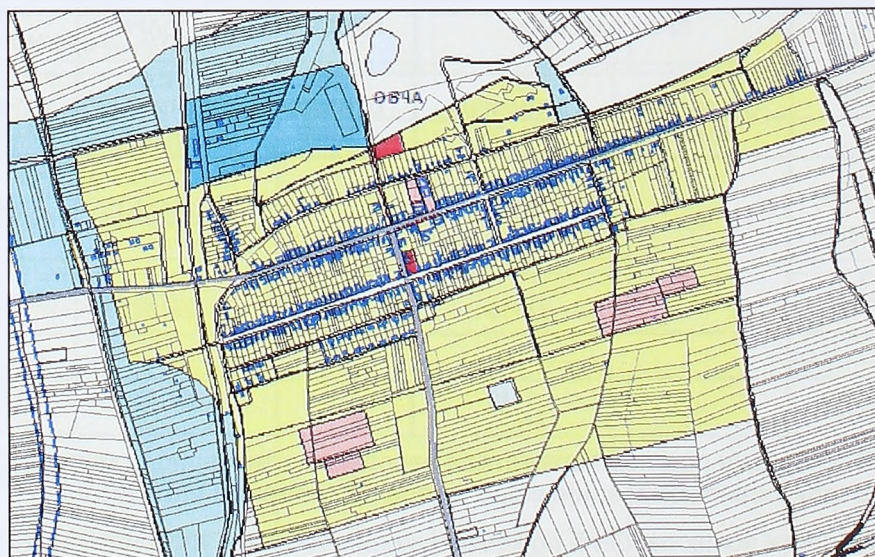
11.1.6. Комасационо подручје ОВЧА

Пример примене оптимизационих модела расподеле комасационе масе код модела комасације у урбанистичком пројектовању (урбане комасације) разматран је на комасационом подручју ОВЧА, чији су основни параметри приказани у Табели 11.30. Подручје комасације обухваћено је Генералним планом града Београда (Слика 11.14.), на основу кога је одређена намена земљишта за стамбену изградњу (земљиште обојено жутом бојом). Комасационо подручје је дефинисано у границама утврђене намене за део јужно од насеља Овча.

КАРАКТЕРИСТИКЕ КОМАСАЦИОНОГ ПОДРУЧЈА ОВЧА	
ПОВРШИНА КОМАСАЦИОНОГ ПОДРУЧЈА	1186775.2
БРОЈ УЧЕСНИКА КОМАСАЦИЈЕ	158
БРОЈ ПАРЦЕЛА	314
ПРОСЕЧНА ПОВРШИНА ПАРЦЕЛА	3779.5
ПРОСЕЧНА ВРЕДНОСТ ПАРЦЕЛА	6703.4
ОДНОС ВРЕДНОСТ /ПОВРШИНА	0.89

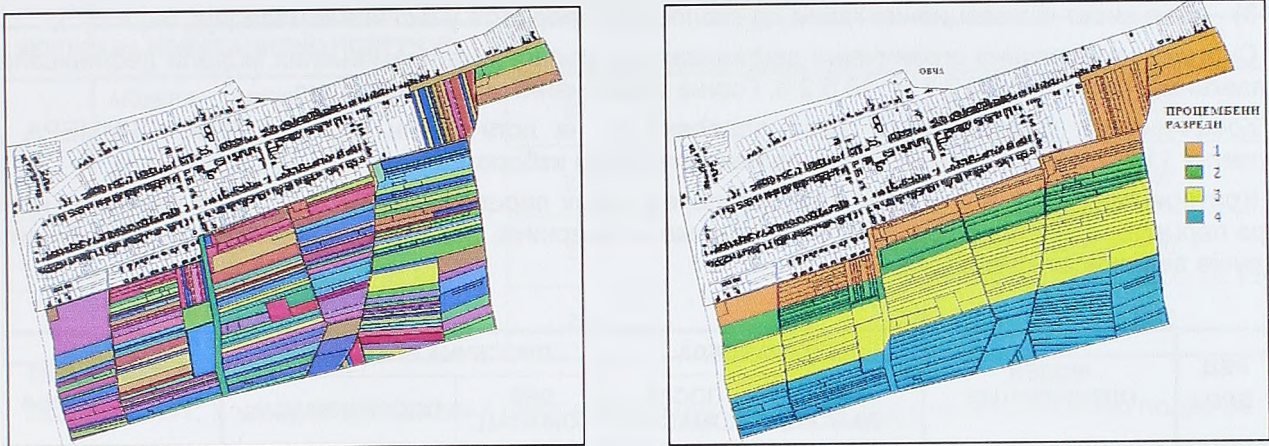
Табела 11.30. Карактеристике комасационог подручја ОВЧА

На Слици 11.15. приказане су парцеле дефинисаног комасационог подручја дела катастарске општине Овча у границама пре комасације, обојене према поседницима (учесницима комасације) и прегледна карта комасационе процене.



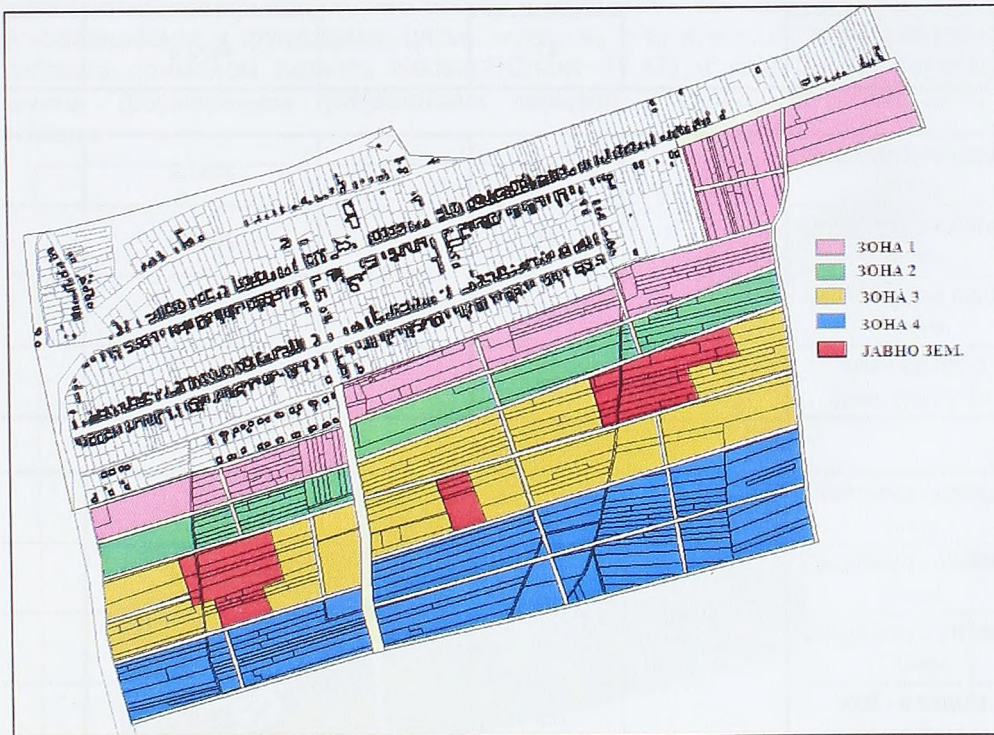
Слика 11.14. Намена површина према генералном урбанистичком плану у насељу Овча (предграђе Београда) на коме има услова за реализацију урбане комасације

На Слици 11.16. приказан је пројекат пољских путева (нових улица) којима су формиране 33 комасационе табле.



Слика 11.15. Парцеле у границама пре комасације обојене према власницима и прегледна карта комасационе процене земљишта

Комасационо подручје је у оквиру процене земљишта подељено је у четири зоне (Слика 11.15). Основни критеријум утврђивања вредности земљишта је близина постојећем насељу Овча¹⁶. Тако су и одређени коефицијенти процембених разреда који износе: $q_1=1.000$, $q_2=0.900$, $q_3=0.800$ и $q_4=0.700$.



Слика 11.16. Пројекат пољских путева (улица), комасационих табли по зонама и блокова земљишта за изградњу јавних објекта

Оптимизација расподеле комасационе масе обухватила је примену једнокритеријумског МОДЕЛА 3 - Симлекс метода и једну вишекритеријумску методу МОДЕЛ 8 – Метода тежинских коефицијената за четири различита коефицијента у функцијама циља:

¹⁶ Методологију утврђивања вредности земљишта код урбане комасације би требало разрадити повише параметара

- 1) укупне вредности старих парцела по комасационим таблама ($w_{ij} = c_{ij}$),
- 2) жеље учесника комасације изражене као примарне (100 поена), секундарне (80 поена) и терцијарне (60 поена), ($w_{ij} = z_{ij}$),
- 3) удаљеност комасационих табли од економског дворишта учесника комасације, ($w_{ij} = d_{ij}^{-1}$),

Системи неједначина ограничења дефинисани су релацијама примењених модела дефинисаних у поглављима 10.5.1.3. 10.5.2.1. и 10.5.2.3. Горње ограничење није лимитирано.

Коефицијенти у функцијама циља одређени су на исти начин као код ТЕСТ ПРИМЕРА 1 у поглављу 11.1.1. Жеље учесника су одређене случајним избором.

Критеријуми под 1 и 2 ограничавају распоред нових парцела само у таблама у којима се налазе старе парцеле, односно у којима су изражене жеље учесника, док критеријуми под 3 укључују читаво подручје дефинисане зоне (све табле).

РЕД. БРОЈ	МОДЕЛ ОПТИМИЗАЦИЈЕ	БРОЈ ПАРЦЕЛА		ПРОСЕЧНА ВРЕД. ПАРЦ.		КОЕФИЦИЈЕНТ УКРУПЊАВАЊА
		ПРЕ КОМАСАЦ.	ПОСЛЕ КОМАСАЦ.	ПРЕ КОМАСАЦ.	ПОСЛЕ КОМАСАЦ.	

ЗОНА 1

1	МОДЕЛ 3 – СИМПЛЕКС $w_{ij} = c_{ij}$	129	47	2286.2	4872.6	2.74
2	МОДЕЛ 3 – СИМПЛЕКС $w_{ij} = z_{ij}$		49		4673.8	2.63
3	МОДЕЛ 3 – СИМПЛЕКС $w_{ij} = d_{ij}^{-1}$		48		4771.1	2.69
4	МОДЕЛ 8 – МТК са три ф-је циља		47		4872.6	2.74

ЗОНА 2

1	МОДЕЛ 3 – СИМПЛЕКС $w_{ij} = c_{ij}$	96	36	2478.5	3381.2	2.67
2	МОДЕЛ 3 – СИМПЛЕКС $w_{ij} = z_{ij}$		41		2968.9	2.34
3	МОДЕЛ 3 – СИМПЛЕКС $w_{ij} = d_{ij}^{-1}$		34		3580.1	2.82
4	МОДЕЛ 8 – МТК са три ф-је циља		34		3580.1	2.82

ЗОНА 3

1	МОДЕЛ 3 – СИМПЛЕКС $w_{ij} = c_{ij}$	125	85	2898.6	2850.6	1.47
2	МОДЕЛ 3 – СИМПЛЕКС $w_{ij} = z_{ij}$		80		3028.8	1.56
3	МОДЕЛ 3 – СИМПЛЕКС $w_{ij} = d_{ij}^{-1}$		73		3319.2	1.71
4	МОДЕЛ 8 – МТК са три ф-је циља		73		3319.2	1.71

ЗОНА 4

1	МОДЕЛ 3 – СИМПЛЕКС $w_{ij} = c_{ij}$	96	53	2584.9	2936.2	1.81
2	МОДЕЛ 3 – СИМПЛЕКС $w_{ij} = z_{ij}$		56		2778.9	1.71
3	МОДЕЛ 3 – СИМПЛЕКС $w_{ij} = d_{ij}^{-1}$		57		2730.2	1.68
4	МОДЕЛ 8 – МТК са три ф-је циља		55		2829.44	1.75

РЕД. БРОЈ	МОДЕЛ ОПТИМИЗАЦИЈЕ	БРОЈ ПАРЦЕЛА		ПРОСЕЧНА ВРЕД. ПАРЦ.		КОЕФИЦИЈЕНТ УКРУПЊАВАЊА
		ПРЕ КОМАСАЦ.	ПОСЛЕ КОМАСАЦ.	ПРЕ КОМАСАЦ.	ПОСЛЕ КОМАСАЦ.	
УКУПНО ЗА КОМАСАЦИОНО ПОДРУЧЈЕ						
1	МОДЕЛ 3 – СИМПЛЕКС $w_{ij} = c_{ij}$	446	221	2563.5	3387.6	2.02
2	МОДЕЛ 3 – СИМПЛЕКС $w_{ij} = z_{ij}$		226		3312.7	1.97
3	МОДЕЛ 3 – СИМПЛЕКС $w_{ij} = d_{ij}^{-1}$		212		3531.4	2.10
4	МОДЕЛ 8 – МТК са три ф-је циља		209		3582.1	2.13

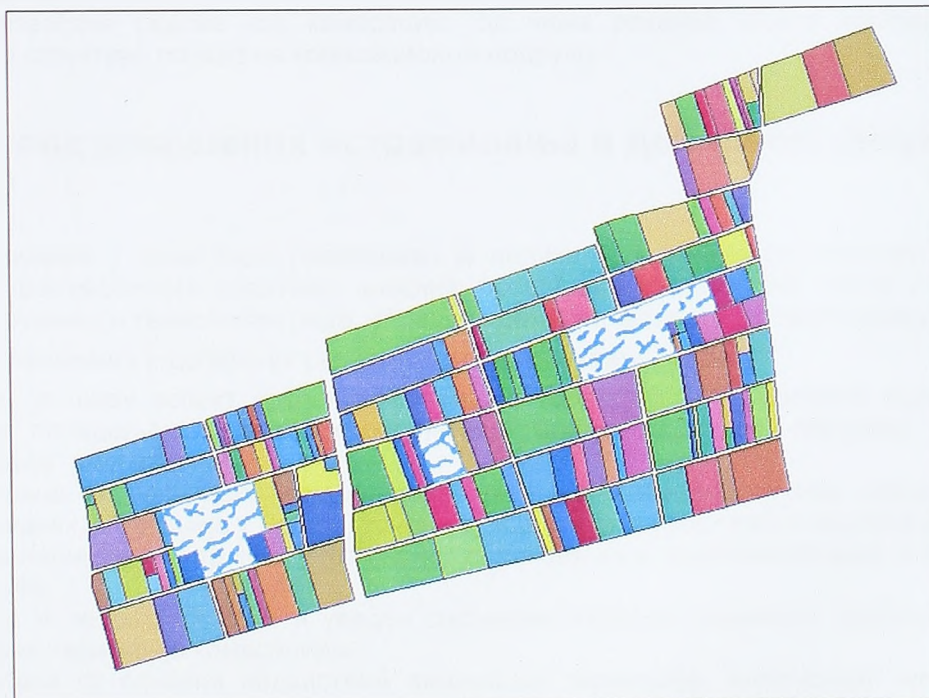
Табела 11.31. Упоредни приказ свих шест модела оптимизације за цело комасационо подручје

За рачунање вредности нових парцела по комасационим таблама употребљен је скрипт:

1. JKRaspodelaS за МОДЕЛ 3 - Симплекс метода и
2. VKRaspodelaTK за МОДЕЛ 8 – Метода тежинских коефицијената.

Упоредни резултати рачунања нових парцела за четири оптимизациона модела приказани су у Табели 11.18.

Као најповољнија варијанта оптимизације расподеле комасационе масе изабрана је вишекритеријумска оптимизација под редним бројем 4 МОДЕЛ 8 – Метода тежинских коефицијената са три различита коефицијента у функцијама циља. $w_{ij}=c_{ij}$, $w_{ij} = z_{ij}$ и $w_{ij}=d_{ij}^{-1}$, за коју је извршена надела парцела по таблама применом скрипта Nadela (Слика 11.17) и које би се у наредном периоду приводеле намени, формирањем грађевинских парцела у складу са правилима уређења из урбанистичког плана.



Слика 11.17. Приказ граница нових парцела добијених са применом МОДЕЛА 8 – Метода тежинских коефицијената на основу узете три функције циља (3 и 4)

12. ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

У оквиру реализације истраживања у овом раду, уређење земљишне територије комасацијом је посматрано као систем са више међусобно повезаних подсистема од којих су најважнији водни, саобраћајни, еколошко-заштитни и геодетски систем у оквиру кога је детаљно разматрана расподела комасационе масе као сложен процес којим се дефинише положај, величина и облик нових парцела на комасационом подручју.

Расподела комасационе масе, као кључна група техничко-правних активности, је разматрана кроз неизбежне везе са осталим подсистемима на земљишној територији, а са циљем проналажења метода и начина за добијање оптималних (најбољих) решења уређења земљишне територије.

Истраживање је реализовано на основу сагледавања садржаја и карактеристика земљишне територије, теоријских и искуствених знања везаних за њено уређење, којим се врши трансформација простора, дефинисање геометријских форми земљишних површина (комасационих табли и парцела), пројектовање система канала за одводњавање и наводњавање и мреже пољских путева. Примењена знања су интегрисана (укомпонована) са теоријом оптимизације система и операционим истраживањима кроз математичко моделирање расподеле комасационе масе, а у циљу налажења оптималних решења у погледу размештаја, облика и површине нових парцела свих учесника комасације.

У току истраживања коришћена је комбинација научне методе математичког моделирања уз примену теорије оптимизације и експерименталне провере модела на реалним примерима. За решавање проблема и обраду резултата коришћена су савремена достигнућа рачунарско-информатичке технике и технологије.

Применом и тестирањем дефинисаних математичких модела (поглавље 10.) на реалним примерима (поглавље 11.) доказано је да се скоро потпуно може елиминисати субјективност доносиоца одлуке код расподеле комасационе масе као кључне степенице успеха комасације.

Конципирани математички модели и технологија представљају основни алат за планере, пројектанте и извођаче радова код комасације, од чијих решења зависи изглед, функционалне карактеристике и структура поседа на комасационом подручју.

12.1. Преглед извршених истраживања и добијених резултата у раду

Кроз истраживања у овом раду реализован је велики број активности везаних за прикупљање графичких и алфанумеричких података, њиховог превођења у дигитални облик и прилагођавање софтверском окружењу и технологији рада, обраду података и њихову систематизацију и презентацију.

Преглед истраживања и добијених резултата у раду обухвата следеће:

- 1) сагледан је шири аспект уређења земљишне територије кроз основни садржај, стратешка државна одређења, законску регулативу, моделе уређења, поступак пројектовања и реализацију радова,
- 2) анализирана је расподела комасационе масе на карактеристичним примерима до сада реализованих комасација у Србији, уочени су и истакнути проблеми и недостаци,
- 3) представљени су критеријуми оптималног обликовања и димензионисања нових парцела код комасације,
- 4) проучена је теорија система и уведен системски приступ решавања проблема код уређења земљишне територије комасацијом,
- 5) дефинисани су основни подсистеми земљишне територије, хијерархија, међусобне везе и условљености,
- 6) детаљно су проучене методе операционих истраживања и сагледане могућности њихове примене код расподеле комасационе масе,
- 7) дефинисани су принципи и извршено математичко моделирање расподеле комасационе масе,
- 8) конципирани су нови оптимизациони модели расподеле комасационе масе применом метода једнокритеријумског и вишекритеријумског програмирања,
- 9) развијена је библиотека програма ORKOM за решавање конципираних модела за расподеле комасационе масе у програмском систему MATLAB.

- 10) примењени су и тестирани дефинисани оптимizacionи модели расподеле комасационе масе на комасационим подручјима из праксе са различитим карактеристикама, као што су површине подручја и поседа, број учесника комасације, природне и друге карактеристике комасационог подручја итд,
- 11) примењена је савремена софтверска подршка радовима у комасацији и оптимizacionи расподеле комасационе масе базирана на примени база података, CAD и GIS технологије.
- 12) предложена је нова методологија и поступак примене дефинисаних модела кроз поједине фазе реализације,
- 13) предочене су предности примене оптимizacionих модела и истакнути проблеми приликом њихове имплементације и
- 14) доказана је флексибилност новог модела расподеле комасационе масе у односу на различите карактеристике комасационих подручја и
- 15) доказана је успешна примена конципираних модела расподеле на примерима који презентују поједина карактеристична подручја у Републици Србији.

12.2. Проблеми и предлози примене и реализације

Проблеми који се јављају код примене оптимizacionије расподеле комасационе масе су пре свега везани за веома обиман број дигиталних и осталих информација које треба да буду прикупљене, обрађене и презентирани на прихватљив начин. Сви подаци који се преузимају из елабората премера и катастра непокретности и других извора, морају бити у дигиталном облику, а уколико то није случај морају се превести у дигитални облик, како би се сви процеси рада могли одрадити уз помоћ рачунара, јер у противном би се примена оптимizacionије довела у питање.

Решавање модела расподеле комасационе масе, који у највећем броју случајева спадају у проблеме већих димензија, захтева професионални софтвер без софтверско-хардверских ограничења. Применом софтверских решења у оквиру овог рада се у знатној мери у томе успело, чиме је постављена солидна основа за даљи рад и унапређење.

Постојећи садржај и особине појединих сеоских територија и КП су од пресудног значаја за дефинисање оптималног положаја, величине и облика нових парцела и поседа на комасационом подручју и треба их добро познавати и уважавати кроз све активности, планирања, пројектовања и реализације радова.

Од предложених оптимizacionих модела расподеле комасационе масе (поглавље 10.) не би требало ни један искључити из примене, али објективније могућности пружају вишекритеријумски модели у којим се функцијама циља могу додељивати жењене тежине и тиме утицати на преференцију решења. Поред тога функције циља се могу комбиновати што је условљено различитим карактеристикама комасационих подручја и примењених модела комасације. Примена вишекритеријумске анализе пружа могућност доносиоцу одлука избор најважнијих критеријума, а по потреби и укључивање додатних за које се процени да ће побољшати резултате, што омогућује избор најбоље алтернативе са оптималним резултатима за која се потом врши израда пројекта.

12.3. Научни допринос рада

Научни допринос који карактерише истраживања и постигнуте резултате у оквиру овог рада је:

- 1) проширење фонда релевантних знања и информација везаних за уређење земљишне територије као геодетске дисциплине, комасацију и расподелу комасационе масе,
- 2) стварање основног алата за ефикасније планирање и пројектовање варијантних решења из којих се може јасно и недвосмислено издвојити најбоље,
- 3) конципирање новог технолошког процеса, универзалних принципа и објективних критеријума расподеле комасационе масе који се могу применити кроз активности планирања, пројектовања, реализације и организације радова,
- 4) дефинисање нових приступа решавању проблема расподеле комасационе масе који представља теоријску основу за пројектовање и реализацију расподеле комасационе масе на бази једнообразно утврђених параметара и чињеница за све учеснике комасације,
- 5) успостављање основе система и процеса одлучивања у поступку расподеле комасационе масе као активности у оквиру које се доносе најважније одлуке код уређења земљишне територије комасацијом, приликом чега се у значајној мери елиминишу присутни услови неизвесности њеног успеха и

- 6) стварање могућности пуне примене аутоматизације код решавања проблема одлучивања и отварање могућности развоју управљачког информационог система као система одлучивања код комасације.

12.4. Смернице за даља истраживања

На основу извршених истраживања и добијених решења у оквиру овог рада, може се закључити да су створене реалне основе за даља истраживања и надградњу теоријских, технолошких и практичних достигнућа. У циљу унапређења процеса комасације постоји велики број питања и проблема које треба решити и усавршити. Даља истраживања која се темеље на резултатима овог рада могу бити следећа:

- 1) развој нових математичких модела оптимизације дефинисаних подсистема, а у циљу постизања најбољих (оптималних) резултата уређења земљишне територије комасацијом,
- 2) детаљна анализа структуре математичких модела са уочавањем препрека за њихово решавање и елиминацију неупотребљивих решења,
- 3) развој информатичке подршке свеобухватном процесу радова код комасације,
- 4) прилагођавање законских решења која би тежила примени оптимизационе расподеле комасационе масе,
- 5) детаљна разрада процеса, панирања, пројектовања и реализације радова код комасације уз примену оптимизације расподеле комасационе масе,
- 6) усавршавање процеса рада и технологије везане за припрему података за оптимизацију и
- 7) побољшање процеса сарадње доносиоца одлуке, извођача радова, инвеститора и учесника комасације.

A. ТЕОРИЈСКЕ ОСНОВЕ ОПЕРАЦИОНИХ ИСТРАЖИВАЊА

A.1. Увод

У овом додатку детаљније су изложени теорија, математички модели дефиниције из области операционих истраживања. Детаљније су појашњени неки модели оптимизације примењени и разматрани у оквиру овог рада (дисертације).

Обрађена тематика се може наћи у веома обимној литератури (уџбеницима, чланцима, публикацијама итд.) из ове области. За детаљнија проучавања и примену у оквиру овог рада кришћена је следећа литература: (Wagner, 1975), (Петрић, 1987), (Петрић et al. 1989), (Прашчевић, 1992), (Оприцовић, 1992), (Оприцовић, 1998), (Петрић et al. 1992), (Вујошевић et al. 1997) (Hillier, 2004) и (Срђевић, 2004) из које су извучени главни сегменти као теоријска основа математичким моделима обрађеним у поглављу 10.

A.2. Линеарно програмирање

Линеарно програмирање (ЛП) представља методу операционих истраживања која се бави одређивањем оптималног решења проблема код кога су све релације између променљивих у функцији критеријума и у ограничењима линеарне. За математички модел таквог проблема може се рећи да је потребно решити скуп линеарних једначина или неједначина ограничења, а да при томе функција циља има своју екстремну вредност (минимум или максимум).

Линеарност усвојена у математичким моделима није увек апсолутно тачна представа реалног света, али често задовољава апроксимацију стварних услова, тако да се могу добити употребљиви резултати.

A.2.1. Општа формулација задатка линеарног програмирања (ЛП)

Функција циља се код линеарног програмирања дефинише као линеарна форма

$$\min/\max F(x) = \sum_{j=1}^n c_j x_j \quad (\text{A-1})$$

уз услове ограничења

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j (\leq, =, \geq) b_i, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (\text{A-2})$$

и уз услов ненегативности

$$x_j \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n. \quad (\text{A-3})$$

За свако ограничење може постојати само један од три наведена знака или њихова комбинација (\leq , $=$, \geq , $<$, $>$), али се знак може мењати од ограничења до ограничења. За функцију циља се може тражити или минимум или максимум уз напомену да важи релација:

$$\min F = - \max \{-F\} \quad (\text{A-4})$$

Функција циља и услови ограничења могу се писати у матричном и векторском облику:

$$\max/\min F = C^T X \quad (\text{A-5})$$

$$Ax (\leq, =, \geq) B, \quad (\text{A-6})$$

$$x \geq 0, b \geq 0,$$

при чему је

$$\begin{aligned} C &= [C_1 \ C_2 \ \dots \ C_n]^T \\ x &= [x_1 \ x_2 \ \dots \ x_n]^T \\ B &= [B_1 \ B_2 \ \dots \ B_n]^T \end{aligned} \quad (\text{A-7})$$

и матрица

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & & a_{2n} \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} \quad \text{за } m < n \quad (\text{A-8})$$

Компоненте вектора x у Еуклидовом n -димензионалном векторском простору представљају координате неке тачке, а је њен вектор положаја. Ограничења са " \leq " или " \geq " одређују по један полупростор, док ограничења са знаком једнакости дефинишу по једну хипер раван у векторском простору, тј. скуп ограничења (А-6) представљају коначну област K ограничену површинама полиедра, која је конвексна и ограничена скупом хипер-равни. Било којих n једначина узетих из овог скупа одређују у n -димензионалном простору координате једног врха (рогља) полиедра K . Екстремне вредности (min или max) функције циља (А-5) се постижу на граници области K и то у једном од врхова полиедра, или на одређеној хипер-равни (бесконечно много решења) када је хипер-раван паралелна са функцијом циља.

Конвексан скуп тачака које испуњавају услове ограничења (А-2) односно (А-6) чини **област допустивих решења K** .

Допустиво решење у којем функција циља F достиже екстремум представља **оптимално допустиво решење**.

Екстремне тачке конвексне области допустивих решења представљају **базична допустива решења**.

Решити проблем линеарног програмирања значи из бесконачно много решења наћи оно (или она) у којем функција циља F достиже екстремум.

Ако у скупу ограничења има једначина колико и променљивих, онда постоји јединствено решење. Уколико је то решење допустиво онда је и оптимално, а ако није допустиво, онда разматрани проблем нема решења. Ако је број линеарних једначина ограничења мањи од броја непознатих ($R(A) = m$), онда систем једначина има више решења, па се у том случају може разматрати проблем оптимизације.

У основи постоје две методе решавања задатака ЛП, а то су: графичка метода и аналитичке.

Решење ЛП са две, евентуално три непознате, може се наћи графичком методом која осим лакшег разумевања проблема, нема неки практични значај.

Да би се решили проблеми ЛП са више од три променљиве развијено је више различитих метода заснованих на алгебарској интерпретацији проблема ЛП које имају низ специфичности код налажења могућих решења.

За решавање проблема ЛП не постоји метода која би омогућила одређивање оптималног решења у једном кораку, те су зато све методе које се у пракси примењују итеративног карактера. Итеративне методе су конципиране тако да избегавају решавање великог броја система једначина.

За решавање задатка ЛП постоји више метода, али једна од најуниверзалнијих и најчешће коришћених је **симплекс метода**.

Стандардни облик проблема линеарног програмирања (А-1)-(А-3) еквивалентан је са следећим канонским проблемом

$$\begin{aligned} &\max/\min \ C^T x \\ \text{уз услове} & \\ &Ax + Iu = B \\ &x > 0, \ u \geq 0 \end{aligned} \quad (\text{A-10})$$

где су

- A - матрица структурних коефицијената,
- x - структурне непознате и
- u - допунске, ослабљене непознате.

Свако решење једног од тих проблема уједно је и решење другог проблема. Допунске променљиве, компоненте m - димензионалног вектора u , зову се неискоришћене или ослабљене непознате за разлику од компонента вектора x које се зову структурне непознате, а њихови коефицијенти a_{ij} структурни коефицијенти. Допунске променљиве не појављују се у функцији циља. Коефицијент сваке допунске променљиве у функцији циља $C^T x$ једнак је нули, према томе те променљиве не могу директно ништа додати вредности неког програма.

A.2.2. Дуални модел линеарног програмирања

За сваки проблем ЛП поред прималног модела (примала) може се формирати дуални модел (дуал). Ово се ради када се уочи да је практичније решавати дуални модел уместо прималног модела.

Између променљивих и захтева у вези њих, као и функција ограничења прималног и дуалног модела постоји следећа кореспонденција:

- дуал има онолико променљивих колико примал има ограничења и ограничења колико примал има променљивих,
- слободни чланови у ограничењима примала постају коефицијенти уз променљиве функције циља дуала, а коефицијенти уз променљиве функције циља примала постају слободни чланови у ограничењима примала,
- смер неједначина дуала је супротан смеру неједначина примала,
- ако се у прималу тражи максимум функције циља у дуалу се тражи минимум и обратно,
- допунској променљивој примала која је у оптималном базном решењу одговара дуална променљива y_j при томе је $x_{n+j} y_j = 0, j=1, 2, \dots, m$,
- структурној (реалној) променљивој x_j примала из базично допустивог решења одговара допунска променљива y_{m+j} дуала са нултом вредношћу тј. $x_j y_{m+j} = 0, j=1, 2, \dots, n$,
- матрична ограничења примала једнака су транспонованој матрици ограничења дуала.

Ова два линеарна програма се могу краће писати на следећи начин:

примални модел	дуални модел	
$\max C^T x$	$\min y^T B$	(A-11)
$Ax + u = B$	$y^T A - v^T = C^T$	
$x \geq 0, u \geq 0$	$y > 0, v > 0$	

На основи ових записа може се написати да је

$u = B - Ax$	$v^T = y^T A - C^T$	(A-12)
--------------	---------------------	--------

Дуални модел линеарног програмирања налази широку примену, како код решавања различитих проблема, тако и у формулисању алгоритама математичког програмирања. Детаљнија разрада ове методе може се наћи у литератури (Петрић, 1987), (Прашчевић, 1992), (Wagner, 1975) итд.

A.2.3. Симплекс метода

Симплекс методу је развио амерички математичар Džordž B. Dancig 1947/48, године, а заснива се на сукцесивном побољшавању почетног решења, све док се не добије оптимално решења. Овом методом се избегава решавање великог броја система једначина, док се решење тражи на тај начин што се иде од једног до другог допустивог решења при чему је свако наредно ближе оптималном.

Први корак при решавању задатка ЛП дефинисаног једначинама (A-4) и (A-5), симплекс методом је претварање система неједначина (A-5) у систем једначина (A-13) додавањем допунских променљивих, којих ће имати онолико колико има неједначина у систему (A-5). Тако се може писати:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j + x_{n+i} = b_i, \quad (i = 1, 2, \dots, k),$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j - x_{n+i} = b_i, \quad (i = k+1, k+2, \dots, k+l),$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j = b_i, \quad (i = k+l+1, k+l+2, \dots, m).$$
(A-13)

Функција циља и услови ограничења добијају следећи облик:

$$\begin{aligned} \max / \min F &= C^T x \\ Ax &= B \end{aligned}$$
(A-14)

Где је A матрица облика (14).

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1n} & 1 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & & a_{2n} & 0 & 1 & 0 & & 0 \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & & a_{3n} & 0 & 0 & 1 & & 0 \\ \vdots & & & \ddots & \vdots & \vdots & & & \ddots & \\ a_{m1} & a_{m2} & a_{m3} & \dots & a_{mn} & 0 & 0 & 0 & \dots & 1 \end{bmatrix}$$
(A-15)

А матрице-вектори C , x и B :

$$\begin{aligned} C &= [C_1 \ C_2 \ \dots \ C_n \ 0 \ 0 \ \dots \ 0]^T \\ x &= [x_1 \ x_2 \ \dots \ x_n \ x_{n+1} \ x_{n+2} \ \dots \ x_{n+k+l}]^T \\ B &= [b_1 \ b_2 \ \dots \ b_n]^T \end{aligned}$$
(A-16)

Систем једначина ограничења (A-14) представља сада систем од m једначина са $n+k+l$ променљивих.

У следећем кораку се испитује сагласност система једначина (A-14) на тај начин што се формира проширена матрица система, која се састоји од матрице A и вектора колоне B , а затим се испитује да ли је задовољен услов:

$$r(A) = r(B)$$
(A-17)

Ако овај услов није испуњен, онда је систем неконзистентан, па не постоји решење задатка ЛП. У противном, систем једначина ограничења је конзистентан, па се вектор B може изразити као линеарна комбинација вектора колоне матрице A :

$$b = a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_{n+k+l} x_{n+k+l}$$
(A-18)

Ако је испуњен услов (A-17) могу наступити следећи случајеви:

- ако је број једначина ограничења једнак броју променљивих укључујући и допунске променљиве ($m = n + k + l$), а $r(A) = m$, онда систем линеарних једначина има само једно решење, што значи да се скуп допустивих решења састоји само из једне тачке па се у том случају и не разматра проблем оптимизације;
- ако је број једначина m већи од броја непознатих ($m > n+k+l$) а $r(A) = n+k+l$, онда су $m-(n+k+l)$ ограничења сувишна, па се могу одбацити, тако да се добије систем од $n+k+l$ једначина са $n+k+l$ непознатих који има само једно решење, што је исто као у претходном случају;
- ако је број линеарних једначина мањи од броја променљивих ($m = n+k+l$), а $r(A) = m$, онда систем има више решења, па се у овом случају може разматрати проблем оптимизације.

Када је $r(A) = m$ као у последњем случају, тада су m вектор колоне матрице A линеарно независни па се од њих може формирати нова матрица

$$A_B = [a_{B1} \ a_{B2} \ \dots \ a_{Bm}]$$
(A-19)

која се назива базична матрица, а изабрани вектори колоне базични вектори. Ова матрица је несингуларна, а може се формирати произвољним избором било којих m линеарно независних вектор-колоне матрице A . Ако се даље стави да су вредности променљивих које одговарају преосталим небазичним векторима, којих има $n+k+l-m$, једнаке нули онда се према (17) вектор може изразити на следећи начин:

$$b = a_{B1}x_{B1} + a_{B2}x_{B2} + \dots + a_{Bm}x_{Bm} \quad (\text{A-20})$$

а систем једначина (A-14) има облик

$$A_B x_B = B \quad (\text{A-21})$$

Променљиве називају се базичне променљиве а вектор x_B вектор базичних променљивих.

Решењем система једначина (A-21) добијају се вредности базичних променљивих.

$$x_B = A_B^{-1} B \quad (\text{A-22})$$

Поступак одређивања допустивих и оптималних решења могао би се састојати од одређивања разних комбинација базичних вектора и одговарајућих базичних променљивих и вредности функције циља. Овакав поступак је неподесан, нарочито када се ради о већем броју променљивих, па је проблем решен у једном итеративном процесу којим се најбрже долази до решења.

У итеративном приближавању до оптималног решења симплекс метода полази од почетног базично допустивог решења, које је сачињено од допунских променљивих, тј. тада базу векторског простора представљају вектори уз допунске променљиве. Почетна база векторског простора је матрица:

$$A_B^0 = [a_{n+1} \ a_{n+2} \ \dots \ a_{n+m}] \quad (\text{A-23})$$

Како су ово јединични вектори матрице A , то је A_B^0 јединична матрица. Једначина (20) сада има следећи облик:

$$A_B^0 x_B^0 = B \quad (\text{A-24})$$

Решавањем једначине (A-24) добијају се вредности за променљиве почетног базичног допустивог решења.

$$x_B^0 = (A_B^0)^{-1} B \quad (\text{A-25})$$

а затим вредност функције циља:

$$F = c_B^0 x_B^0 = 0. \quad (\text{A-26})$$

Вектори колоне a_j из матрице A могу се изразити као линеарна комбинација вектора базе одакле се могу добити непознате x_{Bj}^0 (множитељи) и вредности функције циља F_j .

$$\begin{aligned} A_B^0 x_{Bj}^0 &= a_j \\ x_{Bj}^0 &= (A_B^0)^{-1} a_j \\ F_j &= (c_B^0)^T x_{Bj}^0 \\ j &= 1, 2, \dots, n. \end{aligned} \quad (\text{A-27})$$

Оптимално решење се проналази на тај начин што се од преосталих вектора колоне матрице A који су остали ван базе по критеријуму (A-28) убацују по један у базу, док истовремено по критеријуму (A-29) по један вектор излази из базе.

Када се према (26) срачунају вредности F_j за функције циља онда се рачунају вредности $c_j - F_j$ за све j -тове који одговарају небазичним векторима a_j . У базу треба да уђе онај вектор за кога је

$$(c_j - F_j) = \max (c_j - F_j) > 0, \quad (\text{A-28})$$

а из базе се истовремено избацује један од базичних вектора за који је количник Θ минималан

$$\Theta = \min \left(\frac{x_B}{x_{Bj}} \right), \quad x_{Bj} > 0, \quad (B = 1, 2, \dots, n). \quad (\text{A-29})$$

где су:

- x_B - променљива из базично допустивог решења,
- x_{Bj} - множитељ уз одговарајући базични вектор када се небазични вектор изражава као линеарна комбинација вектора базе,
- c_j - коефицијент у функцији критеријума уз променљиву ,
- F_B - вредност функције критеријума када би базично допустиво решење представљали множитељи базичних вектора, када се њиховом линеарном комбинацијом изражава небазични вектор.

Ако тражимо максималну вредност функције циља F то свака наредна вредност мора бити већа од претходне, одакле је и проистекао услов (A-28). Аналогним разматрањем долази се до услова измене базе при тражењу минимума функције циља.

Сукцесивном променом векторске базе може се одредити максимална вредност функција циља. Пошто је број база коначан, а наредна вредност функције циља увек већа од претходне, ниједна база се не може поновити, тако да се до коначног решења долази у коначном броју итерација.

Процес се прекида када се установи да су сви $c_j - F_j$ за све ванбазичне векторе мањи од нуле, а добијено решење је оптимално.

Због упрошћавања рачунања за решавање проблема ЛП користи се табеларни начин приказивања или симплекс табеле, што има значаја када се не користе рачунари.

За решавање практичних задатака постоји доста развијених програма за електронске рачунаре, што је допринело широкој примени ове методе, којом се могу решити проблеми са више десетина хиљада непознатих (чак и до 50 000).

У неким задацима ЛП потребно је испитати утицај промене параметара постављеног математичког модела на оптимално решење задатка. У том циљу је потребно извршити такозвану постооптималну анализу, која обухвата модификације датих података у матрици A , векторима B и C .

A.2.4. Варијанте симплекс методе

A.2.4.1. Ревидирана симплекс метода

Пођимо од проблема линеарног програмирања:

$$f = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n \quad (\text{A-30})$$

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n = b_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n = b_2$$

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n = b_m$$

$$x_1, x_2, \dots, x_n > 0$$

(A-31)

Трансформишимо дати проблем увођењем тзв. симплекс множитеља u_1, u_2, \dots, u_m тако што помножимо прву једначину ограничавајућих услова са u_1 и додајемо функцији критеријума. То исто учинимо и са осталим једначинама система ограничавајућих услова, које после множења са одговарајућим множитељима додајемо функцији критеријума.

Тада функција (A-30) постаје

$$f + \sum_{r=1}^m u_r b_r = \left(c_1 + \sum_{r=1}^m a_{r1} u_r \right) x_1 + \left(c_2 + \sum_{r=1}^m a_{r2} u_r \right) x_2 + \dots + \left(c_n + \sum_{r=1}^m a_{rn} u_r \right) x_n \quad (\text{A-32})$$

Ако сада одредимо симплекс множитеље тако да коефицијенти који одговарају базичним променљивим (рецимо првих m) постану једнаки нули, тј. ако ставимо да је

$$c_s + \sum_{r=1}^m a_{rs} u_r = 0; \quad s = 1, 2, \dots, m \quad (\text{A-33})$$

или у развијеном облику

$$\begin{aligned} a_{11}u_1 + a_{21}u_2 + \dots + a_{m1}u_m &= -c_1 \\ a_{12}u_1 + a_{22}u_2 + \dots + a_{m2}u_m &= -c_2 \\ \text{-----} & \\ \text{-----} & \\ a_{1m}u_1 + a_{2m}u_2 + \dots + a_{mm}u_m &= -c_m \end{aligned} \quad (\text{A-34})$$

функција критеријума (A-32) постаје

$$f = -\sum_{r=1}^m u_r b_r \quad (\text{A-35})$$

с обзиром на то да су небазичне променљиве једнаке нули.

Коефицијенте који одговарају небазичним променљивим у функцији (A-32), тј.

$$c_s^* = c_s + \sum_{r=1}^m a_{rs} u_r, \quad s = m+1, m+2, \dots, n \quad (\text{A-36})$$

или

$$c_s^* = c_s + \mathbf{u}' \mathbf{A}_s \quad (\text{A-37})$$

називамо релативним коефицијентима функције критеријума. Њихове вредности одређујемо после налажења симплекс множитеља из система (A-34).

Ако систем (A-34) напишемо у матричном облику

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{21} & \dots & a_{m1} \\ a_{12} & a_{22} & \dots & a_{m2} \\ \text{-----} & & & \\ \text{-----} & & & \\ a_{1m} & a_{2m} & \dots & a_{mm} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ u_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -c_1 \\ -c_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ -c_m \end{bmatrix} \quad (\text{A-38})$$

примећујемо да матрица система представља транспоновану матрицу базе \mathbf{B} , која је састављена од првих m вектора активности \mathbf{A}_r , ($r = 1, 2, \dots, m$), тако да се може писати

$$\mathbf{B}' \mathbf{u} = -\hat{c} \quad (\text{A-39})$$

са решењем

$$\mathbf{u}' = -\hat{c}' \mathbf{B}^{-1} \quad (\text{A-40})$$

где је \mathbf{u} , m - димензионални вектор симплекс множитеља, а \hat{c} вектор коефицијената у функцији критеријума који одговарају базичним променљивим.

Спроведена трансформација има за циљ да омогући релативно једноставнији поступак за примену симплекс критеријума. На тој основи могуће је извести тзв. ревидирани симплекс поступак, који се састоји у следећем:

За почетну базу састављену од вектора који одговарају допунским или вештачким променљивим одреде се симплекс множитељи преко једначине (A-40), и тада израчунају релативни коефицијенти c_s^* , из (A-36), за небазичне променљиве, као и вредност функције критеријума (A-35).

Према вредностима релативних коефицијената одређује се нова базична променљива, односно нови базични вектор, и то помоћу следећег критеријума:

$$c_j^* = \max_s c_s^*, \text{ за } s = m+1, m+2, \dots, n, \quad (\text{A-41})$$

што значи да се нова базична променљива одређује према максималној вредности релативног коефицијента.

Овим путем скраћује се поступак за израчунавање појединих величина потребних за промену векторске базе. То се огледа у првом реду у томе што се за познате симплекс множитеље u_r , релативно лако одређују коефицијенти c_s , на основу којих се врши избор нове базичне променљиве. Код уобичајеног симплекс поступка, критеријума за избор нове базичне променљиве, односно новог базичног вектора, захтева одређивање $(c_s - f_s)$ за свако $s = m+1, m+2, \dots, n$, што са своје стране имплицира тражење решења за све небазичне векторе и одређивање f_s за свако s . Ако је n знатно веће од m , тада постоји велики број небазичних вектора за које је потребно наћи f_s . Код ревидираног поступка то није потребно, јер се према (A-36), односно (A-41), релативно једноставније одређује нови базични вектор. Наравно, у свим итерацијама треба рачунати са одређивањем инверзне матрице скраћеним поступком који је раније показан.

Код елиминације вектора из базе поступак је идентичан са оним који смо раније користили. Ако је нови базични вектор A_j , тада је решење за дату базу $\bar{x}_j = B^{-1}A_j$, па се елиминација базичног вектора врши према

$$\theta = \frac{x_j}{x_{rj}} = \min_r \left(\frac{x_r}{x_{rj}} \right), \quad x_{rj} > 0 \quad (\text{A-42})$$

Најзад, приметимо да су симплекс множитељи узети са промењеним знацима једнаки дуалним променљивим, што се може лако видети поређењем решења (A-40) са одговарајућим решењем дуала.

A.2.4.2. Проблем декомпозиције

Посматрајмо следећи проблем линеарног програмирања:

$$\begin{aligned} (\max) f &= \sum_{s=1}^k c_s^i x_s \\ \sum_{s=1}^k A_s x_s &= b_0 \\ B_s x_s &= b_s, \quad s = 1, 2, \dots, k \\ x_s &\geq 0 \end{aligned} \quad (\text{A-43})$$

где је A_s матрица реда (m_0, n_s) , B_s реда (m_s, n_s) ; x_s и c_s вектори n_s - тог реда, b_0 вектор m_0 - тог реда и b_s вектор m_s - тог реда ($s = 1, 2, \dots, k$).

Проблем (A-43) се може написати у матричном облику:

$$(\max) f = \sum_{s=1}^k c_s^i x_s \quad (\text{A-44})$$

$$\begin{bmatrix} \mathbf{A}_1 & \mathbf{A}_2 & \dots & \mathbf{A}_k \\ \mathbf{B}_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \mathbf{B}_2 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & \mathbf{B}_k \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ x_k \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{b}_0 \\ \mathbf{b}_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \mathbf{b}_k \end{bmatrix}$$

$$x \geq 0, \quad s = 1, 2, \dots, k$$

Примећујемо да су ограничавајући услови проблема (A-43), односно (A-44), изражени двојаким системом једначина, и то:

- 1) ограничењима $\sum \mathbf{A}_s x_s = \mathbf{b}_0$, која ћемо звати централним и
- 2) ограничењима облика $\mathbf{B}_s x_s = \mathbf{b}_s$, ($s = 1, 2, \dots, k$), која ћемо звати секторским.

Ако је $\mathbf{A}_s = 0$ за свако $s = 1, 2, \dots, k$, проблем се своди на решавање k независних линеарних проблема, облика $f_s = \mathbf{c}_s x_s$, $\mathbf{B}_s x_s = \mathbf{b}_s$, $x_s \geq 0$.

Проблем декомпозиције користи се за решавање сложених економских проблема, и то у првом реду оних где постоји потреба за обједињавањем активности појединих сектора и одговарајућих централних захтева. Аналогно томе модел се може применити код расподеле комаационе масе где матрице $\mathbf{A}_1, \mathbf{A}_2, \dots, \mathbf{A}_k$ одговарају комасационим таблама, а $\mathbf{B}_1, \mathbf{B}_2, \dots, \mathbf{B}_k$ учесницима комасације.

A.2.5. Транспортни проблем линеарног програмирања

Специјалан случај линеарног програмирања је метода позната под називом линеарни транспортни проблем (ТП), који заузима значајно месту у операционим истраживањима. Овом методом су се првобитно решавали искључиво транспортни проблеми, од чега и потиче назив, међутим, касније је ова метода добила ширу примену.

Транспортни проблем је део проблема линеарног програмирања који решава проблем превоза истоврсног терета из m исходишта (пунктова складишта) у n одредишта (пунктова потрошње). Исходишта имају фиксну понуду a_i , ($i = 1, 2, \dots, m$) док одредишта имају фиксну потражњу b_j , ($j = 1, 2, \dots, n$). Транспортни проблем се може прилазати у облику табеле са m врста који представљају исходишта и са n колона који представљају одредишта (Табела А.1).

	R_1	R_2	...	R_n	a_i
I_1	c_{ij} x_{ij}				a_1
I_2					a_2
...					...
I_m					a_m
b_j	b_1	b_2	...	b_n	

Табела А.1. Табеларни приказ принципа транспортног проблема

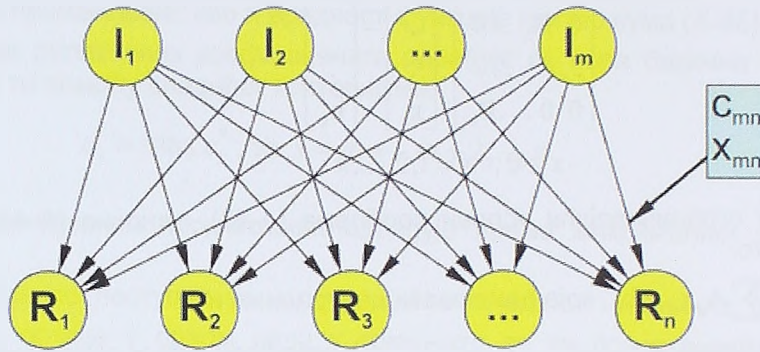
Сврха решавања транспортног проблема је минимализација трошкова превоза на релацијама између исходишта и одредишта уз услов да се задовоље потребе одредишта и у потпуности искористе понуде исходишта.

Математичка формула функције циља транспортног проблема изгледа овако:

$$Z = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m c_{ij} * x_{ij} \rightarrow \min \tag{A-45}$$

где је ознака c_{ij} трошак превоза по јединици терета на релацији $i - j$, а x_{ij} је ознака количине терета од одређеног исходишта, I_i , до одређеног одредишта R_j .

Општи пример транспортног проблема могуће је приказати и помоћу мреже (Слика А.1) која садржи m исходишта, n одредишта те $m \cdot n$ веза између појединих исходишта и одредишта.



x_{mn} – количина која се транспортује од исходишта (извора) I_m до одредишта (реципијента) R_n

c_{mn} – цена транспорта од исходишта I_m до одредишта R_n .

Слика А.1. Графички приказ транспортног проблема

Ограничења која је потребно задовољити како би се могла остварити функција циља јесу:

$$\begin{array}{ll}
 x_{11} + x_{12} + \dots + x_{1n} = a_1 & x_{11} + x_{21} + \dots + x_{m1} = b_1 \\
 x_{21} + x_{22} + \dots + x_{2n} = a_2 & x_{12} + x_{22} + \dots + x_{m2} = b_2 \\
 \dots & \dots \\
 x_{m1} + x_{m2} + \dots + x_{mn} = a_m & x_{1n} + x_{2n} + \dots + x_{mn} = b_n
 \end{array} \tag{A-46}$$

уз обавезан услов ненегативности непознатих $x_{ij} \geq 0$.

Скуп ограничења може се написати на следећи начин:

$$\begin{array}{l}
 \sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i; i = 1, 2, \dots, m \\
 \sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j; j = 1, 2, \dots, n \\
 x_{ij} \geq 0
 \end{array} \tag{A-47}$$

Као што се види из претходног система једначина, транспортни проблем је проблем линеарног програмирања који се састоји од $m+n$ једначина и од $m \cdot n$ непознатих. Систем транспортног проблема садржи $m+n-1$ независних једначина те због тога решење проблема мора садржавати $m+n-1$ вредности x_{ij} .

Ако неко од решења транспортног проблема садржи мање од $m+n-1$ вредности x_{ij} тада је то решење дегенерисано које је потребно на одговарајући начин допунити тако да оно постане недегенерисано.

Ако су суме капацитета исходишта и одредишта једнаке, односно

$$\sum_i a_i = \sum_j b_j \tag{A-48}$$

такав се облик транспортног проблема назива **затворени транспортни проблем**. У пракси готово никад немамо пример затвореног транспортног проблема, другим речима ретко се може сусрести такав проблем којем би сума капацитета исходишта била једнака суми капацитета одредишта¹⁷.

Транспортни проблем код којег капацитети исходишта и одредишта нису једнаки назива се **отворени транспортни проблем**.

Оригинал затвореног транспортног проблема је канонски проблем за минимум, док је дуал тог проблема стандардни проблем за максимум без услова ненегативности. Дуал транспортног проблема има значење максимализације искористивости капацитета исходишта и максимализације задовољења

¹⁷ Осим код комасационе масе где је сума вредности табли једнака суми вредности власника земљишта

потражње одредишта уз ограничење минималних трошкова. Код дуала јављају се нове непознате везане уз поједина исходишта и поједина одредишта, тако се дуалне непознате везане уз исходишта означавају са u_i док се дуалне непознате везане уз одредишта означавају са v_j . Дуал транспортног проблема изгледа овако:

$$\begin{aligned}
 z^d &= a_1u_1 + a_2u_2 + \dots + a_mu_m + b_1v_1 + b_2v_2 + \dots + b_nv_n \rightarrow \max \\
 u_1 + v_1 &\leq c_{11} & u_2 + v_1 &\leq c_{21} & \dots & & u_m + v_1 &\leq c_{m1} \\
 u_1 + v_2 &\leq c_{12} & u_2 + v_2 &\leq c_{22} & \dots & & u_m + v_2 &\leq c_{m2} \\
 &\vdots & & & & & & \\
 u_1 + v_n &\leq c_{1n} & u_2 + v_n &\leq c_{2n} & \dots & & u_m + v_n &\leq c_{mn}
 \end{aligned} \tag{A-49}$$

Дуал транспортног проблема нема услов ненегативности што значи да дуалне непознате могу бити и позитивне и негативне.

Отворени транспортни проблем је транспортни проблем код којег сума капацитета исходишта није једнака суми капацитета одредишта.

$$\sum_i a_i \neq \sum_j b_j \tag{A-50}$$

Вишак који се јавља могућ је на страни исходишта или на страни одредишта те се према томе може рећи да постоје две врсте отвореног транспортног проблема, а то су:

- 1) отворени транспортни проблем са вишком у понуди, и
- 2) отворени транспортни проблем са вишком у потражњи.

Код отвореног транспортног проблема са вишком у понуди вишак се јавља на страни исходишта, односно сума капацитета исходишта већа је од суме потражње одредишта.

$$\sum_i a_i > \sum_j b_j \tag{A-51}$$

Оригинал овог транспортног проблема је општи проблем за минимум и изгледа овако:

$$\begin{aligned}
 z &= c_{11}x_{11} + c_{12}x_{12} + \dots + c_{1n}x_{1n} + \\
 &+ c_{21}x_{21} + c_{22}x_{22} + \dots + c_{2n}x_{2n} + \\
 &\vdots \\
 &+ c_{m1}x_{m1} + c_{m2}x_{m2} + \dots + c_{mn}x_{mn} \rightarrow \min
 \end{aligned} \tag{A-52}$$

Ограничења за исходишта:

Ограничења за одредишта:

$$\begin{aligned}
 x_{11} + x_{12} + \dots + x_{1n} &\leq a_1 & x_{11} + x_{21} + \dots + x_{m1} &= b_1 \\
 x_{21} + x_{22} + \dots + x_{2n} &\leq a_2 & x_{12} + x_{22} + \dots + x_{m2} &= b_2 \\
 &\vdots & & \\
 x_{m1} + x_{m2} + \dots + x_{mn} &\leq a_m & x_{1n} + x_{2n} + \dots + x_{mn} &= b_n \\
 x_{ij} &\geq 0
 \end{aligned} \tag{A-53}$$

Како би било могуће решити овај тип отвореног транспортног проблема потребно је отворени транспортни проблем претворити у затворени транспортни проблем. Другим речима потребно је општи проблем за минимум претворити у канонски проблем за минимум. Потребно је додати „фиктивно“ одредиште (R_f) чији је капацитет (b_f) онолико колико је већа понуда од потражње.

$$b_f = \sum_i a_i - \sum_j b_j \tag{A-54}$$

Јединични трошкови превоза су нула. Када се изједначе капацитети исходишта и одредишта добијамо затворени транспортни проблем.

Допуњени, оригинални облик транспортног проблема се може написати на следећи начин:

- метода северо-западног угла,
- метода минималних трошкова,
- Вогелова апроксимативна метода,
- метода двојног првенства,
- метода Russel-ових апроксимација и др.

а методе за добијање оптималног решења транспортног проблема линеарног програмирања су:

- метода степинг-стоне
- метода релативних трошкова и
- МОДИ метода
- Форд-Фулкерсова метода и
- метода условно-оптималних планова.

Детаљне разраде ових метода могу се наћи у литератури (Петрић et al. 1983), (Петрић, 1987), (Томић, 1982) итд.

А.2.5.1. Методе за добијање почетног решења

А.2.5.2. Метода северо-западног угла

Метода северо-западног угла назива се још и дијагоналном методом. Та метода даје почетно базично недегенерисано решење код којег је број заузетих поља једнак $m+n-1$. Како би добили почетно решење (почетни распоред терета) потребно је урадити следеће:

Распоред терета започиње у горњем левом углу („северо-западном углу“). На поље 1,1 ставља се максимална количина терета која је могућа с обзиром на капацитете исходишта I_1 и потребе одредишта R_1 . Ако је капацитет исходишта I_1 у потпуности искоришћен прелазимо на поље 2,1, тј. на исходишта I_2 како би задовољили све потребе одредишта O_1 , а ако су задовољене потребе одредишта R_1 , а капацитет исходишта I_1 није у потпуности искоришћен тада прелазимо на поље 1,2, тј. задовољавамо потребе одредишта I_2 преосталом понудом из исходишта I_1 . Тај поступак се наставља све до доњег десног угла поља m,n , док сви капацитети исходишта нису искоришћени и све потребе одредишта нису задовољене.

Применом методе северо-западног угла не обраћа се пажња на трошкове превоза. Ова метода води рачуна само о задовољењу услова из скупа ограничења за исходишта и одредишта те је због тога почетни распоред терета добијен том методом јако удаљен од оптималног решења.

А.2.5.3. Метода минималних трошкова

Метода минималних трошкова даје бољи почетни распоред терета од методе северо-западног угла, односно тај је почетни распоред терета ближи оптималном решењу него почетни распоред терета добијен методом северо-западног угла. Метода минималних трошкова води рачуна и о висини трошкова, а не само о задовољавању услова исходишта и одредишта.

Како би добили почетни распоред терета помоћу методом минималних трошкова потребно је у матрици трошкова пронаћи најмањи трошак. На то поље уписује се максимална количина терета с обзиром на капацитет исходишта и потребе одредишта. Уколико се у матрици трошкова пронађу два или више минималних трошкова прво је потребно попунити поље на које је могуће ставити више терета. Ако је задовољена потреба одређеног одредишта или је искоришћен капацитет неког од исходишта у следећем разматрању искључујемо ту колону или врсту. Поступак се понавља на остатку матрице трошкова тако дуго док сви капацитети исходишта нису потрошени и све потребе одредишта нису задовољене.

А.2.5.4. Вогелова апроксимативна метода

Вогелова апроксимативна метода најефикаснија је метода за добијање почетног распореда терета. Почетни распоред терета најближи је оптималном решењу, ако није и само оптимално решење. Ова метода ставља у однос трошкове превоза и на темељу тога распоређује терет уз задате услове исходишта и одредишта.

Вогелова апроксимативна метода за тражење почетног распореда терета састоји се од више корака. У првом кораку те методе потребно је у свакој врсти и свакој колони пронаћи два најмања трошка те између њих пронаћи разлику која се уписује у колону „разлика врсте“ (R_i) те врсту „разлика колоне“ (R_j). У другом кораку потребно је пронаћи највећу разлику врсти или колоне. У врсти или колони у којем је највећа разлика трошка проналази се најмањи трошак и на то се поље уписује

максимална количина терета. Поступак је потребно понављати од првог корака све док се сви капацитети исходшта не искористе, а све потребе одредишта не задовоље.

Ако се код израчунавања разлике врсте и колоне појаве два или више иста највећа броја, тада је потребно проверити у којем се од тих врста или колоне налази мањи трошак превоза и на њега се ставља максимална количина терета, а ако се догоди да су и трошкови једнаки тада се одабира оно поље на које је могуће ставити већу количину терета.

Почетни распоред терета добијен Вогеловом апроксимативном методом најближи је оптималном решењу транспортног проблема.

A.2.5.5. Методе за добијање оптималног решења транспортног проблема

Метода скакања с камена на камен

Метода скакања с камена на камен назива се још и метода релативних трошкова. То је метода за добивање оптималног решења транспортног проблема за коју је потребан почетни распоред терета.

Након добијања почетног распореда терета једном од метода започиње примена методе скакања с камена на камен. Прво је потребно израчунати релативне трошкове (c_{ij}^*) за сва незаузета поља, тј. за сва поља на којима се не налази терет. Релативни трошак може бити позитиван или негативан број, а он нам показује за колико новчаних јединица би се укупни трошкови смањили или повећали по јединици терета уколико се одабере одређена релација. Дакле, позитиван релативни трошак показује за колико новчаних јединица по јединици терета су укупни трошкови увећани због тога што нека релација, за коју се израчунава релативни трошак, није на рути транспорта. Негативни релативни трошак показује за колико новчаних јединица по јединици терета су укупни трошкови смањени због тога што је нека релација, за коју се израчунава релативни трошак, на рути транспорта.

Све док се на било којем пољу налази позитивни релативни трошак није постигнуто оптимално решење и потребно је направити нови распоред терета који укључује и поље са позитивним релативним трошком. Ако смо добили више позитивних релативних трошкова тада узимамо највећи због тога што ће се укупни трошкови највише смањити (брзина смањивања укупних трошкова директно зависи о релативним трошковима и количини терета). Ако постоје два или више једнака највећа позитивна релативна трошка тада бирамо онај на чије поље можемо ставити највише терета како би се укупни трошкови брже смањивали. Како би утврдили да ли смо дошли до оптималног решења поновно је потребно израчунати релативне трошкове за сва незаузета поља. Како би израчунали релативне трошкове потребно је пронаћи „затворени пут“ преко заузетих поља. „Затворени пут“ је могуће дефинисати кроз три правила:

1. Било која два узастопна поља морају се налазити у истој колони или врсти;
2. Три узастопна поља не могу се налазити у истој колони или врсти;
3. Посљедње поље мора се налазити у истој колони или врсти у којој се налази и поље за које рачунамо релативни трошак.

Након што смо одредили „затворени пут“ потребно је збројити трошкове превоза и то на начин да поље за које се рачуна релативни трошак има негативан предзнак, прво заузето поље на путу негативан, следеће опет позитиван и тако све до поља од које смо кренули.

МОДИ метода

МОДИ метода је скраћени назив за „The Modified Distribution Method“. То је метода за коју је такође потребан почетни распоред терета и равноправна је методи скакања с камене на камен. МОДИ метода је модификована и специјализована симплекс метода за решавање транспортног проблема. МОДИ метода израчунава релативне трошкове уз помоћ дуалних непознатих, u_i и v_j . За сваку врсту потребно је израчунати вредност дуалне непознате u_i , а за сваку колону вредност непознате v_j . За свако заузето поље вреди да је $c_{ij} = u_i + v_j$. Како би било могуће израчунати вредности за u_i и v_j узима се да је $u_1 = 0$ те се сада могу израчунати све вредности дуалних непознатих.

После рачунања релативних трошкова поступак је једнак као и код методе скакања с камена на камен. Одабере се позитиван релативни трошак, тражи се „затворени пут“ преко заузетих поља и по том путу сели се терет. Након прерасподеле терета израчунавају се укупни трошкови и завршава прва итерација.

A.2.5.6. Дегенерација код транспортног проблема

Код транспортног се проблема дегенерација јавља када је нека парцијална сума од a_i једнака некој парцијалној суми од b_j . Недегенерирано базично решење је оно које има $m+n-1$ заузетих поља, док је дегенерисано базично решење оно којем је збир заузетих поља мањи од $m+n-1$ и такво базично решење није могуће побољшати методама за добијање оптималног решења које захтевају почетни распоред већ је потребно дегенерисано решење претворити у недегенерисано. Дегенерацију је могуће добити приликом постављања почетног распореда терета било којом од метода или у некој од итерација.

Дегенерацију је могуће приказати графички помоћу стабла са чворовима који представљају исходшта и одредишта те гранама које приказују везе између њих. Када приказујемо недегенерирано решење дрво је непрекинуто, а састоји се од $m+n$ чворова и $m+n-1$ грана.

A.2.6. Целобројно линеарно програмирање (ЦЛП)

Целобројно линеарно програмирање (ЦЛП) је посебан случај линеарног програмирања где се захтева да непознате у функцији циља и ограничењима, поред захтева о ненегативности, имају и целобројну вредност. Такав захтев увек произилази из природе проблема, односно променљивих. Проблем целобројне оптимизације јавио се још крајем четрдесетих година овог века. Ипак, тек 1958. године Американац Gomory је развио први алгоритам за решавање целобројног линеарног програмирања. Од тада је развијено више метода за потребе решавања ових проблема. У неким задацима ЦЛП захтева се да све променљиве буду целобројне, док се код других захтева целобројност само неких променљивих, па постоји такозвано мешовито програмирање. Специјалан случај ЦЛП је бинарно или 0-1 програмирање где се захтева да променљиве узму вредности 0 или 1.

Општи математички модел ЦЛП дефинише се на следећи начин:

$$\min / \max F = \sum_{j=1}^n c_j x_j; \quad (\text{A-66})$$

уз услове

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j (\geq, =, \leq) b_i, \quad (i = 1, 2, \dots, m), \quad (\text{A-67})$$

$$x_j \geq 0 \text{ i целобројно} \quad (j = 1, 2, \dots, n)$$

Методе које су развијене за решавања ЦЛП могу се поделити у две основне групе: метода претраживања и метода сечења.

Метода претраживања полази од претпоставке да је скуп допустивих решења коначан када су у питању програми чистог целобројног програмирања. Испитивањем (пребројавањем или енумерацијом) свих допустивих решења у једноставнијим примерима може се одредити оптимално решење. Могуће је одредити правила на основу којих се одједном одбацује више решења за која се утврди да нису оптимална (метод гранања и ограђивања). Методе претраживања укључују две најзначајније методе: методу имплицитне енумерације и методу гранања и ограђивања. Методе енумерације су погодне за проблеме 0-1 програмирања.

Методу секућих равни се заснивају на чињеници да се решење линеарног проблема мора налазити у екстремној тачки скупа допустивих решења. Полазећи од линеарног проблема без услова целобројности, додавањем ограничења која су дефинисана за текуће нецелобројно решење, али не и за допустиво целобројно решење, долази се до оптималног решења.

Други начин решавања проблема ЦЛП помоћу сечења везан је за конструисање конвексног омотача скупа допустивих решења, а затим за примену симплекс методе (асимптотски проблем).

Постоји неколико посебних метода развијених за специфичне проблеме као што су проблем ранца, проблем трговачког путника, проблем распоређивања итд.

Заједничка карактеристика метода секућих равни је та да допустиво (целобројно) решење није познато до самог завршетка примене одговарајућег алгоритма.

У неким специјалним случајевима до решења проблема целобројног програмирања се може доћи методама ЛП. Наиме, ако је скуп допустивих решења тзв. целобројни полиедар (сва његова темена

имају целобројне координате) тада се до оптималног целобројног решења може доћи симплекс методом.

Детаљна разрада методе гранања и ограђивања, методе имплицитне еnumerације и методе секућих равни приказане су у литератури (Петрић et al. 1983), (Петрић, 1989), (Wagner, 1975) итд.

A.2.7. Метода распоређивања

Транспортни проблем се може третирати и као модел распоређивања n активности или ресурса на m извршилаца или места. У литератури се често ови проблеми сврставају и у друге области математичког програмирања, па чак и у посебну групу модела о распоређивању.

Приликом формулације математичког модела распоређивања по општем моделу транспортних проблема (A-45) и (A-46) представља број извршилаца или места i -те категорије, док b_j представља потребе за групама активности или ресурса j -врсте.

За решавање задатака методе распоређивања, када се желе добити непознате као целобројне или бинарне (0-1) вредности, могу да се користе и методе целобројног линеарног програмирања тј. бинарног програмирања.

У том случају општа формулација проблема може се представити на начин (A-68) ($a_i = b_j = 1$, или неки цео број).

$$\begin{aligned} \max F &= \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m c_{ij} x_{ij}, \\ \sum_{j=1}^n x_{ij} &= 1, \quad (i = 1, 2, \dots, m), \\ \sum_{i=1}^m x_{ij} &= 1, \quad (j = 1, 2, \dots, n). \end{aligned} \quad (\text{A-68})$$

Прво ограничење указује да се једном извршиоцу или месту може доделити само једна активност или ресурс, док друго ограничење указује на то да се на једној активности може ангажовати само један извршилац или једном ресурсу може бити додељено само једно место. Код ограничења могу бити постављени и знаци једнакости и тада се ради о затвореном проблему распоређивања, док је у супротном проблем отвореног типа.

A.2.8. Мешовито програмирање

Уопштење целобројног линеарног програмирања је мешовито линеарно програмирање, где само неке од променљивих узимају целобројне вредности. Математичка формулација у општем облику је следећа:

$$\max \sum_{j=1}^{n_1} c_j^{(1)} y_j + \sum_{j=1}^{n_2} c_j^{(2)} x_j \quad (\text{A-69})$$

при ограничењима:

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^{n_1} a_{ij}^{(1)} y_j + \sum_{j=1}^{n_2} a_{ij}^{(2)} x_j &= b_i, \quad (i = 1, 2, \dots, m), \\ y_j &\geq 0 \quad \text{и} \quad y_j \in \mathbb{Z} \quad (j = 1, 2, \dots, n_1), \\ x_j &\geq 0, \quad (j = 1, 2, \dots, n_2). \end{aligned} \quad (\text{A-70})$$

Осим начина дефинисања променљивих у једначинама (A-69) и (A-70) може се захтевати и да једна група непознатих (x или y) буде бинарног (0 или 1) карактера.

Најчешће коришћена метода за решавање овакве врсте задатака је метода гранања и ограђивања која је детаљно обрађена у литератури (Петрић et al. 1989) и (Wagner, 1975).

A.2.9. Оптимизација на мрежама

Модели оптимизације на графовима и мрежама као што су путне, електричне, телекомуникационе, рачунарске и друге представљају значајну област примене операционих истраживања код решавање важних практичних задатака. Поред оних који се односе на реалне мреже, постоји и читав низ других проблема који се могу формулисати као задаци оптимизације на графу или мрежи. На пример, управљање пројектом се ради уз помоћ мрежног планирања (технике CPM и PERT), неки задаци у планирању производње и распоређивања послова могу се формулисати као задаци оптимизације на графу или мрежи. Велики број проблема оптимизације на мрежама може се свести на неки од карактеристичних задатака за које већ постоје развијени ефикасни алгоритми. Према класификацији datoј у (Вујошевић et al. 1997) развијени алгоритми односе се на решавање следећих задатака:

1. Налажење најкраћег пута између два задата чвора у мрежи (алгоритми Dijkstre и Belmana);
2. Налажење најкраћег пута између једног задатог и свих осталих чворова у мрежи (алгоритми Dijkstre и Belmana);
3. Налажење најкраћег пута између свака два чвора у мрежи (Floydov алгоритам);
4. Налажење најкраћих путева између два задата чвора у мрежи (Jenov алгоритам);
5. Одређивање најкраћег пута са унапред задатим бројем чворова (алгоритми за решавање проблема трговачког путника);
6. Одређивање максималних (минималних) протока у мрежама (Ford-Falkersonovog алгоритам).

Проблеми од 1 до 5 спадају у групу одређивања оптималних путева у мрежама, док шести представља проблем екстремизације протока у мрежама.

За решавање задатка оптимизације на мрежама користе се модели и резултати теорије графова. Детаљна разрада побројаних метода представљена је у (Вујошевић et al. 1997).

A.2.10. Локацијски проблеми

Посебну класу задатака оптимизације чине проблеми локације (Вујошевић et al. 1997) којима се у општем случају одређује положај (локација) на пример неких нових објеката у постојећем простору у коме се већ налазе други релевантни објекти. Нови су на пример обично објекти који представљају неку врсту центара који пружају услуге (снабдевачи), а постојећи објекти су корисници услуга или клијенти (корисници). Аналогно лоцирању објеката могу се код комасације лоцирати фарме или нове парцеле.

Могуће су различите класификације локацијских проблема па се у том смислу и могу класификовати и критеријуми као на пример:

- а) број нових објеката које треба разместити (један или више);
- 2) карактер објекта (пожељан или непожељан);
- 3) могући положај објекта (да ли постоји одређен дискретни скуп потенцијалних локација или се објекат може поставити на било коју другу позицију);
- 4) карактер простора у који се лоцира објекат (раван, мрежа или нешто треће);
- 5) метрика која се користи за рачунање растојања између две тачке у посматраном простору.

У локацијским проблемима је потребно одредити растојање између две тачке у посматраном простору на основу познавања њихових координата. За решење локацијског проблема значајно утиче начин на који се рачуна растојање између две тачке у посматраном простору, па је са тим у вези уведена метрика као начин на који се одређује то растојање. Најзначајније су и највише се користе у пракси следеће метрике: правоугаона, Еуклидова, Чебишевљева. При решавању локацијских проблема важно је нагласити која метрика се користити, поготову када се оне разликују од Еуклидове која се обично подразумева.

Када су тачке, на које се може поставити нови објекат, елементи коначног скупа, ради се о дискретном локацијском проблему, а када тачке локације припадају некој некој непрекидној функцији ради се о континуираном локацијском проблему.

Решавање локацијских проблема детаљно је приказано у (Вујошевић et al. 1997).

A.3. Нелинеарно програмирање

Нелинеарно програмирање (НП) обухвата сваки задатак оптимизације код кога критеријумска функција и/или функције ограничења имају нелинеарни карактер. Нелинеарни програми су знатно сложенији за решавање од линеарних програма, јер сваки проблем је на неки начин проблем за себе и најчешће

захтева посебне методе решавања или прилагођевање неке од познатих метода. Из тих разлога за детаљнију анализу и приказивање метода у овом додатку нема места.

Поставка проблема НП има следећи изглед:

$$\text{функција циља} \quad \min(\max) f(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (\text{A-71})$$

$$\begin{aligned} \text{са ограничењима} \quad & g_i(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq 0 \quad \text{за } i = 1, 2, \dots, m, \\ & h_i(x_1, x_2, \dots, x_n) = 0 \quad \text{за } i = 1, 2, \dots, l, \\ & x_i \in X \quad \text{за } i = 1, 2, \dots, n, \end{aligned} \quad (\text{A-72})$$

где су $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ и све $g_i(x_1, x_2, \dots, x_n)$ и $h_i(x_1, x_2, \dots, x_n)$ континуалне функције n променљивих из неког скупа X , међу којима неке од њих могу да садрже нелинеарне чланове. Обично се узима да је скуп X скуп реалних бројева или скуп позитивних реалних бројева, па се уместо последње линије у поставци проблема пише $x_i \geq 0$ за $i = 1, 2, \dots, n$.

Надаље ћемо сматрати да се проблем формулише на скупу реалних броје и да вредности непознатих припадају скупу позитивних реалних бројева јер је управо такав *реалан* модел који нашао примену у овом раду.

Проблем се такође може формулисати и у матричном облику. Нека су f , g , и h_i функције векторске променљиве дужине n . Проблем онда гласи:

$$\text{функција циља} \quad \min(\max) f(x) \quad (\text{A-73})$$

$$\begin{aligned} \text{ограничења} \quad & g_i(x) \leq 0 \quad \text{за } i = 1, 2, \dots, m, \\ & h_i(x) = 0 \quad \text{за } i = 1, 2, \dots, l, \\ & x_i \in X \quad \text{за } i = 1, 2, \dots, n, \end{aligned} \quad (\text{A-74})$$

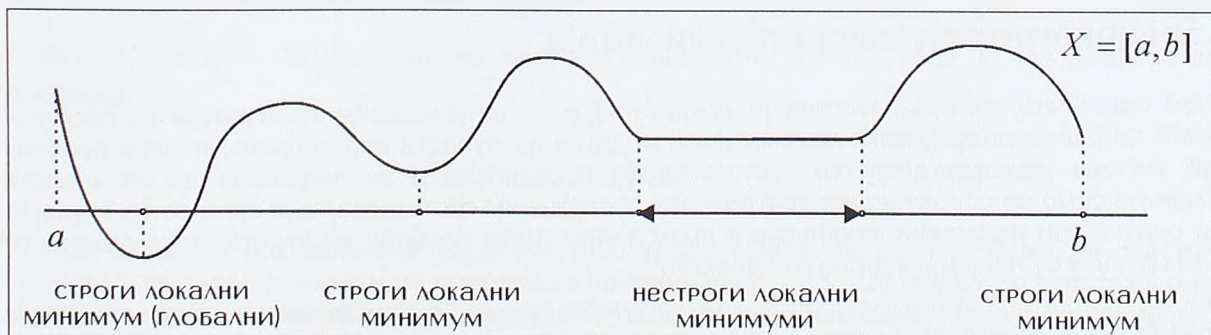
где је $x = [x_1, x_2, \dots, x_n]^T$ непозната векторска променљива.

Из претходног се може извести закључак да проблеми линеарног програмирања представљају подскуп скупа проблема нелинеарног програмирања. Проблем нелинеарног програмирања се своди на линеаран управо онда када су сва ограничења и функција циља линеарни и такви проблеми се могу решити методама линеарног програмирања.

Систематизација метода НП је у литератури (Оприцовић, 1992) приказана на следећи начин: метода безусловне оптимизације (модел без ограничења), метода условне оптимизације (модел са ограничењима), конвексно програмирање (функције критеријума и ограничења су конвексне) у оквиру кога је градијентна метода, квадратно, разломљено, сепарабилно, геометријско, целобројно, бинарно (0-1) итд.

Ако је функција циља конкавна, а функције ограничења конвексне онда се проблем назива конвексним и за његово решавање се могу применити методе конвексне оптимизације.

Када се ради о неконвексним проблемима постоји више приступа њиховом решавању које се углавном свде на специјализацију постојећих метода линеарног програмирања или на рашчлањивање таквог проблема на мање конвексне или линеарне делове.



Слика А.2. Локални и глобални минимуми, конкавност и конвексност

Условна оптимизација НП може имати следеће комбинације функција:

- ограничења линеарне једначине (решавају се методом замене),
- ограничења линеарне неједначине,

- функција циља квадратна, ограничења линеарна (квadratно програмирање)
- ограничења нелинеарне једначине и/или неједначине.

Приближна метода казних функција има универзалну примену, тј. може се применити на већину наведених проблема.

Стање теоријског приступа у области НП огледа се у следећем:

- 1) постоји карактеризација локалних минимума што представља неопходне и довољне услове за оптималност,
- 2) карактеризација глобалних минимума не постоји (Слика А.2), осим у специјалним случајевима, као што је линеарно програмирање, конвексно програмирање, итд.
- 3) методе нелинеарног програмирања су поступци за ефективно налажење локалних минимума.
- 4) методе глобалне оптимизације комбинују методе нелинеарног програмирања са разним техникама претраживања допустивог скупа у циљу налажења глобалних минимума. Ако се ради о проблемима малих димензија са затвореним и ограниченим допустивим скупом у принципу се могу наћи сви локални минимуми и од њих одабрати најбољи. У пракси се обично ради са проблемима великих димензија, тако да се проблеми глобалне оптимизације решавају углавном хеуристичким методама.

Опширнији преглед метода решавања НП дат је у (Оприцовић, 1992).

У наставку је приказано квадратно програмирање као специјалан случај нелинеарног програмирања који се веома често користи и који спада у најједноставније програме НП.

А.3.1. Квадратно програмирање

Поставка задатка квадратног програмирања има следећи изглед:

$$\text{функција циља} \quad \min(\max) f(x) \equiv x^T Q x + c^T x \quad (\text{A-75})$$

$$\begin{aligned} \text{са ограничењима} \quad & g_i(x) \leq 0 \quad \text{за } i = 1, 2, \dots, m, \\ & h_i(x) = 0 \quad \text{за } i = 1, 2, \dots, l, \\ & x_j \geq 0 \quad \text{за } j = 1, 2, \dots, n, \end{aligned} \quad (\text{A-76})$$

где је c вектор-ред, x и b су вектори, а Q ($n \times n$) и A ($n \times m$) су матрице.

Ако је Q позитивна семидефинитна матрица ($n \times n$), онда је f конвексна функција. У овом случају проблем има свој максимум ако постоји решење које задовољава ограничења и ако је f ограничена са горње стране како би било могуће наћи решење. Ако је матрица Q позитивна дефинитна онда је тај максимум јединствен. Ако је Q нула матрица онда се проблем своди на линеарно програмирање.

Ако је функција циља квадратна, ограничења линеарна таква се форма моће применити код расподеле комасационе масе.

Процес решавања задатка квадратног програмирања у (Петрић et al. 1992) и (Hillier, 2004).

А.4. Вишекритеријумска оптимизација

Проблем практичне примене метода једнокритеријумске оптимизације произилази из проблема немогућности да једнокритеријумски математички модел у потпуности верно опише реални проблем. Недостатак метода једнокритеријумске оптимизације произилази и из чињеница да се квалитет решења оцењује само на основу једног критеријума. У сложеним системима то је врло ретко случај јер доносиоци одлуке при решавању проблема у пракси увек имају потребу да уврсте више различитих критеријума од којих су неки међусобно конфликтни.

Модел за налажење оптимума једне критеријумске функције су обично само апроксимација реалних проблема у којима доносилац одлуке мора да води рачуна о више циљева. У овом раду описане су математички модели и методе које треба да помогну доносиоцу одлуке у анализи и избору решења на основу више критеријума који се истовремено разматрају. Притом, као и у случају једнокритеријумске оптимизације, доносилац одлуке имплицитно задржава слободу да прихвати, промени или одбаци решење добијено на основу математичког модела оптимизације.

Методе које од самог почетка формирања математичког модела за одређени реални проблем воде рачуна о више циљева истовремено развијају се у области вишекритеријумске оптимизације (ВКО), која свој интензиван развој има од краја седамдесетих година двадесетог века.

ВКО подразумева налажење решења које је најбоље по свим разматраним критеријумима истовремено, а чињеница је да су неки од њих у скоро свим проблемима одлучивања међусобно делимично или потпуно конфликтни. Поред тога, разматрани критеријуми могу по својој природи бити веома разнородни и изражени у различитим мерним јединицама, од новчаних јединица, преко јединица физичких величина, до вероватноћа или субјективних процена датих по некој скали која се формира за конкретни проблем. Све ово указује да коначно јединствено решење не може да се одреди без учешћа доносиоца одлуке.

Задатке вишекритеријумске оптимизације у сложеним системима код којих се доносе важне одлуке карактерише релативно велики број критеријума. Што је број критеријума већи, задаци анализе су сложенији и тежи. У одлучивању учествује већи број појединаца или група и сви они фаворизују своје системе вредности, односно критеријуме који најбоље одсликавају интересе групе којој припадају. Ради ефикаснијег анализирања одлуке и проналажења погодног решења критеријуми се групишу. Уобичајене су економске, техничке, технолошке, социјалне и еколошке групе критеријума.

Према намери доносиоца одлуке, односно према проблему који треба да реши, вишекритеријумски задаци се класификују у следеће три групе:

- задаци вишекритеријумске оптимизације којима се решавају проблеми одређивања подскупа решења која задовољавају одређене услове и/или избора једног решења из овог подскупа,
- задаци вишекритеријумског или вишеатрибутног рангирања којима се решавају проблеми одређивања потпуног или делимичног редоследа, ранг листе, решења која припадају коначном и пребројивом скупу;
- задаци вишекритеријумске или вишеатрибутне селекције којима се решавају проблеми избора одређеног броја решења која припадају коначном и пребројивом скупу.

У тексту који следи приказивању ВКО користиће се следећа математичка означавања:

$x = (x_1, \dots, x_j, \dots, x_n)$ - решење, вектор управљачких променљивих, променљивих алтернатива или одлука

D - скуп допустивих решења

$f_k : R^n \rightarrow R$ - критеријумска функција или функција циља, $k = 1, \dots, p$

$g_i : R^n \rightarrow R$ - функције ограничења, $i = 1, \dots, m$.

Аналогно задацима једнокритеријумске оптимизације, општи облик задатка ВКО је одређивање вектора $x = (x_1, \dots, x_n)$ тако да критеријумске функције $f_k(x)$, $k = 1, \dots, p$, имају оптималну (минималну или максималну) вредност, тј. Треба решити следећи математички задатак:

$$\begin{aligned} \text{opt } \{ (f_1(x), \dots, f_k(x), \dots, f_p(x)) \mid x \in D \subset R^n \} \\ D = \{ x \in R^n \mid g_i(x) \leq 0, i = 1, \dots, m \} \end{aligned} \quad (\text{A-77})$$

Ако се са $f(x)$ означи вектор критеријумских функција $f(x) = (f_1(x), \dots, f_k(x), \dots, f_p(x))$ онда се од задатака ВКО захтева да одређивање вектора непознатих $x = (x_1, \dots, x_n)$ као решења задатка оптимизације

$$\min \{ f(x) \mid x \in D \subset R^n \}. \quad (\text{A-78})$$

У вези са овако постављеним задатком ВКО треба уочити да претпоставка да све функције критеријума треба минимизирати не ограничава применљивост овог модела јер се задатак у коме неку од функција треба максимизирати преводи у задатак минимизације негативне вредности те критеријумске функције.

Први корак у ВКО јесте испитивање да ли у допустивом скупу постоје решења која дају максималне вредности за сваку критеријумску функцију понаособ. Одређивање тих решења x^{k*} , $k = 1, \dots, p$, постиже се решавањем одговарајућих појединачних оптимизационих задатака.

Решења која се добијају решавањем следећих појединачних независних задатака

$$\min_{x \in D} f_k(x), \quad k = 1, \dots, p \quad (\text{A-79})$$

означавају се са x^{k*} , $k = 1, \dots, p$, и називају се **маргинална решења** задатка ВКО одговарајуће оптималне вредности појединачних критеријума су $f^{k*} = f_k(x^{k*})$.

За задатке ВКО у којима се сва маргинална решења поклапају каже се да постоји **савршено решење**.

Савршено решење $x^* \in D$ је оно решење за које све критеријумске функције истовремено постижу минимум

$$f_k(x^*) \leq f_k(x), \quad x \in D, \quad k = 1, \dots, p. \quad (\text{A-80})$$

У пракси су веома ретки случајеви када постоји савршено решење задатка ВКО. Разлике у критеријумима, а поготову њихова потпуна или делимична конфликтност, представљају суштину проблема ВКО. Зато је концепт савреног решења веома ограниченог теоријског и практичног значаја.

Доносилац одлуке (ДО) треба на крају да усвоји неко решење. Решење које прихвати доносилац одлуке назива се најбоље или *преферирано решење*.

Задатак је ВКО да помогне досиоцу одлуке да изабере решење које сматра најбољим у датом проблему. Зато се напори ка решавању постављеног вишекритеријумског проблема често називају **вишекритеријумска анализа**.

Чињеница да задаци ВКО по правилу немају савршено решење упућује на преиспитивање концепта оптималности у контексту постојања више критеријума. Другим речима, пошто не постоји решење које је најбоље по свим критеријума истовремено, нема оправдања да се за неко решење каже да је оптимално. Зато се у ВКО користи концепт за оцену ваљаности решења који се назива **концепт Парето оптималности**.

Решење $x^* \in D$ је **доминантно решење** задатка ВКО ако не постоји $x \in D$ тако да је

$$f_k(x) \leq f_k(x^*), \quad k = 1, \dots, p. \quad (\text{A-81})$$

При чему је бар за једно $q \in \{1, 2, \dots, p\}$ важила строга неједнакост $f_q(x) < f_q(x^*)$.

Другим речима, у допустивом скупу не постоји решење које би било боље од доминантног бар по једном критеријуму, а да притом није горе ни по једном од осталих критеријума. То значи да би побољшавање бар једног критеријума у односу на доминантно решење било праћено погоршавањем неког од других критеријума.

Значај концепта **Парето оптималности** састоји се у томе што рационални доносилац одлуке неће бирати решење које није доминантно. Зато је важно да се при развоју метода ВКО води рачуна да решења која се добијају буду доминантна. Лако је показати да је свако маргинално решење x^{k*} кандидат да буде доминантно. Стварно, по дефиницији је $f_k(x^{k*}) \leq f_k(x)$ што значи да не постоји $x \in D$ тако да је $f_k(x) < f_k(x^{k*})$. Поред тога, очигледно је да је савршено решење доминантно.

Доносилац одлуке ће изабрати најбоље решење на основу вредности критеријума. Зато је упутно задатак ВКО анализирати управо на том скупу. Скуп S свих вредности које узима вектор критеријумских функција на допустивом скупу D назива се критеријумски скуп, скуп плаћања, скуп исхода или скуп вредности критеријума.

$$S = \{(f_1(x), \dots, f_p(x)) \mid x \in D\} = \{f(x) \mid x \in D\}. \quad (\text{A-82})$$

Вектор критеријума, односно елеменат скупа S обележаваћемо укратко и са $f = (f_1, \dots, f_k, \dots, f_p)$ и ради једноставности по потреби називати тачком у скупу S . У критеријумском скупу S дефинишу се доминантне и слабо доминантне вредности вектора критеријума, односно доминантне и слабо доминантне тачке.

Тачка f^* је доминантна ако не постоји $f \in S$ тако да је $f_k \leq f_k^*$, $k=1, \dots, p$ при чему би бар једно $q \in \{1, 2, \dots, p\}$ важила строга неједнакост $f_q < f_q^*$.

Веза између доминантних решења и доминантних тачака је следећа:

Тачка f^* је доминантна ако и само ако постоји доминантно решење x^* тако да важи

$$f_k^* = f_k(x^*), \quad k = 1, \dots, p. \quad (A-83)$$

На скупу S се могу уочити и објаснити основни појмови и особине појединих задатака ВКО. У овом контексту значајна је анализа конвексности скупа S јер ако скуп S има особину конвексности, онда се може закључити да неке од примењених метода гарантују добијање доминантног решења или да се избором појединих параметара у некој методи може добити било које доминантно решење. Наводимо, ради илустрације, само пар неколико познатих ставова.

Ако је допустиви скуп D конвексан и ако су критеријумске функције $f_k(x)$, $k = 1, \dots, p$ линеарне, онда је скуп вредности критеријума S конвексан.

Нека је D конвексан скуп и нека су f_k конкавне. Ако за произвољно $x \in D$ и $u' \leq f(x)$ (тј. $u_1' \leq f_1(x), \dots, u_p' \leq f_p(x)$) постоји x' такво да је $u' = f(x')$, тада је критеријумски скуп S конвексан.

Посебан случај је када је S непразан скуп који садржи коначан број елемената. Тада постоји бар једна доминантна тачка, тј. сви такви задаци (вишеатрибутна оптимизација) садрже бар једно доминантно решење.

Као што је већ речено, када не постоји савршено решење задатка ВКО, у одређивању најбољег решења пресудну улогу има доносилац одлуке. Он је тај који одлучује шта му је важније и које решење радије прихвата ("преферира").

Чињеница да задаци ВКО по правилу немају савршено решење упућује на преиспитивање концепта оптималности и дефиниције оптималног решења. Кључну улогу у томе има концепт Парето оптималности. То је проширење познатог концепта оптималности који се користи у класичној једнокритеријумској оптимизацији.

Парето оптимум се дефинише на следећи начин:

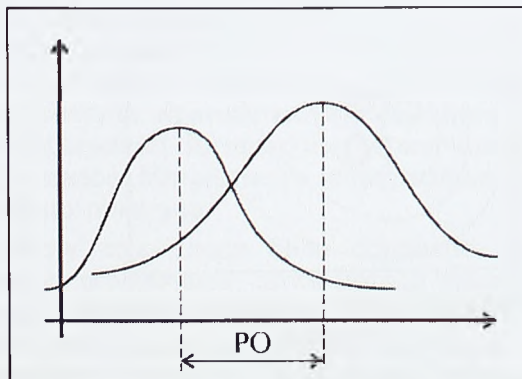
Допустиво решење x^* представља Парето оптимум задатка ВКО ако не постоји неко друго допустиво решење x такво да важи:

$$f_k(x) \geq f_k(x^*) \quad \forall k = 1, \dots, p \quad (A-84)$$

при чему бар једна од неједнакости прелази у строгу неједнакост „>“.

Другим речима, x^* је Парето оптимум ако би побољшање вредности било које функције циља проузроковало погоршање вредности неке друге функције циља (Слика А.3). За Парето оптимум постоје следећи синоними: *ефикасно, доминантно и недоминирано решење*.

Поред Парето оптимума дефинишу се и слаби и строги (јаки) Парето оптимуми:

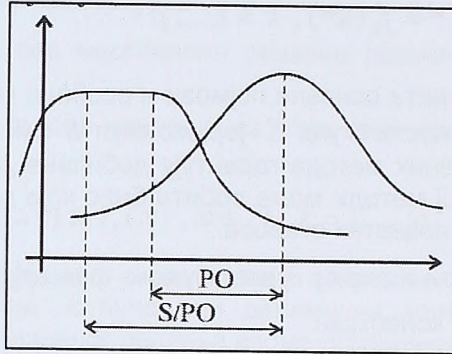


Слика А.3. Илустрација Перето оптимума

Допустиво решење x^* је слаби Парето оптимум ако не постоји неко друго допустиво решење x такво да важи:

$$f_k(x) > f_k(x^*) \quad \forall k = 1, \dots, p. \quad (\text{A-85})$$

Другим речима, x^* је слаби Парето оптимум ако није могуће истовремено побољшати све функције циља (Слика А-4).



Слика А.4. Илустрација Слабог Парето оптимума

Парето оптимално решење x^* је строги Парето оптимум ако постоји број $\beta > 0$ такав да за сваки индекс $k \in [1, \dots, p]$ и свако x које не постоји савршено решење задовољава:

$$f^k(x) > f^k(x^*) \quad (\text{A-86})$$

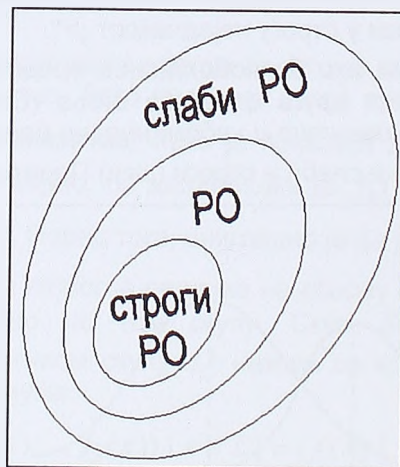
постоји бар једно $l \in [1, \dots, p] \setminus [k]$ такво да је:

$$f^l(x) < f^l(x^*) \quad (\text{A-87})$$

и да важи:

$$\frac{f^k(x) - f^k(x^*)}{f^l(x^*) - f^l(x)} \leq \beta \quad (\text{A-88})$$

Строги Парето оптимум издваја она Парето решења чије промене не проузрокују превелике релативне промене у функцијама циља.



Слика А.5. Слаби и строги Парето оптимум

Однос између описаних оптимума је такав да сваки скуп строжијих Парето оптимума представља подскуп слабијих оптимума, тј. сваки Парето оптимум је истовремено и слаби Парето оптимум, а сваки строги Парето оптимум је и Парето оптимум. Однос ових скупова је дат на Слици А.5.

А.4.1. Методе за решавање задатака ВКО

Према приступу решавању задатка методе зависно од тога како се и када доносилац одлуке укључује у решавање метода ВКО које се класификују у следеће три групе:

- **А постериори методе** у којима се доносилац одлуке (ДО) информише о доминантним (Парето оптималним) решењима математичког модела, а он на основу њих доноси коначну одлуку.
- **А приори методе** у којима се информације о односу ДО према критеријумима уграђују у математички модел или методу *а приори*, тј. пре било каквог решавања модела, а коначна одлука се доноси на основу тако добијеног решења.
- **Интерактивне методе** у којима ДО активно учествује током решавања модела. У њима се итеративно комбинују методе из претходне две групе, тј. ДО прво даје прелиминарне информације о својим преференцијама, а затим када добије решење, може променити информације или решење. Овај поступак се итеративно понавља све док ДО не буде коначно задовољан добијеним решењем.

ДО се у апостериорном приступу укључује у анализу и решавање свог проблема после одређивања скупа доминатних решења, дакле а постериори. Он сам треба да изабере најбоље решење. Задатак аналитичара је да из допустивог скупа издвоји подскуп доминатних решења.

Овај приступ је више теоријског него практичног значаја. Два су основна разлога томе. Први је тај што је издвајање подскупа доминатних решења аналитички често нерешив проблем. За извесне задатке дискретне оптимизације и за вишекритеријумско линеарно програмирање то је у принципу могуће урадити, али прилично тешко. Други разлог је то што подскуп доминатних решења може да буде веома широк (велик или бесконачан број елемената скупа) тако да доносилац одлуке не може лако да одабере решење.

У а приорном приступу ДО треба унапред, пре решавања задатка ВКО, да искаже свој однос према критеријумима. Ово може да се уради утврђивањем приоритета или хијерархије критеријума, додељивањем тежина појединим критеријумима, одређивањем релативних односа између свака два критеријума или на неки други начин. На основу тога аналитичар треба решавањем задатка да предложи ДО једно решење које највише одговара његовим исказаним преференцијама.

Недостатак овог приступа је у томе што ДО тешко може из једног покушаја да прецизно одреди свој став према критеријумима, нарочито на начин који захтевају одређени математички модел и метода. Он се по правилу противи да унапред експлицитно каже какав однос између критеријума постоји ако ће то касније да му представља обавезу. Једино што је извесно јесте да он решење тражи у скупу доминатних решења. Анализом решења за разне скупове тежинских коефицијената, на пример, ДО може да препозна међусобни однос критеријума и решења и да добије бољи увид у суштину проблема.

Априорни приступ је теоријски највише разматран и практично најчешће примењиван. Развијено је пуно метода априорне ВКО. Неке од њих су прилично једноставне и то им даје велику предност за практичне примене у посебним ситуацијама.

Интерактивни приступ обухвата методе које комбинују априорни и апостериорни приступ са активним учешћем ДО. Приступ се заснива на непрекидном коришћењу рачунара у фази одлучивања и кориснички реализованом окружењу. Савремени софтверски алати треба да пруже доносиоцу одлуке снажну подршку у експериментисању са различитим скуповима својих преференци. Једноставно и брзо обављање разноврсних анализа треба да олакшају доносиоцу одлуке коначни избор.

Очигледно је да интерактивне методе подразумевају интензивно коришћење експертних система и система заснованих на знању. Ови системи би требало да садрже систематизована знања о ранијим решавањима сличних задатака и да их на интелигентан начин користе да би помогла доносиоцу одлуке. У том смислу овакви приступи претпостављају одређену сарадњу доносиоца одлуке и рачунара. Зато се називају и кооперативним. Интерактивни и компромисни (кооперативни) приступи су модерни и представљају највећи изазов. Математичка истраживања задатака ВКО остају претежно у оквирима априорних и апостериорних приступа.

Од а приори метода у тексту који следи биће обрађене: лексикографска и релаксирана лексикографска метода и метода ε - ограничења, затим метода тежинских коефицијената и објашњен принцип групе метода названих методе растојања. Као представника интерактивних метода разматране су метода тежинских коефицијената, методе растојања, циљно програмирање, метода ограничења у простору критеријумских функција, СТЕМ метода, метода интерактивног компромисног програмирања и методе дискретног одлучивања.

А.4.1.1. Лексикографска метода

Ова метода полази од претпоставке да је ДО у стању да утврди строгу хијерархију између критеријума. Он треба да одреди тзв. *лексикографски поредак* критеријума. У овом поретку су критеријуми поређани по приоритету: на првом месту се налази критеријум највишег приоритета и њега најпре треба оптимизирати. Следи критеријум другог приоритета који се примењује само за она решења која су оптимална по првом критеријуму. Поступак се на сличан начин наставља даље. Тиме се задатак ВКО своди на решавање највише p задатака једнокритеријумске оптимизације. Зато се ова метода зове и метода *секвенцијалних оптимизација*.

Када се примењује лексикографска метода, основни задатак ВКО означава се на следећи начин:

$$\text{lex min } \{(f_1(x), \dots, f_k(x), \dots, f_p(x)) | x \in D \subset R^n\} \quad (\text{A-89})$$

Алгоритам за решавање задатка лексикографске оптимизације има следеће основне кораке.

1. Критеријуми се поређају и индексирају по важности тако да је најважнији, а најнижи приоритет има $f_p(x)$.

Стави се да је допустиви скуп $D_0 = D$ и бројач итерација $k = 1$.

2. Наћи x^* које је решење следећег једнокритеријумског задатка

$$\min f_k(x)$$

$$x \in D_{k-1}$$

3. Ако је x^* јединствено или ако је $k = p$, крај. Иначе формирати

$$D_k = \{x^* \in D_{k-1} | f_k(x) \geq f_k(x^*)\} \quad (\text{A-90})$$

4. Ставити $k = k + 1$ и вратити се на корак 2.

Применом лексикографске методе добија се доминантно решење.

Овом методом се у сваком кораку смањује скуп могућих решења. Њоме се не могу добити сва доминатна решења. Лексикографском методом открива се савршено решење када оно постоји.

Лако се уочава основни недостатак лексикографске методе. Он настаје из чињенице да се при одређивању решења може десити да се о неким критеријумима уопште не води рачуна. Ако се на k -том кораку добије јединствено решење, онда се критеријуми $(k+1), \dots, p$ не узимају у обзир. Може се десити, што у пракси није редак случај, да се већ по првом критеријуму добије јединствено оптимално решење. Тада се по овој методи апсолутно занемарују сви остали критеријуми а проблем је у суштини третиран као једнокритеријумски.

А.4.1.2. Релаксациона лексикографска метода

Да би се унеколико превазишли недостаци лексикографске методе, а задржала њена предност која произилази из чињенице да се решавају једнокритеријумски задаци, један од начина се састоји у лабављењу, релаксацији, услова које треба да испуни решење једнокритеријумских задатака.

То се ради тако што се дозволи да решења једнокритеријумских задатака не морају да буду оптимална већ је довољно да буду близу оптималним.

И овде се захтева од ДО да најпре утврди приоритете критеријума. Затим се додатно тражи да каже колика могу да буду толерантна одступања око оптималних вредности за сваки од критеријума. То значи да се сваком критеријуму придружују вредности a_k , $k = 1, \dots, p$, која показују колико се критеријум k може релаксирати у односу на његову оптималну вредност f_k^* .

Вредности a_k , се називају **релаксациони нивои**.

Као и у претходном алгоритму, критеријуми се на почетку поређају и индексирају по важности тако да је најважнији $f_1(x)$, а најнижи приоритет има $f_p(x)$. Затим се решавају следећи једнокритеријумски задаци:

Корак 1 .

$$\min f_1(x)$$

$$x \in D$$

Оптимална вредност је f_1^*

Корак 2 . $\min f_2(x)$

$$x \in D$$

$$f_1(x) \leq f_1^* + a_1$$

Оптимална вредност је f_2^*

Корак P . $\min f_p(x)$

$$x \in D$$

$$f_m(x) \leq f_m^* + a_m, \quad m = 1, \dots, p-1. \quad (\text{A-91})$$

Оптимална вредност је f_p^* .

Оптимално решење последњег једнокритеријумског задатка сматра се решењем оригиналног задатка ВКО. Може се доказати да је то решење, тј. решење добијено релаксираном лексикографском методом доминантно ако је јединствено, односно слабо доминантно ако је вишеструко.

A.4.1.3. Методе \mathcal{E} – ограничења

Основна идеја за развој ових метода је модификација задатка ВКО у погодан једнокритеријумски задатак тако што се један од критеријума издвоји као најважнији и једини док се остали претворе у ограничења. Доносилац одлуке треба да утврди који је критеријум највишег приоритета.

Нека је то $f_1(x)$. За остале критеријуме треба затим одредити нивое ε_k , $k = 2, \dots, p$, изнад којих се не смеју налазити њихове вредности. Онда се решава следећи једнокритеријумски проблем:

$$\min \{f_1(x) \mid x \in D\} \quad (\text{A-92})$$

п.о.

$$f_k(x) \leq \varepsilon_k, \quad k = 2, \dots, p \quad (\text{A-93})$$

Иако су избори приоритетног критеријума и минималних нивоа ε_k субјективне природе, треба имати на уму да ниједно ε_k не сме да буде веће од маргиналних вредности f_k^* јер би у том случају скуп допустивих решења био празан. Поред тога, могуће је да не постоји ниједно допустиво решење задатка чак и када су испуњени услови $\varepsilon_k \leq f_k^*$, $k = 2, \dots, p$. Такав случај указује да су захтеви доносиоца одлуке сувише рестриктивни и да неке од ε_k треба повећати.

Решење добијено методом ε - ограничења је доминантно ако је јединствено.

Следећи став исказује везу између доминантног решења и решења добијеног методом ε - ограничења.

Нека је x^* доминантно решење. Тада за произвољно q могу да се одреде ε_k , $k = 1, \dots, p$ и $k \neq q$, тако да x^* буде решење задатка добијено методом ε - ограничења.

A.4.1.4. Модификована метода \mathcal{E} – ограничења

Намера модификације методе ε - ограничења је да се обезбеди да она увек даје доминантна решења. Слично методи лексикографског поретка и овде се полази од тога да се критеријуми поређају по приоритету. Нека је поново најважнији први, а најмање важан p -ти критеријум. Поред тога, за сваки од критеријума се зада вредност ε - ограничења. Алгоритам има следеће кораке:

Корак 1. Стави се да је $q = 1$, да је приоритетна функција $f_q(\mathbf{x}) = f_1(\mathbf{x})$ и да су ограничења ε_k , $k = 1, \dots, p$, $k \neq q$.

Корак 2. Решити задатак методом ε - ограничења.

$$\min \{f_q(\mathbf{x}) \mid \mathbf{x} \in D, f_k(\mathbf{x}) \leq \varepsilon_k, k = 1, \dots, p, k \neq q\}$$

Нека је решење задатака $\mathbf{x}^q *$.

Корак 3. Ако је $q < p$ и ако је $\varepsilon_q > f_q(\mathbf{x}^q *)$, ставити $\varepsilon_q = f_q(\mathbf{x}^q *)$, повећати q за 1 и вратити се на корак 2. Ако је $q = p$, крај.

Алгоритам модификоване методе ε - ограничења налази доминантно решење.

A.4.1.5. Метода тежинских коефицијента

Ово је једна од најстаријих и највише коришћених метода за решавање задатка ВКО. Њоме се оригинални задатак трансформише у једнокритеријумски на тај начин што се сви критеријуми преводе у један. Обично се користи адитивна функција са одговарајућим тежинским коефицијентима. По правилу је потребно претходно урадити погодну нормализацију критеријума. Метода је нарочито погодна када су критеријуми исте или сличне природе, нпр. финансијски показатељи изражени монетарним јединицама. Доносилац одлуке треба да сваком критеријуму додели одговарајућу тежину или тежински коефицијент w_k , $k = 1, \dots, p$. Тежински коефицијенти треба да су ненегативни бројеви али не могу сви истовремено бити једнаки нули. Затим се решава следећи једнокритеријумски задатак

$$\min_{\mathbf{x} \in D} \sum_{k=1}^p w_k f_k(\mathbf{x}) \quad (\text{A-94})$$

Решење \mathbf{x}^* је доминантно ако је јединствено. Довољни услови да оптимално решење добијено методом тежинских коефицијената буде доминантно садржани су у следећем ставу:

Ако су сви тежински коефицијенти w_k , $k = 1, \dots, p$ позитивни, онда је оптимално решење добијено методом тежинских коефицијената доминантно решење оригиналног задатка.

A.4.1.6. Методе растојања

Логично је да доносилац одлуке тежи ка идеалној тачки која одговара оптималним вредностима свих критеријума. Најбоље решење често је оно које је "најближе" идеалној тачки. Отвара се питање шта значи *најближе*, односно како мерити растојање од идеалне тачке у случају када постоји више разнородних критеријума. За доносиоца одлуке је зато важно да зна колико се потенцијалним решењем приближио идеалној тачки, а колико сваком појединачном маргиналном оптимуму. Такве информације помажу у анализи проблема и при доношењу коначне одлуке.

Полазећи од овог разматрања, развијене су методе растојања којима се налази решење које даје минимално растојање укупне вредности критеријума од жељених вредности које могу али не морају бити маргинални оптимуми.

Основне методе растојања полазе од тога да жељене вредности критеријума $\bar{\mathbf{f}} = (\bar{f}_1, \dots, \bar{f}_p)$ одговарају управо идеалном решењу, односно идеалној тачки у критеријумском простору

$$\bar{\mathbf{f}} = (f_1^*, \dots, f_p^*) \quad (\text{A-95})$$

где су f_k^* вредности које одговарају маргиналним решењима \mathbf{x}_k^* , тј.

$$f_k^* = f_k(\mathbf{x}_k^*) = \min \{f_k(\mathbf{x})\} \quad (\text{A-96})$$

Доносилац одлуке може да одреди жељене вредности и на другачији начин.

Може десити да је $\bar{\mathbf{f}} \in S$ и решење се онда добија једноставним решавањем једначина

$$f_k(\mathbf{x}) = \bar{f}_k, \quad k = 1, \dots, p. \quad (\text{A-98})$$

Обично $\bar{\mathbf{f}} \notin S$ и тада се задатак ВКО трансформише у проблем налажења решења које минимизира растојање $f(\mathbf{x})$ од $\bar{\mathbf{f}}$ тј.

$$\min_{\mathbf{x} \in D} d(f(\mathbf{x}), \bar{\mathbf{f}}) \quad (\text{A-99})$$

Решење овог задатка зависи од изабране метрике у p - димензионом простору. Користе се различите метрике, зависно од типа проблема који се разматра.

Нека су \mathbf{u} и \mathbf{v} две тачке у p - димензионом простору $\mathbf{u} = (u_1, \dots, u_p)$, $\mathbf{v} = (v_1, \dots, v_p)$. Растојање између ове две тачке може се дефинисати на следеће начине

$$\begin{aligned} d_1(\mathbf{u}, \mathbf{v}) &= \sum_{k=1}^p w_k |u_k - v_k| \\ d_m(\mathbf{u}, \mathbf{v}) &= \left(\sum_{k=1}^p w_k (u_k - v_k)^m \right)^{1/m}, \quad 1 \leq m < \infty \\ d_2(\mathbf{u}, \mathbf{v}) &= \left(\sum_{k=1}^p w_k (u_k - v_k)^2 \right)^{1/2} \\ d_\infty(\mathbf{u}, \mathbf{v}) &= \max_k w_k |u_k - v_k| \\ d_g(\mathbf{u}, \mathbf{v}) &= \prod_{k=1}^p |u_k - v_k|^{w_k} \end{aligned} \quad (\text{A-100})$$

A.4.1.7. Циљно програмирање

Циљно програмирање је специјалан случај методе растојања. Овде се за сваки појединачни критеријум најпре дефинишу жељене или циљне вредности \bar{f}_k , $k = 1, \dots, p$. Ове вредности не морају да буду једнаке идеалној тачки или чак боље од ње. Напротив, за неке критеријуме жељене вредности могу бити слабије од маргиналних. У принципу, од става ДО у конкретном задатку зависи како се одређују циљне вредности.

Слично раније разматраним случајевима, и овде се може десити да постоји $\mathbf{x}^+ \in D$ такво да је $f_k(\mathbf{x}^+) = \bar{f}_k$, $k = 1, \dots, p$. То би значило да постоји решење којим се остварују циљне вредности за све критеријуме и проблем би био решен без додатних анализа. Ако такво решење не постоји, треба наћи оно \mathbf{x}^+ које најмање одступа од постављеног циља. Треба, дакле, решити задатак

$$\min_{\mathbf{x} \in D} d(f(\mathbf{x}), \bar{\mathbf{f}}) \quad (\text{A-101})$$

односно задатак

$$\min_{\mathbf{x} \in D} \left(\sum_{k=1}^p w_k |f_k(\mathbf{x}) - \bar{f}_k|^m \right)^{1/m}, \quad 1 \leq m < \infty. \quad (\text{A-102})$$

чије решење поново зависи од изабране метрике.

Решавање овако постављеног задатка не гарантује добијање доминатног решења јер циљне вредности могу да се односе на неку тачку у унутрашњости скупа вредности критеријума.

Променљиве које показују колико се датим решењем одступа од циљне вредности називају се *променљиве одступања* или *девијационе променљиве*.

Променљиве позитивног одступања (позитивне девијације) d_k^+ представљају пребачај циља у односу на k :

$$d_k^+ = \begin{cases} f_k(\mathbf{x}) - \bar{f}_k, & \text{ako je } f_k(\mathbf{x}) > \bar{f}_k \\ 0, & \text{ako je } f_k(\mathbf{x}) \leq \bar{f}_k \end{cases} \quad (\text{A-103})$$

Променљиве негативног одступања (негативне девијације) d_k^- представљају подбачај циља у односу на k - ти критеријум:

$$d_k^- = \begin{cases} -f_k(x) + \bar{f}_k, & \text{ako je } f_k(x) \leq \bar{f}_k \\ 0, & \text{ako je } f_k(x) > \bar{f}_k \end{cases} \quad (\text{A-104})$$

Треба приметити да су овако дефинисане променљиве одступања по природи ненегативне и да је бар једна од њих једнака нули, тј. $d_k^+ d_k^- = 0$.

Оригинални задатак минимизације растојања сада добија следећи облик:

$$\begin{aligned} \min_{\mathbf{x} \in D} \left(\sum_{k=1}^p w_k (d_k^+ + d_k^-)^m \right)^{1/m}, \quad 1 \leq m < \infty \\ f_k(\mathbf{x}) + d_k^+ - d_k^- = \bar{f}_k \\ d_k^+ d_k^- = 0 \\ d_k^+ \geq 0, \quad d_k^- \geq 0. \end{aligned} \quad (\text{A-105})$$

Када се ради са L_1 метриком ($m=1$) и ако се стави да су тежински коефицијенти $w_k = 1$, $k=1, \dots, p$, онда се претходни задатак растојања трансформише у класични задатак циљног програмирања:

$$\begin{aligned} \min_{\mathbf{x} \in D} \left(\sum_{k=1}^p w_k |f_k(\mathbf{x}) - \bar{f}_k| \right) \\ f_k(\mathbf{x}) + d_k^+ - d_k^- = \bar{f}_k \\ d_k^+ d_k^- = 0 \\ d_k^+ \geq 0, \quad d_k^- \geq 0. \end{aligned} \quad (\text{A-106})$$

овако постављен задатак формулисан је шездесетих година независно од вишекритеријумског програмирања и назван је проблемом циљног програмирања. Најпре је разматран проблем линеарног циљног програмирања:

$$\begin{aligned} \min \sum_{k=1}^p (d_k^+ + d_k^-) \\ \sum_{j=1}^n c_j^k x_j + d_k^- - d_k^+ = \bar{f}_k, \quad k=1, \dots, p \\ d_k^+ d_k^- = 0 \\ x_j \geq 0, \quad d_k^+ \geq 0, \quad d_k^- \geq 0. \end{aligned} \quad (\text{A-107})$$

Решење овог задатка може се наћи модификованом симплекс методом која је прилагођена његовим специфичним особинама.

Идеја на којој почива циљно програмирање ("што ближе жељеној вредности") може се комбиновати са идејама раније описаних метода као што су одређивање приоритета или додељивање тежинских коефицијената критеријумима. То наводи на решавање задатка ВКО комбинацијом методе циљног програмирања и раније описаних метода.

А.4.1.8. Метода ограничења у простору критеријумских функција

Овом методом се задатак вишекритеријумске оптимизације решава на тај начин што се само једна од p функција циља дефинише као циљ функција, а остале се укључе као ограничења са нивоима десне стране (Z_k) добијених из појединачних оптимизација, па се задатак решава као скаларни (једнокритеријумски) у више итерација варирањем Z_k , све до постизања задовољавајућих резултата функције циља и непознатих величина.

Претпоставимо да за s -ту од p функција циља желимо максимум:

$$\max f_s = \sum_{j=1}^n c_j^{(s)} x_j, \quad (\text{A-108})$$

при ограничењима

$$f_k = \sum_{j=1}^n c_j^{(k)} x_j \geq Z_k, \quad (k=1,2,\dots,p) \text{ и } (k \neq s), \quad (\text{A-109})$$

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq, =, \geq b_i, \quad x_j \geq 0$$

Варирањем вредности Z_k ($k \neq s$, $k=1,2,\dots,p$) одређује се скуп неинфериорних решења. Варирање вредности Z_k се почиње од доње граничне вредности за функције критеријума. Доње граничне вредности се добијају на тај начин што се реши свих p скаларних оптимизација и том приликом рачунају вредности свих осталих ($p-1$) функција циља које су у таквом случају непознате величине. Од тако добијених вредности изабери се оне које имају најмању вредност за почетне величине Z_k . Ако доносилац одлуке није задовољан резултатима мењају се нивои Z_k и поступак се понавља.

А.4.1.9. Стем метода

Ова метода је развијена за решавање задатака коришћењем линеарног програмирања, у којој се претпоставља да доносилац одлуке не може да дефинише релативни значај критеријумских функција f_k на почетку оптимизације. Сагледавање тог значаја се одвија кроз итеративни поступак рачунања и одлучивања. На почетку, дакле, треба решити p скаларних задатака оптимизације (нпр. тражи се максимум за све функције циља којих има p).

Означимо са:

$x^{(k)}$ - решења свих скаларних задатака,

f_k^* - идеалне вредности функција циља добијене решавањем одговарајућих скаларних модела,

f_k^r - вредности свих k функција циља са свим маргиналним решењима скаларних задатака ($k=1,2,\dots,p$; $r=1,2,\dots,p$; $k \neq r$).

Добијене вредности се могу приказати на прикладан начин и табеларно. Вектор

$$f^* = [f_1^*, f_2^*, \dots, f_p^*] \quad (\text{A-110})$$

назива се **идеалним решењем**.

Изналажење неинфериорних решења која су најближа идеалном решењу постиже се у итеративном поступку. Претпоставља се да идеално решење није допустиво, иначе би оно било оптимално. У фази рачунања решава се следећи задатак:

$$\min Z \quad (\text{A-111})$$

уз услове ограничења:

$$\pi_k (f_k^* - f_k^r) \leq Z, \quad (k = 1, 2, \dots, p) \tag{A-112}$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \geq, =, \leq b_i, \quad (i = 1, 2, \dots, m), \quad x_j \geq 0.$$

где π_k представља тежинске коефицијенте², тј. релативни значај одступања од идеалних вредности, чије се вредности одредјују на следећи начин:

$$\pi_k = \frac{f_k^* - f_k^{\min}}{f_k^*}, \quad (k = 1, 2, \dots, p), \tag{A-113}$$

$$\sum_{r=1}^p \frac{f_r^* - f_r^{\min}}{f_r^*}$$

при чему је f_k^{\min} минимална вредност од f_k^r .

У следећем кораку се одреди ефикасно решење $x_k^{(l)}$ вредности функција циља

$$f_k^{(l)} = \sum_{j=1}^n c_j^{(k)} x_j^{(l)}, \quad (k = 1, 2, \dots, p). \tag{A-114}$$

Доносилац одлуке оцењује постигнуте вредности функција циља (44) и резултата непознатих и уколико је задовољан, поступак се прекида усвајањем постигнутог решења као најбољег.

Обично се догађа да је доносилац одлуке у почетку задовољан вредностима једног броја функције циља (44), док би за добијене неке вредности функције циља желео да побољша резултат. То се може постићи на тај начин што се за функције циља чијим је резултатом доносилац одлуке задовољан може допустити смањење вредности. Претпоставимо да треба смањити $f_s^{(l)}$ за Δf_s . За следећу итерацију коефицијенти π су једнаки нули уз функције циља чије вредности смањујемо, а допустиви скуп се модификује додавањем ограничења

$$f_s^r(x) \geq f_s^r(x_k^{(l)}) - \Delta f_s, \tag{A-115}$$

$$f_k(x) \geq f_k^r(x^{(l)}), \quad (s \neq k, \quad k = 1, 2, \dots, p).$$

Сада се задатак од (41) до (44) понови тако да се добијају нови резултати.

Итеративни поступак се прекида када доносилац одлуке у некој од итерација оцени да су сви критеријуми прихватљиво задовољени. Последње добијено решење је и коначно оптимално решење.

A.4.1.10. Интерактивно компромисно програмирање

Интерактивне методе за решавање задатака ВКО подразумевају активно учешће ДО у процесу моделирања проблема, генерисања могућих решења, њихове анализе и коначног усвајања. Развој погодних метода захтева коришћење одговарајућих математичких модела и познавање човековог понашања у процесу одлучивања. Алгоритам који ће овде бити приказан као представник ових метода развијен је на основу следећих идеја.

Уочено је да ДО лакше може да пореди алтернативе ако се уз вредности критеријума исказе и колико је које решење близу своје идеалне вредности. При томе је угодно да се растојања представе на скали од 0 до 1.

Како год да изражава своје ставове према конкретним решењима или критеријумима, у великом броју задатака ДО се експлицитно или имплицитно понаша као да критеријумима додељује тежинске коефицијенте. Невоља је што ДО не може унапред да зна какве ће последице имати одређивање тежина, односно, не може своје осећаје и намере да из првог покушаја исказе помоћу бројева који

² Одређивање тежинских коефицијената представља основну тешкоћу приликом примене ове методе.

представљају тежинске коефицијенте. Зато му треба помоћи да итеративно дође до оних вредности које му највише одговарају.

Посматрајмо задатак ВЛП

$$(\max) (f_1(x), \dots, f_p(x))$$

п.о.

(A-116)

$$x \in X = [x \in R^n \mid x \geq 0, Ax \leq b, b \in R^m]$$

где су $f_1(x), \dots, f_p(x)$ линеарне функције.

У овом алгоритму се уместо растојања од идеалне тачке, које је коришћено у претходним моделима, користи концепт *степен а блискости*. Степен блискости $d_k(x)$ који има решење x ка оптималној вредности по критеријуму k је:

$$d_k(x) = \frac{f_k(x) - f_k^L}{f_k^U - f_k^L} \quad k = 1, \dots, p \quad (\text{A-117})$$

где су:

$f_k(x)$ - вредности критеријумске функције за решење x ,

f_k^U - максимална могућа вредност критеријумске функције f_k на допустивом скупу X ,

f_k^L - минимална могућа вредност критеријумске функције f_k на допустивом скупу X .

Очигледно да $d_k(x)$ узима вредности између 0 и 1. Степен блискости конкретног решења показује колико је то решење блиско максимално могућој вредности критеријумске функције f_k на допустивом скупу X .

Уместо оригиналног проблема сада се решава следећи:

$$(\max) d^{p+1}(x) = \sqrt[p]{\sum_{k=1}^p w_k d_k(x)} \quad (\text{A-118})$$

п.о.

$$x \in X$$

Критеријумска функција $d^{p+1}(x)$ овако дефинисаног проблема назива се агрегатна или композитна функција. Она представља **укупну блискост** између вредности критеријума за решење x и идеалне тачке.

Ослањајући се на резултате теорије игара, развијен је следећи процес решавања задатка вишекритеријумског линеарног програмирања. Почиње се решавањем $2p$ једноставних проблема линеарног програмирања којима се налазе максималне (f_k^U) и минималне (f_k^L) вредности за сваку критеријумску функцију, $f_k(x)$, $k = 1, \dots, p$, на допустивом скупу X . Запамте се маргинална решења и израчунају њихови степени блискости по сваком критеријуму. Јасно је да је степен блискости маргиналног решења x^{k*} по критеријуму k једнак јединици док је по другим критеријумима, по правилу мањи од један. У сарадњи са доносиоцем одлуке анализирају се текућа решења и по потреби генеришу нова.

A.4.2. Методе дискретног одлучивања

Методе о којима је овде реч користе матрицу одлучивања R ("рејтинг матрица" или "матрица перформанси"). Сваки ред у матрици одговара једној алтернативи, свака колона једном критеријуму, а елемент $r_{ij} \in R$ представља рејтинг (перформансу) алтернативе A_i у односу на критеријум C_j .

За m критеријума (C_1, C_2, \dots, C_m) и n алтернатива (A_1, A_2, \dots, A_m) матрица R има облик (A-119). Вредности (w_1, w_2, \dots, w_m) уписане изнад матрице су тежинске вредности критеријума дефинисане од стране доносиоца одлука, или одређене на други начин; збир ових тежинских вредности обично је 1, или се на то може довести адитивном нормализацијом.

$$R = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_m \\ & w_1 & w_2 & \dots & w_m \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \dots \\ A_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{n1} & r_{n2} & \dots & r_{nm} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (\text{A-119})$$

Због једноставности излагања, обично се усваја да су сви критеријуми максимизациони или минимизациони. Као што је познато, минимизациони критеријуми се лако конвертују у максимизационе заменом знака рејтинга или узимањем њихових реципрочних вредности. Методе реошавања пролема дискретног одлучивања се деле на једноставне адитивне методе и продуктне методе.

Једноставне адитивне методе (енг. Simple Additive Weighting или SAW) је једноставан метод који најчешће даје сличне резултате као и тзв. напреднији методи. Директно се примењује на матрицу одлучивања, а састоји се из три корака:

- 1) нормализација рејтинга да би се постигла упоредивост;
- 2) примена тежинских вредности критеријума на нормализоване рејтинге; и
- 3) сабирање отежаних рејтинга за сваку алтернативу.

После нормализације, применом обрасца (2) за сваку алтернативу се израчунава укупна вредност (утилиту) у односу на све критеријуме.

$$S_i = \sum_{j=1}^m w_j x_{ij}, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (\text{A-120})$$

Најбоља је алтернатива са највећом вредношћу S_i .

Продуктне методе (енг. Simple Product Weighting или SPW метод) метод се такође директно примењује на матрицу рејтинга, а рачунања се слично као код SAW врше по врстама. Образац (3) се примењује на сваку алтернативу, а најбоља је алтернатива са највећом вредношћу S_i . Нормализација није неопходна, иако се може користити.

$$S_i = \prod_{j=1}^m (r_{ij})^{w_j}, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (\text{A-121})$$

Напреднији вишекритеријумски методи подразумевају постојање више алтернатива и критеријума, од којих неке треба максимизирати, а неке минимизирати, значи да се одлуке доносе у конфликтним условима и да се за решавање вишекритеријумских задатака морају применити инструменти који су флексибилнији од строго математичких техника чисте оптимизације. За ову сврху развијене су методе анализе међу којима су значајније AHP, PROMETHEE, ELECTRE, TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) и CP.

Ови методи се често називају "меке" оптимизационе технике, за разлику од математички строго профилисаних стандардних оптимизационих метода као што су ЛП, ДП или теорија игара. Сви користе хеуристичке параметре и мере растојања. У пракси се често паралелно користи неколико метода да би се обезбедила контрола конзистентности одлучивања.

Детаљна разрада ових метода може се пронаћи у литератури (Срђевић, 2004), а могу се применити код оптимизације водног, саобраћајног, еколошко-заштитног подсистема комасације.

ИНДЕКС

Списак Слика

Слика 2.1. Сегмент земљишне територије из СР Немачке	17
Слика 2.2. Просечна величина поседа у Србији и земљама европске уније	20
Слика 2.3. Приказ неколико карактеристичних сеоских насеља у Србији.....	21
Слика 2.4. Упоредни приказ површине и облика сеоских атара у Србији	23
Слика 3.1. Пример реализоване свеобухватне комасације у Немачкој	37
Слика 3.2. Пример реализоване комасације у КО Ресник – Аутопут Београд-Загреб	38
Слика 3.3. Граница експропријације пројектованог коридора аутопута Београд-Пожега кроз КО Бргуле	38
Слика 3.4. Пимер добровољне комасације реализоване на Кипру	39
Слика 3.5. Пример добровољне комасације реализоване у Холандији	39
Слика 3.6. Шематски приказ урбане комасације.....	40
Слика 3.7. Пример мањег подручја на коме је извршена урбана комасација (препарцелација).....	40
Слика 3.8. Пример реализоване комасације шума у Шведској (Даларна) – приказ старог и новог стања	41
Слика 3.9. Пример реализоване комасације шума у Немачкој (Milchenbach).....	42
Слика 3.10. Интерактивно планирање и сарадња учесника уређења сеоске територије у Немачкој.....	45
Слика 4.1. Приказ облика катастарских парцела пре комасације	48
Слика 4.2. Губитак обрадиве површине под међама парцела правоугаоног облика	49
Слика 4.3. Дијаграм утрошака времена окретања по јединици површине у зависности од дужине парцеле (Лазих, 1978)	50
Слика 4.4. Утицај ширине парцеле на смањење приноса	50
Слика 4.5. Потребно радно времена по хектару за различит однос страна парцеле	51
Слика 4.6. Зоне оптималних праваца обраде парцела за подручје Војводине	54
Слика 4.7. Укупно потребно радно време у часовима по ha у зависности од удаљења и површине парцела и однос страна 2:1 (Гостовић, 1989a)	55
Слика 5.1. Положај изабраних КП на територији Републике Србије	64
Слика 5.2. Прегледна карта стања пре комасације и комасационе процене земљишта на КП Баточина	65
Слика 5.3. Приказ катастарских парцела старог и новог стања по власницима на КП Баточина	66
Слика 5.4. Границе парцела пре комасације на КП Сефкерин	67
Слика 5.5. Границе парцела после комасације на КП Сефкерин.....	67
Слика 5.6. Границе парцела пре комасације разврстане према месту становања власника на КП Опово	69
Слика 5.7. Прегледна карта комасационе процене КП Опово на основи граница парцела у старом стању	69
Слика 5.8. Границе парцела после комасације разврстане према месту становања власника на КП Опово	70
Слика 5.9. Положај парцела по групама власника у стању пре комасације на КП Банатски Двор	71
Слика 5.10. Положај парцела по групама власника у стању после комасације на КП Банатски Двор	72

Слика 5.11. Положај парцела пре комасације у КО Лисо Поље (Општина Уб-Србија).....	73
Слика 6.1. Илустарција реалног система и модела.....	76
Слика 6.2. Дефинисање најважнијих корака система и његовог окружења.....	77
Слика 6.3. Шематски приступ процеса управљања системом.....	78
Слика 6.4. Глобална шема информационог система за подршку доношењу одлука код комасације.....	86
Слика 7.1. Шематски приказ вода и водних система на земљишној територији.....	87
Слика 7.2. Водопривредни системи на територији Војводине.....	88
Слика 7.3. Илустрација начина одводњавања каналима и цевима.....	89
Слика 7.4. Одводњавање отвореним каналима на комасационом подручју Кањижа.....	90
Слика 7.5. Уређаји за наводњавање кишењем.....	91
Слика 8.1. Ортогонална шема путне мреже (Сефкерин).....	100
Слика 8.2. Радијална шема путне мреже (Бајмок-Србија).....	100
Слика 8.3. Комбинација радијалне и ортогоналне шеме путне мреже.....	101
Слика 8.4. Карактеристичан облик путне мреже код комасације условљен конфигурацијом терена (пример са Кипра).....	101
Слика 8.5. Пројекат мреже канала и пољских путева на комасационом подручју Банатски Двор.....	106
Слика 9.1. Шема за одређивање фактора LS_p	112
Слика 9.2. Распоред противерозионих појасева на падинама различитих облика (Лујић, 1973).....	117
Слика 9.3. Деветоредни противерозиони појас.....	117
Слика 9.4. Биолошки хабитус непродувног пољозаштитног појаса.....	121
Слика 9.5. Шематски приказ укрштања ПЗП (Лујић, 1973).....	122
Слика 9.6. Пројекат подизања пољозаштитних појасева и уређењу пејзажа (Немачка).....	123
Слика 10.1. Пример пројектовања комасационих табли у три варијанте на комасационом подручју Опово.....	128
Слика 10.2. Графички приказ расподеле комасационе масе.....	130
Слика 10.3. Пример формирања шеме путне мреже на КП Баточина.....	132
Слика 10.4. Геометријске величине парцеле.....	133
Слика 10.5. Подела комасационог подручја старог стања на секторе.....	136
Слика 10.6. Хијерархија организације програмских апликација у програму GAMS.....	149
Слика 10.7. Софтверско окружење за обраду података код комасације.....	153
Слика 10.8. ArcCatalog.....	158
Слика 10.9. ArcMap.....	159
Слика 10.10. Архитектура просторне базе података.....	160
Слика 10.11. Формирање просторне базе података програмом ArcCatalog.....	161
Слика 10.12. Учитавање AutoCAD цртежа у ArcGIS.....	161
Слика 10.13. Intersect алат за пресек два слоја (енг. <i>layers</i>).....	162
Слика 10.14. Пример пресека слоја парцела и процембених разреда.....	163
Слика 10.15. Упоредни приказ геометрије и табеле новодобијеног слоја.....	163
Слика 10.16. Упоредни приказ геометрије и табеле слоја Parcela_Table.....	164
Слика 10.17. Parcele_Po_Razredima.....	164
Слика 10.18. Datasheet View за старо стање.....	165
Слика 10.19. Datasheet View за ново стање.....	165
Слика 10.20. Дигитални катастарски план катастарске општине Неготин у ArcGIS-у.....	169
Слика 10.21. Упити над садржајем ДКП на делу комасационог подручја КО Неготин.....	170
Слика 11.1. Парцеле у границама пре комасације обојене према поседницима (учесницима) комасације.....	174

Слика 11.2. Прегледна карта комасационе процене земљишта.....	174
Слика 11.3. Пројекат пољских путева са елементима за одређивање удаљености комасационих табли од економских дворишта учесника комасације.....	174
Слика 11.4. Приказ граница нових парцела добијених применом МОДЕЛА 8 – Метода тежинских коефицијената (МТК) са четири функције циља са истим тежинама (0.25).....	183
Слика 11.5. Ортофото план са катастарским парцелама у границама пре комасације обојене према власницима (учесницима комасације).....	184
Слика 11.6. Катастарске парцеле у границама пре комасације обојене према поседницима (учесницима комасације).....	184
Слика 11.7. Прегледна карта комасационе процене земљишта и пројекта комасационих табли.....	185
Слика 11.8. Приказ граница нових парцела добијених расподелом комасационе масе према израженим жељама да сваки власник добије земљиште уз или што ближе економском дворишту.....	190
Слика 11.9. Парцеле у границама пре комасације обојене према власницима (учесницима комасације) са пројектом мреже пољских путева.....	191
Слика 11.10. Прегледна карта комасационе процене земљишта и пројекат мреже пољских путева.....	191
Слика 11.11. Приказ граница нових парцела добијених са применом МОДЕЛ 8 – Метода тежинских коефицијената на основу узете све четири функције циља.....	194
Слика 11.12. Нове парцеле без и са применом оптимизације код расподеле комасационе масе на КП БАТОЧИНА обојене по учесницима комасације.....	198
Слика 11.13. Границе комасационих табли усвојене (друге) варијанте разврстане према групама величине поседа на комасационом подручју ОПОВО.....	199
Слика 11.14. Намена површина према генералном урбанистичком плану у насељу Овча (предграђе Београда) на коме има услова за реализацију урбане комасације.....	202
Слика 11.15. Парцеле у границама пре комасације обојене према власницима и прегледна карта комасационе процене земљишта.....	203
Слика 11.16. Пројекат пољских путева (улица), комасационих табли по зонама и блокова земљишта за изградњу јавних објекта.....	203
Слика 11.17. Приказ граница нових парцела добијених са применом МОДЕЛА 8 – Метода тежинских коефицијената на основу узете три функције циља (3 и 4).....	205
Слика А.1. Графички приказ транспортног проблема.....	220
Слика А.2. Локални и глобални минимуми, конкавност и конвексност.....	229
Слика А.3. Илустрација Перето оптимума.....	233
Слика А.4. Илустрација Слабог Перето оптимума.....	234
Слика А.5. Слаби и строги Перето оптимум.....	234

Списак табела

Табела 3.1. Упоредни преглед концепта комасације у неким Европским земљама	34
Табела 4.1. Утицај облика и величине парцеле на потребно радно време обраде за газдинства површине 20 ha.....	51
Табела 4.2. Оптималне вредности за f , l_p и ξ_p (Миладиновић, 1997).....	52
Табела 5.1. Карактеристике КП Баточина у стању пре комасације	64
Табела 5.2. Карактеристике КП Баточина у стању после комасације	65
Табела 5.3. Карактеристике КП Сефкерин у стању пре комасације	66
Табела 5.4. Карактеристике КП Сефкерин у стању пре и после комасације	68
Табела 5.5. Карактеристике КП Опово у стању пре комасације.....	68
Табела 5.6. Карактеристике КП Опово у стању после комасације.....	70
Табела 5.7. Карактеристике КП Банатски Двор у стању пре комасације	71
Табела 5.8. Карактеристике КП Банатски Двор у стању пре и после комасације	72
Табела 5.9. Карактеристике КП Лисо Поље у стању пре комасације	73
Табела 7.1. Пример повезаности намене и објекта једног хидросистема	94
Табела 8.1. Однос цена транспорта у зависности од врсте коловоза	97
Табела 8.2. Подела пољских путева према врсти и намени саобраћаја (P-13, 1997)	99
Табела 8.3. Подела пољских путева према конфигурацији терена (P-13, 1997).....	99
Табела 8.4. Ширина пољских путева (P-13, 1997)	104
Табела 8.5. Параметри пољских путева у Немачкој.....	104
Табела 8.6. Параметри пољских путева у Белгији	104
Табела 8.7. Параметри пољских путева у Чешкој Републици.....	104
Табела 8.8. Ширине сеоских путева према препорукама експерата OECD.....	105
Табела 9.1. Вредности фактора Р за поједине начине обраде (Костадинов, 1996).....	114
Табела 10.1. Пример груписања поседа на КП Опово	127
Табела 10.2. Пример оптималног димензионисања комасационих табли за КП Опово.....	127
Табела 10.3. Вредности функција циља добијене једнокритеријумским оптимизацијама	144
Табела 10.4. Постигнуте вредности функције циља приликом налажења решења STEM методом	145
Табела 10.5. Могућности реализације појединих активности у неком од програма.....	145
Табела 11.1. Карактеристике комасационог подручја ТЕСТ ПРИМЕР 1	173
Табела 11.2. Подаци о поседу учесника комасације	175
Табела 11.3. Распоред нових парцела по таблама применом МОДЕЛА 3 – Симплекс метода са коефицијентима у функцији циља $w_{ij} = c_{ij}$	176
Табела 11.4. Распоред нових парцела по таблама применом МОДЕЛА 3 – Симплекс метода са коефицијентима у функцији циља $w_{ij} = z_{ij}$	176
Табела 11.5. Распоред нових парцела по таблама применом МОДЕЛА 3 – Симплекс методе са коефицијентима у функцији циља $w_{ij} = d_{ij}^{-1}$	177
Табела 11.6. Распоред нових парцела по таблама применом МОДЕЛА 3 – Симплекс методе са коефицијентима у функцији циља $w_{ij} = KP_j - KT_i ^{-1}$	177
Табела 11.7. Распоред нових парцела по таблама применом МОДЕЛА 6 – STEM методе са четири функције циља са истим тежинама (0.25).....	178
Табела 11.8. Распоред нових парцела по таблама применом МОДЕЛА 8 – Метода тежинских коефицијената (МТК) са четири функције циља са истим тежинама 0.25.....	179
Табела 11.9. Упоредни подаци о поседима - примењен МОДЕЛ 3 – Симплекс метода са коефицијентима у функцији циља $w_{ij} = c_{ij}$	179

Табела 11.10. Упоредни подаци о поседима – примењен МОДЕЛ 3 – Симплекс метода са коефицијентима у функцији циља $w_{ij} = z_{ij}$	180
Табела 11.11. Упоредни подаци о поседима – примењен МОДЕЛ 3 – Симплекс метода са коефицијентима у функцији циља $w_{ij} = d_{ij}^{-1}$	180
Табела 11.12. Упоредни подаци о поседима – примењен МОДЕЛ 3 – Симплекс метода са коефицијентима у функцији циља $w_{ij} = KP_j - KT_i ^{-1}$	181
Табела 11.13. Упоредни подаци о поседима применом МОДЕЛА 6 – СТЕМ метода са четири функције циља са истим тежинама (0.25).....	181
Табела 11.14. Упоредни подаци о поседима применом МОДЕЛА 8 – Метода тежинских коефицијената (МТК) са четири функције циља са истим тежинама 0.25.....	182
Табела 11.15. Упоредни приказ свих шест модела оптимизације за тест комасационо подручје.....	182
Табела 11.16. Карактеристике комасационог подручја – ТЕСТ ПРИМЕР 2.....	183
Табела 11.17. Подаци о поседу за сваког учесника комасације у старом стању.....	186
Табела 11.18. Упоредни приказ свих пет модела оптимизација за цело комасационо подручје.....	187
Табела 11.19. Резултати расподеле комасационе масе за примењен МОДЕЛ 3 – Симплекс метода, на основу изражених жеља учесника комасације.....	188
Табела 11.20. Упоредни приказ података о поседима у старом и новом стању за примењен МОДЕЛ 3 – Симплекс метода, на основу изражених жеља учесника комасације.....	189
Табела 11.21. Карактеристике комасационог подручја ТЕСТ ПРИМЕР 3.....	190
Табела 11.22. Упоредни приказ свих десет модела оптимизација за цело комасационо подручје.....	192
Табела 11.23. Упоредни приказ података о поседима у старом и новом стању за примењен МОДЕЛ 8 – Метода тежинских коефицијената (МТК) на основу узете све четири функције циља.....	194
Табела 11.24. Упоредни приказ срачунатих 13 модела оптимизације за подручје - БАТОЧИНА – БАДЊЕВАЦ.....	195
Табела 11.25. Упоредни приказ срачунатих 13 модела оптимизације за подручје БАТОЧИНА – ЖИРОВНИЦА.....	196
Табела 11.26. Број парцела по таблама и по моделима оптимизације за део комасационог подручја БАТОЧИНА – БАДЊЕВАЦ.....	197
Табела 11.27. Број парцела по таблама и по моделима оптимизације за део комасационог подручја БАТОЧИНА – ЖИРОВНИЦА.....	198
Табела 11.28. Упоредни приказ резултата по групама за три примењена модела оптимизације за комасационо подручје ОПОВО.....	201
Табела 11.29. Упоредни преглед параметара расподеле комасационе масе извршене код реализоване комасације и расподеле са применом оптимизације.....	201
Табела 11.30. Карактеристике комасационог подручја ОВЧА.....	202
Табела 11.31. Упоредни приказ свих шест модела оптимизације за цело комасационо подручје.....	205
Табела А.1. Табеларни приказ принципа транспортног проблема.....	219

Списак скраћеница

КП	-	Комасационо подручје
ОИ	-	Операциона истраживања
ЛП	-	Линеарно програмирање
НЛП	-	Нелинеарно програмирање
ТП	-	Транспортни проблем
ЦЛП	-	Целобројно линеарно програмирање
ВКО	-	Вишекритеријумска оптимизација
ДО	-	Доносилац одлуке
ДП	-	Динамичко програмирање
ПРВ	-	Потребно радно време
ИТ	-	Информационе технологије
ИС	-	Информациони систем
САД	-	Сједињене Америчке Државе
ЕУ	-	Европска унија
СССР	-	Савез совјетских социјалистичких република
РС	-	Република Србија
GIS	-	Географски информациони систем
CAD	-	Computer-aided design
КО	-	Катастарска општина
ПГДС	-	Просечан годишњи дневни саобраћај
ПЗП	-	Пољозаштитни појасеви
МТК	-	Метода тежинских коефицијената

Захвалност аутора

Дугујем велику захвалност својој породици за подршку, разумевање и помоћ за све време рада на дисертацији.

Посебно се захваљујем ментору проф др Манојлу Миладиновићу на помоћи и сугестијама приликом израде рада.

Захваљујем се Републичком геодетском заводу Србије, Службама за катастар непокретности Баточина, Житиште и Опово, Предузећу за геоматику "МАПСОФТ" д.о.о. из Београда што су ми ставили на располагање податке, елаборате и пројекте за комасациона подручја која су предмет анализе у овом раду.

Такође сам захвалан колективу Агенције за геодетске услуге и пројектовање "ИНФОМАП" из Београда на несебичној подршци и помоћи приликом реализације истраживања у раду.

АУТОР

ЛИТЕРАТУРА

A

- A-1. Аврамовић, М. (1995): Могућности примене дигиталног геодетског плана код одређивања вредности земљишта у комасацији, Београд, Магистарски рад.
- A-2. Agrawal, P. (2000) : Urban land consolidation: a review of policy and procedures in Indonesia and other Asian countries, Singapore.
- A-3. Akkaya, A. (2001) : GIS-Supported land consolidation planning information system: ARTOP, IX ACM International Symposium on Advances, Atlanta, Georgia, USA, 53–58.
- A-4. Akkaya, A. (2007): Personal, physical and socioeconomic factors affecting farmers' adoption of land consolidation, Spanish Journal of Agricultural Research.
- A-5. Анђус, В. (1998) : Просторно обликовање путева и сигурност саобраћаја. у: Превенција саобраћајних незгода на путевима 98, (4), Југословенски симпозијум са међународним учешћем, 15-16. октобар 1998, Нови Сад: Факултет техничких наука - Институт за саобраћај.
- A-6. Анђус, В. et al (1993): Методологија пројектовања путева, Београд, Грађевински факултете Београд, стр.VII+209.
- A-7. Анђус, В. et al. (2001): Методологија пројектовања реконструкције путева, Београд, Грађевински факултете Београд, стр.IV+96.
- A-6. Анђус, В. (2004) : Методологија пројектовања рехабилитације ванградских путева, Савремена грађевинска пракса, Факултет техничких наука -ИГ, Нови Сад, стр.131-138.
- A-7. Анђус, В. (2006): Основе пројектовања рехабилитације ванградских путева, Грађевински календар,Београд.
- A-8. Avcı, M. (1999): A new approach orientated to new reallocation model based on block priority method in land consolidation, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 23 (1999), 451-457.

B

- B-1. Богдановић, Б. (1989): Аграрне операције, Научна књига, Београд.
- Богдановић, Б. et al. (2003): Комасација у Србији, монографија, Републички геодетски завод, Београд.
- B-2. Богданов, Н. (2007): Мала рурална домаћинства у Србији и рурална непољопривредна економија, УНДП, Београд.
- B-3. Berges, R. (2004): Concrete example of land consolidation connected to motorway passage and development annexes, FIG Symposium on Modern Land Consolidation, Volvic (Clermont-Ferrand), France.
- B-4. Бенка, П. (1996): Могућност заштите и унапређења животне средине при уређењу земљишне територије комасацијом, магистарска теза, Грађевински факултет, Београд.
- B-5. Brok A. et al. (1989): GAMS, a user's guide, the international bank for reconstruction and development/the world bank, the scientific press, redwrd city.
- B-6. van den Brink A. (2004): Modern land consolidation in the Netherlands, FIG Symposium on Modern Land Consolidation, Volvic (Clermont-Ferrand), France.
- B-7. Bullard, R. et al (2007): Land consolidation and rural development, Anglia Ruskin University, Cabridge & Chelmsford (UK).
- B-8. Backman, M. et al. (2008): Land Consolidation in Sweden, FIG Working Week ,Stockholm, Sweden.
- B-11. Backman, M. (2009): GIS in Land Consolidation, Experiences from Forest Land Consolidation in Sweden, FAO Workshop in Santiago de Compostela 2009
- B-12. Vaart, T.J. (1974): Automation of land consolidation files of the Cadastre (Arak System), Nerderlands Geodetisch Tydschrift, 4(4), 101-106.
- B-13. Backman, M. (2002): Rural Developments by Land Consolidation in Sweden, FIG XXII International Conference, Washington, D.C. USA, April 19-26 2002, Invited Paper TS7.14.
- B-14. Backman, S. et al. (1989): Land Consolidation Systems in France and Sweden. Unpublished thesis towards MSc, School of Surveying, Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden.
- B-15. Bullard, R. K et al. (1990): Development of a land information system for land consolidation in Galicia, Spain, Federation Internationale des Geometres, XIX International Congress, Helsinki, Finland, Invited Paper 705.4, 211-215.
- B-16. Burton, S.P. (1988): Land consolidation in Cyprus – A vital policy for rural construction, Land Use Policy, 5(1), 131-147.
- B-17. Наталија, Љ. (2007): Мала рурална домаћинства у Србији и рурална непољопривредна економија, Студија, Министарсво за пољопривреде шумарства и водопривреде, Београд.

C

- C-1. Coito R. P. et al. (2005): Development of Integrated Technologiicall Infformattiion Systems tto Supportt Land Managementt Projjectts IIn Porttugall, Vila Real.
- C-2. Cay, T. et al. (2004): Algorithm developing for land consolidation software, Konya, Turkey.
- C-3. Cay, T. et al. (2006): Optimization in Land Consolidation, XXIII FIG Congress Munich, Germany.
- C-4. Cay, T. et al. (2008): A New Land Reallocation Model for Land Consolidation, FIG Working Week ,Stockholm, Sweden.
- C-5. Choi W. J. (2004): Farmland Consolidation in Korea, FIG Symposium on Modern Land Consolidation, Volvic (Clermont-Ferrand), France.

- C-6. Цвејић, J. (1997): Типологија предела (рукопис), Шумарски факултет, Београд.
 C-7. Цвејић, J. (1997a): Планирање предела (рукопис), Шумарски факултет, Београд.
- D**
- D-1. van Dijk, T. (2004): Land consolidation as Central Europe's panacea reassessed, FIG Symposium on Modern Land Consolidation, Volvic (Clermont-Ferrand), France.
 D-2. Daugaliene, V. (2004): Preparation for land consolidation in Lithuania, F.I.G. Symposium on Modern Land Consolidation, Paris.
 D-3. Daugaliene, V. (2004): Preparation for land consolidation in Lithuania, FIG Symposium on Modern Land Consolidation, Volvic (Clermont-Ferrand), France.
 D-4. Derek, T. (2003): Modelling Farmer Household Decision-making and Its Effects on Land use/cover Change in the Altamira Region, Pará, Brazil. Ontario, Canada.
 D-5. Daman, J. (2002): Development in land consolidation in The Netherlands From purpose to instrument, Land Consolidation in CEEC.
 D-6. Dietrich, K. et al. (2003): Sicherheit von Verkehrsanlagen, Zuerich, ETHZ.
 D-7. Volkan, C. et al. (2003): Land Consolidation as a Tool of Rural Sustainable Development Mehmet GÜR, Turkey, 2nd FIG Regional Conference Marrakech, Morocco.
 D-8. Derlich, F. (2004): Land Consolidation: A Key for Sustainable Development – Recent developments in France. In: van der Molen, P., & Lemmen, C. (eds), Modern Land Consolidation, Proceedings Commission 7 of FIG. 53-62.
 D-9. Dickerman, C.W. (1988): Urban land concentration. In: Downs, R.E. & Reyna, S.P., (eds.), Land and Society in Contemporary Africa, University Press of New England, Hannover, USA, 76-90.
 D-10. Doremus, J. (1992): Flurbereinigung in Frankreich. In: Lapple, E.C. (ed.), Flurbereinigung in Europa, Heft 78, Schriftgenreihe des Bundesministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Landwirtschaftsverlag, Munster-Hiltrup, 154-184.
 D-11. (2005): Дигитални топографски кључ, Републички геодетски завод, Београд.
- Ђ**
- Ђ-1. Ђоровић, Б. (1995): Хоризонтална цевна дренажа, Научна књига, Београд.
 Ђ-2. Ђорђевић, Б. (1990): Водопривредни системи, Научна књига и Грађевински факултет, Београд.
- Ѓ**
- Ѓ-1. Ѓаласан, L, et al. (1996): MATLAB i dodatni moduli Control System Toolbox i SIMULINK, Mikro knjiga, Beograd.
- Ї**
- Ї-1. Чуљат, М. (1978): Оптимални односи капацитета механизације и величине ратарске производне јединице, Докторска дисертација, Београд, п. 113.
- Е**
- E-1. Essadiki, M. (2002): New Method for Land Reallocation by Using a Geographic Information System, FIG XXII International Congress, Washington, D.C. USA.
 E-2. Essadiki, M. et al. (2003) Optimisation of Technical Steps of a Rural Land Consolidation Using a Geographic Information System: Land Reallocation Step, FIG, Paris, France.
- F**
- F-1. FAO (2003): The design of land consolidation pilot projects in Central and Eastern Europe, FAO Land Tenure Series 6, Food and Agricultural Organisation of the United Nations, Rome, Italy.
 F-2. Fosin, J (2005): Алгоритми оптимизације пријевозних процеса, Рад за ректорову награду, Свеучилиште у Загребу, Факултет прометних знаности, Загреб.
 F-3. (1976, 1997) Flurbereinigungsgesetz (FlurbG), Flurbereinigungsgesetz in der Fassung der Bekanntmachung, vom 16. März 1976 (BGBl. I S. 546), zuletzt geändert durch Gesetz vom 18. Juni 1997 (BGBl. I S. 1430).
- G**
- G-1. Gastaldi, J. (1986): The Landconsolidation and city planning radically change rural planning, FIG XVIII International Congress, Toronto.
 G-2. Грујовић, Д. (2005): Ортофото технологија у функцији уређења руралног подручја,- Магистарски рад, Грађевински факултет, Београд.
 G-3. Girgin, I. et al. (1989) : Reallotment Research In The Turkish Land Consolidation, Project Emirhacili Village, Proceedings of The Eleven International Congress on Agricultural Engineering. Dublin, (Ed. By Dold, V.A. And Grace, P.M., Agricultural Engineering) P.2711-2720
 G-4. Гостовић, М. (1979): Модел расподеле комасационе масе, Геодетски лист бр 10-12, Загреб.
 G-5. Гостовић, М. (1989a): Уређење сеоске територије, Научна књига, Грађевински факултет,
 G-6. Гостовић, М. (1989б): Законска основа о заштити околине и комасација, Геодетски лист 7-9, 309-315, Загреб.
 G-7. Гостовић, М. (1989в): Заштита средине и уређење земљишта путем комасације, Геодетска служба 53, 26-34, Београд.
 G-8. Гостовић, М. (1989): Значај оријентације пољских путева, Геодетски лист 1-3, 23-29, Загреб.
 G-9. Гостовић, М. (1990): Комасација шума у Шведској и Норвешкој, Геодетски лист 4-6, 131-140, Загреб.

- G-10. Гостовић, М. (1991a) Комасација сутра, Геодетски лист 1-3, Загреб
- G-11. Гостовић, М. (1991b): Пољопривреда, Биотопи, заштита човекове околине и комасација, Геодетски лист 4-6, 187-196, Загреб.
- G-12. Гостовић, М. (1993a): Мелиорације-пољопривреда-заштита животне средине, Симпозијум-Коришћење и одржавање мелиорационих система, ЈДОН, Београд.
- G-13. Гостовић, М. (1993b): Законска основа о планирању простора и заштити животне средине у мелиорацијама, Симпозијум-Коришћење и одржавање мелиорационих система, ЈДОН, Београд.
- G-14. Гостовић, М. et al. (1993b): Земљишна политика и управљање земљишта, Симпозијум-Коришћење и одржавање мелиорационих система, ЈДОН, Београд.
- G-15. Grafarend, E. et al. (1979): Optimierung geodätischer Meßoperationen, Karlsruhe.
- G-16. Грчић З. et al. (2007): Трошкови механизације у воћарској производњи, Агрономски гласник, Загреб.
- G-17. (1997): Flurbereinigungsgesetz (FlurbG), Flurbereinigungsgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 16. März 1976 (BGBl. I S. 546), zuletzt geändert durch Gesetz vom 18. Juni 1997 (BGBl. I S. 1430).
- G-18. Gūn, S. (2003): Legal State of Land Consolidation in Turkey and Problems in Implementation, Pakistan Journal of Biological Sciences 6 (15), 1380-1383.
- G-19. Guo R, Li D. (2008): An operational system for linear feature extraction in land consolidation using high resolution imagery, 7th WSEAS Int. Conf. on APPLIED COMPUTER & APPLIED COMPUTATIONAL SCIENCE (ACACOS '08), Hangzhou, China.

H

- H-1. Hallett, S.H. et al. (2002) A land information system for Turkey – a key to the country's sustainable development, National Soil Resources Institute, Cranfield University at Silsoe, Silsoe, U.K.
- H-2. Hoisl, R. (1984): Computergestützte Neuverteilung bei der Flurbereinigung, VermessungsWesen und Ramordnung, br. 46., München.
- H-3. Hupfeld, W. (1971): Ein Beispiel zur Mathematischen Planungsrechnung, Zetschrift f. VermessungsWesen.
- H-4. Hennemann, A. (2002): Sustainable Development by Land Consolidation in Bavaria from the Point of View of Good Governance, FIG XXII International Congress, Washington, D.C USA.
- H-5. Hartvigsen, M. (2003): Land Consolidation in connection with infrastructure projects and the process for acquisition of land for such projects, Danish Ministry of Food, Agriculture and Fisheries.
- H-6. Hennemann, A. (2002): Sustainable Development by Land Consolidation in Bavaria from the point of view of Good Governance, FIG XXII International Conference, Washington, D.C. USA, April 19-26 2002, Invited Paper TS8.2.
- H-7. Hopfer, A. (1992): Flurbereinigung in Polen. In: Flurbereinigung in Europa, Heft 78, Schriftenreihe des Bundesministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Landwirtschaftsverlag, Munster-Hiltrup, 336-346.
- H-8. Herzig, A. (2008): A GIS-based Module for the Multiobjective Optimization of Areal Resource Allocation Department of Geography, Division of Landscape Ecology and Geoinformation Sciences Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, th AGILE International Conference on Geographic Information Science Page 1 of 17 University of Girona, Spain (LUMASS (Land Use Management Support System)).
- H-9. Hillier, F , et al. (2005): "Introduction to Operations Research", McGraw Hill Inc. 2005.

I

- I-1. Ioannides, P. (2007): Land Consolidation in Cyprus, UNECE WPLA Workshop Munich, Germany.
- I-2. Томић, Х. et al. (2007): Глобална процена некретнина у реализацији просторних планова, Геодетски факултет Свеучилишта у Загребу, Геофото д.о.о., Загреб, Хрватска
- I-3. (1987): Извођачки пројекат уређења комасационог подручја атара К.О. Банатски Двор, Геодетски завод ВОЈВОДИНА, Нови Сад.
- I-4. (1991): Извођачки пројекат уређења комасационог подручја атара К.О. Сефкерин, Геодетски завод ВОЈВОДИНА, Нови Сад.
- I-5. (1983): Извођачки пројекат уређења комасационог подручја атара К.О. Чантавир, Геодетски завод ВОЈВОДИНА, Нови Сад.

J

- J-1. Јовановић, С. (1973): Аграрне операције, Грађевинска књига, Београд.
- J-2. Joachim, T. (2004): Modern Land Consolidation - recent trends on land consolidation in Germany, FIG Symposium on Modern Land Consolidation, Volvic (Clermont-Ferrand), France.
- J-3. Јовановић В. (2009): Софтверско решење за израду дигиталног катастарског плана, семинарски рад, Грађевински факултет, Одсек за геодезију и геоинформатику, Београд.
- J-4. Jacoby, E.H. (1959): Land Consolidation in Europe, Publication 3/E of International Institute for Land Reclamation and Improvement, Wageningen, Netherlands.

K

- K-1. Катанић, Ј. et al. (1983): Пројектовање путева, Грађевинска књига, Београд.
- K-2. Кадовић, 1996 (1983): Противерозиони агроекосистеми – конзервација земљишта, Шумарски факултет, Београд.
- K-3. Kaufmann, J. (1981): Einsatz und Weiterentwicklung von EDV-Verfahren auf bei Landumlegungen in der Schweiz, XVI Congres FIG, Band 7, Montre Svaјcarska.
- K-4. Kik, R. (1980) Reallotment of Farm Lands By Computer, Research Digest 1980, Icw, Wageningen, P.179-181,
- K-5. Kik, R. (1992): Reallotment research in land improvement projects, Wageningen.

- K-6. Klempert, B. et al. (1974) Probleme und Methoden bei der Erarbeitung von Rechenprogrammen für die Erstellung des Zuteilungsentwurf bei Flurbereinigung. Schifrenreihe für Flurbereinigung, Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup, Germany.
- K-7. Kropff, H. (1976): Ein Optimierungsansatz zur Automatisierung von Zuteilungsplänen in Flurbereinigung, Doktorska disertacija, Hanover.
- K-8. Крчмар Ножић, Е. (1981): Интерактивне методе у вишекритеријалном линеарном програмирању, Магистарски рад, ФОН, Београд.
- K-9. Kovacs, E. and Ossko, A. (2004): Land consolidation in Hungary, dream or reality, FIG Symposium on Modern Land Consolidation, Volvic (Clermont-Ferrand), France.
- K-10. Klaus, K. et al.. (2006): Land Consolidation in Lower Saxony – Effectiveness and Efficiency, Tanikon, Switzerland.
- K-11. Keyzer, M. et al. (2006): Modelling producer decisions on land use in a spatial continuum, International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg.
- K-12. Кекић, М. (2005): Предности пољопривредне производње на великом земљишном комплексу и штетне последице његовог уситњавања, ПУПП "ЈУГОАГРАР", Нови Сад.
- K-13. Крталић, В. (2007): Урбана комасација у Баварској, ХРВАТСКА ЈАВНА УПРАВА, год. 7. бр. 3., стр. 711–741
- K-14. Karouzis, G. (1991): Land Consolidation in Cyprus (1970-1990), Ministry of Agriculture and Natural Resources, Land Consolidation Department, Republic of Cyprus, Nicosia, Cyprus
- K-15. King, R.L. (1980): Land consolidation in Cyprus, Geography, 65, 320-324
- K-16. Kizilsu, G. (2002): Land Consolidation in rural areas with LACIS, International Symposium on GIS, September 23-26, Istanbul, Turkey.
- K-17. Gaye Kiyilsu, Г (2002): Land consolidation in rural areas with LIACIS, International Symposium on GIS, Istanbul, TURKEY (LACIS- Land Consolidation Information System).
- K-18. Костадинов, С. (1996): Бујични токови и ерозија, Шумарски факултет, Београд.
- K-19. (2004): Конкурентност пољопривреде Србије, Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде, Београд.

L

- L-1. Larsson, G. (1993) Land Readjustment: a Modern Approach to Urbanization, Brookfield, USA.
- L-2. Lemmen, C. H. J. et al. (1986): A model for allocation and adjustment of lots in Landconsolidation, FIG XVIII International Congress, Toronto.
- L-3. Лујић, Р. (1973): Шумске мелиорације, Шумарски факултет, Београд.
- L-4. Лазић, В. (1978): Дужина парцеле као ограничавајући фактор производности рада машинско-тракторских агрегата, Прво југословенско саветовање о комасацији земљишта, књига 1, 258-271, Приштина.
- L-5. Lavrič, V. (2007) Uporaba komasacijskega postopka v jablah z idejno zasnovno nove razdelitve zemljišč, Diplomsko delo Biotehnička fakulteta, Univerza v Ljubljani, Ljubljana.
- L-6. Lemmen, C.H.J. (1990): Integrated data processing in land consolidation in the Netherlands, Federation Internationale des Geometres, XIX International Congress, Helsinki, Finland, Invited Paper 703.4, 172-185.
- L-7. Lemmen, C.H.J. et al. (1986): A model for allocation and adjustment of lots in land consolidation. New development in the Netherlands, Federation Internationale des Geometres, XVIII International Congress, Toronto, Canada, Invited Paper 706.5, 326-341.
- L-8. Lindskog, T. et al. (1983): Land consolidation for agriculture and forestry in Sweden, Federation Internationale des Geometres, XVII International Congress, Sofia, Bulgaria, Additional Paper, Commission 7, 1-6.
- L-9. Lopez, C. et al. (1992): Flurbereinigung in Spanien. In: Lapple, E.C. (edt.). Flurbereinigung in Europa, Heft 78, Schriftenreihe des Bundesministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Landwirtschaftsverlag, Munster-Hiltrup, 185-201.
- L-10. Миљенко, Л. et al. (2001): Картографија и AutoCAD Map, Свеучилиште у Загребу - Геодетски факултет, Загреб
- L-11. (2008): Land Consolidation in Cyprus – The CAF in Practice, Improving communication with citizens through CAF – based self – assessments, Ministry of Agriculture, Natural Resources and Environment, Land Consolidation Department, Cyprus
- L-12. (2004): Land Consolidation – A Tool for Sustainable Rural Development, National Land Service under the Lithuanian Ministry of Agriculture, Litvanija.

M

- M-1. Мартић, Љ. (1978): Вишекритеријумско програмирање, Информатор, Загреб.
- M-2. Маслов, А. В. et al. (1976): Геодезическије работи при землеустројству, Недра, Москва.
- M-3. Медић, В. (1965): Комасација земљишта, Геодетски факултет Свеучилишта у Загребу.
- M-4. Михајловић, Р. (1992): Примена дигиталног геодетског плана у уређењу земљишне територије, Трећи семинар из фотограметрије, Београд.
- M-5. Михајловић, Р. (2009): Комасација – напредни курс, Универзитет у Београду-Грађевински факултет, Београд.
- M-6. Миладиновић, М. (1997): Уређење земљишне територије, монографија, Универзитет у Београду.
- M-7. Миладиновић, М. et al. (1994): Расдела комасационе масе применом метода линеарног програмирања, SUS-OPIS '94, Котор.
- M-8. Moolenaar, M. P. (1990): Landscape design in relation to reallotment in Landconsolidation projects, FIG XIX International Congress, Helsinki.
- M-9. Миладиновић, М. (1993): Инвестициони програм комасационог подручја Павлиш, Београд.
- M-10. Miranda, D. et al. (2004): Suitability model for Land Consolidation projects: a case study in Galicia, Spain, FIG Symposium on Modern Land Consolidation, Volvic (Clermont-Ferrand), France.

- M-11. Magel, H. (2003): Land Policy and Land Management in Germany, Melbourne.
- M-12. Марковић, З. (2005): Одлучивање у ситуацијама неизвесности, XXIII Симпозијум о новим технологијама у поштанском и телекомуникационом саобраћају, Београд.
- M-13. (1994): MATLAB Users Guide, MathWorks, Inc.
- M-14. (1994): MATLAB Reference Guide, MathWorks, Inc.
- M-15. Малетин, М. (2000): Планирање простора и путна мрежа, Монографија Савремене тенденције у путном инжењерству, Институт за путеве, Београд, стр. 25-58,
- M-16. Magel, H. (2000): The change of paradigms in European rural development and land consolidation, Seminar - Land Markets and Land Consolidation in Central Europe, 22nd Urban and Regional Data Management Symposium, Delft University of Technology, The Netherlands, 21-30.
- M-17. Martuccelli, A. M. (1987): Waters and irrigation plants managed in common: the consortia, *Irrigation and Drainage in Italy*, XIII International Congress on Irrigation and Drainage, Casablanca, Morocco, 97-103.
- M-18. Mitrović, S. INTEGRALNI MODEL ZA ODRŽIVO STRATEŠKO PLANIRANJE RURALNE SREDINE U SRBIJI U CILJU RAZVOJA EKO-TURIZMA, YMSD Consulting, Toronto, KANADA
- M-19. van der Molen, P. et al. (2004): Modern Land Consolidation – Multipurpose Approach for Sustainable Development, GIM International, January 2004, 19(1), 51-53.
- N**
- N-1. Neira X.X., Ivarez C.J. A, et al. (2004) Evaluation of water-use in traditional irrigation An application to the Lemos Valley irrigation district, northwest of Spain, Spain.
- N-2. Николић, И. (1990): Методе за решавање задатака вишециљног линеарног програмирања, Магистарски рад ФОН, Београд.
- N-3. Николић, Р. (2007): Механизација и величина поседа, Трактори и погонске машине, Нови Сад.
- N-4. Najafi, A. (2000): Land Consolidation as a Movement Toward Agricultural, Report of the APO Seminar on Impact of Land Utilization Systems on Agricultural Productivity, Islamic Republic of Iran, Published by the Asian Productivity Organization Hirakawacho, Tokyo, Japan.
- N-5. Николић Р. (1983): Оптимализација параметара пољопривредних трактора у циљу одређивања рационалног састава машинског парка, Докторска дисертација, Пољопривредни факултет, Нови Сад, п.230.
- N-6. Николић, Р. (2007): Механизација и величина поседа (презентација), Тематски скуп, Пољопривредни факултет, Земун.
- N-7. Николић, Р. (1977): Оптимизација параметара тракторских система у пољопривреди, Магистарска теза, ФТН, Нови Сад.
- N-8. Николић, Р. et al. (2002): Истраживање узрока, последица и мера за смањење и контролу сабијања земљишта (поглавље X) – монографија, Пољопривредни факултет Нови Сад, п.198.
- N-9. Nonino, A. (1992): Die flurbereinigung in Italien. In: Lapple, E.C. (ed.), Flurbereinigung in Europa, Heft 78, Schriftgenreihe des Bundesministers fur Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Landwirtschaftsverlag, Munster-Hiltrup, 221-240.
- N-10. (2006): Национални програм заштите животне средине, Нацрт документа, у фази усвајања, Републике Србије.
- N-11. (2006): National report on Land use, land registration and land development in the Netherlands Submitted to the International Conference on Agrarian Reform and Rural Development, Brazil
- O**
- O-1. Oesterle, M. et al. (2004): A CASE STUDY FOR UPDATING LAND PARCEL IDENTIFICATION SYSTEMS (IACS) BY MEANS OF REMOTE SENSING, State Authority of Land Consolidation and Land Development B-W, Kornwestheim, Germany, Department of Geomatics, Computer Science and Mathematics, Stuttgart University of Applied Sciences, Germany
- O-2. Опрковић, С. (1992): Оптимизација система, Грађевински факултет, Београд.
- O-3. Опрковић, С. (1998): Вишекритеријумска оптимизација система у грађевинарству, Грађевински факултет, Београд.
- O-4. Ossko, A. et al. (2002): Rural Land Markets in Central and Western Europe, FIG XXII International kongress, Washington, D.C. USA.
- O-5. Оташевић, С. и др. (1978): Парцела као елемент комасације, Прво југословенско саветовање о комасацији земљишта, књига 1, 237-246, Приштина,
- O-6. Оташевић, С. (1980): Утивај парцеле на ефикасност коришћења средстава у ратарској производњи, Пољопривреда бр. 267-268, 79-89, Београд.
- O-7. Osterberg, T. et al. (1992): Flurbereinigung in Schweden. In: Lapple, E.C. (ed.), Flurbereinigung in Europa, Heft 78, Schriftgenreihe des Bundesministers fur Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Landwirtschaftsverlag, Munster-Hiltrup, 259-289.
- O-8. (2004): Operations manual for land consolidation pilot projects in Central and Eastern Europe, Food and agriculture organization of the united nations, Rome.
- P**
- P-1. Pasak, V. (1984): Orhana pudy pred erozi (Soil protection from erosion), Statni zemedelske nakladatelstvi, Praha.
- P-2. Pelzer, H. (1972): Zur Berechnung optimaler Zuteilungspläne bei der Flurbereinigung, Vermessungstechnische Rundschau, Heft 9.
- P-3. Петрић, Ј. (1987): Операциона истраживања, Научна књига, Београд.
- P-4. Петрић, Ј. et al. (1983): Алгоритми и програми из операционих истраживања, Научна књига, Београд.
- P-5. Петрић, Ј. (1977): Методе планирања у сложеним организацијама удруженог рада, Научна књига, Београд.
- P-6. Петрић, Ј. (1984): Операциона истраживања I, Збирка решених задатака, Научна књига, Београд,
- P-6. Петрић, Ј. (1989): Нелинеарно програмирање, Научна књига, Београд,

- P-8. Прашчевић, Ж. (1992): Операциона истраживања у грађевинарству, Грађевински факултет, Београд.
- P-9. Pulecka, A. (2004): Land consolidation considered as a tool of rural landscape development in Poland, FIG Symposium on Modern Land Consolidation, Volvic (Clermont-Ferrand), France.
- P-10. Пичман, Д. (2007): Шумске прометнице, Шумарски факултет Свеучилишта у Заребу.
- P-11. Pasakarnis, G. et al. (2009): EURO Mini Conference : "Knowledge-Based Technologies and OR Methodologies for Strategic Decisions of Sustainable Development", Vilnius, LITHUANIA
- P-12. (1997): Правилник о начину вршења геодетско-техничких радова у поступку комасације земљишта, Нацрт правилника, Републички геодетски завод Србије, Београд.
- P-13. (2007) Priručnik za hidrotehničke melioracije, III kolo, knjiga 3, Vodnogospodarski aspekti razvoja navodnjavanja u priobalju i krškom zaleđu Hrvatske, Sveučilište u Rijeci, Građevinski fakultet, Rijeka.
- P-14. (1984): Правилник о начину израде извођачког пројекта комасационог подручја, Покрајинска управа за геодетске и имовинско-правне послове, Нови Сад.
- P-15. (2002): Правилник о начину израде и садржини техничке документације ("Сл. лист РЦГ", бр. 22/02).
- P-16. (1996): Просторни план Републике Србије, ("Службени гласник РС", бр. 13/96.
- P-17. (2006): Project on land consolidation in Croatia, Ministry of Agriculture, Forestry and Water Management Swedish International Development Cooperation Agency.
- P-18. (2004): Pravilnik o izvedbi komasacije zemljišć na območju občinskoga lokacijskoga načrta, Št. 463-00-13/2003, Ljubljana, dne 24.
- R**
- R-1. Reigner, G. (2004): Land consolidation in France, FIG Symposium on Modern Land Consolidation, Volvic (Clermont-Ferrand), France.
- R-2. Reigner, G. (2004): Land Consolidation in France, In: van der Molen, P., & Lemmen, C. (eds), Modern Land Consolidation, Proceedings Commission 7 of FIG. 63-70.
- R-3. Rosman, F.B. et al. (1998): New Method for the Design of the Re-allocation Plan in Land Consolidation Projects, Federation Internationale des Geometres, XXI Congress, Brighton, UK, 232-245.
- R-4. (2005): Стручно упутство за израду ДКП, Републички геодетски завод, Београд.
- S**
- S-1. Савин Л. et al. (2005): Оптимализација састава машинског парка при производњи ратарских култура, Савремена пољопривредна техника, Нови Сад.
- S-2. Симовић, Ђ. et al. (1993): Уређење сеоске територије и насеља, Београд.
- S-3. Seele, W. (1992) Bodenordnerische Probleme in den neuen Bundesländern: Vermessungswesen und Raumordnung, 54, S. 73,
- S-4. Semlali, E. H. (2001): A GIS solution to land consolidation technical problems in morocco, Morocco, Turska.
- S-5. Sonnenberg, J.K.B. (1986): Improvement of the Administrative Procedures in Landconsolidation, FIG XVIII International Congress, Toronto.
- S-6. Sonnenberg, J.K.B. (1986): Improvement of the administrative procedures in land consolidation, Federation Internationale des Geometres, XVIII International Congress, Toronto, Canada, Invited Paper 709.2, 413-423.
- S-7. Sonnenberg, J.K.B. (1990): Acquisition, disposal and allocation of land for non-agricultural purposes by land consolidation, Federation Internationale des Geometres, XIX International Congress, Helsinki, Finland, Invited Paper 705.1, 186-188. (Late copy not in proceedings).
- S-8. Sonnenberg, J.K.B. (1994a): Urban land readjustment by "Kukaku-Seiri" and improved legal protection, Federation Internationale des Geometres, XX Congress, Melbourne, Australia, Invited Paper 708.1, 306-313.
- S-9. Sonnenberg, J.K.B. (1994b): Restitution of farming land (land reform) by land consolidation, Federation Internationale des Geometres, XX Congress, Melbourne, Australia, Invited Paper 760, 455-462.
- S-10. Sonnenberg, J. (1996) The European Dimensions and Land Management – Policy Issues (Land readjustment and land consolidation as tools for development), FIG Commission 7, Budapest, Hungary
- S-11. Sonnenberg, J.K.B. (1999): Recent developments in multifunctional rural land development in the Netherlands with respect to legal instruments. In: Dixon-Gough, R.W. (ed.), Land Reform and Sustainable Development, Ashgate Publishing Ltd., Aldershot. 52-60.
- S-12. Sonnenberg, J.K.B. (2002): Fundamentals of Land Consolidation as an Instrument to Abolish Fragmentation of Agricultural Holdings, FIG XXII International Congress, Washington, D.C. USA.
- S-13. Sonnenberg J.K.B. (2000): Land consolidation and restitution of property rights: a case study in the Czech Republic, TU Delft.
- S-14. Срђевић, Б. (2005): Дискретни модели одлучивања у оптимизацији коришћења каналске мреже у Војводини, Летопис научних радова 29 (2005), Универзитет у Новом Саду.
- S-15. Срђевић, Б. (2005): Непристрасна оцена значаја критеријума у вишекритеријумској оптимизацији, Водопривреда, Нови сад.
- S-16. Савин, Л. (2004): Оптимизација састава машинског парка у пољопривреди, Докторска дисертација, Пољопривредни факултет, Нови Сад, п. 209.
- S-17. Савин, Л. et al. (2005): Оптимализација састава машинског парка при производњи ратарских култура, Савремена пољопривредна техника, Нови Сад, Вол. 31, Но.1-2, п. 29-37.
- S-18. Schön, H. et al. (2003): Informacione tehnologije i trendovi u modernoj poljoprivredi, Revija agronomska saznanja, Novi Sad, Vol. 13., No. 1-2., p. 38-43.
- S-19. Симикић, М. (2006): Оптимизација експлоатационих параметара тракторских система за обраду земљишт и сетву, Магистарска теза, Пољопривредни факултет, Нови Сад, п. 181.. Рад прихваћен: 26.04.2007.

S-20	Срђевић, Б. et al.	(2004):	Вредновање критеријума и стратегија коришћења регионалног хидросистема «НАДЕЛА» помоћу аналитичког хијерархијског процеса, студија, Пољопривредни факултет - Новом Саду - ДЕПАРТАМАН ЗА УРЕЂЕЊЕ ВОДА Нови Сад
S-21.	Савин, Л.	(2004):	Оптимизација састава машинског парка у пољопривреди, Докторска дисертација, Пољопривредни факултет, Нови Сад, п. 209.
S-22.	Савин, Л. et al.	(2005):	Оптимализација састава машинског парка при производњи ратарских култура, Савремена пољопривредна техника, Нови Сад, Вол. 31, Но.1-2, п. 29-37.
S-24.	Симикић, М.	(2006):	Оптимизација експлоатационих параметара тракторских система за обраду земљишт и сетву, Магистарска теза, Пољопривредни факултет, Нови Сад, п. 181. Рад примљен: 20.04.2007. Рад прихваћен: 26.04.2007.
S-25.		(2004):	Секторске анализе (Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде, Београд.
S-26.		(2005):	Стратегија развоја пољопривреде Србије, ("Службени гласник РС" бр. 78/2005.
S-27.		(2006):	Стратегија развоја шумарства Републике Србије, ("Службени гласник РС" бр. 59/2006.
S-28.		(2006):	Стратегија туризма Републике Србије бр. 135/2004.
S-29.		(2008):	Стратегија комасације у Републици Србији, нацрт. Влада Републике Србије, Београд.
S-30.		(2005):	Смернице за пројектовање, грађење, одржавање и надзорна путевима, "ДИРЕКЦИЈА ЦЕСТА" -јавно предузеће ФЕДЕРАЦИЈЕ БиХ "ПУТЕВИ РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ" Сарајево, Бања Лука.
S-31		(2006):	Стратегија развоја општине Ада 2005-2008-2012, Ада.
S-32.		(2003):	Стратегија за смањење сиромаштва у Србији, Влада Републике Србије, Београд.
Ѕ			
Ѕ-33	Шљукић С.	(2004):	Земљорадничке задруге у Југоисточној Европи: сељаци или фармери, Филозофски факултет, Нови Сад.
Ѕ-34		(2004):	Шумарска политика Србије, нацрт, Влада Републике Србије.
Т			
T-1.	Томић, Ј.	(1982):	Збирка задатака из операционих истраживања, ИРО "Привредна штампа", Београд.
T-2.	Тодоровић, С.	(1988):	Приручник о уређењу и коришћењу пољопривредног земљишта, НИРО, "Глас Подриња" Шабац.
T-3.	Танасић, Њ.	(1956):	Расцепканост пољопривредног поседа и проблеми новог груписања, Докторска дисертација, Сарајево.
T-4.	Трајковић, С. et al.	(1997):	Multicriteria optimization of an irrigation system, The scientific journal factauniversitatis, Ниш.
T-5.	Трифковић, М.	(1993):	Прилог методологији пројектовања пољских путева код уређења земљишне територије у поступку комасације, магистарска теза, Грађевински факултет, Београд.
T-6.	Трифковић, М.	(1996):	Тренд развоја комасације у Европи, Геодетска служба 74, 43-51, Београд.
T-7.	Туран, Ј.	(2005):	Оптимализација транспорта у жетви, Савремена пољопривредна техника, Нови Сад,
T-8.	Танака, Т.	(2005):	Resource allocation with spatial externalities: Experiments on land consolidation, School of Global Studies, Arizona State University.
T-9	Thomas, J.	(1995a)	Special Planning and Environmental Protection-Implementation through Land Consolidation, FIG-Symposium "From centrally planned to market economy. Deutscher Verein fur Vermessungswesen e. V. Schriftenreihe.
T-10.	Thomas, J.	(2004):	Modern Land Consolidation - recent trends on land consolidation in Germany, Germany
T-11.	Thomas, J.	(2005)	Actual Trends concerning Land Management, Land Readjustment and Land Consolidation in Europe, Thessaloniki, Greece
T-12.		(2003):	The design of land consolidation pilot projects in Central and Eastern Europe, Food and agriculture organization of the united nations, Rome.
У			
U-1	Uimonen, M.	(2004):	Actual developments of land consolidation in Finland, FIG Symposium on Modern Land Consolidation, Volvic (Clermont-Ferrand), France.
U-3	UNMIK	(2006):	Административно упутство бр. 35/2006 о уређењу земљишта, Привремене институције самоуправљања, Приштина.
U-4		(1977):	Упутство о начину вршења геодетско-техничких радова и утврђивању вредности земљишта у поступку комасације, ("Службени гласник СРС" бр. 3/77, Београд.
U-5		(2002):	Уредба о утврђивању водопривредне основе „Сл.гласник РС" бр 11 /02, Београд.
В			
V-1	Van Dijk, T.	(2004)	Land consolidation as Central Europe's panacea reassessed, Symposium on Modern Land Consolidation, France.
V-2.	Васиљевић, С.	(1993):	Примена метода линеарног програмирања код расподеле комасационе масе, Дипломски рад, Грађевински факултет, Београд.
V-3.	Велашевић, В.	(1970):	Рејонирање терена СР Србије у циљу подизања шумских пољозаштитних појасева, докторска дисертација, Шумарски факултет, Београд.
V-4.	Virtanen, P. V.	(1986):	Principles for the Clasification of Land Use, F.I.G. XVIII International Congress, Toronto.
V-5.	Vos, W. H. de,	(1983):	Automation as a tool for allocation in land consolidation, F.I.G. XVII International Congress, Sofia.
V-6.	Vos, W. H. de,	(1992):	Allocation in Landconsolidation Projects in The Netherlands with the Aid of an Automated System, Surveying and Maping, Vol. 42, No4.

- V-7. Vitikainen, A. (2004): An overview of land consolidation in Europe, FIG Simposium on Modern Land Consolidation, Volvic (Clermont-Ferrand), France.
- V-9. Vitikainen, A. (2003): Development of the Land Consolidation Procedure, Helsinki university of technology.
- V-10. Veemman, H. et al. (1960): A priority scheme for Dutch land consolidation projects, international institute for land reclamation and improvement, Program The Netherlands.
- V-11. Вучина, Д. (2005): Методе инжењерске нумеричке оптимизације, Свеучилишна књижница у Сплиту.
- V-12. (2001): Водопривредна основа Републике Србије, Министарство за пољопривреду, Шумарство и водопривреду Републике Србије, 2001.
- V-13. Vitikanien, A. (2004): An Overview of Land Consolidation in Europe, In: van der Molen, P., and Lemmen, C., (eds), Modern Land Consolidation, Proceedings of a Symposium held by Commission 7 of FIG, 19-29.
- V-14. Vonk, J.J. (1992): Land acquisition, re-allotment of plots and allocation of costs in rural development projects in the Netherlands, International Congress on Agrarian Reform and Rural Development, Ankara, Turkey, 183-194.
- V-15. de Vos, W.H. (1982): Allocation in land consolidation projects in the Netherlands with the aid of an automated system, Surveying and Mapping, 42(4), 339-345.
- V-16. Вујошевић, М. (1997): "Увод у оптимизацију", Интернет извор : www.laboi.fon.bg.ac.yu/download/MetOpt/uvoduvko.pdf
- V-17. Вујошевић, М. et al. (1996): Методе Оптимизације-мрежни локацијски и вишекритеријумски модели", Допис, Београд
- V-18. (2002): Водопривредна основа Републике Србије, Уредба о утврђивању водопривредне основе Републике Србије, ("Службени гласник РС", број 11/2002.
- V-19. Vybiral, T. (2005): Process of Land Consolidation in Czech republic from the perspective in private sector, GEOREAL spol. s r.o., Prague Land Consolidation Workshop
- V-20. Josef Vlasák, J. (2008): The impact of a highway on increasing transportation distances Department of Geodesy and Land Consolidation, Faculty of Civil Engineering, Czech Technical University in Prague, Journal of Landscape Studies 1, 49 – 61
- Y**
- Y-1. Yomralioğlu, T. et. al. (1996): Land readjustment implementations in Turkey, XXIVth International Housing Congress, p.150-161, Ankara
- Z**
- Z-1. Зорановић, Т. (2003): Пример примене АХП у групном одлучивању у пољопривреди, СИМ-ОП-ИС, Херцег Нови, Црна Гора.
- Z-2. Zhou J. M. (2005): How to carry out land consolidation and international comparison, San Domenico (FI).
- Z-3. Zhou, J. M. (1998): Land consolidation in Japan and other rice-based economies under private landownership in monsoon Asia, Land Reform, 1998/1. 122-134.
- Z-4. Zhou, J. M. (1999): Out Land Consolidation An International Comparison, EUI Working Paper ECO 99/1, How to Carry 148 Papers in Land Management: No. 10 Land consolidation and rural development, European University Institute, Department of Economics, San Domenico, Italy. <http://www.iue.it/ECOWP-Texts/ECO99-1.pdf>
- Z-5. Zhou, J. M. (1997): A new proposal for land consolidation and expansion in Japan and other economies, European University Institute, Florence, Italy
- Z-6. Zou X, Li D. (2008) A multidisciplinary GIS-based approach for the potential evaluation of land consolidation projects: a model and its application, 7th WSEAS Int. Conf. on APPLIED COMPUTER & APPLIED COMPUTATIONAL SCIENCE (ACACOS '08), Hangzhou, China
- Z-7. (1991): Закон о водама ("Службени гласник РС", бр. 46/91, 53/93, 67/93, 48/94, 54/96, 101/2005).
- Z-8. (1989): Закон о пољопривредном земљишту ("Службени гласник СР Србије" бр. 52/89).
- Z-9. (1992): Закон о пољопривредном земљишту, ("Службени гласник Републике Србије", бр. 9/92), Београд.
- Z-10. (2004): Закон о интегрисаном спречавању и контроли загађивања животне средине ("Службени гласник РС", бр. 135/2004).
- Z-11. (2006): Закон о пољопривредном земљишту, ("Службени гласник Републике Србије", бр. 62/2006 и 41/2009), Београд.
- Z-12. (1978) : Закон о комасацији и араондацији, ("Службени гласник САП Војводине", бр. 16/78, 32/78), Нови Сад.
- Z-13. (2001) : Закон о експропријацији ("Службени гласник РС", бр.53/95,23/01 и 20/2009).
- Z-14. (2003): Закон о планирању и изградњи, ("Службени гласник Републике Србије" бр. 47/2003, 34/2006).
- Z-15. (2005): Закон о промету непокретности, ("Службени гласник Републике Србије" бр. 69/2005,
- Z-16. (2005) : Закон о водама, ("Службени гласник РС" бр. 46/91, 53/93, 67/93, 48/94, 54/96, 101/2005),
- Z-17. (2004) : Закон о заштити животне средине, ("Службени гласник Републике Србије", бр. 135/2004).
- Z-18. (2002): Закон о државном премеру и катастру и уписима права на непокретностима Службени гласник Републике Србије", бр. 83/92, 53/93, 67/93, 48/94, 12/96, 15/96, 34/01 и 25/02).
- Z-19. (2004): Закон о процени утицаја на животну средину, ("Службени гласник Републике Србије", број 135/2004).
- Z-20. (2004): Закон о стратешкој процени утицаја на животну средину, ("Службени гласник Републике Србије", број 135/2004).
- Z-21. (2004): Закон о интегрисаном спречавању и контроли загађивања животне средине, ("Службени гласник Републике Србије", број 135/2004).
- Z-22. (2004): Закон о заштити животне средине, ("Службени гласник Републике Србије", број 135/2004).
- Z-23. (2005): Закон о шумама ("Службени гласник Републике Србије", бр. 46/91, 83/92, 53/93, 54/93, 60/93, 67/93, 48/94, 54/96, 101/2005).

- Z-24. (2006): Закон о комасацији Брчко дистрикта БиХ, ("Службени гласник Брчко дистрикта" бр. 7/06 БиХ), Брчко.
- Z-25. (2009): Закон о планирању и изградњи ("Службени гласник РС", број 72/2009).
- Z-26. (2009): Закон о државном премеру и катастру ("Службени гласник РС", бр. 72/2009 і 18/2010).
- Z-27. (2009): Закон о пољопривреди и руралном развоју ("Службени гласник РС", број 41/2009).

W

- W-1. Wagner, H. M. (1975): Principles of Operation Research, With applications to Managerial Decisions, Second Edition, London.
- W-2. Wurzi, R. (1984): Wurzi R. (1984): Lösungsansatz für einen computergestützten Neuverteilungsentwurf in der Flurbereinigung, Vermessungs Wesen und Ramordnung, br. 46., München.
- W-3. Wilden, R. (2007): Integrative Land Consolidation - an approach for fulfilling the objectives of the rural development policy, UNECE WPLA Workshop Munich, Germany.
- W-4. Wilkowski, W. et. al. (2002): Landscape Aspects in Land Consolidation Procedures in Poland, FIG X
- W-5. Wolters, J. (1992): Flurbereinigung in Danemark. In: Lapple, E.C. (edt.), Flurbereinigung in Europa, Heft 78, Schriftgenreihe des Bundesministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Landwirtschaftsverlag, Munster-Hiltrup, 307-335.
<http://www.laboi.fon.bg.ac.yu>
- W-6. <http://www.cs.wisc.edu/math-prog/matlab.html>
- W-7. <http://www-01.ibm.com/software/integration/optimization/cplex-dev-bundles/>
- W-8. <http://www.fao.org/sd/LTdirect/LTforum/LTfo017e.htm>
- W-9. <http://www.esri.com/software/arcgis/extensions/index.html>
- W-10. http://www.fao.org/sd/IN1_en.htm
- W-11. http://www.fao.org/sd/LTdirect/ltstudies_en.htm
- W-12. http://www.fao.org/regional/seur/MRP_en.pdf
- W-13. <http://www.lionhrtpub.com/orms/surveys/LP/LP-survey.html>
- W-14. <http://www.lionhrtpub.com/software-surveys.shtml>
- W-15.







РД 21060



300164492

COBISS •