

UNIVERZITET U BEOGRADU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET

Miloš B. Pajić

**OPTIMIZACIJA MEHANIZOVANOG
PROCESA UBIRANJA KAMILICE**
(Matricaria chamomilla L.)

doktorska disertacija

Beograd, 2012.

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF AGRICULTURE

Miloš B. Pajić

**OPTIMIZATION OF MECHANIZED
HARVESTING OF CHAMOMILE**

(Matricaria chamomilla L.)

Dictoral Dissertation

Belgrade, 2012.

Mentor: Dr Mićo Oljača, redovni profesor
Univerzitet u Beogradu
Poljoprivredni fakultet

Članovi komisije:

Dr Rade Radojević, vanredni profesor
Univerzitet u Beogradu
Poljoprivredni fakultet

Dr Dragan Marković, redovni profesor
Univerzitet u Beogradu
Mašinski fakultet

Dr Slavica Jelačić, vanredni profesor
Univerzitet u Beogradu
Poljoprivredni fakultet

Dr Sanjin Ivanović, docent
Univerzitet u Beogradu
Poljoprivredni fakultet

Datum odbrane:

ZAHVALNICA

U izradi ove doktorske disertacije pomogli su mi mnogi pojedinci i institucije, i svima se iskreno zahvaljujem.

Posebno bih istakao značajnu pomoć i saradnju od strane proizvodnog pogona Instituta za proučavanje lekovitog bilja "Dr Josif Pančić" u Pančevu, pre svega pojedincima iz tog kolektiva: g. Radosavu Jevđoviću i g. Sretenu Brkiću. Oni su mi svesrdno pomagali u postavljanju oglada, omogućili pomoć u ljudstvu i mehanizaciji, dajući korisne savete i preporuke.

Posebnu zahvalnost dugujem prof. dr Dragiši Raičeviću, pravom šefu, suštinskom mentoru, pomagaču i prijatelju.

Tokom rada na disertaciji u pomoć su često znali da priteknu: prof. dr Đuro Ercegović, doc. dr Zoran Mileusnić, doc. dr Rajko Miodragović, dipl. inž. Kosta Gligorević, dipl. inž. Nebojša Vukelić, Miloš Jović, Vladimir Jeremić i dr.

Želim da se zahvalim i mentoru prof. dr Mići Oljači koji me je često usmeravao ka cilju, kad god bih se od njega udaljio.

Zahvalnost dugujem i prof. dr Radetu Radojeviću, na tome što me je uveo u svet lekovitog bilja, kao i u dobronamernim savetima oko same disertacije.

Zahvaljujem se i doc. dr Sanjinu Ivanoviću na vremenu koje je potrošio kako bih ja bolje naučio ekonomske aspekte poljoprivredne proizvodnje.

Zahvalnost dugujem i prof. dr Slavici Jelačić i prof. dr Draganu Markoviću na savetima, kolegijalnosti i razumevanju.

I na kraju, VELIKOOO HVALA dugujem mojoj porodici, što me je trpela tokom svih ovih godina rada na disertaciji, što je istu pisala zajedno samnom, što je toliko dugo čekala njeno korićenje i što zna ono što drugi neznaju.

UNIVERZITET U BEOGRADU, POLJOPRIVREDNI FAKULTET

Miloš B. Pajić

OPTIMIZACIJA MEHANIZOVANOG PROCESA UBIRANJA

KAMILICE (*Matricaria chamomilla* L.)

doktorska disertacija

REZIME: Intenzivna proizvodnja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.) podrazumeva proizvodnju gde se svi tehnološki postupci gajenja i prerade mogu obaviti sredstvima mehanizacije poljoprivrede na optimalan način i uz racionalan utrošak energije. Tema istraživanja u ovoj doktorskoj disertaciji je mehanizovan postupak ubiranja kamilice.

Zahtevu za mehanizovanim postupkom ubiranja kamilice odgovorili su mnogi domaći i svetski proizvođači poljoprivrednih mašina, koji su proizveli veći broj konstrukcija i tipova mašina koje se međusobno razlikuju, kako po tehničkim, konstruktivnim karakteristikama, tako i po kvalitetu rada i ostvarenim učincima. Takva pojava je ovo istraživanje usmerila ka svestranom proučavanju odabrane teme sa ciljem izbora odgovarajuće mašine koja će najbolje odgovarati uslovima rada na parcelama pod kamilicom. U tehnologiji proizvodnje kamilice proces ubiranja cvasti kamilice je tehničko-tehnološki najzahtevniji i ima veliki uticaj kako na kvalitet dobijene droge, tako i na dobit ostvaren proizvodnjom.

U ovoj disertaciji su ispitivana tri konstrukcijski i konceptijski različita tipa kombajna za ubiranje kamilice. Praćeni su tehnički, tehnološki, biološki, meteorološki i eksploatacioni pokazatelji koji utiču na ocenu efikasnosti rada ispitivanih kombajna. Kao osnovne parametre treba izdvojiti režim rada, kvalitet i gubitke ostvarene tokom ubiranja, energetske i ekonomske opravdanost korišćenja pojedinih kombajna.

U radu su primenjene tri metode optimizacije najuticajnijih parametara rada kombajna, kako bi se ustanovio optimalan kombajn i režim rada u određenim agroekološkim uslovima, prema zadatim kriterijumima ocenjivanja.

Tehnološka proizvodnost (učinak) kombajna za ubiranje kamilice zavisi isključivo od radnog zahvata i brzine kretanja kombajna. Najveći prosečan učinak postigao je kombajn A od 0,65 ha/h, pa kombajn B sa 0,57 ha/h i kombajn C sa 0,56 ha/h. Najmanju potrošnju goriva po jedinici površine su ostvarili kombajni u režimu rada V3, gde je najekonomičniji bio kombajn B sa potrošenih 23,86 l/ha, pa kombajn C sa 33,51 l/ha i kombajn A sa potrošnjom od 45,78 l/ha. Može se konstatovati da viši režim rada (veća brzina kretanja i broj obrtaja beračkog uređaja) donosi i veće ukupne gubitke. Najveće prosečne ukupne gubitke ostvaruje kombajn A (39,77%) dok se kod kombajna B i C oni kreću oko 20%. Sva tri ispitivana kombajna, u sva tri režima rada, ostvaruju približan kvalitet ubiranja cvasti kamilice, naročito kada se posmatraju njihove prosečne vrednosti, kao i zbirno I i II kategorije kvaliteta (kombajn A: 68,5-92,1%; kombajn B: 69,9-90,7%; kombajn C: 62,2-86,1%).

Najveća vrednost proizvodnje ubrane kamilice se dobija kada se ona koristi kao sušena cvast (kombajn B, režim V3, vrednost 2.551,50EUR), dok je vrednost nešto manja (od 2,6% do 5,5%) kada se deo kamilice (I i II kategorija kvaliteta) koristi kao sušena cvast, a deo (III i IV kategorija kvaliteta) za etarsko ulje. Korišćenjem kamilice za sušenje cvasti, najmanja dobit se ostvaruje korišćenjem kombajna A, dok se veća dobit kombajna B u odnosu na kombajn C, pre svega, ogleda u manjim troškovima rada kombajna (od 20 do 24% manji troškovi, zavisno od režima rada), kao i zbog boljeg kvaliteta ubrane kamilice koja se reflektuje kroz veću vrednost proizvodnje (od 5,1 do 6,9%, zavisno od režima rada).

Kombajn B u režimu V3 se pokazao kao najoptimalniji u svim godinama i u odnosu na sve četiri grupe i slučaja težinskih koeficijenata, prema svakoj od tri korišćene metode optimizacije, osim u slučaju "TOPSIS" metode za podatke iz 2008/09. godine, prema težinskim koeficijentima 2 i 3, kada je bio na drugom mestu.

Ovo istraživanje je sprovedeno u cilju sticanja novih saznanja i formiranja predloga za unapređenje i inoviranje novih tehničkih rešenja. Nameće se potreba da se kod budućih tehničkih rešenja kombajna za ubiranje kamilice usavrši berački uređaj, omogući hidraulično podešavanje položaja i režima rada beračkog uređaja, poveća kapacitet bunkera kombajna, omogući hidraulično pražnjenje bunkera, da se uvede sistem navođenja kombajna; da se optimizuje potrebna i angažovana snaga kombajna; da se podešavanje i upravljanje kombajna vrši iz kabine rukovaoca, kao i da se izvrši generalna modernizacija i automatizacija.

KLJUČNE REČI: kamilica (*Matricaria chamomilla* L.), kombajn, režim rada, gubici, kvalitet, dobit, optimizacija.

NAUČNA OBLAST: Biotehničke nauke.

UŽA NAUČNA OBLAST: Mehanizacija biljne proizvodnje .

UDK: 631.354.2:582.998.16(043.3)

UNIVERSITY OF BELGRADE, FACULTY OF AGRICULTURE

Miloš B. Pajić

OPTIMIZATION OF MECHANIZED HARVESTING

OF CHAMOMILE (*Matricaria chamomilla* L.)

Doctoral Dissertation

ABSTRACT: Intensive production of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) is the kind of production in which all technological processes of growing and processing chamomile can be carried out by mechanized agricultural resources in an optimal way and with a rational energy consumption. Topic of research in this doctoral dissertation is mechanized process of harvesting chamomile.

Many domestic and international manufacturers of agricultural machinery have responded to the request for mechanized harvesting procedure chamomile and produced a number of constructions and types of machines, which differ in both the technical, structural characteristics, and quality of work and its effects. Such a phenomenon has directed this research towards a comprehensive study of the chosen topics, with the objective to recommend adequate machine that will best suit the work conditions on the chamomile fields. Harvesting chamomile blossom is technically and technologically the most demanding process in the chamomile production technology and has a great influence on both the quality of drugs received, and the income generated in production.

In this dissertation, three structurally and conceptually distinct types of chamomile harvester were tested. We assessed the technical, biological, meteorological, and operating parameters that affect evaluating the efficiency of the examined harvesters. Working mode, quality and losses realized during the harvesting, as well as energetic and economic feasibility of using certain harvesters, should be emphasized as the basic parameters.

Three optimization methods were used for optimizing the most influential parameters of combine work, in order to determine the optimal combine and the working under the specific ecological conditions, according to the specified evaluation criteria.

Technological productivity (efficiency) of chamomile harvester depends only on the working width and speed of the combine. The highest average efficiency of 0.65 ha / h was achieved by harvester A, then harvester B with average 0.57 ha / h and finally harvester C with average 0.56 ha / h. The lowest fuel consumption per unit area achieved harvesters working in V3 mode, where the harvester B was the most economical and consumed 23.86 l / ha, followed by the harvester C with 33.51 l / ha and the harvester A with 45.78 l / ha. It can be concluded that the "higher" mode (with higher travel speed and speed of turning - rpm) brings greater total losses. Harvester A realized the highest average total losses (39.77%) while with combine B and C they were about 20%. All three harvesters, in all three working modes, achieve the approximately equal quality of harvested chamomile blossom, especially when considering their average values, as well as the sum of I and II category (A harvester: 68.5 to 92.1%; harvester B: 69.9 to 90.7%; harvester C: 62.2 to 86.1%).

The highest value of chamomile production is obtained when the chamomile is used as a dried inflorescence (B harvester, V3 mode, the value of € 2551.50), while the value is slightly lower (by 2.6% to 5.5%) when one part of chamomile (I and category II quality) is used as a dried inflorescence, and the other part (III and IV quality) is used for essential oil. If chamomile is used for dry inflorescence only, the minimum profit is made by harvester A, while higher income by harvester B in relation to harvester C is primarily reflected in lower costs of harvesting (20 to 24% less expensive, depending on the mode). Harvester B has better quality of harvested chamomile, which is reflected in a higher production value (from 5.1 to 6.9%, depending on the mode).

Harvester B, working in the V3 mode, proved to be optimal during all three years of research, in respect of all optimization criteria, except in the case of the "TOPSIS" method for data from 2008/09. year and weighting coefficients 2 and 3, when he was in the second place.

This research was conducted in order to acquire new knowledge and to propose the improvement and innovation of new technical solutions. For future technical solutions of chamomile harvesters, there is a need to improve picking device, provide a hydraulic adjustment of the position and the working mode of picking devices, increase the volume of the harvester storage, include hydraulic emptying of harvester storage, provide a guidance system of a harvester, optimize the required and used power of a harvester engine, setup and manage harvesting process from the harvester cabin, and make a general modernization and automation.

KEY WORDS: chamomile (*Matricaria chamomilla* L.), harvester, working mode, losses, quality, profit, optimization.

SCIENTIFIC AREA: Biotechnical Science.

AREA OF ACADEMIC EXPERTISE: Mechanization of Plant Production

UDK: 631.354.2:582.998.16(043.3)

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. KARAKTERISTIKE KAMILICE	4
2.1 Mesto i uloga kamilice u proizvodnji lekovitog bilja	4
2.2 Morfološko-anatomske karakteristike kamilice	4
2.3 Taksonomske karakteristike kamilice	6
2.4 Agroekološke karakteristike kamilice u R. Srbiji	6
2.5 Rasprostranjenost i kvalitet kamilice u R. Srbiji	8
2.6 Klimatski uslovi gajenja kamilice u R. Srbiji	10
2.7 Zemljište kao faktor proizvodnje kamilice u R. Srbiji	11
2.8 Tehnologija proizvodnje gajene kamilice	12
3. CILJ I ZNAČAJ ISTRAŽIVANJA	15
4. PREDMET I PROGRAM ISTRAŽIVANJA	17
5. OSNOVNE HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA	19
6. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA	20
6.1 Gajenje kamilice	20
6.2 Uticajni faktori na prinos i kvalitet kamilice	22
6.3 Tehnologija gajenja kamilice	23
6.4 Istorijski razvoj ubiranja kamilice	27
6.5 Mehanizovano ubiranje kamilice	31
6.6 Optimizacija proizvodnih procesa	44
6.7 Ekonomski parametri proizvodnje kamilice	45

7. MATERIJAL I METOD ISTRAŽIVANJA	47
7.1 Postavljanje poljskog oglada	48
7.2 Tehničke karakteristike ispitivanih kombajna za ubiranje kamilice	50
7.3 Primenjena tehnologija proizvodnje	57
7.4 Metode ispitivanja poljoprivredne tehnike	58
7.5 Istraživanja sprovedena na lokalitetu oglada	70
7.6 Analiza podataka	78
7.7 Metode ekonomske analize	78
7.8 Metode optimizacije	79
8. TEORIJSKE OSNOVE ISTRAŽIVANJA	83
8.1 Otkidanje cvasti kamilice	83
8.2 Kinematika radnih organa za ubiranje kamilice	85
8.3 Optimizacije procesa mehanizovanog ubiranja kamilice	90
8.3.1 Diskretne višekriterijumske optimizacije	91
8.3.1.1 Matrica odlučivanja	91
8.3.1.2 Određivanje alternativa i kriterijuma	92
8.3.1.3 Normalizovanje i otežavanje rejting matrice	93
8.3.2 Jednostavniji višekriterijumski metodi	94
8.3.2.1 Aditivni metod "SAW"	94
8.3.2.2 Produktni metod "SPW"	94
8.3.3 Napredniji višekriterijumski metodi	95
8.3.3.1 Metod "TOPSIS"	95
9. MESTO I USLOVI ISTRAŽIVANJA	97
9.1 Zemljište	97
9.2 Meteorološko-klimatski uslovi	99
9.3 Stanje kamilice tokom oglada	103

10. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA	104
10.1 Eksploatacioni parametri rada kombajna	104
10.1.1 Radni zahvat	104
10.1.2 Radna brzina	104
10.1.3 Struktura proizvodnog vremena	106
10.1.4 Učinak kombajna	108
10.1.5 Produktivnost ljudskog rada	111
10.1.6 Produktivnost mašinskog rada	112
10.1.7 Potrošnja energije	113
10.2 Kvalitet rada kombajna	116
10.2.1 Gubici	116
10.2.2 Kvalitet ubrane kamilice	127
10.3 Ekonomska analiza upotrebe različitih kombajna za ubiranje kamilice	134
10.3.1 Ostvareni prihodi od proizvodnje kamilice	134
10.3.2 Ostvareni troškovi i dobit u proizvodnji kamilice	138
10.3.3 Senzitivna analiza ostvarene dobiti u proizvodnji kamilice	143
10.4 Diskusija rezultata	147
11. OPTIMIZACIJA MEHANIZOVANOG UBIRANJA KAMILICE	149
11.1 Vrednosti alternativa i kriterijuma	149
11.2 Težine kriterijuma	150
11.3 Rezultati optimizacije primenom različitih metoda	151
11.3.1 Optimizacija "SAW" metodom	152
11.3.2 Optimizacija "SPW" metodom	153
11.3.3 Optimizacija "TOPSIS" metodom	155
11.4 Zbirni rezultati optimizacije	156
12. ZAKLJUČCI	158
LITERATURA	160
PRILOZI	171
BIOGRAFIJA AUTORA	181

LISTA SIMBOLA

φ - ugao otklona sile otkidanja,
 A^- - "najgora" alternativam, idealno negativno rešenje,
 A^* - "najbolja" alternativa, idealno rešenje,
 A_i - alternativa u matrici odlučivanja,
 B_e - eksploataciona širina radnog zahvata, (m),
 B_t - teorijska (konstrukciona) širina radnog zahvata, (m),
 C_j - kriterijum odlučivanja,
df - stepeni slobode,
 E_g - ukupna energija goriva pri radu kombajna, (MJ/ha),
 E_{ha} - utrošak energije po hektaru ubrane površine, (kWh/ha),
 E_{tu} - tehnološka energija ubiranja kombajnom, (MJ/ha),
f - koef. kotrljanja,
F - kritične vrednosti,
 F_{cv} - prosečna sila otkidanja cvasti na biljci, (N),
 $F_{cv(i)}$ - prosečna sila otkidanja cvasti na biljci i-tog snopa, (N),
 F_N - normalna sila, (N),
 F_{OT} - sila otkidanja, (N),
 F_T - tangencijalna sila, (N),
G - težina kombajna, (kN),
g - ubrzanje zemljine teže, (m/s^2),
 G_c - tehnološko-ciklusni maseni učinak, (t/h),
 G_{dan} - dnevni maseni učinak, (t/dan),
 g_i - potrošnja goriva, (l/ha),
 G_{pr} - poljsko proizvodni maseni učinak, (t/h),
 G_r - maseni učinak, (t/h),
 H_{ha} - produktivnost ljudskog rada, (h/ha),
 H_s - srednja vrednost visine stabljike sa površine od $1 m^2$, (m),
 $H_{s(i)}$ - prosečna visina stabljike sa površine od $1 m^2$ i-tog snopa,
 H_t - produktivnost ljudskog rada po jedinici ubrane mase, (h/t),
IC - indeks cvetanja,
K - žetveni indeks, (%),
 k_b - koef. iskorišćenja širine radnog zahvata,
m - masa kombajna, (kg),
 M_0 - masa uzorka pre sušenja, (kg),
 M_{0cv} - prosečna masa sirove cvasti na površini od $1 m^2$, (kg),
 $M_{0cv(i)}$ - masa sirove cvasti na površini od $1 m^2$ i-tog snopa, (kg),
 M_1 - masa uzorka posle sušenja, (kg),
 M_{1cv} - prosečna masa sirove cvasti na površini od $1 m^2$, (kg),
 $M_{1cv(i)}$ - masa sirove cvasti na površini od $1 m^2$ i-tog snopa, (kg),
 M_{ha} - produktivnost mašinskog rada, (kWh/ha),
 M_{pv} - obrtni moment na priključnom vratilu, (Nm),
n - broj obrtaja priključnog vratila, (min^{-1}),
N - srednja vrednost broja biljaka sa površine od $1 m^2$,
 $N_{(i)}$ - broj biljaka sa površine od $1 m^2$ i-te probe,

η_c - koeficijent iskorišćenja vremena tehnološkog ciklusa,
 N_{cv} – prosečan broj cvasti na biljci,
 $N_{cv(i)}$ – prosečan broj cvasti na biljci i -tog snopa,
 η_{pr} - koeficijent iskorišćenja proizvodnog vremena,
 P_e – efektivna snaga motora, (kW),
 p_i - tehnološki prinos, (kg/ha),
 P_i – vrednost alternative,
 P_m – nominalna snaga motora, (kW),
 P_{pv} – snaga na priključnom vratilu, (kW),
 q - specifična potrošnja goriva, (l/kWh),
 $Q_{(ha)}$ – utrošak goriva po hektaru, (l/ha),
 $Q(T)$ – utrošak goriva po toni ubrane kamilice, (l/t),
 Q_b – biološki prinos, (t/ha),
 Q_{dan} – dnevni utrošak goriva, (dm³/dan),
 Q_h – časovna potrošnja goriva, (l/h),
 q_i - kvalitet ubrane kamilice, zbir mase I i II kategorije kvaliteta,
 Q_i^* - relativno rastojanje od idealnog rešenja,
 Q_t – tehnološki prinos, (t/ha),
 q_u – masa ubranog prinosa, (t/ha),
 R – poluprečnik beračkog rotora, (m),
 r_{ij} – brojne vrednosti matrice,
 S – pređeni put, (m),
 S_i^- - rastojanje alternativa od negativno idelanog rešenja,
 S_i – ukupna vrednost (skor funkcije) nakon normalizacije rejtinga,
 S_i^* - rastojanje alternativa od idealnog rešenja,
 $Sig.$ – statistička značajnost,
 t – vreme, (s),
 T_{02} - proizvodno vreme smene, (h),
 T_1 – tehnološko korisno vreme, (h),
 $T_1 (T_r)$ – tehnološko korisno vreme, (h),
 $T_2 (T_{tp})$ – tehnološko pomoćno vreme, (h),
 T_{21} – vreme praznog hoda kretanja kombajna, (h),
 T_{211} – vreme okretanja kombajna na uvratinama, (h),
 T_{212} – vreme prelaženja kombajna sa jednog zagona na drugi, (h),
 T_{213} – ostala kretanja kombajna po parceli, (h),
 T_{22} – vreme tehnološkog opsluživanja kombajna (pražnjenje bunkera, ako se obavlja u mestu), (h),
 $T_3 (T_{ts})$ – vreme otlanjanja tehnoloških smetnji (zagušenja), (h),
 $T_4 (T_{tk})$ – vreme otklanjanja tehničkih kvarova, (h),
 $T_5 (T_{ok})$ – vreme zastoja organizacionog karaktera, (h),
 T_{51} – vreme zastoja zbog neusklađenosti kapaciteta kombajna, transportnih sredstava i sušare, (h),
 T_{52} – vreme zastoja zbog neblagovremenosti prenošenja informacija na rukovaoce kombajna, prelazak na novu parcelu, (h),
 $T_6 (T_{lk})$ – vreme zastoja ličnog karaktera, (h),
 T_{61} – vreme zastoja zbog zadovoljenja fizioloških i životnih potreba kombajnera, (h),
 T_{62} – vreme zastoja subjektivne prirode, (h),
 T_{63} – vreme obeda, (h),

T_7 (T_{oi}) – ostalo izgubljeno vreme, (h),
 T_8 (T_{mp}) – vreme zastoja zbog nepovoljnih vremenskih prilika, (h),
 T_9 (T_{pz}) – pripremno završno vreme, (h),
 T_{91} – vreme izvođenja tehničkog staranja, (h),
 T_{92} – vreme pripreme kombajna za rad, (h),
 T_{921} – vreme odlaska do pumpe i uzimanje goriva, (h),
 T_{93} – vreme kretanja od mesta parkiranja do parcele i obrnuto, (h),
 T_{931} – vreme kretanja od mesta parkiranja do parcele, (h),
 T_{932} – vreme kretanja sa jedne na drugu parcelu, (h),
 T_{933} – vreme kretanja od parcele do mesta parkiranja, (h),
 T_{94} – vreme podešavanja kombajna za rad, (h),
 T_{95} – vreme zastoja u pripremno-završnim operacijama zbog organizacionih razloga, (h),
 T_{96} – vreme čekanja na početak ubiranja kamilice zbog neadekvatnih uslova useva, (h),
 u_i - površinski učinak, (ha/h),
 V – brzina kretanja kombajna, (m/s),
 v_{ij} – elementi matrice,
 V_{ij} – proizvod normalizovane performanse alternative i odgovarajućeg težinskog koeficijenta kriterijuma,
 V_x – komponenta brzine u pravcu x-ose, (m/s),
 $V_{xcvasti}$ – horizontalna komponenta brzine cvasti, (m/s),
 V_y - komponenta brzine u pravcu y-ose, (m/s),
 $W1$ – kriterijum - tehnološki prinos,
 $W2$ - kriterijum - ostvareni kvalitet ubiranja,
 $W3$ - kriterijum - površinski učinak,
 $W4$ - kriterijum - potrošnja goriva,
 W_c – tehnološko-ciklusni učinak, (ha/h),
 W_{dan} – dnevni učinak, (ha/dan),
 w_j – težinski koeficijent kriterijuma,
 W_{pr} – poljski učinak, (ha/h),
 W_r – tehnološka proizvodnost, (ha/h),
 $W_{z(i)}$ – vlažnost cvasti kamilice i-tog uzorka, (%),
 $W_{z(s)}$ – prosečna vlažnost cvasti kamilice, (%),
 X – normalizovana rejting matrica,
 x_{ij} – odgovarajući težinski koeficijent kriterijuma,
 η_g – koef. iskorišćenja goriva, (%),
 η_k – koef. iskorišćenja snage motora kombajna,
 π – Ludolfov broj, ($\pi \approx 3,14$),
 ω – ugaona brzina, (rad).

1. UVOD

Savremeno, urbano, društvo dalo je prevelik naglasak na industriju i tehnologiju proizvodnje sintetičkih proizvoda, pri čemu treba imati na umu značaj lekova koji su doprineli značajnom razvoju medicine. Bez takvog razvoja savremena medicina i farmakologija se ne mogu danas ni zamisliti. Poslednjih godina se sve više uviđa da sintetički preparati nisu svemoćni, pri čemu je zanemarena veština lečenja koja se razvijala vekovima i predstavljala nerazdvojni deo istorije čovečanstva.

Već više od dve hiljade godina kamilica (*Chamomilla recutita* (L) Rausch.) je poznata i cenjena kao lekovita biljka. Razvoj modernih eksperimentalnih nauka omogućio je da se bliže sagledaju i donekle upoznaju lekovita dejstva i lekoviti sastojci ove biljke. Zbog toga je kamilica i danas, posle viševekovne upotrebe, još uvek predmet mnogobrojnih istraživanja i proučavanja. O kamilici je objavljen veoma veliki broj naučnih radova, u kojima je ona tretirana sa različitih aspekata.

Savremene industrijske grane: farmaceutska, kozmetička, prehrambena, hemijska i druge, ne mogu se zamisliti bez jednog od osnovnih uslova, a to je obezbeđenje dovoljnih količina jeftine i kvalitetne sirovinske osnove. Sirovinsku bazu u pomenutim industrijskim granama u značajnoj meri čini kamilica.

Domaće potrebe za kamilicom ranije su se obezbeđivale sakupljanjem samonikle kamilice. Povećana potražnja kamilice za potrebe izvoza i pomenutih industrija dovela je do potrebe gajenja kamilice. Ukupne površine gajenja lekovitim biljem u Srbiji prikazane su u Tabeli 1. Površine pod kamilicom u Srbiji su promenljive i variraju od godine do godine u granicama od 500 do 1000 ha.

Tabela 1. Površine pod lekovitim biljem u Srbiji, (ha).

Godina	Republika Srbija	centralna Srbija	Vojvodina
1996	1.343	59	1.284
1997	1.096	53	1.043
1998	1.648	124	1.524
1999	1.728	58	1.670
2000	1.469	69	1.400
2001	1.622	54	1.568
2002	1.636	49	1.587
2003	1.740	42	1.698
2004	1.684	29	1.655
2005	1.621	30	1.591

* (Ministarstvo poljoprivrede, Republike Srbije, 2008.)

Činjenica je da je Srbija zahvaljujući svom geografskom položaju, pre svega klimi i zemljištu, kao i bogatoj tradiciji, izvanredno pogodna za sakupljanje i gajenje lekovitog bilja. Međutim, isto tako treba konstatovati da se ove potencijalne mogućnosti Srbije ne koriste dovoljno, niti adekvatno.

Kamilica kao lekovita i aromatična vrsta je od velikog značaja, ne samo za našu zemlju, već je ona i značajan artikal na svetskom tržištu. Za mnoge zemlje ona je važna izvozna roba koja donosi veliki profit. Najveći proizvođači lekovitog bilja u Evropi

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

prikazani su u Tabeli 2. Danas se kamilica skoro isključivo dobija gajenjem visokoprinostnih sorti. Pored naše zemlje, u Evropi su veliki proizvođači: Mađarska, Nemačka, Hrvatska, Poljska, Španija i Slovačka.

Tabela 2. Proizvodnja lekovitog bilja u evropskim zemljama, 2005.

Zemlja	Konvencionalna proizvodnja (ha)	Organska proizvodnja (ha)
Austria	24.300	1.094
Bugarska	1.101	5
Danska	9	24
Finska	1.570	
Francuska	35.500	
Nemačka	10.350	925
Grčka	3.300	1.720
Mađarska	1.325	
Italija	17.313	783
Holandija	2.914	116
Slovačka	623	70
Švedska	0	4
Velika Britanija	9.600	4

* (European Herb Growers Association (Europam))

Veliki proizvođači kamilice su i zemlje afričkog sredozemlja, posebno Egipat, kao i zemlje Južne Amerike: Argentina, Brazil i Čile.

Intenzivna proizvodnja kamilice podrazumeva proizvodnju gajene kamilice u njivskim uslovima, gde se svi tehnološki postupci gajenja i prerade mogu obaviti sredstvima mehanizacije na optimalan način i uz racionalan utrošak energije. Efikasnost i ekonomičnost radnih procesa pri intenzivnoj proizvodnji kamilice u velikoj meri zavisi od stepena mehanizovanosti tehnoloških operacija.

Rezultati istraživanja zemalja koje proizvode kamilicu za različite namene, ukazuju na nekoliko kritičnih tačaka u procesu proizvodnje, zavisno od kvaliteta izvedenih agrotehničkih operacija sredstvima mehanizacije (mašinama) i to:

- Kvalitet obrade zemljišta i njegova priprema za setvu,
- Izbor optimalnog roka za setvu i kvalitet setve,
- Ubiranje cvasti, sa sortiranjem,
- Sušenje ubrane kamilice, destilovanje.

Ukoliko se mehanizovano, u optimalnim uslovima i optimalnim rokovima, izvedu navedene radne operacije, ostvaruje se kvalitetan rod kamilice, ekonomski opravdan za dalju preradu u tržišne proizvode (Kojić, 1997).

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

Najbolji kvalitet branja kamilice se ostvaruje ručnom berbom, pri čemu je potrebno veliko angažovanje ljudskog rada, što dalje uslovljava visoku cenu proizvoda, otežanu organizaciju postupka ubiranja i niz drugih problema. Mehanizovanim ubiranjem je kao i kod drugih biljnih vrsta potrebno ostvariti prinudni kompromis između kvaliteta ubiranja, cene koštanja i stepena mehanizovanosti.

Potrebu za mehanizovanim postupkom ubiranja kamilice uočili su mnogi domaći i svetski proizvođači poljoprivrednih mašina, koji su proizveli veći broj mašina koje se međusobno razlikuju, kako po tehničkim i konstruktivnim karakteristikama, tako i po kvalitetu rada i ostvarenim učincima. Takva pojava je nametnula potrebu svestranog proučavanja sa ciljem izbora odgovarajuće mašine koja će najbolje odgovarati uslovima rada na parcelama pod kamilicom. Ovaj problem kod nas nije do te mere kompleksno proučavan iako proizvodne površine pod kamilicom u Republici Srbiji nisu male (više od 500 ha).

Kamilica retko kada proizvođača ostavlja bez prinosa, međutim, danas, kada su veoma izražene potrebe za visokom, stabilnom i pre svega ekonomičnom proizvodnjom, neophodna je primena naučnih saznanja u praksi. Bogatstvo istraživačkog rada ukazuje na postojanje velikog broja problema u oblasti proizvodnje kamilice, kao i na značaj njihovog rešavanja radi ekonomičnosti proizvodnje. Realni problemi u praksi navode na neophodnost izmene dosadašnjih ustaljenih loših navika i primene neracionalnih tehničko-tehnoloških rešenja u proizvodnji kamilice. To se pre svega odnosi na tehničko-tehnološka rešenja iz oblasti ubiranja, dorade i prerade ubrane kamilice. Opšti zaključak proučavane problematike upućuje na dalja istraživanja konkretnih uslova proizvodnje.

Ova disertacija treba sa jedne strane da bude prilog naučnim saznanjima iz oblasti biotehnike kroz upoznavanje principa rada, kvaliteta rada i izbora mašina za ubiranje kamilice, a sa druge strane da bude od koristi našoj privredi u cilju povećanja površina pod kamilicom, kao i razvoja pratećih industrija (proizvođača sredstava poljoprivredne mehanizacije, farmaceutske, kozmetičke, prehrambene i dr.). Cilj disertacije je da ukaže na eventualne slabosti dosadašnjeg pristupa u određivanju i primeni eksploatacionih režima rada kombajna za ubiranje kamilice i da argumentovano ukaže na put iznalaženja optimalnih parametara rada ispitivanih kombajna, kao i daljih unapređenja kod novih konstrukcionih rešenja.

2. KARAKTERISTIKE KAMILICE

2.1 Mesto i uloga kamilice u proizvodnji lekovitog bilja

Proizvodnja lekovitog bilja u Republici Srbiji praćena je mnogobrojnim problemima. Nedovoljna organizovanost, nedovoljna opremljenost, kako kadrovska tako i tehnička, nepovezanost nauke i prakse, ograničen broj gajenih vrsta, nepodesan sortiment, mali i promenljivi prinosi, nezadovoljavajući sirovinski kvalitet, nerazvijeno tržište, samo su neki od problema sa kojima se proizvodnja lekovitog bilja u skorijoj prošlosti susretala.

Kamilica je do 60-tih godina, za domaće potrebe i za izvoz, obezbeđivana sakupljanjem samonikle kamilice sa zemljišta tipa slatina i utrina (Kojić, 1997). Nakon 2000. godine, stanje je donekle promenjeno, mnogi problemi su prevaziđeni, struktura proizvodnje lekovitog bilja znatno je poboljšana, uvode se nove vrste, nove sorte i sve više se koriste rezultati naučnih istraživanja (Kahn i Lima, 2001).

Danas se kamilica obezbeđuje skoro isključivo iz intenzivne proizvodnje. Gajenjem kamilice u njivskim uslovima obezbeđuje se bolji kvalitet, a upotreba sredstava mehanizacije doprinosi smanjenju troškova proizvodnje. Gajenjem selekcionisanih sorti obezbeđuje se sirovina koja je i hemijski definisana i usmerena za različite potrebe.

U Srbiji se postepeno povećava broj proizvođača kamilice, a gajenje lekovitog bilja postaje im jedino ili glavno zanimanje. Proizvodnja se specijalizuje ili koncentriše u određenim gazdinstvima, regionima (Pančevo, Padej, Novi Sad, Užice i dr.).

Potražnja za ovom biljnom sirovinom je u stalnom porastu, kako u svetu tako i u našoj zemlji. Takav trend omogućuje dugoročna planiranja, investicije i povećanje obima proizvodnje kamilice. Organizacija proizvodnje kamilice u većem obimu podrazumeva naglašavanje kvaliteta sirovine i agroekoloških uslova u kojima se ona gaji, kao prioritetne zahteve tokom celokupnog procesa proizvodnje.

Ova kultura ima višestruka lekovita svojstva i koristi se za lečenje zapaljenja kože i sluzokože, poremećaja organa za varenje i dr. Kod osoba alergičnih na neku od vrsta familije *Asteraceae* može se javiti alergijska reakcija (Kišgeci, Jelačić i Beatović, 2009). Kamilica je blago sredstvo koje se u određenoj količini može davati i novorođenčadi. Etarško ulje se primenjuje u kozmetici. U farmaceutskoj industriji izrađuje se veliki broj gotovih lekovitih, higijenskih i kozmetičkih preparata na bazi kamilice, za eksternu i internu upotrebu.

2.2 Morfološko-anatomske karakteristike kamilice

Kamilica (*Chamomilla recutita* L. (Rausch) (*Asteraceae*), Sin. *Matricaria chamomilla* L.) je jednogodišnja zeljasta biljka iz familije *Compositae*, koja u prosečnim uslovima dostiže visinu od 10 do 80 cm. Stablo je uspravno, valjkasto i razgranato. Listovi su perasto deljeni sa bodljastim i usko linearnim režnjevima. Prizemni listovi su trostruko usećeni, srednji dvostruko, a gornji jednostruko. Cvetovi su sakupljeni u glavicu prečnika od 1,5 do 3 cm. Po obodu se nalaze beli jezičasti, a u sredini žuti cevasti cvetovi. Cvetište je čunastog oblika, iznutra šuplje. Glavica je u

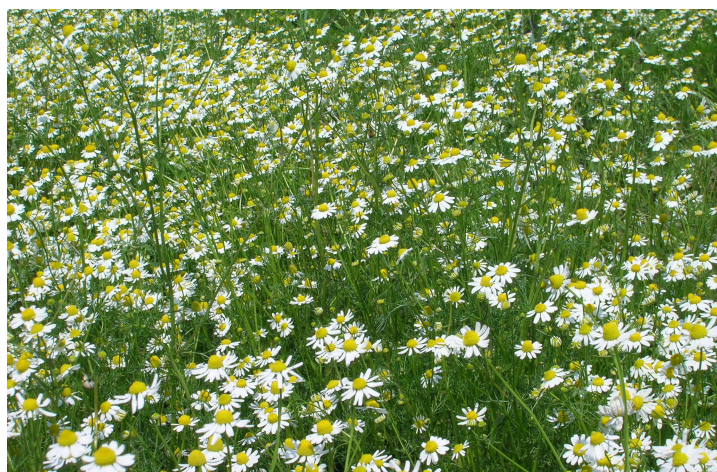
Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

početku poluloptastog oblika, kasnije se izdužuje i postaje kupasta. Cvetovi su karakterističnog mirisa. Kamilica cveta krajem aprila ili početkom maja, pa sve do septembra. Plod je ahenija sivobeličaste boje, dužine 1,2 mm, širine 0,4 mm. Masa 1.000 semenki iznosi od 0,03 do 0,07 g. Procenjuje se da u jednom kilogramu ima preko 20 miliona semenki (Kišgeci, Jelačić i Beatović, 2009).

Od kamilice se koriste cvetne glavice (cvasti) sa drškom (peteljkom) dužine 2 cm (*Chamomillae flores*) i etarsko ulje (*Chamomillae aetheroleum*). Cvetne glavice sadrže 0,2-2% etarskog ulja, 2,5-3% apigenina, gorke materije, tanine, smole, flavonoide, kumarine, organske kiseline i dr. Etarsko ulje kamilice dobija se destilacijom pomoću vodene pare. Ulje je gusto, na nižim temperaturama skoro smolasto, zelene, zeleno plave do tamno plave boje, karakterističnog mirisa i gorkog ukusa. Glavni sastojci etarskog ulja su hamazulen (4-21%), alfa-bisabolol, bisabilol oksidi, fernezen i dr. Ukoliko se etarsko ulje dobija ekstrakcijom organskim rastvaračem iz droge, ulje je žute boje (Kišgeci i Adamović, 1994). Sadržaj azulena zavisi od porekla, sušenja, starosti droge i od načina dobijanja ulja. U zavisnosti od sorte, zemljišta i tehnologije gajenja varira količina i sastav etarskog ulja.

Na morfološko-anatomske karakteristike veliki uticaj ima i vrsta soli u zemljištu. Ako se u zemljištu nalaze približno iste koncentracije soli, ali različite vrste (karbonati, hloridi), na porast kamilice je nepovoljniji uticaj karbonata nego hlorida (Kojić, 1997). Ako su zemljišta sa približno istim ukupnim salinitetom, a u jednom dominiraju sulfati u drugom hloridi, tada su povoljniji uslovi za rast kamilice na zemljištima sa sulfatima.

Fizička svojstva zemljišta takođe imaju uticaja na spoljno-morfološku i anatomsku građu kamilice. Zemljište sa nepovoljnim fizičkim osobinama predstavlja ograničavajući faktor za rast kamilice. Međutim, ovaj uticaj je ipak manji nego što je uticaj visoke koncentracije soli. Teži mehanički sastav zemljišta ima za posledicu male vrednosti prečnika stabla i lista, zatim, relativno sitne ćelije parenhima srži i dr. što sve dovodi do toga da biljke kamilice zadobijaju kseromorfni karakter (Kojić, 1997).



Slika 1. Kamilica gajena u njivskim uslovima.

2.3 Taksonomske karakteristike kamilice

Pod pojmom kamilice dugo su podrazumevane vrste obuhvaćene rodom *Matricaria*. Smatra se da se od oko 70 vrsta ovog roda, 11 nalazi u Africi, 1 u Kaliforniji, dok su ostale rasprostranjene mahom u Sedozemnoj oblasti, Evropi i severnoj Africi, istočnoj i srednjoj Aziji (Hegi, 1954; Kojić, 1997; Awas, 2007). U skladu sa danas prihvaćenom naučnom nomenklaturom, izvesno je da se u okviru flore područja Srbije nalaze 4 vrste kamilice (Tabela 3), koje su sistematizovane u rodove *Chamomilla* i *Matricaria*.

Tabela 3. Taksonomska interpretacija vrsta kamilice flore Srbije.

Raniji naziv	Sadašnji naziv
<i>Matricaria chamomilla</i> L.	<i>Chamomilla recutita</i> (L.) Raush. f. <i>chamomilla</i>
	<i>Chamomilla recutita</i> (L.) Raush. f. <i>salina</i>
	<i>Chamomilla recutita</i> (L.) Raush. f. <i>nana</i>
<i>Matricaria suaveolens</i> Buch.	<i>Chamomila suaveolens</i> (Pursh) Rydb.
<i>Matricaria inodora</i> L.	<i>Matricaria perforata</i> Merat
<i>Matricaria tenuifolia</i> (Kit.) Simk.	<i>Matricaria trichophylla</i> Bioss.

*(Izvor: Kojić, 1997)

2.4 Agroekološke karakteristike kamilice u R. Srbiji

Vrste i forme kamilice koje se nalaze kod nas, jasno se razlikuju po svojim morfološkim, fiziološkim, biohemijskim i naročito ekološkim karakteristikama. Različite vrste i forme kamilice pokazuju sasvim određene adaptivne mehanizme, koje im omogućavaju javljanje na potpuno različitim staništima, i shodno tome, vezivanje na određene vegetacijske jedinice.

Ekološki indeksi četiri vrste kamilice, koja su rasprostranjene na području Srbije (Kojić, Popović i Karadžić, 1994) pokazuju da su ove biljke submezofilne (mogu se naći na kserofilnijim staništima) i prilagođene na uslove staništa neutralne pH reakcije (Tabela 4). *Chamomilla recutita* i *Matricaria perforata* su mezotrofne, dok su *Chamomila suaveolens* i *Matricaria trichophylla* mezotrofne do eutrofne. U odnosu na svetlost, *Matricaria perforata* je polusciofita, a ostale vrste su polusciofite do heliofite, dakle, više prilagođene na punu dnevnu svetlost. Nešto veće temperature staništa za svoje rastenje i razviće zahtevaju mezotermno-termofilne vrste: *Chamomilla recutita* i *Matricaria trichophylla* u poređenju sa mezotermnim vrstama: *Matricaria perforata* i *Chamomila suaveolens*. Na osnovu ekoloških indeksa zapaža se da se najveće razlike ispoljavaju na nivou trofičkih, svetlosnih i termičkih uslova staništa.

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

Tabela 4. Ekološki indeksi za pojedine vrste kamilice.

EKOLOŠKI INDEKSI					
	Ekološki indeks za vlažnost zemljišta (v)	Ekološki indeks za hemijsku reakciju zemljišta (k)	Ekološki indeks za snabdevanje zemljišta hranljivim materijama (n)	Ekološki indeks za svetlosni režim (s)	Ekološki indeks za toplotni režim (t)
<i>Chamomilla recutita</i>	3	3	3	4	4
<i>Chamomila suaveolens</i>	3	3	4	4	3
<i>Matricaria perforata</i>	3	3	3	3	3
<i>Matricaria trichophylla</i>	3	3	4	4	4

*(Izvor: Kojić, 1997)

Izvesne razlike postoje i kada je reč o zahtevima ovih vrsta prema sadržaju humusa, mehaničkom sastavu zemljišta, aerisanosti i otpornosti prema solima (Knežević, 1990). Tako je *Matricaria perforata* zastupljena na zemljištima sa većim sadržajem humusa, dok je *Chamomila suaveolens* više adaptirana na zemljišta težeg mehaničkog sastava, u poređenju sa ostalim vrstama kamilice zastupljenim na teritoriji Srbije. Prema toleranciji na koncentraciju soli, kao najotpornija bi se mogla izdvojiti *Chamomilla recutita*, dok vrste *Chamomila suaveolens*, pa i *Matricaria perforata* dobro podnose manje koncentracije soli u zemljištu. *Chamomilla recutita* je nitrofilna i korovska biljka, ali i fakultativna halofita, tj. vrsta dobro prilagođena na uslove saliniteta. Pored toga, ona se često javlja i na slanim zemljištima izrazite alkalne reakcije, kao što su sodni solončaci (Parabućski, 1980). U tom smislu, trebalo bi korigovati vrednost ekološkog indeksa za pH reakciju zemljišta i umesto 3, za ovu vrstu uzimati od 3 do 5 (odnosno 4).

Chamomilla recutita očigledno ima najširu ekološku valencu i u odnosu na neke osobine staništa kao što su: pH reakcija zemljišta, obezbeđenost hranljivim materijama i stepen saliniteta (Knežević, 1990). Široke adaptivne sposobnosti ove vrste, dovode do raščlanjavanja na odgovarajuće forme unutar vrste. Tako je forma *salina* izrazita halofita, čije značajno veće sposobnosti u toleranciji na soli stoje u vezi sa adaptivnim mehanizmima sukulentnosti, pošto se ona karakteriše mesnatim listovima, bogatijim vodom i verovatno mehanizmima neusvajanja prevelike količine soli i njihovog ograničenog transporta u izdanak, slično ostalim mezohalofitama iz familije *Asteraceae*, kakva je recimo veoma rasprostranjena panonska vrsta *Aster tripolium* var. *panonicus* (Dajić, 1996). *Chamomilla recutita* f. *nana* je kserofitnija vrsta koja podnosi manje zaslanjena staništa, ali i aridnije uslove, dok je forma *chamomilla* oligo-halofita i više korovska i ruderalna, tj. nitrofilna vrsta. Ekološki faktori značajno utiču i na prinos kamilice, kao i na kvalitet etarskog ulja (Franz i sar., 1986; Rohloff, 2003).

2.5 Rasprostranjenost i kvalitet kamilice u R. Srbiji

Kamilica je vrlo rasprostranjena na našem području, verni je pratilac čoveka i njegovog staništa. Međutim, ona je uglavnom korov obradivih polja i biljnih zajednica Vojvodine, naročito kod ratarskih kultura. Kamilica se javlja, u većoj ili manjoj meri, u svim delovima naše zemlje u kojima se gaji pšenica.

Najpoznatija i sa privrednog aspekta najznačajnija vrsta poznata kao *Matricaria chamomilla* L., sada se tretira kao takson *Chamomilla recutita* L. (Rausch). Različite vrste i forme kamilice pokazuju sasvim određene adaptivne mehanizme koje im omogućavaju javljanje na potpuno različitim staništima. Kamilica se javlja od nizijskih ravnica pa sve do alpskih dolina, čak i do 2.300 m nadmorske visine, ali sa vrlo nejednakom brojnošću. Često se pojavljuje na peskovitim i glinovitim zemljištima.

U Srbiji je najviše ima po teškim, žitorodnim, ravnim, polustepskim i zaslanjenim tipovima i podtipovima zemljištima Vojvodine, ali se često nalazi i uspešno gaji u drugim krajevima Srbije. Razvija se na ogromnom prostranstvu i u velikim količinama baš u godinama nepovoljnim za strna žita. Kamilica je prava korovska biljka, jer tamo gde se pojavi, najčešće tako gusto pokriva zemlju da onemogućuje razvoj drugih biljaka (Slika 2).



Slika 2. Kamilica, gusto pokrivanje parcele

Za dobar prinos cvasti kamilice sa prirodnih nalazišta, vetar, košava i suša u periodu mart-april su najveća opasnost. Obzirom na neujednačenu godišnju proizvodnju kamilice sa prirodnih nalazišta, nakon drugog svetskog rata je počelo organizovanje proizvodnje gajene kamilice.

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

Količine etarskog ulja u cvastima kamilice varira u širokom dijapazonu i ona zavisi od klimatskih prilika tokom godine, naročito tokom proleća. Suv i vetrovit april i maj smanjuju ne samo prinos, nego i kvalitet droge. Pri ovome ne treba zanemariti ni uticaj zemljišta i načina sušenja cvasti. Cvasti kamilice osušene prirodnim putem imaju oko 15% više etarskog ulja od cvasti osušenih u sušari (Tucakov i sar., 1953).

Prema sadržaju azulena u etarskom ulju kamilice u Vojvodini se mogu izdvojiti 3 područja: srednji deo Banata (Melenci-Bašaid) sa najkvalitetnijom drogom; severni deo Bačke (Senta-Horgoš) sa srednje kvalitetnom drogom i severni deo Banata (severno od Miloševa) sa lošijom drogom u odnosu na prethodna dva slučaja (Milojević-Janačković, 1965).

Pored sadržaja etarskog ulja u drogi, praćeni su i sadržaji azulena u cvasti kamilice i u etarskom ulju. Dobijeni rezultati ukazuju na kolebanje sadržaja azulena i etarskog ulja u sledećim granicama:

- Sadržaj etarskog ulja u drogama: 0,42-0,70%, prosek 0,56%,
- Sadržaj azulena u etarskom ulju: 1,2-4,4 g%, prosek 2,9 g%,
- Sadržaj azulena u drogi: 5,3-28,8 mg%, prosek 16,9 mg%.

Dugogodišnja eksploatacija kamilice sa vojvođanskih slatina i drugih prirodnih nalazišta dovela je do proređenosti kamilice na tim prostorima. Duge i hladne zime u značajnoj meri utiču na izmrzavanje i proređivanje kamilice, što je najizraženije u godinama bez dovoljno snežnog pokrivača. Poboljšanje kvalitativno-kvantitativnih svojstava se ostvaruje uvođenjem u proizvodnju kvalitetnijih sorata kamilice. Neke savremene selekcionisane sorte kao što su: bona, nobona i lutea sadrže i preko 1,2% etarskog ulja, u odnosu na domaću populaciju kod kojih je ovaj procenat u najboljim slučajevima oko 0,7%. Mnoge Evropske zemlje su se opredelile za plantažnu proizvodnju kamilice. Neke još uvek idu na kombinaciju korišćenja ledinske i gajene kamilice (Srbija, Hrvatska, Bugarska i druge) (Šiljković i Rimanić, 2005). Značajniji proizvođači kamilice kao što su Mađarska, Slovačka, Češka i Poljska se u svojim programima proizvodnje kamilice oslanjaju isključivo na gajenu kamilicu.

Iz svega napred navedenog se može konstatovati da je kamilica rasprostranjena na području Srbije, ali u vrlo različitim količinama na prirodnim staništima. Vojvodina je bila i ostala centar rasprostranjenja i korišćenja divlje (samonikle) kamilice. Korišćenje kamilice sa prirodnih staništa potiskuje gajena kamilica. Razlozi širenja gajene kamilice zasnovani su na više činjenica:

- mogućnost navodnjavanja u sušnim periodima,
- mogućnost ponovne (prolećne) setve, u slučaju izmrzavanja kamilice,
- mogućnost izbora odgovarajućeg sortimenta,
- omogućeno je praćenje i regulisanje: načina setve, hraniva i vlage u zemljištu, bolesti i štetočina i sl.,
- prilagođenost mehanizovanim postupcima ubiranja,
- moguća je sigurna (planska) proizvodnja.

2.6 Klimatski uslovi gajenja kamilice u R. Srbiji

Porast i razviće kamilice mogući su samo u određenim temperaturnim granicama za određene faze rasta i razvića. Temperature u prizemnom sloju atmosfere direktno utiču na odvijanje fizioloških procesa nadzemnih biljnih delova (fotosinteza, disanje, transpiracija). Toplotni režim zemljišta takođe direktno utiče na odvijanje fizioloških procesa podzemnih organa kamilice, ali i na hemijske procese u zemljištu i aktivnost zemljišne flore i faune. Temperaturne oscilacije imaju najveći uticaj tokom maja-juna meseca kada izazivaju različite fiziološke promene u biljci kamilice, kretanje biljnih sokova, podizanje i spuštanje latica i sl. čime se bitno menja i količina etarskog ulja u cvasti. Takve oscilacije jako utiču na proces ubiranja cvasti kamilice i poštovanje agrotehničkih rokova.

Jedan od aspekata vodnog režima kamilice je stepen zadovoljenja potreba za vlagom u vegetacionom periodu. U uslovima suvog ratarenja glavne izvore vlage predstavljaju padavine sa velikim neujednačenostima količina i vremena dospevanja. Zemljište, kao posrednik, u različitom stepenu akumulira vlagu i pruža biljkama potrebne količine vode za fiziološke potrebe, koje su različite po fenofazama razvoja biljke.

Drugi aspekt vodnog režima su evapotranspiracioni gubici vlage u zavisnosti od toplotnih uslova koji vladaju tokom perioda aktivnog života biljaka kamilice. Teritoriju Republike Srbije karakteriše velika prostorna neujednačenost količina padavina na godišnjem i nižim vremenskim nivoima. U periodu mirovanja vegetacije, odnosno u periodu kada su srednje dnevne temperature ispod biološke temperaturne nule (ispod 5°C), a to je prosečna temperatura za period novembar-mart mesec, dospele količine padavina u najvećem stepenu ulaze u rezervu zemljišne vlage, koja će biti iskorišćena tokom perioda pune vegetacije (Kojić, 1997).

Period jul-septembar ima značajno veći prosečni deficit vlage (186 mm), odnosno 78% od ukupnog deficita celog vegetacionog perioda. Ovaj značajan deficit vlage može značajno da ometa jesenju setvu (septembar) u slučaju jačeg i dubljeg isušivanja zemljišta i manjih septembarskih padavina.

Drugi deo vegetacionog perioda kamilice (april-jun) koji prosečno dobija 55% ukupnih vegetacionih padavina ima značajno manji deficit vlage. Vodni bilans je manji od vodnog bilansa letnjeg perioda (jun-septembar) koji zbog većih evapotranspiracijskih gubitaka vlage i manjeg udela (45%) u ukupnim vegetacijskim padavinama ima značajno veći deficit vlage, pa sami tim i nepovoljniji vodni režim biljaka. Ovakav raspored padavina i ukazuje na prednost jesenje setve kamilice u odnosu na proletnju. To pre svega zbog boljeg rasporeda padavina, kao i zbog sigurnije proizvodnje i smanjenja rizika proizvodnje izazvanog nedostatkom vlage u ključnim fenofazama razvoja kamilice.

Pri uobičajenom gajenju kamilice (iz jesenje setve), ona ne ulazi u ovaj kritični period za vlagom, jer već tokom perioda maj-jun cvetne glavice su tehnološki zrele i spremne za ubiranje.

Pošto kamilica prezimljava nakon jesenje setve, potrebno je poznavati vrednosti minimalne temperature koje mogu oštetiti koren. Temperature zemljišta u jesenjem ili prolećnom periodu značajne su i za procese klijanja, nicanja i početnog rasta biljke.

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

Svetlost kao neophodni faktor ima veliku dnevnu, mesečnu i godišnju promenljivost odnosa direktnog zračenja, kada je puna fotosinteza, i difuznog zračenja. Prosečne vrednosti odnosa trajanja izmerenog direktnog zračenja i astronomski mogućeg je oko 60%. Ovaj faktor nije limitirajući u proizvodnji kamilice već najveći uticaj na maksimalne prinose imaju temperatura i vodni režim koji vladaju u pojedinim područjima Republike Srbije.

2.7 Zemljište kao faktor proizvodnje kamilice u R. Srbiji

Uspešna proizvodnja kamilice umnogome zavisi od poznavanja agroekoloških uslova lokaliteta na kojem se gaji, koji direktno utiču na prinos i kvalitet. Uvrežena su mišljenja da je najveći broj vrsta kamilica iz roda *Matricaria* rasprostranjen na zaslanjenim zemljištima, odnosno da je ekološki indeks za te vrste: neskeletnost, umerena vlažnost, neutralna do alkalna, topla i svetla staništa (Dajić i Kojić, 1996).

Plodnost zemljišta ne predstavlja presudan faktor, bar kada je kamilica u pitanju. Ranije se smatralo da je kamilici potrebna velika koncentracija soli u zemljištu, jer može da akumulira veće količine natrijumove soli u ćelijama korena, čime se objašnjava veća sposobnost iskorišćavanja zemljišne vlage u odnosu na druge biljke. Mnogi naučni radovi ukazuju da je kamilicu moguće gajiti na zemljištima različitog agrohemijskog sastava (kisela, neutralna i alkalna), mada se preporučuju normalna do slabo alkalna zemljišta. Kamilica se može gajiti na plodnim i siromašnim zemljištima, ali se najbolji kvalitet, sa više etarskih ulja ostvaruje na lokalitetima bogatim humusom i pristupačnim NPK hranivima.

Na osnovu istraživanja sprovedenih na nekoliko lokaliteta u Srbiji (Milojević, Stepanović i Hmeljevski, 1988) ustanovljeno je sledeće:

- Kamilica se može gajiti na zemljištima različitih agrohemijških svojstava (kisela, neutralna, alkalna), s tim što uspešnost njene proizvodnje zavisi od stepena plodnosti zemljišta;
- Najbolji kvalitet kamilice, sa višim procentom etarskog ulja, ostvaren je na lokalitetima čija su zemljišta bogata humusom i pristupačnim NPK hranivima, a u kojima je manja zastupljenost pristupačnih oblika natrijuma.

Veće prisustvo soli u zemljištu utiče na smanjenje broja nitrifikatora. Brojnost ovih mikroorganizama manja je u neobrađivanom nego u obrađivanom solonjecu, a najveća je u černozemu (Mišković, 1965). Znatno je veća količina azotobakterija u edafosferi nego u zoni korenovog sistema kamilice i to u svim varijantama zemljišta i fazama razvića kamilice. Najveći broj azotobakterija je u fazi cvetanja kamilice.

Uopšte uzeto, na osnovu mikrobiološke analize rizosfernog sloja zemljišta, može se konstatovati da je kamilica otporna na soli i da zaslanjenost zemljišta (ako nije enormno izražena) u sloju gde se rasprostire korenov sistem kamilice nema većeg negativnog uticaja na mikrofloru (Mišković, 1965). Redovno se javljaju sve grupe mikroorganizama u zaslanjenim zemljištima, naravno u manjem broju nego na neutralnom, visokoproduktivnom zemljištu. Smatra se da normalna mikrobiološka aktivnost na zaslanjenim zemljištima predstavlja jednu od značajnih pretpostavki za uspešan razvoj kamilice na takvim podlogama.

2.8 Tehnologija proizvodnje gajene kamilice

Kamilica koja je namenjena gajenom načinu proizvodnje ima dosta osobina koje se razlikuju od kamilice koju srećemo na prirodnim staništima. Presudni uticaj na formu kamilice imaju osobine staništa. Među osobinama staništa najveću ulogu imaju svojstva zemljišta: salinitet, pH reakcija, vodno-vazdušni režim i obezbeđenost azotom.

Gajenom kamilicom ostvaruju se mnoge prednosti u poređenju sa doskorašnjom praksom gde se uglavnom sve zasnivalo na ledinskoj (samonikloj) kamilici. Gajenjem kamilice mogu se znatno pouzdanije planirati prinosi uz manje variranje kvaliteta. Neka istraživanja su pokazala da se gajena kamilica uz primenu pravilne agrotehnike odlikuje većim sadržajem hamazulena u poređenju sa samoniklom, što kvalitativno ukazuje na prednosti ovakvog načina proizvodnje kamilice. Pобољшanje kvalitativno–kvantitativnih svojstava se ostvaruje uvođenjem u proizvodnju kvalitetnijih sorata kamilice, navodnjavanjem i primenom odgovarajućih tehničko-tehnoloških operacija.

Gajenje kamilice je u Srbiji pokrenuto 50-ih godina prošlog veka. Površine pod gajenom kamilicom najviše su se nalazile u Vojvodini (preko 90%) dok se ekspanzija po drugim krajevima Srbije slabije vršila, iako su za to postojali povoljni klimatski, zemljišni, ekološki i ekonomski faktori. Današnja slika proizvodnih površina pod kamilicom u Srbiji se nije mnogo izmenila. Postoje manja variranja ukupnih proizvodnih površina u zavisnosti od godine do godine, koja se kreću od 600 - 800 ha. Povoljni regioni za gajenje kamilice su područja Republike Srbije gde su vrednosti glavnih toplotno-padavinskih parametara iznad proseka za Republiku, jer ona pružaju mogućnost veće i ekonomičnije proizvodnje ove kulture.

Gajenju kamilici pogoduje kontinentalna do umereno kontinentalna klima, sa umereno hladnim zimama i toplim letima. Zadovoljenje potreba kamilice za vlagom predstavlja jedan od bitnih aspekata tokom celog vegetacionog perioda. To često bitno utiče na prinos i kvalitet proizvedene kamilice, a nekih godina i ugrožava celokupnu proizvodnju. Navodnjavanje kamilice potrebno je vršiti u periodima deficita vlage u zemljištu, a naročito u fazi klijanja, u fazi razvoja stabla i u fazi cvetanja. Time se umanjuje rizik proizvodnje, a samoj biljci se omogućuje da u potpunosti ispolji svoje biološke (sortne) osobine u datim uslovima.

Kao predusev za kamilicu najpogodnije su strnine, suncokret i druge kulture koje se ubiraju ranije tokom godine. Strna žita se smatraju optimalnim predusevom, mada se kamilica može gajiti i u monokulturi, tj. može se gajiti više godina uzastopno na istom zemljištu. U monokulturi se najčešće gaji zato što je setva pojedinih godina nesigurna (Kišegeci i Adamović, 1994).

Za višegodišnje gajenje kamilice na istom lokalitetu preporučuje se tzv. sistem zalivađivanja. To se ostvaruje na taj način, što se posle berbe preostale ili novo razvijene cvasti ostave da ponovo sazru. Parcela, sa zrelim cvastima, se jednom ili dva puta obradi teškom drljačom ili tanjiračom. Ovom obradom se razbijaju cvasti, a seme rastire po parceli, pri čemu je idealno da posle ove obrade padne kiša ili se izvrši navodnjavanje parcele, kada će do jeseni nići nove biljke. Kamilicu gajenu u monokulturi obavezno je potrebno prihraniti kombinovanim (NPK) đubrivom. Ne preporučuje se gajenje u monokulturi duže od tri godine.

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

Nakon kamilice, gajene kao jednogodišnje kulture, zemljište se može koristiti za setvu (sadjnju) ranostasnog suncokreta, kupusa, mrkve, silažnog kukuruza i drugih kultura koje imaju kratku vegetaciju.

Đubrenje kamilice se vrši mineralnim đubrivima različitog sastava i u različitim količinama, što zavisi od tipa i plodnosti zemljišta (Milojević, Stepanović, i Hmeljevski, 1988). Pri gajenju kamilice u monokulturi unosi se 60 do 80 kg/ha P₂O₅, od 60 do 90 kg/ha K₂O i 40 do 60 kg/ha N. Pri gajenju kamilice kao jednogodišnji usev u siromašnija zemljišta se unosi od 20 do 30 kg/ha N i 20 do 30 kg/ha P₂O₅. Na peskovitim zemljištima đubrenje se vrši sa 40 do 60 kg/ha P₂O₅ i 30 do 40 kg/ha N. Na normalnim i plodnim zemljištima kamilicu ne treba đubriti, jer je đubrena kamilica bujna, što otežava proces ubiranja (Krstić–Pavlović i Džamić, 1983).

Obradu zemljišta je potrebno izvršiti i po dubini i po površini. Površinska obrada zemljišta podrazumeva ravnanje proizvodne parcele, anuliranje makro i mikro depresija, kao i formiranje pravilnog oblika parcele radi lakšeg rukovanja sredstvima poljoprivredne mehanizacije. Obrada zemljišta po dubini podrazumeva razrivanje i rahljenje podorničnog sloja (preporučuje se na svakih 4 do 5 godina), kao i prevrtanje, mešanje, sitnjenje i uništavanje korova u orničnom sloju. Ovakvom obradom se omogućuje pravilno kretanje vlage i hraniva u zemljištu, uspostavljanje optimalnog vodno-vazdušnog režima zemljišta i pravilan rast i razvoj korenovog sistema biljke. Nakon osnovne obrade zemljišta potrebno je izvršiti predsetvenu pripremu zemljišta.

Predsetvena priprema zemljišta podrazumeva jednu ili više agrotehničkih operacija koje će obrazovati finu setvenu posteljicu sa sitnozrnou strukturom zemljišta (veoma bitno, zbog malih dimenzija semena kamilice i male energije klijanja). Ova operacija prethodi setvi i može se izvoditi u jesen ili u proleće (zavisno od načina setve, jesenja/prolećna).

Setva kamilice se u našim agroklimatskim uslovima može vršiti u jesen, u proleće ili pak gajenjem u monokulturi. Jesenja setva najčešće se obavlja tokom septembra meseca, odmah nakon skidanja predkulture (najčešće su to strna žita) i pripreme zemljišta za setvu. Setva kamilice se izvodi omašno ili u redove (od 5 do 20 cm). Postoji i mogućnost širokorede setve, gde se kasnije vrši međuredna obrada, ali se u našim uslovima skoro i ne primenjuje. Setva se izvodi pomoću različitih tipova žitne sejalice (od mehaničkih do pneumatskih), pa čak i pomoću rasipača mineralnih đubriva. Glavni zadatak kod setve kamilice predstavlja postizanje pravilnog biljnog sklopa na dobro pripremljenoj površini i sa kvalitetnim i deklariranim semenom.

Masa 1.000 semenki kamilice iznosi od 0,03 do 0,07 g, što otprilike predstavlja da u jednom kilogramu ima oko 20 miliona semenki. Iz tih razloga se predviđenoj setvenoj normi (od 1,5 do 2 kg čistog semena za merkantilnu kamilicu; od 1 do 1,5 kg čistog semena za semensku kamilicu) vrši dodavanje nosača da bi se uspešno i ujednačeno izvela setva po celoj površini. Kao najčešći nosač koriste se čist pulvis kamilice, pesak, kukuruzna jarma (prekrupa) i dr.

Prolećna setva se izvodi početkom marta meseca. Prolećna setva se retko izvodi u našim agroklimatskim uslovima, jer dovodi do bitnog smanjenja prinosa. Najčešći razlog prolećne setve kod nas je loše nicanje kamilice iz jesenje setve zbog vremenskih neprilika. Tada se u proleće pristupa presejavanju kamilice posejane u jesen, što predstavlja smanjenje rizika celokupne proizvodnje. Mnogi proizvođači zbog nesigurne setve pojedinih godina pristupaju gajenju kamilice u monokulturi. Samosetva se obavlja

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

tako što se posle berbe preostale cvetne glavice ostave da dozru i parcela se jednom do dva puta podrlja teškom drljačom. Odmah nakon setve potrebno je izvršiti valjanje posejane površine radi uspostavljanja što boljeg kontakta seme-zemljište.

Nega kamilice podrazumeva unošenje određene količine hraniva, kultiviranje i navodnjavanje. Prihrana se retko izvodi jer je kamilica poznata kao skromna biljka po potrošnji hraniva, dok se na siromašnim zemljištima prihranjuje sa 40 do 60 kg/ha N. Kultiviranje se ne izvodi, jer se širokoreda setva kod nas skoro i ne primenjuje.

Navodnjavanje je bitna agrotehnička operacija u proizvodnji kamilice. Po mnogima, navodnjavanje treba izvesti samo u sušnim periodima vegetacije. Međutim, primeri iz inostrane prakse ukazuju na potrebu navodnjavanja u četiri kritična perioda za razvoj. To se odnosi na navodnjavanje odmah po setvi, u fazi formiranja prvih cvetnih glavica, u fazi cvetanja i nakon svake berbe (u slučaju višefaznog ubiranja).

Zaštita protiv korova se može izvesti primenom herbicida (afalon 2 l/ha). Korišćenje ovog zaštitnog sredstva je dozvoljeno samo u slučajevima kada je ugrožena proizvodnja, sa akcentom na poštovanje karence prilikom primene pomenutog sredstva. Pošto kamilica spada u grupaciju lekovitih biljaka, to podrazumeva proizvodnju bez upotrebe hemijskih sredstava zaštite. Upravo u tom smeru, ostvarivanjem zadate setvene norme i primenom pomenute agrotehnike postiže se pravilan biljni sklop koji ne dozvoljava rast i razvoj korovskih biljaka u značajnijoj meri.

Ubiranje kamilice predstavlja bitnu agrotehničku operaciju, što umnogome utiče na kvalitativni i kvantitativni efekat celokupne proizvodnje. U primeni postoji veliki broj konstruktivnih rešenja mašina za ubiranje kamilice. Sam postupak ubiranja sastoji se iz određivanja najpovoljnijeg momenta početka berbe, kao i uspešnog ubiranja biološkog prinosa sa što manje gubitaka i povređivanja biljaka. Zbog višefaznog načina ubiranja (dve-tri berbe), mora se voditi računa o delovanju primenjenih sredstava mehanizacije na usev, jer nam od toga zavisi i prinos u ostalim fazama ubiranja. Kamilica se ubire tokom sunčanih dana i najbolje rezultate pokazuju ubiranje u jutarnjim (do 10 h) i večernjim (posle 18 h) časovima zbog turgora biljke, tj. peteljka cvetne glavice se otkida bliže cvetnoj glavici nego pri berbi u poslepodnevnim časovima.

U našoj zemlji kamilica je najviše (oko 80%) namenjana za sušenje cvetnih glavica, dok se ostali deo koristi za proizvodnju eterskog ulja i semensku proizvodnju. Svaki od ovih vidova proizvodnje kamilice diktira dalje tehnološke operacije (reblovanje, kalibraciju, separaciju, prirodno ili veštačko sušenje, destilaciju i dr.). Najčešće su tehnološki postupci nakon ubiranja usko grlo proizvodnje kamilice pa se mora voditi računa o usklađenosti i optimizaciji svih tehnoloških operacija prema kapacitetima doradnih i prerađivačkih sistema.

3. CILJ I ZNAČAJ ISTRAŽIVANJA

S obzirom da je kamilica kod nas rasprostranjena, da ima privredni značaj, da se sve više upotrebljava u farmakologiji, medicini, kozmetici, prehrambenoj industriji i dr., postavljen je zadatak da kamilicu uspešno gajimo i iz nje iskoristimo sve što nam je priroda podarila. To se pre svega odnosi na optimalnu primenu tehničkih sistema u uslovima proizvodnje gajene kamilice.

Vrlo često se dobijaju veoma niski prinosi zbog propusta u tehnološkom procesu proizvodnje, a još češće niski tehnološki prinosi zbog neadekvatnog ubiranja kamilice. Oni mogu biti izazvani korišćenjem neadekvatnih kombajna za ubiranje, nestručnim rukovanjem, nepoštovanjem agrotehničkih mera proizvodnje ili neusklađenosti procesa ubiranja sa sledećim tehnološkim procesima dorade i prerade.

Ubiranje kamilice se najčešće obavlja mehanizovano. Mehanizovano ubiranje, kao obavezna agrotehnička mera, obuhvata podešavanje mehanizama datim agroekološkim uslovima, optimizaciju pojedinih tehničko-tehnoloških parametara, usklađivanje procesa ubiranja sa sledećim tehnološkim procesima (transport, sušenje, dorada i dr.).

Pored toga što je mehanizovano ubiranje samo po sebi složena mera, ono se nalazi u sklopu mera koje se sprovode radi ispunjenja određenih agrotehničkih zahteva. Samim tim neophodno je usklađivanje velikog broja uticajnih faktora, kako bi se pored negativnih ekonomskih faktora, izbegle i štetne posledice po različite agro-ekološke činioce poljoprivredne proizvodnje. S jedne strane, posledice mogu biti rezultat nepravilne primene sredstava mehanizacije, a sa druge, neprilagođenost sredstva mehanizacije agro-ekološkim i ekonomskim uslovima proizvodnje kamilice.

Danas su u upotrebi mašine za ubiranje kamilice, koje značajno smanjuju učešće ljudske radne snage, ali istovremeno vrše sabijanje zemljišta (što dovodi do pogoršanja njegovih osobina), ali i do debalansa uloženog i ostvarenog (ako proizvodnja nije prilagođena angažovanoj mašini). U takvim uslovima, potreban je optimalan model mehanizovanog ubiranja kamilice, koji se projektuje na bazi rezultata istraživačkog rada.

Stvaranjem novih sorata stalno se pomeraju granice ostvarenog prinosa, međutim, u širokoj praksi oseća se potreba za racionalnijom proizvodnjom kamilice. Danas, a i u budućnosti, se očekuje brz napredak, razvoj i uvođenje efikasnih tehničko-tehnoloških rešenja u smislu iznalaženja najracionalnijih sistema ubiranja pri gajenju kamilice u uslovima plantažne proizvodnje.

Cilj ovog istraživanja je optimizacija tehničko-tehnoloških parametara rada različitih tipova kombajna za ubiranje kamilice, u različitim agro-ekološkim uslovima proizvodnje gajene kamilice.

Značaj istraživanja se ogleda u prikazu i primeni metoda optimizacije na konkretan proces mehanizovanog ubiranja kamilice, u utvrđivanju specifičnih tehničko-tehnoloških mera koje treba primeniti kako bi se postigao zadovoljavajući prinos i kvalitet ubrane droge, kao i u uspostavljanju uzornog modela optimizacije drugih agrotehničkih procesa (dorada, sušenje, destilacija) čijim rešavanjem ostvarujemo zahteve za racionalnom proizvodnjom gajene kulture.

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

Budući da su ova istraživanja bila zasnovana na proizvodnji gajene kamilice, gde se kompletno ubiranje obavljalo mehanizovanim postupkom, primenjen je koncept minimalizacije gubitaka i troškova proizvodnje, a maksimalizacije kvaliteta i produktivnosti procesa ubiranja, kako bi se dobilo racionalno rešenje. U okviru ovog istraživanja, izvršena su ispitivanja sa kombajnima za ubiranje kamilice koji su u primeni u proizvodnim uslovima u Srbiji, kako bi se utvrdili prednosti ili nedostaci, koji se direktno odražavaju na profitabilnost proizvodnje kamilice.

Obavljena istraživanja u okviru ove disertacije posebno su značajna za proizvodnju kamilice u Srbiji, sa gledišta agronomskih nauka i neposredne poljoprivredne proizvodnje, jer postoji potreba povećanja i unapređenja proizvodnje kamilice. Pri tome, mehanizovano ubiranje, kao jedna od mera plantažnog gajenja, ima značajan uticaj na to da se ispoljeni genetski i biološki potencijal kamilice maksimalno iskoristi. U vezi sa tim, proces mehanizovanog ubiranja kamilice je veoma značajan za iznalaženje adekvatnih zaključaka u domenu agrotehničkih mera, posebno kada su u pitanju tehnologija proizvodnje, tehnologija prerade, dorade i namene gajene kamilice.

4. PREDMET I PROGRAM ISTRAŽIVANJA

Kamilicu (*Matricaria Chamomilla* (L.) Rauschert) često nazivaju i kraljicom lekovitog bilja, a zajedno sa žalfijom (*Salvia officinalis*) i pitomom nanom (*Mentha x piperita*) ubraja se u lekovite biljke koje se najviše proizvode i izvoze. Za uspešnu proizvodnju potrebne su dobre sorte, povoljni agroekološki uslovi, poznavanje agrotehnike i kvalitetne tehnologije prerade. Da bi se sve to sprovelo neophodne su kvalitetne mašine i oprema. U tehnologiji proizvodnje kamilice proces ubiranja cvasti kamilice je tehničko-tehnološki najzahtevniji i ima najveći uticaj kako na kvalitet dobijene droge, tako i na neto prinos ostvaren ubiranjem kamilice sa parcele. Veliki broj uticajnih faktora i neminovnost njihovog usklađivanja utiču na složenost procesa ubiranja kamilice. Optimalna eksploatacija mašina je uslovljena sistemskim proučavanjem i usklađivanjem sistema i podsistema proizvodnje sa uslovima primene.

Na osnovu dostupnih podataka istraživača, vršena su ispitivanja pojedinih eksploatacionih parametara rada različitih kombajna za ubiranje kamilice, gde je akcenat stavljen na procenu kvaliteta ubrane mase. Pored praćenja kvaliteta ubrane mase, potrebno je smanjiti ukupne gubitke ostvarene tokom procesa mehanizovanog ubiranja kamilice. Na tržištu se pojavio veći broj kombajna za ubiranje kamilice, kao i prateće opreme sa različitim tehničko-tehnološkim karakteristikama. Značaj primene mehanizovanog procesa proizvodnje i ubiranja kamilice vidi se iz podatka da je učešće skupe ljudske radne snage smanjeno više desetina puta, a u zavisnosti od stepena mehanizovanosti procesa proizvodnje.

Značaj mehanizovanog procesa ubiranja kamilice, a samim tim i kvaliteta dobijene sirovine, je veoma velik, posebno sa stanovišta stepena uticaja na ostale tehnološke procese. Stoga je važno poznavati mogućnosti pojedinih tehničkih rešenja i prilagoditi ih agrotehničkim uslovima proizvodnje, tehnologiji proizvodnje i dorade, poštovati ekonomske pragove profitabilnosti koji mogu bitno da utiču na izbor linije proizvodnje i nivo investicija.

Predmet istraživanja ove disertacije odnosi se na povećanje kvaliteta sirovinske osnove kamilice, sa aspekta iskorišćenja postojećih proizvodnih mogućnosti, tj. unapređenjem postojećih tehničkih sredstava za ubiranje kamilice primenom metoda optimizacije.

Za konkurentnu i racionalnu proizvodnju kamilice brža žetva je osnov, gde se ujedno akcenat daje spoljnom kvalitetu ubranih cvasti. Zahtevi za kvalitetnu žetvu su visoki (pričvršćeni ostaci stabljike treba da budu što kraći, a procenat zdrobljenih cvasti i drugih primesa treba da bude što je manje moguće). Sa odgovarajućim procesom dorade kamilice koja je ubrana mehanizovanim postupkom moguće je proizvesti drogu farmaceutskog kvaliteta. Zbog toga je pored osnovnih agrotehničkih operacija, kao glavni faktor istraživanja u ovoj disertaciji uzet i postupak mehanizovanog ubiranja kamilice, koji značajno utiče na prinos i kvalitet droge.

Predmet istraživanja ove disertacije je optimizacija mehanizovanog postupka ubiranja gajene kamilice (*Matricaria Chamomilla* (L.) Rauschert) u Republici Srbiji i mogućnosti postizanja većih proizvodnih efekata primenom metoda višekriterijumske optimizacije.

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

Zbog toga će u ovoj disertaciji, na naučnoj osnovi, biti izvršeno ispitivanje različitih konstrukcionih rešenja kombajna za ubiranje kamilice, kao i ispitivanje uticajnih faktora kombajna na kvalitet ubiranja kamilice. Time se pokušalo da se eventualno uočeni problemi (neadekvatna eksploatacija mašina za ubiranje kamilice, neusklađenost kapaciteta tehničko-tehnoloških sistema proizvodnje i dr.) rasvetle i ukaže na moguće načine rešavanja istih.

Potrebno je najpre proučiti različite procese mehanizovanog ubiranja kamilice, a zatim na osnovu tih saznanja pronaći mogućnosti povećanja produktivnosti i kvaliteta rada kombajna putem optimizacije što većeg broja faktora, koji će pozitivno uticati na kvantitet i kvalitet dobijene droge kamilice.

U cilju rešavanja ovog problema, potrebno je izvršiti sledeće:

1. Odrediti eksploatacione parametre kombajna tokom ubiranja kamilice;
2. Utvrditi kvalitet ubrane sirovine i gubitke koje ostvaruju kombajni;
3. Utvrditi ostale uticajne tehničko-tehnološke parametre koje ostvaruju kombajni;
4. Po mogućstvu, utvrditi faktore koji imaju uticaja na povećanje, odnosno smanjenje kvaliteta ubrane sirovine i ostvarene gubitke;
5. Odrediti energetski bilans kombajna tokom procesa ubiranja;
6. Na osnovu dobijenih rezultata utvrditi troškove ubiranja;
7. Ustanoviti kakav odnos postoji između promenljivih parametara rada kombajna i tehnoloških parametara kvaliteta ubiranja kamilice;
8. Izvršiti optimizaciju procesa ubiranja kamilice za date uslove u odnosu na ispitivane kombajne;

5. OSNOVNE HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA

Osnovne hipoteze u ovom istraživanju su:

- Primenjena tehnička rešenja kombajna za ubiranje cvasti kamilice ispoljavaju različit stepen efikasnosti i ekonomičnosti;
- Empirijska istraživanja ukazala su na neodgovarajuće angažovanje tehničkih sredstava, energetske i finansijske resurse u proizvodnji kamilice, što dovodi do neusaglašenosti kapaciteta sa zahtevima proizvodnje. Mogućnosti prilagođavanja postojećih tehničkih rešenja mašina za ubiranje kamilice nisu adekvatni agroekološkim uslovima useva, što znatno utiče na ekonomičnost celokupne proizvodnje;
- Optimizacijom proizvodnog procesa i postojećih kombajna za ubiranje kamilice može se povećati količina i kvalitet ubrane kamilice. Ovo za posledicu ima smanjenje troškova proizvodnje i direktno povećanje ostvarenog profita;

Hipoteze ovog rada su postavljene pod pretpostavkom da se upotrebom adekvatnih mašina u berbi kamilice, kao i optimizacijom postojećih može povećati količina ubrane kamilice i povećati kvalitet ubrane kamilice. Ovo za posledicu ima smanjenje troškova proizvodnje i direktno povećanje ostvarenog profita.

6. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

U vezi sa dosadašnjim proučavanjem kamilice, značajno je prisustvo radova domaćih i stranih autora. Značajan deo pregleda literature sačinjavaju istraživanja iz oblasti: etarskih ulja kamilice, uticaja agroklimatskih uslova na kvalitet kamilice, izbora sortimenta, kvantitativnog i kvalitativnog prinosa kamilice i dr.

Sveobuhvatno sagledavanje kompleksne problematike koja je definisana temom istraživanja zahtevalo je da, u ovom poglavlju, bude prikazan nešto širi pregled dosadašnjih istraživanja u odnosu na konkretna proučavanja koja su bila predmet ove disertacije. Rezultati u literaturi su prikazani sa određenih aspekata istraživanja (plantažno gajena kamilica, uticajni faktori na prinos i kvalitet kamilice, tehnologija gajenja kamilice, istorijski razvoj ubiranja kamilice, mehanizovano ubiranje kamilice, optimizacija proizvodnih procesa, ekonomski parametri proizvodnje kamilice) te je izvršena sistematizacija opšte problematike i dat je sumarni pregled dosadašnjih proučavanja, kako bi se iskazao značaj velikog broja uticajnih faktora na uspešnost procesa mehanizovanog ubiranja kamilice.

6.1 Gajenje kamilice

Kamilica je poznata još u IV veku pre nove ere, u glavnoj epohi razvoja Grčke medicine starog veka (Tschirh, 1972). Ona se pominje kao sredstvo protiv prejedanja i kao sredstvo protiv ženskih bolesti.

O nastanku imena "*Chamomilla*" postoje mnogi izvori sa grčkog i latinskog jezika, ali (Berendes, 1987) navodi kako još Dioskorid spominje kamilicu kao *Anthemis*, a Hipokrat kao *Euanthemon*, Galen kao *Leucanthemon*, ili *Eranthemon*.

U svojoj knjizi (Tucakov, 1953) kaže: "Kad jednog dana kamilica bude zauzela u medicini ono mesto koje joj pripada i kada se o njenoj lekovitoj vrednosti budu upoznali svi građani, kada se u našim laboratorijama bude ispitao tačan hemijski sastav njen, a po bolnicama i klinikama njeno pravo fiziološko dejstvo i raznovrsna terapijska upotreba, onda ćemo mi moći dati rada i zarade hiljadama invalida, dece, staraca i drugih siromaha nesposobnih za teške, poljske i fabričke radove. Oni će se zaposliti u našim sušarama i magacinima, laboratorijama za izradu lekova od kamilice i drugog lekovitog bilja i tvornicama za destilaciju etarskih ulja iz kamilice, nane, matičnjaka, kleke ...".

Kao najvažniji sastojak droge *Chamomille flos* (Berger, 1949) navodi etarsko ulje u količini od 0,2-0,6%. Sem toga, droga sadrži i 5,9% smole, 6,3% gume, 2,9% gorkih materija i dr. Droga sadrži i 8-13% mineralnih materija.

Za terapiju najvažniji sastojak droge je etarsko ulje, odnosno njegov plavo obojeni sastojak – hamzulen. Posle mnogobrojnih istraživanja dokazalo se da se hamazulen ne nalazi u drogi kao takav, već u obliku prekursora, odnosno proazulena. (Kaiser i Hasenmaier, 1956) su dokazali da sem u obliku prekursora, kamilica sadrži u malim količinama i slobodni azulen, koji se stvara tokom lagerovanja droge (nema ga u svežoj kamilici).

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

Farmakognozijska laboratorija "Siegfried A.G." (Blažek i Stary, 1961) je, na osnovu ispitivanja 72 uzorka kamilice iz raznih zemalja u toku dve godine, konstatovala da južne zemlje: Egipat, Grčka, Bugarska, južna Jugoslavija itd. imaju kamilicu sa prilično etarskog ulja, ali često bez azulena. Kamilica iz Mađarske i Rumunije sadrži manje etarskog ulja, ali uvek sa azulenom. Najbolji rezultati dobijeni su kod uzoraka iz severnijih zemalja: Čehoslovačke, Poljske i Nemačke, a zatim i iz Argentine. Ovi uzorci su imali veći procenat etarskog ulja i uvek azulen.

Kamilica, kao jedan od prirodnih izvora azulena, korišćena isključivo sa prirodnih staništa, počela je da biva sve traženiji artikal, tako da je počela da se javlja nestašica droge, naročito u godinama kada je berba, zbog nepovoljnih klimatskih prilika, dala slabe prinose. Zbog nestašice droge počeo je da iskrsava novi problem u vezi sa proučavanjem kamilice, a to je utvrđivanje mogućnosti njenog rentabilnog gajenja. Došlo se do zaključka da bi se jedino putem plantažnog gajenja kamilice mogle obezbediti potrebne količine droge i to droge dobrog kvaliteta.

Višegodišnja proučavanja ukazuju na činjenicu da se gajena kamilica odlikuje većim sadržajem hamazulena u poređenju sa divljom (ledinskom), što je u svojim ogleđima dokazala (Milojević-Janačković, 1965) na području Vojvodine.

U Ukrajni, na eksperimentalnim poljima "Vilar-a", počela je da se sprovodi selekcija kamilice od 1952. godine (Matvejeva, 1960). Dobijene su sorte koje daju ne samo veliki prinos droge po jedinici površine, već imaju i veliki procenat etarskog ulja (do 0,88%) koje je bogato u azulenu.

Veliki napredak je učinjen i u tadašnjoj Čehoslovačkoj u pogledu gajenja kamilice (Chladek i Mestenhauser, 1958), jer je gajena kamilica sasvim isključila otkup divlje kamilice, a time je isključena i mogućnost namernog ili slučajnog falsifikovanja sličnim *Anthemis* vrstama. Oni su upornim i dugotrajnim radom uspeali da, delujući kolhicinom, proizvedu tetraploidnu formu kamilice (*Matricaria chamomilla* L., f. *culta provincialis bohémica*), koja dolazi pod nazivom "*chamomila bohémica*". Ova forma je otporna prema bolestima i daje vrlo krupne cvasti.

Primenom 0,1% i 0,05% vodenog rastvora kolhicina, (Chladek i Košova, 1959) su dobili nove sojeve tetraploidne kamilice. Oni su od novo odgojenih sojeva, koji su imali krupne glavice cvasti sa tipičnim fascijacijama, dobili visoke prinose (do 18,6 kg po aru). Istovremeno ovi sojevi su imali veliki sadržaj azulenogenih materija (do 186,8 mg%) i veliki procenat etarskog ulja (do 0,90%). U okviru oplemenjenog soja Čehoslovačkih istraživača pokazala se velika varijabilnost u širini vretena cvasti. Ta činjenica daje dalju mogućnost za rad na gajenju i povećanju prinosa droge.

Takođe dobri rezultati na poliploidiji kamilice postignuti su i u Poljskoj (Czabajska, 1960). Proizvedena je tetraploidna forma "*Gigas*" koja ima krupne cvasti i daje visok prinos droge sa jedinice površine.

Kamilica, koja se upotrebljavala još u doba Hipokrata, ne samo što vekovima nije izlazila iz upotrebe, nego je danas kao lekovita biljka dobila još veći značaj. Kamilica je priznata u mnogim farmakopejama sveta. Paralelna droga, koju čine cvasti takozvane rimske kamilice (*Athemis nobilis*), nije oficinalna u svim onim farmakopejama koje propisuju pravu kamilicu (*Matricaria chamomilla*).

Postoje farmakopeje koje propisuju jednu ili drugu kamilicu (African Pharmacopoeia, 1985; Polish Pharmacopoeia, 1995; Pharmacopoe Francaise, 1996;

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

Farmacopea Jugoslavica IV, 1984; European Pharmacopoeia 4.6, 2004), kao i one koje propisuju obe (British Herbal Pharmacopoeia, 1990; European Pharmacopoeia, 3rd ed., 1996; German Pharmacopoeia, 10th ed., 1992; Pharmacopoeia Helvetica, VII (Addendum), 1993). Kamilica je oficinalna kao droga *Chamomillae flos*. Sem cvasti, neke farmakopeje (Farmacopea Jugoslavica IV, 1984; Farmacopea Jugoslavica IV, 1984; European Pharmacopoeia 4.6, 2004) propisuju etarsko ulje (Aetheroleum Chamomillae) i izradu raznih galenskih oblika od kamilice.

6.2 Uticajni faktori na prinos i kvalitet kamilice

Uporedo sa nastojanjima da se proizvodnja kamilica unapredi, proučavani su i razni faktori okolne sredine koji utiču na prinos i kvalitet.

Vrednosti pojedinih ekoloških faktora u gajenju kamilice, koji su izraženi u našim uslovima, nisu u dovoljnoj meri sistematizovani i uglavnom se svode na zaključke o veoma neujednačenim prinosima i sadržaju etarskih ulja u cvasti kamilice gajene na različitim staništima (Milojević-Janačković, 1965; Janačković, 1964; Mihajlov, 1988; Vukomanović, Stepanović i Roki, 1992).

(Szuroczky, 1959) navodi da na prinos kamilice utiče količina padavina tokom septembra i oktobra. Takođe je bitan i broj dana sa padavinama. Najveći uticaj na prinos kamilice ima količina taloga u proleće. Neosporno je da jesenje padavine imaju jako veliki uticaj na seme i proces setve, ali za razvijanje cvasti najveći uticaj imaju prolećne kiše (Betray i Vomel, 1992). To se moglo uočiti i kod nas, jer je skoro pravilo da je u godini sa velikim prolećnim padavinama prinos bio veći nego u godinama sa manjim padavinama.

U tadašnjoj Čehoslovačkoj su proučavane promene u transpiraciji i sadržaju etarskog ulja u toku razvoja gajene kamilice. Nađeno je da je za transpiraciju jedne jedine biljke potrebno 0,75 l vode, što preračunato na hektar predstavlja 225 mm atmosferskog taloga (Penka, 1960). Najveću potrebu za vodom ima kamilica u vreme klijanja (Baghalian i sar, 2008) i kasnije u fazi brzog rašćenja i formiranja glavica cvasti.

Ispitivanje uticaja navodnjavanja na prinos cvasti i aktivnih materija kamilice izvršeno je u četvorogodišnjem ogledu (Kerekes, 1962). Ogledi su bili postavljeni na srednje teškom aluvijalnom tlu, sa kombinacijom jesenje i prolećne setve. Najveći prinos cvasti kamilice u apsolutno suvoj težini (750 g po jutru), a takođe i najveći procenat hamazulena (53 mg%) dala je jesenja setva sa navodnjavanjem u proleće. Procenat etarskog ulja kod pomenutog tretmana bio je 0,42%, u odnosu na 0,57% kod jesenje setve bez navodnjavanja i 0,68% kod prolećne setve sa navodnjavanjem. Bitno je napomenuti podatak da su jesenja setva bez navodnjavanja i prolećna setva sa navodnjavanjem imale jednak procenat azulena (48 mg%) i skoro isti procenat etarskog ulja (0,57% i 0,68%).

Poboljšanom mineralnom ishranom kamilice (đubrenjem) može se povećati prinos suve cvasti i do 900 kg po hektaru, pri zadržavanju sadržaja ulja od 0,02% na 0,46%, uz povećanje azulena do 30% (Milojević, Stepanović i Hmeljevski, 1988; Krstić-Pavlović i Džamić, 1983; Letchamo, 1992). Sa aspekta prinosa, jesenja setva bez navodnjavanja dala je 150 kg veći prinos suvih cvasti po jutru nego prolećna setva sa

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

navodnjavanjem. Najmanji prinos cvasti (237 kg po jutru) i najmanji procenat etarskog ulja (0,31%) i hamazulena (43 mg%) dobijen je pri prolećnoj setvi bez navodnjavanja.

(Borkowski i Chochlew, 1960) su ustanovili da je optimalna temperatura za formiranje etarskog ulja u kamilici između 20 i 25°C.

Da kamilica nije kserofitna biljka i da formiranje etarskog ulja zbog toga nije vezano za toplotu, suvoću vazduha i zemljišta i intenziteta sunčeve svetlosti potvrđuju (Chladek i Mestenhauser, 1958).

Utvrđeno je da glavice cvasti kamilice imaju najviše etarskog ulja pri kraju cvetanja i da posle toga procenat ulja naglo opada (Penka, 1960), tako da je procenat etarskog ulja najmanji u fazi mlečne odnosno voštane zrelosti cvasti.

Količina etarskog ulja u glavicama cvasti kamilice se menja iz godine u godinu, u zavisnosti od klimatskih uslova (Borkowski i Chochlew, 1960; Lonner i Thomas, 2003). Sorta "Rumianek Plewinski" je u vreme punog cvetanja imala niže količine etarskog ulja prve godine istraživanja od 0,65 do 0,90%, druge godine od 0,50 do 0,70%, a treće godine od 0,50 do 0,65%.

Ispitivanja glavičaste cvasti divlje i gajene kamilice dovelo je do zaključka da postoje velika kolebanja u procentu etarskog ulja i azulena, ali da su prosečne vrednosti za obe kamilice gotovo jednake (Blažek i Stary, 1961). Tako da divlja i gajena kamilica, po navodim ovih autora, u pogledu sadržaja delujućih materija imaju praktično jednake vrednosti.

Promene morfološko-anatomskih karakteristika kamilice u prvom redu su uslovljene procentualnim sadržajem soli u zemljištu (jača koncentracija soli izaziva veće promene). Na slatinama gde dominira natrijum karbonat (Na_2CO_3) javlja se posebna forma kamilice (*f. bayeri*), koja ima najmanju visinu stabla i najmanji broj cvetnih glavica (Knežević, 1990). Anatomske promene su takođe izražene i to na sledeći način: prečnik stabla i koren je mali, manji je prečnik srži u odnosu na stablo. Ukoliko koncentracija soli u zemljištu opada visina biljaka se povećava, više je cvetnih glavica.

Praćenjem količine etarskog ulja koje se dobija iz kamilice, tokom berbe ustanovljene su značajne oscilacije. (Fahmy i Hamidi, 1960) su ustanovili da se početkom berbe i nadalje povećavao sadržaj etarskog ulja do jednog maksimuma (1,6%, računajući na bezvodnu drogu), a zatim se smanjuje, dok ne postane približno isti kao u početku cvetanja (period ubiranja je trajao 3 meseca). Dobijen je vrlo veliki procenat etarskog ulja, tamno plave boje, bogat azulenom.

6.3 Tehnologija gajenja kamilice

Gajenje kamilice na zemljištima teškog mehaničkog sastava, podrazumeva primenu podrivanja i krtične drenaže sa ili bez laserskog navođenja mašina i oruđa (Raičević, Jotov i Šotra, 1987). Rezultati istraživanja ukazuju da se na zemljištima teškog mehaničkog sastava primenom krtične drenaže i podrivanja ostvaruje bolja regulacija vodnog režima zemljišta i postiže veći prinos kamilice.

Razrivači sa vibracionim radnim telima imaju od 21 do 35% manju potrošnju goriva u odnosu na konvencionalne plugove, a svi ozimi usevi, na dobro dreniranom

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

zemljištu pozitivno reaguju, jer se ostvaruju optimalni uslovi za kvalitetnu pripremu zemljišta za setvu, što je kod kamilice izuzetno bitno (Raičević i sar., 1995).

Pripremu zemljišta za setvu u jesen treba obavljati sa kombinovanim setvospremačima, u kombinaciji prstenastih valjaka i radnih organa sa elastičnim nosačima motičica (sa negativnim uglom prodiranja u zemljište, da bi se izbeglo iznošenje zaoranih biljnih ostataka), kao i mrežastih valjaka (krimlera) potrebnih za stabilizaciju setvene posteljice (Raičević, 1991).

U poslednjih 40 godina primećen je razvoj tehnologije proizvodnje kamilice. U mnogim zemljama razvijena je tehnologija sa mehanizovanim gajenjem - sejanjem, ubiranjem i preradom (Carle i Gomaa, 1992; Franz, 1986; Hecht, Mohr i Lembrecht, 1992; Salamon, 1992; Seitz, 1987; Canter, Thomas i Ernst, 2005). U skoro svim kompanijama specijalizovanim za proizvodnju kamilice, tehnološke inovacije su testirane i korišćene. Kompanije često imaju specifična tehnološka rešenja, prilagođena određenim lokalitetima i varijetetima koji su razvijeni za individualne proizvođače (Muller i sar., 1996; Plescher i Stodollik, 1995). Zbog toga kompilacija opštih tehnoloških rešenja proizvodnje kamilice nije preporučljiva (Pank, Herold i Hanning, 1987).

Osetljive faze tokom proizvodnje kamilice su setva, nicanje i ubiranje. Ostvarivanje potrebne gustine useva za prezimljavanje ukazuje na potrebu razvoja i primene mašina kojima bi se obrada, priprema zemljišta i setva obavile u jednom proходу u kombinaciji sa valjanjem (Raičević, Jotov i Šotra, 1987). To je izuzetno značajno, jer je važno zadržati potrebnu vlagu na površini zemljišta radi uspešnog nicanja semena.

Kamilica treba da se seje na glatkom i stabilizovanom setvenom sloju zemljišta da bi se osiguralo da seme ne bude isprano kišom (1000 semenki ima težinu 0,02-0,06 g kod diploidnih sorti i 0,04-0,12 g kod tetraploidnih). Zbog toga zemljište treba da bude dobro pripremljeno, da se setvena posteljica oformi pre sejanja, kao i da se zemljište stabilizuje valjanjem (Franke i Schilcher, 2005). Zemljište zahteva dosta vlažnosti za klijanje i brz razvoj semena. U slučaju prolećne setve kamilice (Galambosi i Holm, 1991), pripremu zemljišta za setvu treba obaviti sa kombinovanim agregatima u jednom proходу, pri čemu se obrađuje plitki sloj zemljišta u koji se polaže seme. Obrada zemljišta se vrši u jednom proходу do dubine od 5 cm, kao i površinska stabilizacija posteljice (Nikolić i sar., 1995). Najbolje rezultate je pokazao kombinovani agregat za predsetvenu pripremu zemljišta u kombinaciji drljača sa različitim oblicima i dužinom zubaca, ispred koje se postavlja ravnjačka daska, a iza rešetkasti valjci za usitnjavanje i stabilizaciju površinskog sloja.

Za setvu kamilice zemljište treba orati nešto ranije, odmah po skidanju prethodnog useva, a najkasnije do polovine septembra. Oranje se obavlja na dubini 20-30 cm, što svakako zavisi od tipa zemljišta (Vukmanović i Stepanović, 1996). Na slatinama dubina oranja treba da je manja (do 20 cm). Presetvenoj pripremi zemljišta se mora posvetiti posebna pažnja, površinski sloj zemljišta mora da bude dobro usitnjen i poravnat. Pre setve, obrađeno zemljište treba obavezno stabilizovati valjanjem.

U proizvodnji semena kamilice u Srbiji dominira poboljšana sorta "Banatska", a prisutne su još "Tetraploidna", kao i "T-29", što daje mogućnost namenskog gajenja kamilice (Adamović i Vasić, 1991). Sorta "Banatska", koja je korišćena tokom

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

ispitivanja, imala je sledeće učešće bitnih hemijskih supstanci u etarskom ulju (Tabela 5).

Tabela 5. Hemijske osobine etarskog ulja kamilice – sorta "Banatska".

Red. Br.	Karakteristika	Sadržaj %
1	trans ocinen	0,3812
2	γ terpinen	1,0649
3	trans β farnezen	13,7592
4	germalizen D	2,0796
5	bisabolol oksid B	16,3485
6	bisabolol oksid	12,9378
7	α bisabolol	2,9893
8	hamazulen	11,0368
9	bisabolol oksid A	10,1939
10	cis-en-in-dichloetar	7,8723

*(Izvor: Institut za proučavanje lekovitog bilja – Dr Josif Pančić, Beograd)

"Sveže seme" kamilice ima najbolju sposobnost klijanja, pa se preporučuje proizvodnja semena svake godine (Heeger, 1956; Ujević, 1988; Emonggor i Chweya, 1989). Naime, kamilica spada u grupu biljaka čija klijavost jako varira i može iznositi 50% i više u periodu od 1 do 2 godine čuvanja u skladištu. Posle tog perioda vitalnost semena kamilice naglo opada, tako da već nakon prve godine čuvanja, sposobnost klijanja se smanjuje za 7 do 49%.

Kamilica nema velikih zahteva prema hranivima. Međutim, da bi se sačuvala plodnost zemljišta preporučuje se unošenje sa osnovnom obradom u jesen đubriva sa većim sadržajem fosfora i kalijuma (od 200 do 300 kg/ha, NPK 7:20:30) (Dražić, 2004). Ako se radi o manje plodnim zemljištima i ako se proceni da će prinos biti loš, opravdana je prihrana u rano proleće (100 kg/ha, KAN), jer prevelika količina azota utiče na kvalitet cvasti, izaziva poleganje useva i na neujednačeno sazrevanje.

Interasantan je podatak (Kišgeci i sar., 1982) da način setve (u redove ili omašna setva) i količina semena (od 2,5 do 5 kg/ha semena) ne utiču značajno na ukupan prinos i kvalitet sorte "Banatska".

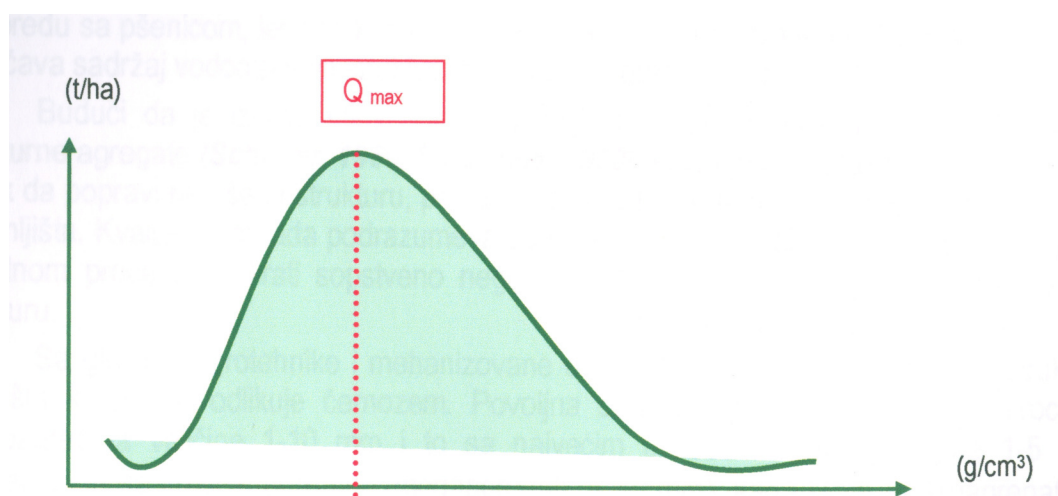
Za gajenje se preporučuju sorte, domaće i strane selekcije: Banatska, Mina, T-29, Tetraploidna, Bona, Lutea i Nobona (Dražić, 2004).

Količina semena po jedinici površine zavisi od željenog sklopa useva, kategorije semena koje se proizvodi, kao i kvaliteta semena koje se seje (Marić, 1972). Reda setva ima prednost jer pospešuje jače bokorenje, a omogućava uspešno čišćenje od "netipičnih" biljaka, a setva u redove omogućava efikasniju borbu protiv korova i bolesti, a takođe i uspešnije čišćenje "netipičnih" biljaka (Salamon, 1992).

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

Prema (Tomić i sar., 2004), maksimalan prinos se postiže pri optimalnoj poroznosti zemljišta, koja zavisi od tipa zemljišta, sabijenosti, mehaničkog sastava, vlažnosti i strukture zemljišta (Slika 3). Za kamilicu je poželjno da vrednost zapreminske mase oraničnog sloja bude od 1,1 do 1,3 g/cm³, a maksimalno 1,45 g/cm³.

Pri gajenju u sabijenom zemljištu, dolazi do menjanja odnosa CO₂ i smanjuje se fotosinteza. Smanjenje dužine korena usled sabijenosti smanjuje intenzitet usvajanja hranljivih materija (Kastori i Štrbac, 1987), a dužina korena može se smanjiti i za 50%, pri čemu usvajanje kalijuma opada za 21%. Povećana sabijenost utiče na smanjenje prinosa za 10-50% i na povećanje potrošnje goriva za 25-30%, zaključuju (Nikolić i Popović, 1994).



Slika 3. Uticaj zapreminske mase zemljišta na visinu prinosa biljaka.

*(Izvor: Kastori i Štrbac, 1987)

Prekomerno sabijanje zemljišta izaziva čitav niz negativnih posledica na rast i razvoj biljaka, što se direktno manifestuje kroz smanjenje prinosa. Istraživanja posledica prekomernog sabijanja zemljišta na prinos kamilice, ukazuju da je ona tolerantna prema povećanju zapreminske mase zemljišta. Tolerantnost kamilice prema povećanju zapreminske mase kreće se u granicama do blizu 26 daN/cm² (Tomić i sar., 2004).

U slučaju veća zakorovljenosti u toku vegetacije, kod kamilice sejane na većem međurednom razmaku (30 do 35 cm), primenjuje se međuredna kultivacija ili se primenjuju herbicidi (u fazi visine kamilice oko 15 cm). Ukoliko primenjujemo herbicide obavezno je vršiti primenu pre početka cvetanja (Muminović, 1998). Kod primene herbicida obavezno se pridržavati uputstva proizvođača herbicida.

Najveće štete u proizvodnji gajene kamilice, u našim uslovima gajenja, čine korovi. Prouzrokovani biljnih bolesti i štetočine kamilice kod nas su manje zastupljeni (Ivanović, Stepić i Vukša, 1996). Činjenica da kamilicu ne napada značajan broj štetnih organizama je veoma prihvatljiva sa aspekta zaštite bilja. Ukoliko proizvodnju ne ugrožavaju štetni organizmi, to znači da ne postoji potreba za njihovim suzbijanjem, a to opet znači da se kod nas proizvodi "zdrava" kamilica, bez upotrebe pesticida.

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

U severnoj hemisferi jesenje sejanje se vrši na kraju leta u intervalu od oko 8 do 14 dana, od početka do kraja septembra. Preduslov je da prethodna kultura što pre završi proizvodni ciklus na parceli. Ako se sejanje obavi previše rano to vodi do prezrele formacije izdanaka (Dachler i Pelzmann, 1999). Biljke koje se razvijaju previše brzo, kao i one koje su premale, venu tokom zime. Kamilica treba da započne zimu u fazi kada ima šest do osam listova. U toj fazi je ona definitivno otporna na hladnoću. Jesenje sejanje znači da su postignuti najbolji prinosi sa mogućnošću dugačke vegetativno razvojne faze i obrade zemljišta u skladu sa fiziološki kratkim danom. S obzirom da je berba nezavisna u odnosu na vreme sejanja, period cvetanja počinje kada je postignuta dužina dana od 17 sati (u centralnoj Evropi na kraju maja, početkom juna). Zahvaljujući činjenici da cvetanje započinje u isto vreme, mogući rokovi u proizvodnji su strogo određeni kapacitetima žetve i sušenja.

Prednost prolećne setve je u mogućnosti ostvarenja stepenovanih koraka proizvodnje da bi se iskoristila resursi tehnike (namenjeni za žetvu) i sušenja maksimalno od datuma žetve. U centralnoj Evropi praksa je da se setva započne u martu (agrotehnički rok traje 14 dana). Činjenica je da prinos i homogenost populacije opada ukoliko je sejanje obavljeno kasnije (Gašić i Lukić, 1990). Pritisak kontaminacije bolestima i parazitskim insektima je takođe povećana u letnjim mesecima (Erfurth i Plescher, 1983).

Za razvoj aktivnih sastojaka, dobro cvetanje i dovoljan broj čvrstih stabljika potrebna je dobra snabdevenost zemljišta kalijumom (Franz, Holzl i Kirsch, 1983). Kamilica je zahtevna i prema količinama P_2O_5 u zemljištu. Prema (Franz i Kirsch, 1974) udeo hranljivih materija azota prema kalijum oksidu treba da bude 1:2. Đubrenje kalijumom, i ukoliko je potrebno i azotom, se radi tokom faze obrade zemljišta, na primer u oktobru (ukoliko je u pitanju severna hemisfera) ili aprilu (ukoliko je u pitanju južna hemisfera) i ako je sejanje u jesen; ukoliko je sejanje u proleće onda se đubrenje vrši u kasnijem terminu. Organsko đubrivo se ne koristi kod uzgajanja kamilice zbog ograničenja u mikrobiološkoj kontaminaciji koja lako može biti poremećena.

Ubiranje kamilice zavisi od vremena i gustine setve, temperature i vlažnosti vazduha, zakorovljenosti i načina berbe (Dražić, 2004; Hadi i sar., 2004). Kamilica cveta tokom čitave godine, ubire se najčešće jedanput, a maksimalno tri puta. Ubiranje kamilice sejane u proleće kasni za jesenjom setvom 20 do 30 dana. U prvoj berbi koja je u maju (eventualno u junu) ostvaruju se najveći prinosi i sadržaj etarskog ulja, dok u sledećim berbama kvalitet kamilice i etarskog ulja drastično opada. Cvasti su najbogatije etarskim uljem u fazi punog cvetanja, odnosno najbolja je berba nakon 3 do 5 dana po cvetanju kamilice (Kizil, Kayabasi i Arslan, 2005).

Najviši kvalitet ubrane cvasti kamilice najsigurnije se postiže postupkom ručnog branja, pri čemu se cvasti ručno odsecaju. Cvetne drške moraju biti što kraće i droga treba da sadrži što manje korova i stranih komponenti (Martinov i Muller, 1990).

6.4 Istorijski razvoj ubiranja kamilice

Uvođenje mehanizacije u proces ubiranja cvasti kamilice, pored povećanja produktivnosti rada, ima za cilj i stvaranje lakših uslova rada. Ako se uporedi rad radnika u poljoprivredi sa radom radnika u industriji, taj odnos je 3000 : 750 kJ za 8 časova rada (Kurunci, 2010). Taj podatak govori da je rad u poljoprivredi četiri put veći

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

od rada u industriji. Ovakav odnos pokazuje težinu rada u poljoprivredi i potrebu za uvođenjem mehanizovanih procesa poljoprivredne proizvodnje.

Vreme ubiranja ima važnu ulogu u odnosu na kvalitet proizvoda. Ubiranje plantažno gajene kamilice treba da se odigra na isti način kao i za divlje populacije, tj. kada je veći deo cvasti već otvoren. Sadržaj esencijalnih ulja u cvetanju raste stalno od formiranja cvetova i dostiže maksimum kada su beli cvetovi u horizontalnoj poziciji. Prema (Rohrich, Manicke i Grunert, 1997) ubiranje se obavlja od početka perioda cvetanja do perioda potpunog cvetanja, gde su obavljena dva do tri branja.

Za (Dachler i Pelzmann, 1999) optimalno vreme žetve je kada je krug bočnih cvetića otvoren.

U cilju da se kreira objektivna osnova za određivanje vremena kada se vrši optimalna berba, a ne da se to pitanje ostavlja intuiciji uzgajivača, nemački radni komitet za proizvodnju lekovitog bilja je predložio formulu (1) koja sadrži indeks cvetanja po godinama. Obrazac predstavlja kompromis između rastućeg prinosa, opadajućeg sadržaja esencijalnih ulja i razlika u sastavu esencijalnog ulja (Franz, Holzl i Vomel, 1978):

$$IC = \frac{V - Kn}{Kn + eB + V} \quad (1)$$

gde je: IC – indeks cvetanja,
Kn - pupoljci koji još nisu procvetali,
eB - cvasti koje treba da budu ubrane,
V - cvasti koji su pri kraju cvetanja.

Sa formulom (1) početak žetve je izračunat preko broja cvasti koje su pri kraju cvetanja umanjene za broj pupoljaka, u odnosu na totalnu količinu cvasti (zbir broja pupoljaka, cvasti spremnih za žetvu i cvasti koji su pri kraju cvetanja). Prvo ubiranje bi trebalo da bude kada indeks cvetanja dostigne vrednost od -0,3 do -0,2. Pošto period cvetanja zavisi od lokacije, klimatskih uslova i sorte koja se uzgaja, berba se planira između nekoliko nedelja do tri meseca (osam do deset ciklusa ručnog branja). Formula (1) je dobar način da se odredi odgovarajuće vreme ubiranja (Ebert, 1982). U praksi, ubiranje se obavlja dva ili u retkim slučajevima tri puta.

Optimalni trenutak zrelosti cvasti je kada je cevasti venac cvasti otvoren, i nalazi se već u drugoj trećini zasvodnjenog cvetnog dna. Optimalni termin berbe se određuje uz pomoć formule (2):

$$I_k = \frac{IV - I}{I + II + III + IV} \quad (2)$$

$$-1 < I_k < +1 \quad (3)$$

gde je: I_K = Indeks kamilica,
I = pupoljci,
II = zrele cvasti, kod kojih je 50% cvasti otvoreno,
III = zrele cvasti sa više od 50% otvorenih cvasti,
IV = procvetale, propale cvasti.

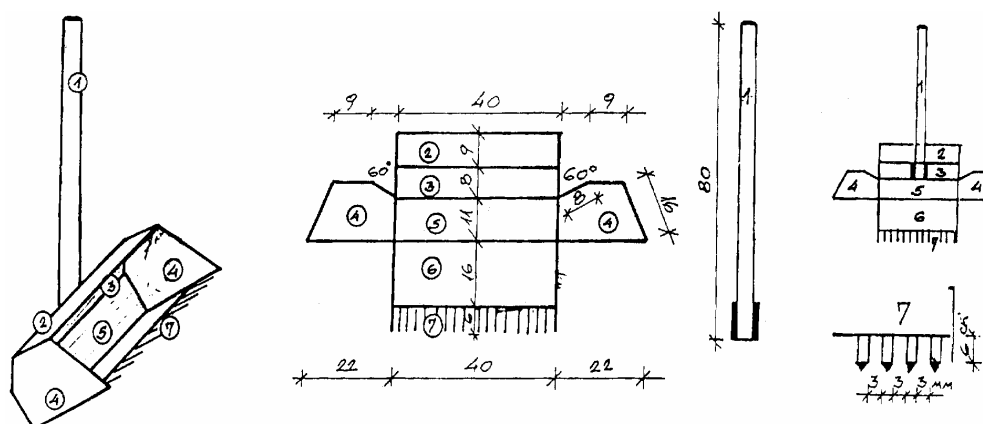
Ako se dobijena vrednost I_K kreće oko 0, dostignut je optimalni trenutak za berbu. Ako biljka posle toga nastavi da cveta sadržiće manje hamazulena i eteričnog ulja. Prekasna berba može dovesti do propadanja glavica cveta (Dachler i Pelzmann, 1999).

Preduslov za potpuno mehanizovano ubiranje cvasti kamilice je homogenost cvetnog polja, na kojoj uspevaju biljke sa velikim cvastima, sa malo korova i zajedničkim terminom cvetanja (Carle i Gomaa, 1992; Voss, 2002). Ali to nije uvek slučaj sa kamilicom, zato što ona pokazuje veliku različitost u visini rasta biljaka (Martinov i Muller, 1990_b). Zbog toga pri mašinskom branju cvasti imaju manje ili više duge stabljike (> 2 cm).

Ubiranje kamilice može da se obavi na različite načine, ali je ručno ubiranje najbolji metod (Stojčevski, 2011) (Slika 4 i 5). Ručno ubiranje se vrši u mnogim zemljama na manjim površinama, a u Egiptu je veoma popularno i najčešće se koristi (Franke i Schilcher, 2005). Ručno ubiranje prinosa sveže ubranih cvasti kamilice je oko 3 do 5 kg/h. Malo veći učinak može biti postignut sa takozvanim češljevima za kamilicu. Danas se oni koriste (na primer u Mađarskoj) za organizovanu berbu divlje populacije i učinak iznosi od 50 do 150 kg/dan. Ubiranje u kojem se koriste ovi češljevi je počelo da se primenjuje u Mađarskoj sedamdesetih godina prošlog veka kako za branje divljih populacija, tako i za gajenu kamilicu. Zavisno od gustine cvasti i visine biljaka, učinak iznosi 100-180 kg/dan.



Slika 4. Ručno ubiranje kamilice.



Slika 5. Češalj za ručno ubiranje kamilice.

*(Izvor: Kojić, 1997)

Ubrani prinos cvasti kamilice ručnim branjem iznosi samo 3-5 kg sveže mase po radnom satu (Plescher, 1997). Primenom češljeva za ubiranje ubrana količina se može povećati na 10 do 15 kg/h sveže mase, ali za plantažnu proizvodnju gde su prinosi veći od 700 kg/ha sveže mase, ručno ubiranje nije prihvatljiv način ubiranja.

Ručno ubiranje nije primenljivo za velike površine zbog vremena koje zahteva, 25-30 radnih dana po hektaru (Franke i Schilcher, 2005; Kirsch, 1990). Ovaj problem je rešen mehanizovanim ubiranjem. Prvi korak ka mehanizovanju procesa ubiranja je bio korišćenje drvenih vozila "taljige" sa dva točka. Kasnije su ova oruđa bila upregnuta sa konjima ili traktorima (na primer u Argentini), a prinos koji je ostvaren je znatno uvećan.

Stoga je preduslov za proizvodnju kamilice na većim površinama bio postupak mehanizovanog ubiranja kamilice. (Ebert i Schubert, 1962) su početkom 60-ih godina konstruisali jednu od prvih specijalizovanih mašina za ubiranje kamilice. Kasnije je bilo i drugih mašina i patenata u Nemačkoj, ali nijedna nije bila primenjena u praksi (Carle i Gomaa, 1992; Varga i Trefas 1975). Tek početkom 70-ih, u bivšem DDR-u napravljena je samohodna mašina za branje (LINZ). Ova mašina je bila preduslov za gajenje kamilice na većim površinama i narednih godina se dokazala u praksi (Herold, 2003).

Krajem 20. veka razvijeno je više tehničkih rešenja kombajna za ubiranje kamilice (Martinov i Muller, 1990_a; Salamon, 1992; Mohr, Hecht i Eichhorn, 1996). Osim toga postoje mnoga pojedinačna, manje-više uspešna tehnička rešenja, koja su napravili sami uzgajivači kamilice (Radojević i sar. 2000; Raičević i sar., 2000; Radojević i sar. 2001; Pajić, Radojević i Raičević, 2001).

Danas se ubiranje gajene kamilice na velikim površinama obavlja korišćenjem kombajna, sa kapacitetom ubiranja od 200 do 300 kg/h i učinkom od 3,5 ha/dan, gde je ubrano od 65 do 90% cvasti (zavisno od klime i specifičnih uslova) (Franke i Schilcher, 2005).

Za konkurentnu proizvodnju kamilice brža žetva je osnov, gde se ujedno akcentat daje spoljnom kvalitetu ubrane cvasti (Falzari i Menary, 2003). Zahtevi za kvalitetno ubiranje su visoki. Pričvršćeni ostaci stabljike treba da budu što kraći, a nečistoća i

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

drugih primesa treba da bude što je manje moguće. Ovo može biti postignuto ručnim branjem (Dachler i Pelzmann, 1999). Zemlje koje se bave proizvodnjom kamilice kao što su Italija, Argentina, Mađarska, Rusija, Nemačka, Hrvatska, Srbija, i Slovačka su razvile i primenile mašine za ubiranje visokog kapaciteta sa različitim sistemima ubiranja.

Mehanizovano ubiranje kamilice se vrši uspešno u slučaju sorte koja ima puno cvasti u istom nivou (Oravec, Repčak i Černaj, 1993). Veći udeo u prodaji imaju baš biljke koje su mehanizovano ubrane, što govori i farmakopejina monografija o kamilici, koja propisuju dužinu ostatka stabljike od 10 do 20 mm. Ukoliko ubrani materijal nije doraden, dužina stabljike iznosi od 20 do 30 mm. Sa odgovarajućim procesom dorade moguće je proizvesti kamilicu farmaceutskog kvaliteta. Ostatak cvasti sa 20-30 mm u dužini stabljike ni na koji način ne umanjuje lekovito dejstvo, ukoliko cvasti pokazuju zahtevanu količinu sastojaka.

Dalji porast u proizvodnji je bio moguć samo uz upotrebu modernih mašina za ubiranje. Tokom 1974. godine proizvodnja u Argentini iznosila je 2.000 tona (Kirsch, 1990; Franke i Schilcher, 2005). Visoka stopa mehanizovane proizvodnje i ubiranja bila je izražena u Argentini i Nemačkoj, gde se sortiranje i prosejavanje radilo automatski pre sušenja. Ukoliko ima potrebe, posle sušenja se odvajaju kratki ostaci stabljika kao sledeći korak u doradi. Na taj način se dobija "čist" materijal. Tokom sezone se svakoga dana doradi od 60 do 80 tona svežeg biljnog materijala koji se doraduje u mašinama za sortiranje, zatim suši, čisti od korova i posle sušenja sortira (Franke i Schilcher, 2005).

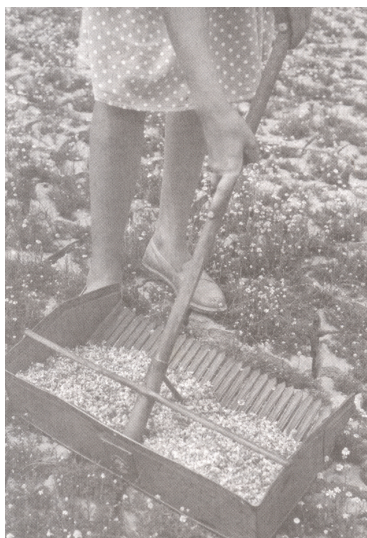
(Rohricht, Manicke i Grunert, 1997) upućuju na optimalno vreme ubiranja kamilice. Raspored žetve ima važnu ulogu u odnosu na kvalitet proizvoda. Žetva kultivisane kamilice treba da se odigra na isti način kao i za divlje populacije, kada je veći deo cvetova već otvoren. Sadržaj esencijalnih ulja u cvetanju raste stalno od formiranja cvasti i dostiže maksimum kada su beli cvetovi u horizontalnoj poziciji (Harbourne, Jacquier i O'Riordan, 2009). Ubiranje se vrši od početka perioda cvetanja do perioda potpunog cvetanja, gde mogu biti obavljena dva do tri branja.

(Kišgeci i Adamović, 1994) ukazuju na optimalno vreme početka berbe. Ustanovili su da je najveća količina etarskog ulja u fazi punog cvetanja, kao i da je trenutak kada su beli jezičasti cvetovi vodoravni, a iz žutih cevastih cvetova se osipa polen, optimalno vreme za ubiranje kamilice.

6.5 Mehanizovano ubiranje kamilice

Mnogobrojne konstrukcije kombajna za ubiranje kamilice su tokom zadnjih 20 godina pretrpele različite konstruktivne promene, a najveće promene su bile vidljive na uređaju za berbu kamilice.

Prvobitno su se za ubiranje kamilice koristila priručna oruđa u obliku gustih češljeva, koja su pročešljavala masu kamilice (stabljike), a pri nailasku na širi deo (cvast kamilice) vršeno je otkidanje (Slika 6). Proces otkidanja je vršen kombinacijom postupka istezanja peteljke i delimičnog rezanja oštricom češlja (Franke i Schilcher, 2005). U trenutku dovoljnog istegnuća peteljke i slabljenjem veze cvasti i peteljke pomoću oštrice češlja omogućeno je otkidanje cvasti koja se sakupljala u zadnjem delu konstrukcije češlja.



Slika 6. Češljevi korišćeni za ručno ubiranje kamilice.

*(Izvor: Franke i Schilcher, 2005)

Potom su konstruisani pomoćni ručni alati-mašine (gurajućeg tipa) koji su imali indentičan postupak odvajanja cvasti kamilice, samo što su bili veće širine radnog zahvata i veće smeštajne zapremine (Slika 7).



Slika 7. Ručno gurano oruđe za ubiranje cvasti kamilice.

*(Izvor: Franke i Schilcher, 2005)

Prvobitno model kombajna je simulirao postupak ručnog ubiranja kamilice (Slika 8). Pogonski motor je korišćen jedino za kretanje kombajna, dok se proces ubiranja cvasti odvijao interakcijom kretanja kombajna i postupka pročešljavanja (Franke i Schilcher, 2005).



Slika 8. Prvi kombajn za ubiranje cvasti kamilice.

*(Izvor: Franke i Schilcher, 2005)

Sledeća generacija kombajna za ubiranje kamilice je bila složenije konstrukcije, jer je pogonski motor pored sistema za kretanje pokretao i ostale radne organe. Berački uređaj je koncipiran kao rotor (bubanj) koji po obodu ima postavljene češljeve. Smer obrtanja beračkog rotora je bio suprotosmeran od smera pogonskih točkova kombajna. Takva koncepcija je omogućila veće brzine rada i ućinke (Rimpler, 1972), ali je kvalitet ubrane kamilice bio nezadovoljavajući. U ubranoj masi je bilo puno dugaćkih granćica i primesa, tako da kvalitet nije odgovarao traženom.

Veliki proizvođaći i izvoznici kamilice su: Argentina, Egipat, Čile, Nemačka, Rusija, Slovačka, Italija, Mađarska i drugi. Upravo se u većini ovih država proizvode mašine za ubiranje kamilice koje se koriste širom sveta. Tako se na primer u Čileu pored rućnog načina ubiranja i upotrebe pomoćnih sredstava koriste i kombajni „Salus“ koji rade na principu proćešljavanja cvetnih glavica kamilice u smeru suprotnom od smera kretanja kombajna (Slika 9). Širina radnog zahvata ovog kombajna je 4m i postiže zadovoljavajuće rezultate na ravnim parcelama sa ujednaćenom visinom cvetanja.



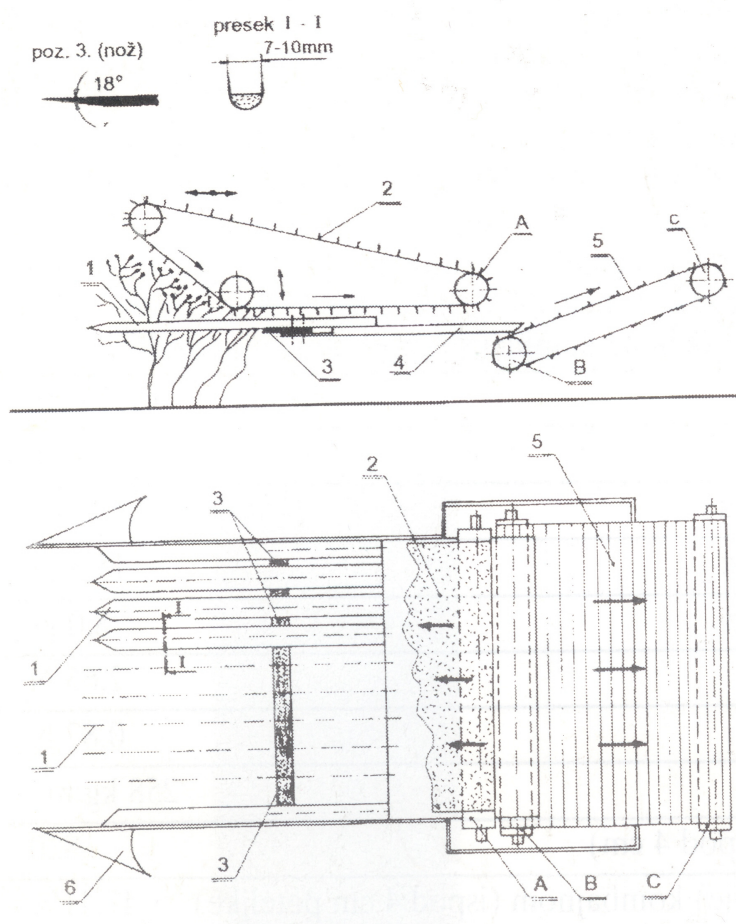
Slika 9. Kombajn za ubiranje kamilice "Salus".

*(Izvor: Franke i Schilcher, 2005)

Od 1962. godine u Nemačkoj (Ebert i Schubert, 1962; Ebert, 1982) i otprilike od 1975. godine u drugim zemljama (Argentina i Mađarska), koriste se kombajni za ubiranje kamilice sa kosom prikačenom na prednjem delu traktora (Oravec i sar., 1988) ili kombajna.

Kombajn razvijen u Argentini se sastoji od bubnjeva sa oštricama (Kirsch, 1990). Ovaj princip okretajućih oštrica prvenstveno je korišćen na vučenim mašinama agregatiranim za traktor. Kasnije su se ove mašine razvile u samohodne kombajne.

Inovaciju u procesu mehanizovanog ubiranja kamilice predstavlja tehnologija ubiranja sa češljevima (Ruhlicke, 1978b). Radni zahvat kombajna se kretao od 2-6 m. Bubanj je pogonjen kaišnim prenosnicima (remenicama) gde su korišćeni dugački okrugli zubi ili kratki naoštreni zubi. Bubanj se okreće u smeru suprotnom od smera okretanja pogonskih točkova kombajna, gde češljevi prolaze kroz usev od dna ka vrhu i odvajaju cvasti od biljke. Kretanjem kombajna se masa stabljike kamilice usmerava na češljeve koji podižu cvasti, vršeći istežanje peteljke, dok sa gornje strane češlja privodna traka usmerava cvast ka transporteru. Sa donje strane češlja se nalazi pasivni nož koji vrši odsecanje peteljke (Slika 10). Ova kombinacija dva mehanizma za ubiranje cvasti kamilice se pokazala zahvalnom sa stanovišta kvaliteta ubrane kamilice, ali je često dolazilo do zagušenja i zastoja u radu. Ovo je preteča i osnova za mašine kao što su "Ebert-Schubert", mađarske mašine "Szilasmenti", slovačke mašine tipa "VZR", ruske mašine i nemačke mašine "LINZ III"



Slika 10. Uređaj za otkidanje cvasti kamilice.

*(Izvor: Kojić, 1997)

- Pozicije na Slici 10 označavaju:
- 1 – češalj, dimenzije preseka, rastojanje,
 - 2 – otkidačka i privodna traka,
 - 3 – pasivni nož,
 - 4 – hederski sto,
 - 5 – elevator otkinutih cvasti,
 - 6 – razdeljivači.

U Nemačkoj već dugi niz godina postoji tradicija proizvodnje mašina za ubiranje kamilice. Tako je dugogodišnjim usavršavanjem kombajn "LINZ" postigao dobre i prepoznatljive rezultate (Slika 11). Ovaj kombajn ima širinu radnog zahvata od 2,8 m, smeštajni bunker kapaciteta 2,5 m³, pogonski dizel motor snage 47 kW, ukupnu težinu praznog kombajna od 4.600 kg i postiže površinske učinke od oko 0,4 ha/h. O njihovom kvalitetu govori i pokazatelj da postoji već četvrta generacija ovih kombajna (Slika 12), kao i da se neki stariji tipovi i danas uspešno koriste širom sveta.



Slika 11. Kombajn za ubiranje kamilice "LINZ III".



Slika 12. Kombajn za ubiranje kamilice "LINZ IV", najnovije generacije.

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

Kombajn za ubiranje kamilice "LINZ" je ispitala nadzorna služba za poljoprivrednu tehniku Potsdam-Bornim u Nemačkoj (Ruhlicke, 1978_a). Ovaj kombajn radi sa jednim bubnjem koji rotira u smeru suprotnom od smeru pogonskih točkova, koji je ugrađen na prednjoj strani kombajna (Herold, 1989). Za ubiranje se koristi devet letvica, od kojih se svaka sastoji od 5 segmenata češljeva postavljenih kruto pod uglom od 2° u odnosu na normalu ose bubnja. Ubrane cvasti se pomoću pužnog transportera prihvataju od bubnja, sakupljaju i kosim elevatorom transportuju u prijemni bunker (Mohr, Hecht i Eichhorn, 1996_a; Mohr, Hecht i Eichhorn, 1996_b). Mašina "LINZ" se potvrdila u praksi, odlikuje se izuzetnom udarnom snagom i dobrim kvalitetom branja. I danas se većina ovih kombajna koristi u nemačkim poljoprivrednim zadrugama (Herold, 1989; Biertumpel, 2003).

Kombajn za ubiranje kamilice čija je rotacija bubnja u pravcu kretanja kombajna predstavljen je u radu (Brkić i sar., 1989). Kamilica je ubirana zupcima i onda uvučena u mašinu. Ploča koja sprečava kretanje ubrane cvasti, formira gomilu koja se ponovno češlja zahvaljujući velikoj brzini bubnja. Efekat češljanja je postignut zbog rasporeda uzastopnih češljeva. Razlika među zupcima u češljevima je veća nego prečnik cvetova.

Princip nepokretnih češljeva sa odgovarajućim odvajanjem cvetova od biljke je projektovan u italijanskom "Chamaemelum" kombajnu (Beraldi, Bentini i Guarnieri, 1985; Bentini i Guarnieri, 1988). Ovaj kombajn radi sa modifikovanim lancem za odsecanje na vrhu češlja kao kod kombajna za žetvu biljke neven.

Pojedini autori zaključuju da je najbolji način mehanizovanog ubiranja kamilice pomoću bubnja sa rotirajućim češljevima, sa pravcem okretanja suprotnim u odnosu na kretanje točkova. Na žalost, danas nema takvih novih, dostupnih i slično efektnih mašina na tržištu (Hecht, Mohr, i Lembrecht, 1992; Mohr, 2002; Mohr i Hecht, 1996; Mohr, Hecht i Eichhorn, 1996_a; Mohr, Hecht i Eichhorn, 1996_b).

Kombajn za ubiranje kamilice "LINZ" je pokazao svoje kvalitete i performanse u različitim zemljama (uključujući i Egipat). Dobri rezultati rada su ostvareni zahvaljujući kontra oštricama koje rade u skladu sa zupčastim diskovima koji se nalaze iza češljeva. Nasuprot svim drugim mašinama sa češljevima ova mašina ima najmanju stopu oštećenja cvasti (Ruhlicke, 1978).

(Martinov i Muller, 1990_a) su u okviru jednog istraživačkog projekta konstruisali mašinu za ubiranje kamilice. Kao radni organ mašine za branje služi rotirajući bubanj sa metalnim "prstima" efektivne širine radnog zahvata od 2 m i prečnikom od 60 cm. Ukupno 16 redova "prstiju" je ravnomerno raspoređeno po obimu. Razmak između "prstiju" duž letve je nekoliko puta veći od prečnika cvasti i time sprečava zagušenje bubnja za ubiranje. Usled naizmeničnog položaja "prsta" na susednim letvama uređaja ostvaruje se efekat češlja. "Prsti" više puta pročešljavaju kamilicu, pri čemu dolazi do otkidanja cvasti. Cvasti iz bubnja preuzima pokretna traka iste širine i prevozi ih u bunker.

Kombajn "Hege" za ubiranje kamilice se bazira na kombajnu "Hege 212". Spređa se nalazi bubanj za ubiranje, koji rotira u smeru suprotnom od smeru okretanja pogonskih točkova vozila. Ispitivanje kombajna za ubiranje kamilica "LINZ III" i "Hege" je vršena sa aspekta prinosa i kvaliteta branja.

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

Osim toga radni kvalitet umnogome zavisi od stanja samih biljaka (Martinov, Topalov i Veselinov, 1980). Takođe pojedini parametri kvaliteta kod mašinskog ubiranja su kontradiktorni, npr. dubljim zahvatom radnog organa se smanjuju gubici usled neubranih cvasti, ali je veća količina korova i primesa. Naučna istraživanja (Martinov, Tešić i Muller, 1992) objašnjavaju negativan odnos između kvaliteta ubrane mase i način ubiranja (Tabela 6). Smanjenjem razmaka između "prstiju" unutar jednog reda "prstiju", smanjeni su gubici otpalih cvasti, ali pritom raste udeo cvasti sa peteljkom.

Tabela 6. Uticaj razmaka "prstiju" na kvalitet ubiranja kamilice.

Razmak između prstiju (mm)	Neubrane cvasti (%)	Udeo cvasti sa peteljkom dužom > 4cm (%)
15	3	63
30	5	51
45	10	40
60	13	27

*(Izvor: Martinov i Muller, 1990_a)

Još jedan značajan uticaj na kvalitet ubrane mase ima broj obrtaja bubnja i brzina kretanja kombajna. U Tabeli 7 je prikazan ovaj uticaj variranjem vrednosti ovih parametara. Povećanjem brzine kretanja i broja obrtaja bubnja povećava se procenat primesa i cvasti sa dužom peteljkom.

Tabela 7. Uticaj brzine kretanja i broja obrtaja bubnja na kvalitet ubiranja kamilice.

Brzina kretanja (km/h)	Broj obrtaja beračkog rotora (min ⁻¹)	Udeo cvasti sa peteljkom dužine < 4 cm (%)	Udeo cvasti sa peteljkom dužine > 4 cm (%)	Udeo primesa (%)
1,0	100	76,3	18,0	5,7
	150	72,0	21,4	6,6
	200	69,5	23,1	7,4
1,5	100	67,7	26,1	6,2
	150	78,3	14,2	7,5
	200	71,7	20,2	8,1
2,0	100	58,9	34,6	6,5
	150	61,5	29,9	8,5
	200	68,1	22,1	9,8

*(Izvor: Martinov i Muller, 1990_a)

Uporedna ispitivanja mašina za ubiranje kamilice "LINZ III" i "Hege" baziraju se na radovima trogodišnjeg istraživačkog projekta na Univerzitetu Gieben (Mohr, Hecht i Eichhorn, 1996a, Mohr, Hecht i Eichhorn, 1996b; Hecht, Mohr, i Lembrecht,

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

1992). Godine 1990. i 1991. ispitana su oba kombajna za ubiranje i to za kamilicu, kantarion i neven. Proizvođač kombajna "Hege" je na osnovu ovih rezultata dalje usavršavao konstrukciju mašine. Pri poređenju mašina za ubiranje kamilice (Tabele 8 i 9) kombajn "LINZ III" je imao veći prinos po površini nego "Hege", usled šireg bubnja za ubiranje, a pri istoj brzini kretanja.

Tabela 8. Uporedno ispitivanje rada mašina "LINZ III" i "Hege".

Naziv kombajna	LINZ III	Hege
Biljni sklop (br. biljka/m ²)	266	266
Visina biljaka (cm)	42 do 75	42 do 75
Tehnološki prinos cvasti (kg/ha)	3740,2	3740,2
Ostaci (%)	57,00	53,70
Gubici (%)		
pri ubiranju	7,24	10,55
pri čišćenju	0,00	2,21
pri odsecanju	0,00	0,55
ukupni	7,24	13,31
Vlažnost ubrane mase (%)	73,94	73,94
Broj obtaja beračkog rotora (min ⁻¹)	21	20
Brzina kretanja (m/h)	1839	1808,4
Učinak (h/ha)	2,52	4,12

*(Izvor: Mohr, Hecht i Eichhorn, 1996a)

Tabela 9. Uporedno ispitivanje rada mašina "LINZ III" i "Hege".

Naziv kombajna	LINZ III	Hege	
		bez	sa
Dorada	bez	bez	sa
Cvasti sa peteljkom (%)			
od 0 do 1 cm	55,48	58,41	72,33
od 1 do 3 cm	14,44	16,31	14,96
od 3 do 5 cm	3,6	6,74	3,88
dužom od 5 cm	1,6	6,59	0,85
ukupno	75,12	88,05	92,02
Stabljike i listovi (%)	9,51	10,1	3,74
Strane primese (%)	0,7	0	0,12
Gubici (%)	14,76	1,85	4,12
Ukupno (%)	100	100	100

*(Izvor: Mohr, Hecht i Eichhorn, 1996a)

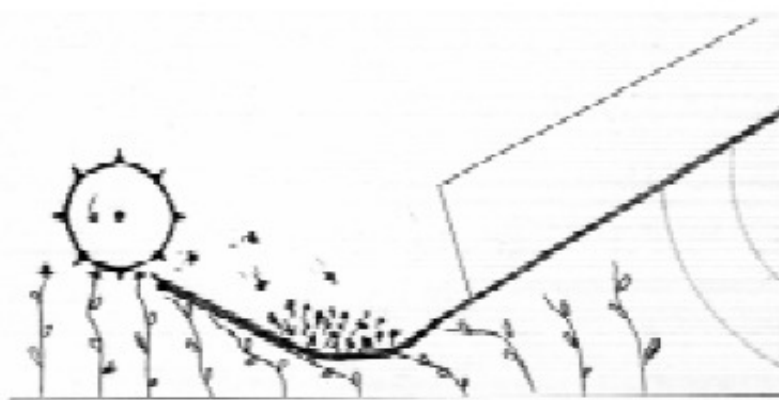
Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

Veći gubici cvasti tokom ubiranja su ostvareni kod kombajna "Hege" i prouzrokovani su bržim rotiranjem četke za češljanje. Što se tiče procene kvaliteta ubiranja "Hege" je i bez sita za klasiranje pokazao bolje rezultate od kombajna "LINZ III". Ispitivanja pokazuju da su oba kombajna pogodna za ubiranje kamilice i da mogu postići dobar kvalitet ubiranja.

Bubanj za ubiranje kombajna "Hege" se sastoji od devet "šipki" za branje, kojima se upravlja preko jedne krivolinijske poluge i koje se pri ubiranju otvaraju za oko 30°, zahvataju cvasti i pri kretanju na gore se opet zatvaraju kidajuću cvasti. Ispred bubnja se nalazi šest poprečno postavljenih noževa koji odsecaju ostatke stabljika, ubacuju ih u poprečni transporter i izbacuju ih iza kombajna (Hecht, Mohr, i Lembrecht, 1992). Preko kosog transportera cvasti dospevaju u uređaj za prečišćavanje. Posle prečišćavanja cvasti se skupljaju u bunkeru koji se može hidraulički prazniti (Mohr, Hecht i Eichhorn, 1996_a, Mohr, Hecht i Eichhorn, 1996_b). Kombajn je napravljena na poljoprivrednom Institutu Univerziteta Gieben. Posebno je istraživani uticaj različitih oblika češljeva za ubiranje kao i brzine kretanja u vezi sa brojem obrtaja bubnja za ubiranje i uticaj na spoljni kvalitet droge (Mohr, 2002).

Za ubiranje kamilice je primenjen niz manje ili više uspešnih pojedinačnih tehničkih rešenja koje su razvili sami uzgajivači kamilice. O ovim pronalascima ima vrlo malo informacija, ali treba ih posmatrati i uvažavati kao intelektualnu svojinu proizvođača.

Kao jedan primer takvih tehničkih rešenja predstavice mo mašinu koja se koristi na imanju D&P Heuner u Nemačkoj. Tu se za ubiranje lekovitog bilja koristi prerađeni kombajn "Claas Merkur", kod koga je umesto vitla postavljen rotor sa udarnim "šipkama" (Slika 13). Ostali radni elementi kombajna (tresać, sito, elevatori i rezervoar za žito) su odstranjeni. Širina zadnjih točkova je proširena, a prednjih prilagođena. Rotor dohvata cvasti, udara ih o poprečnu šipku odvajajući cvasti od biljke i odlaže ih u jedno korito. Rotor ima širinu radnog zahvata od oko 2,5 m i razvija brzinu od 300 obrta/min. Brzina se može podesiti ranijim varijatorom vitla. Takođe se može podesiti i rastojanje između rotora i udarne šipke.



Slika 13. Samostalno napravljen sistem za ubiranje cvasti.

*(Izvor: Heuner, 2003)

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

Prema podacima (Heuner, 2003), ukupna radna brzina ovog uređaja iznosi 5 do 6 km/h, i za ubiranje jednog hektara potrebno je oko 3 sata. Ubrana masa se mora ručno pretovarivati u transportna sredstva.

(Raičević, Ercegović i Radojević, 1994; Pajić i sar., 2006; Pajić i sar., 2007; Pajić i sar., 2009) daju pregled različitih konstrukcionih rešenja mašina za ubiranje kamilice. Pored različitih tipova konstrukcije daju i uporedni prikaz rezultata rada tih mašina u različitim eksploatacionim uslovima sa stanovišta gubitaka i kvaliteta ubrane kamilice.

(Salamon, 1992) proučava bitne elemente hemijske strukture etarskog ulja različitih sorti kamilice u Slovačkoj. Pored ovih proučavanja prikazane su i tri konstrukciona rešenja samohodnih kombajna koja se uspešno primenjuju u proizvodnji kamilice. Autor ističe da su u eksploatacionim ispitivanjima ovi kombajni postigli sledeće učinke: "VZR-4" 0,50 ha/h; "VZR-6" 0,75 ha/h; "VZR-66" 0,80 ha/h.

(Brkić i sar., 1989, Brkić i sar., 1998) ukazuju na problem mehanizovanog postupka ubiranja pri prelasku na intenzivni način gajenja kamilice u uslovima Slavonije i Baranje (Hrvatska). Oni su objavili rezultate eksploatacionih istraživanja samohodnog adaptiranog žitnog kombajna u berbi kamilice, gde su pratili ostvarene gubitke i kvalitet ubrane kamilice. U zavisnosti od brzine kretanja, gubici su se kretali u granicama od 10,8 do 21,2%, dok se procenat ubranih cvetnih glavica sa peteljkom do 2 cm kretao oko 15%. Zaključuju da je na ovoj konstrukciji potrebno izvršiti određene adaptacije pre svega beračkog uređaja kako bi se poboljšao kvalitet branja, a potom i smanjili gubici.

(Martinov i Tešić, 1995; Martinov i Tešić, 1996) iznose probleme ručnog i mehanizovanog postupka berbe kamilice. U ovim radovima su prikazani principi rada beračkih uređaja na primenjenim tehničkim rešenjima. Dat je šematski prikaz rada češlja sa translatorskim kretanjem, rotirajućeg "češlja" sa gustim i sa retkim "češljem". Uzevši u obzir kvalitet ubrane kamilice, pripremljenost materijala za sušenje i preradu i cenu mašina, autori ocenjuju da je vučena mašina sa retkim rotirajućim "češljem", sa vibracionim separatorom i kontejnerima, radnog zahvata 2m, optimalno rešenje mašine za ubiranje kamilice.

(Khazaei, 2005) daje prikaz konstrukcije, razvoja i istraživanja mašine za ubiranje različitih lekovitih biljaka. Konstrukcioni oblik beračkog uređaja ovog prototipa je sličan klasičnom bubnju sa elastičnim čeličnim "prstima", koji ima mogućnost podešavanja visine rada i broja obrtaja bubnja. Mogućnost menjanja eksploatacionih parametara omogućuje mu i primenu u berbi kamilici.

(Tešić, Topalov i Veselinov, 1982) se bave mogućnostima razvoja mašina za branje cvasti kamilice u našim uslovima. Oni prate uticaj sile otkidanja cvasti kamilice i kinematike rotirajućih radnih organa na kvalitet ubiranja. Vršili su ispitivanje dva prototipa mašina za ubiranje cvasti kamilice. Prvi ispitivani prototip ima radni organ u obliku "češlja" sa transporterom iznad zubaca "češlja", ostvaruje male učinke i nije pogodan za kulturnu – gajenu kamilicu (koja ima veći biljni sklop i veće je visine). Drugi prototip ima radni organ u obliku bubnja sa "prstima" i ostvaruje oko 10% gubitaka, gde je oko 60% ubrane mase sa peteljkom kraćom od 4 cm.

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

(Đilvesi, Kota i Adamović, 1990) govore o načinu gajenja i primenjenoj tehnologiji proizvodnje kamilice. Za ubiranje kamilice predstavili su različita konstrukciona rešenja oruđa i mašina. Ukazuju na sve veću primenu mehanizovanog načina ubiranja kod većih proizvođača kamilice. U upotrebi su kombajni za ubiranje kamilice Nemačke, Francuske, Mađarske, Ruske i Hrvatske proizvodnje, mada se najlakše i najbrže dolazi do domaćih kombajna. Tu se pre svega misli na kombajn "BK-83" koji je patentiran od strane Instituta za poljoprivrednu mehanizaciju, Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu.

(Cavazzani, 1991) je vršio uporednu analizu konstrukcionih karakteristika i kvaliteta rada četiri tipa kombajna za ubiranje kamilice. Analiza je vršena sa ciljem prikaza prednosti i nedostataka ispitivanih konstrukcija, kao i usporedba rezultata kvaliteta ubiranja kamilice kod kombajna "Calliero", "Cicoria", "Diaf" i "Rozkvet".

(Salamon, 1994) u svojim istraživanjima ukazuje na tri bitna faktora koji utiču na uspešno gajenje kamilice. Kao bitni faktori se pominju: pravilan izbor sortimenta kamilice (prema sadržaju etarskih ulja, kvalitetu droge i drugim bitnim parametrima), izbor agroekološkog sistema za gajenje kamilice (uzimajući u obzir ekološke uslove gajenja i biologiju ove biljne populacije) i razvoj konstrukcionih rešenja za ubiranje cvetnih glavica kamilice i tehničkih sistema za doradu i preradu.

(Martinov i Oluški, 1998) daju pregled konstrukcionih rešenja mašina za ubiranje i doradu kamilice koja su u proteklih dve decenije u upotrebi na teritoriji Jugoslavije. Autori zaključuju da su ostvareni uslovi za obezbeđenje potreba domaćih proizvođača potrebnom opremom, čime su znanje, iskustvo, mašine i oprema domaćih proizvođača konkurentni svetskim proizvođačima kamilice kako po kvalitetu tako i po ceni.

(Raičević i Ercegović, 2000) ukazuju na značaj i poteškoće u razvoju poljoprivrednih mašina namenjenih za proizvodnju lekovitog bilja. Bitno mesto autori pridaju mehanizovanom ubiranju različitih vrsta lekovitog bilja. Kao najveći problem se navodi veoma velika raznolikost biljnih vrsta iz ove grupacije, kao i nezainteresovanost proizvođača poljoprivredne mehanizacije da uđu u rešavanje problema ubiranja nekih vrsta lekovitog bilja zbog malih serija visoko-specijalizovanih mašina.

(Radojević i sar., 2000) prikazuju rezultate eksploatacionih istraživanja univerzalne mašine za ubiranje lekovitog bilja "UMLB-2K". Ovim istraživanjima obuhvaćeno je utvrđivanje gubitaka i kvaliteta ubrane kamilice u tri brzinska režima rada mašine. Pri brzinama 1,35-1,58 km/h ostvareni gubici su se kretali od 28-47%. Kvalitet ubrane kamilice je definisan sa 43,8% cvetnih glavica čija je peteljka kraća od 4 cm.

Slovačka je danas jedna od prepoznatljivih država u proizvodnji kamilice, ali i u proizvodnji mašina za ubiranje kamilice. Konstruktori firme za proizvodnju poljoprivrednih mašina "Rozkvet" Čehoslovačka (Špontak, Velke i Hončariv, 1988), napravili su samohodnu mašinu za ubiranje kamilice "VZR-4" (Slika 14). Tako je samohodni kombajn "VRZ-4" postigao zavidan uspeh pri ubiranju kamilice u mnogim zemljama širom sveta (Franke i Schilcher, 2005). Karakterističan je po pneumo-cevima, koje pomoću vakuma prebacuju ubrane cvetne glavice od beračkog uređaja do bunkera. Dobri rezultati primene kombajna "VRZ-4" doprineli su razvoju savremenijih i efikasnijih konstrukcija za mehanizovano ubiranje cvetnih glavica kamilice na velikim proizvodnim površinama. Tako su nastali kombajni "VRZ-6" i "VRZ-66" (Tabela 10).

Tabela 10. Osnovne karakteristike Slovačkih kombajna "VRZ".

	Širina radnog zahvata (m)	Zapremina bunkera (m ³)	Površinski učinak (ha/h)
VRZ-4	4	3	0,5
VRZ-6	6,3	4	0,75
VRZ-66	6,6	9	0,8

*(Izvor: Salamon, 1992)



Slika 14. Samohodna mašina za ubiranje kamilice "VZR-4".

*(Izvor: Salamon, 1992)

Kombajn "VRZ-4" bere pomoću rotora sa "češljevima". Osim toga ovaj berač kamilice radi pomoću vakuum sistema koji uvlači ubrane cvasti na krajeve češlja za ubiranje. Ubrane cvasti dospevaju u jedan kanal za sakupljanje odakle pomoću vakuuma kroz dve plastične cevi dolaze do bunkera na zadnjem kraju mašine. Ovaj vakuum sistem omogućava veoma siguran transport cvasti i štiti ih od pregrevanja i promene boje (Salamon, 1992). Prema podacima, ova mašina može pod optimalnim uslovima (ravna parcela, iste visine biljake i homogena gustina biljaka) da ubere preko 85% cvasti kamilice.

U Srbiji se u poslednjih trideset godina pojavilo više tehničkih rešenja mašina za mehanizovano ubiranje kamilice, od kojih je većina u agregatu sa traktorom kao pogonskim uređajem. Uglavnom su to rešenja koja su i po konstrukciji i po tehnologiji namenjena malim (individualnim) i srednjim proizvođačima kamilice (Martinov, Muller i Tešić, 1994). Neka od ovih tehničkih rešenja su i danas u upotrebi, ali se od njihovog prototipa nije mnogo uradilo na proizvodnji i unapređenju postojećih konstrukcija (Pajić, Radojević i Raičević, 2001; Radojević, Pavlekić, Pajić, Raičević i Oljača, 2001). Međutim, od 2002. godine na tržištu su se pojavile mašine "VB-2002" i "NB-2003" koje postaju prepoznatljive i dominantne u oblasti ubiranja kamilice u Srbiji, a i u ostalim razvijenim zemljama sa stanovišta proizvodnje kamilice. Upravo su ove dve mašine ispitivane u ovoj doktorskoj disertaciji tako da će detaljniji podaci o njima biti prikazani u sledećim poglavljima.

6.6 Optimizacija proizvodnih procesa

Problemi odlučivanja u poljoprivredi razvijenih zemalja više se ne mogu zamisliti bez podrške automatizovanih (kompjuterizovanih) metoda, tehnika i tehnologija. Mehanizme odlučivanja istražuju mnogobrojni naučnici i primenjuju ih sa stručnjacima na terenu, a velike investicije beleže se u domenu razvoja sistema za podršku odlučivanju koji objedinjavaju resurse IT (npr. Internet komunikacija putem web-a, elektronske pošte i webportala), metode i alate jednokriterijumske i višekriterijumske analize i optimizacije, simulacione tehnike, grupne i metodologije participativnog odlučivanja i dr. (Srđević, 2005).

U vreme ponude velikog broja radnih mašina i sistema u poljoprivredi različitog kvaliteta, cene, kategorije, radnih performansi i drugog, potrebno je da korisnik pravilno odabere najpovoljniju mašinu koja će mu obezbediti zadovoljenje njegovih zahteva u toku njenog radnog veka (Stjelja i sar., 2006).

Reč racionalizacija znači najcelishodnija organizacija proizvodnog procesa rada uopšte (Lazić i Turan, 2004). U poljoprivredi je sredstvo rada mašina, a predmet rada zemljište, poljoprivredne kulture, domaće životinje i dr. Mašinama rukuje čovek, rukovalac. Efekat rada mašina zavisi od njihovog racionalnog korišćenja, a to znači od čoveka koji neposredno upravlja mašinom i onog koji organizuje njihov rad, bilo da je to tehnološka operacija ili proizvodni proces.

Savremeno odlučivanje u poljoprivredi je kompleksan višedimenzioni proces, od definisanja alternativnih rešenja, preko izbora kriterijuma vrednovanja rešenja, do obrazlaganja koja se i kakva metodologija vrednovanja i odlučivanja primenjuje. Poslednju fazu procesa obično prati implementacija i ocena rešenja u praksi. Odgovornost donosilaca odluka raste, jer rastu mogućnosti kontrole, a neke metodologije pojedinačnog i grupnog odlučivanja i provere ispravnosti odluka već postaju standard (Srđević, 2003).

Opremljenost gazdinstva poljoprivrednom mehanizacijom treba osmisliti, programirati i projektovati. Ne gleda se učinak pojedine mašine, pojedinog agregata - mašinsko-traktorskog ili samohodnog, nego lanac mašina koji se nalaze u proizvodnom procesu jedne kulture ili proizvodnim procesima u poljoprivredi. Na većim gazdinstvima, uz dobro osmišljeni projekat, može svakoj mašini da se osigura dovoljno posla, odnosno intenzivno korišćenje, pa je povratak uloga moguć za tri do pet godina, a poznato je da iz industrije, po pravilu, svakih pet godina, izlazi nova generacija tehničko-tehnoloških superiornijih i za gazdinstvo efikasnijih mašina (Lazić i Turan, 2004).

Pri izboru mehanizacije, budući korisnik obično posmatra mašinu samo sa jednog ili relativno malog broja performansi. Najčešće su to radne performanse sistema ili ekonomski aspekti nabavke. Međutim, na zadovoljenje korisnika, koje treba da bude prisutno tokom upotrebe mašine, utiče čitav niz faktora kao što su: radne performanse sistema, troškovi nabavke, pogodnost korišćenja i održavanja, logistička podrška upotrebi sistema, logistička podrška održavanju sistema i slično (Stjelja i sar., 2006).

Veliki broj problema iz prakse može biti formulisan kao problem višekriterijumskog odlučivanja (Belton, 1993; Beinat i Nijkamp, 1998; Holbourn, 1998; Paschetta and Tsoukias, 2000; Kelley i sar., 2002; Ananda and Herath, 2003; Srdjevic, Medeiros i Faria, 2004; Mustajoki, Hamalainen i Marttunen, 2004). Za rešavanje

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

ovakve vrste problema razvijen je veliki broj metoda, koje mogu biti grupisane u tri klase (Vincke, 1992):

- I. *Metode korisnosti* – Alternative se vrednuju i rangiraju prema korisnosti izraženom posebnom funkcijom koja objedinjuje sve attribute (skor funkcija, engl. *score*). Vrednosti atributa se prvo transformišu na zajedničku vrednosnu skalu (najčešće na opseg [0,1]), kako bi njihovo poređenje bilo moguće, a zatim se kreira skor funkcija. Način kreiranja skor funkcije se razlikuje od metoda do metoda. Neke od metoda korisnosti su “trade off” metod (Keeney i Raiffa, 1993), "UTA" metod (Beuthe i Scannella, 2001), "MACBETH" metod (BanaeCosta i Chagas, 1965), direktni težinski metodi (Von Winterfeldt i Edwards, 1986) i "AHP" težinski metodi (Saaty, 1994).
- II. *Metode kompromisa* – Bira se alternativa najbliža idealnom rešenju. Karakterističan je "TOPSIS" metod u kome se prvo vrši normalizacija matrice odlučivanja, a zatim računaju ponderisana rastojanja alternativa u odnosu na idealno rešenje i negativno idealno rešenje. Za rešenje problema usvaja se alternativa koja je relativno najbliža pozitivnom i relativno najdalja od negativnog idealnog rešenja.
- III. *Metode saglasnosti* - Redosled alternativa se generiše po prioritetu tako da mera saglasnosti bude zadovoljena na najbolji način. Logika je da alternativa sa dovoljno visokim rangovima po više atributa bude i konačno visoko rangirana. Najpoznatije metode iz ove grupe su skup metoda "ELECTRE" (I do IV) (Roy, 1996), "PROMETHEE" metoda (Brans and Mareschal, 1994), "TACTIC" metoda (Vansnick, 1986) i dr.

Metode za određivanje kriterijuma mogu biti subjektivne i objektivne. Subjektivne metode su najčešće zasnovani na proceni i mišljenju stručnjaka iz pojedinih oblasti, koji se rukovode svojim iskustvom i znanjem kako bi uspostavili najbolji odnos značaja kriterijuma za optimizaciju pojedinih procesa. Najčešće korišćeno dodeljivanje težinskih koeficijenata je u opsegu od 0 do 1, pri čemu se 0 dodeljuje najmanje značajnom, a 1 najznačajnijem kriterijumu (Beshelev, 1958). Često korišćen je i metod razvijen od strane (Saaty, 1993; Saaty, 1994) u kome se parovi kriterijuma međusobno porede po značajnosti.

Objektivne metode određivanja težinskih koeficijenata kriterijuma zasnivaju se na analizi strukture matrice odlučivanja metodama višestruke regresione analize, metodama najmanjih kvadrata i entropije (Beshelev i Gurvitch, 1974; Hwang i Yoon, 1981; Fan, Ma i Tian, 1997; Zavadskas, 1991; Ustinovičius, 2001).

6.7 Ekonomski parametri proizvodnje kamilice

(Ivanović, Pajić i Ivanović, 2007) su prikazali mogućnost izbora između dva alternativna kombajna za berbu kamilice sa ekonomskog stanovišta koristeći statičke i dinamičke kalkulatívne metode (pristupe). Primenom statičkog pristupa utvrđeni su prosečni godišnji troškovi upotrebe posmatranih mašina. Dinamički pristup zasnovan je na sagledavanju neophodnih investicionih ulaganja u nabavku mašina, utvrđivanju troškova njihove upotrebe, kao i ukupnih izdataka vezanih za posmatrane mašine (u

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

periodu od devet godina). Iznos ukupnih izdataka je zatim svoden na sadašnju vrednost primenom različitih diskontnih stopa. Na osnovu razlike između tokova troškova posmatranih mašina izračunata je granična diskontna stopa, odnosno diskontna stopa pri kojoj je sa ekonomske tačke gledišta svejedno koja mašina će biti izabrana. Ako je diskontna stopa viša ili niža od granične, doneće se različite odluke o tome koja mašina je za proizvođača prihvatljivija sa ekonomskog stanovišta.

(Pajić i sar., 2011) su pratili uticaj različitih tipova kombajna za ubiranje kamilice na kvalitet ubiranja i visinu dobiti u proizvodnji kamilice. Vrednost proizvodnje i dobiti je utvrđen kalkulacijama na osnovu kvaliteta ubrane kamilice i tržišnih cena posmatranih kategorija kvaliteta kamilice.

(Stričik i Salamon, 2007) su računali ukupne troškove u proizvodnji kamilice (koji se sastoje od fiksnih i varijabilnih troškova), kao i vrednost proizvodnje koja se može ostvariti (kao proizvod prinosa i cene kamilice). Na osnovu navedenih podataka računata je prelomna tačka pri kojoj je dobit (kao razlika između vrednosti proizvodnje i troškova) jednaka nuli, to jest utvrđena je minimalna zemljišna površina koju je potrebno obrađivati da bi se dobit u proizvodnji kamilice izjednačila sa nulom. Kao alternativna varijanta, urađeni su odgovarajući proračuni ekonomskih efekata proizvodnje kamilice na površini od 50 ha, kojima su se dobili povoljniji rezultati od rezultata ostvarenih na bazi početnih pretpostavki za analizu.

7. MATERIJAL I METOD ISTRAŽIVANJA

Mehanizovano ubiranje cvasti kamilice predstavlja specifičnu agrotehničku meru, jer se za razliku od drugih agrotehničkih mera ne izvodi standardnim tehničkim rešenjima koja su primenljiva i kod drugih gajenih kultura. Specifičnost mehanizovanog ubiranja kamilice ogleda se još i u tome što direktno utiče na:

- kvalitet ubrane kamilice,
- gubitke u procesu ubiranja,
- transport ubrane kamilice,
- proces sušenja, destilacije,
- angažovanje tehničkih sredstava,
- angažovanje ljudske radne snage,
- potrošnju energije,
- ekonomičnost proizvodnje.

Istraživanja sprovedena u okviru ove disertacije su eksperimentalnog karaktera i obavljena su na istraživačko-proizvodnim poljima Instituta za proučavanje lekovitog bilja "Dr Josif Pančić" u Pančevu. Istraživanja su sprovedena u periodu 2005.-2009. godina. Proučavanja u okviru ove doktorske disertacije zasnivaju se na primeni većeg broja metoda, koje su verifikovane u naučnim oblastima u kojima se primenjuju.

Prikupljanje podataka je počinjalo u jutarnjim časovima, u 6 i 7 časova, što je predstavljalo početak radnog dana. Pre izlaska na parcelu vršeno je dnevno održavanje tehničkih sistema, podešavanje kombajna i dolivanje goriva. Prikupljanje podataka o kvalitetu rada i hronografisanju vremena rada kombajna je vršeno od strane više ispitivača, pri čemu je korišćena sledeća oprema: štoperica, metar, pantljika, vizir motke, drveni ram, platno, nož, makaze, PVC kese, platneni džakovi, PVC vezivo.

Nakon prikupljanja, uzorci su se transportovali do laboratorije i do mesta za sušenje uzoraka. Merenja i analize uzoraka zemljišta i kamilice su obavljene u laboratorijama Poljoprivrednog fakulteta u Beogradu. Pri laboratorijskim merenjima i analizama koristile su se elektronska digitalna vaga i laboratorijska sušara.

Rezultati dobijeni istraživanjem na terenu i u laboratoriji obrađeni su matematičko-statističkim metodama, prikazani su tabelarno ili grafičkim postupkom. Za statističku obradu je korišćen personalni kompjuter Pentium IV, a na osnovu rezultata statističke analize dalje se traži optimalno tehničko rešenje kombajna.

Agroekološki uslovi na oglednom polju analizirani su kombinacijom ranije snimljenih podataka i podataka koji su praćeni tokom perioda proučavanja. Za osnovne karakteristike zemljišta na kojem je obavljeno istraživanje korišćeni su rezultati ranijih proučavanja na istom eksperimentalnom polju, a za konkretna ispitivanja korišćene su odgovarajuće laboratorijske i terenske metode.

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

Meteorološki uslovi su praćeni na meteorološkoj stanici Instituta "Tamiš" u Pančevu, kao i preko Hidrometeorološkog Zavoda Republike Srbije.

Opšta karakteristika ogleda je u tome da je postavljen i vođen u proizvodnim uslovima sa sredstvima poljoprivredne mehanizacije koja se primenjuje u proizvodnoj praksi u Srbiji.

7.1 Postavljanje poljskog ogleda

Ogledi su sprovedeni tokom tri vegetacione sezone na proizvodnim poljima Instituta za proučavanje lekovitog bilja "Dr Josif Pančić" u Pančevu (geografska širina 44° 53' N, geografska dužina 20° 40' E). Tokom celokupnog ogleda korišćena je autohtona sorta kamilice "Banatska".

Na osnovu detaljnih terenskih i laboratorijskih istraživanja utvrđeno je da zemljište na ispitivanom lokalitetu spada u red automorfni, humusno akumulativnih zemljišta, tip černoze, podtip na lesu i lesolikim sedimentima, varijetet karbonatno ogledjeni i karbonatni, forma srednje duboki (Škorić, Filipovski i Ćirić, 1985).

Poljski ogledi su postavljeni na zemljištu tipa černoze, metodom razdeljenih parcela (split-plot), u tri ponavljanja. Ukupna površina ogleda iznosi 10.800 m². Ogled je dvofaktorijalan. Ispitivani su sledeći faktori (Slika 15):

- Tip kombajna za ubiranje cvasti kamilice (tri, konstrukciono i koncepcijski različita, komercijalna modela kombajna):
 - Samohodni kombajn – Kombajn A,
 - Nošeni kombajn – Kombajn B,
 - Polunošeni kombajn – Kombajn C.

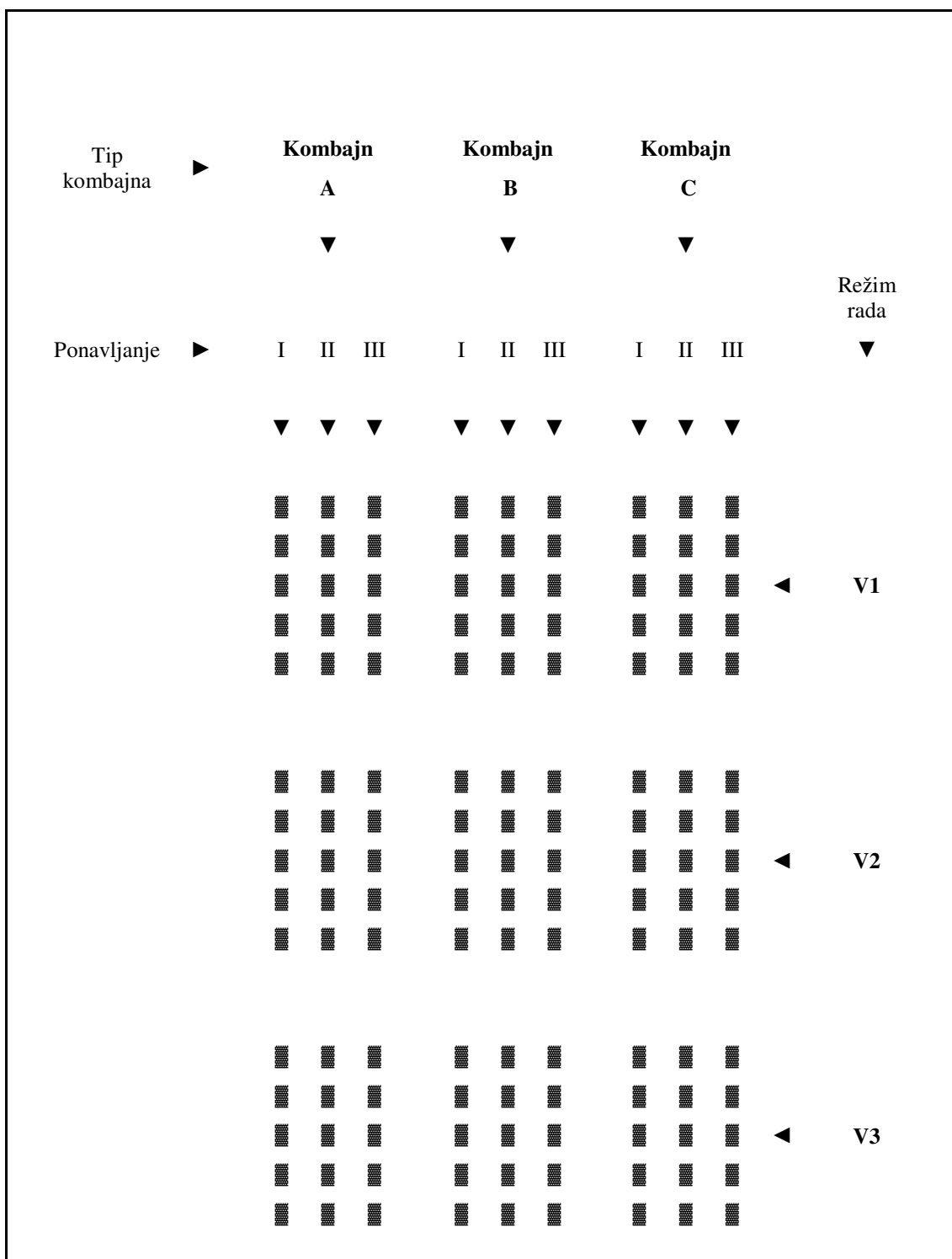
- Režim rada kombajna (brzina kretanja agregata i broj obrtaja beračkog rotora):
 - usporeni režim rada – V1,
 - nominalni režim rada – V2,
 - ubrzani režim rada – V3.

Režimi rada pojedinih kombajna su određeni na osnovu empirijskih saznanja (Brkić i sar., 1989; Martinov i Muller, 1990.; Pajić, Radojević i Raičević, 2001; Radojević i saradnici, 2001, Salamon, 1992; Salamon 1994). Za nominalni režim rada (V2) je usvojen preporučeni režim rada od strane rukovodioca proizvodnje. Ostala dva režima rada, usporeni i ubrzani režim rada, su određeni prvim manjim ili većim stepenom prenosa kod kombajna koji rade u agregatu sa traktorom, tj. manjim i većim brojem obrtaja pogonskog motora kod samohodnog kombajna.

Svi obuhvaćeni režimi rada su u granicama eksploataciono ostvarivih i primenljivih, jer bi povećanje dijapazona ispitivanih režima rada dovelo do ispada mašina iz rada, zagušenja i kvarova. Svi ispitivani režimi rada su ostvarivali različite

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

kvantitativne i kvalitativne rezultate, ali bez ikakvih zastoja, zagušenja i kvarova u eksploataciji tokom perioda istraživanja.



Slika 15. Šema poljskog ogleda

7.2 Tehničke karakteristike ispitivanih kombajna za ubiranje kamilice

Istraživanje sprovedeno tokom postavljanja ogleđa ukazuje na podatak da u Srbiji trenutno postoje i koriste se:

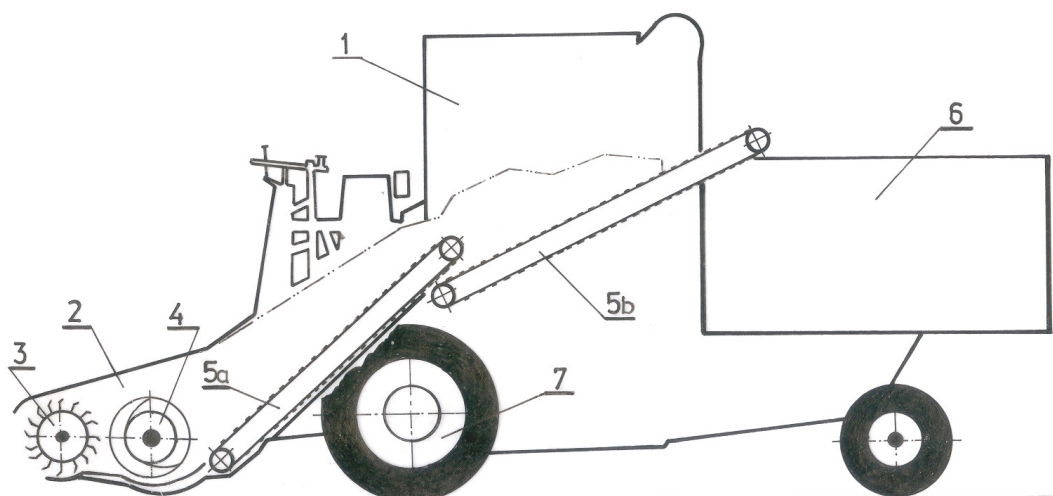
- 2 tipa polunošenih kombajna, (jedan je korišćen u istraživanju ove doktorske disertacije)
- 5 tipova nošenih kombajna, (jedan je korišćen u istraživanju ove doktorske disertacije)
- 3 tipa samohodnih kombajna, (jedan je korišćen u istraživanju ove doktorske disertacije)

Da bi se pronašlo optimalno konstrukciono rešenje kombajna za ubiranje kamilice i postigao maksimalan kvalitet rada, neophodno je ispitati i analizirati što je moguće više izvedbi kombajna. Iz tog razloga su u ovoj disertaciji obrađena tri najčešće zastupljena tipa kombajna za ubiranje kamilice koji se koriste na našim prostorima.

Kombajn A je samohodni kombajn, adaptirana varijanta žitnog kombajna "Zmaj - Univerzal" (Slika 16 i 17), širine radnog zahvata 3,6 m, sa sopstvenim bunkerom (skladišnom zapreminom) za prikupljanje ubrane kamilice (zapremine 4 m³). Nakon punjenja bunkera, ručno se vrši pražnjenje ubrane kamilice u traktorsku prikolicu i transport do ekonomije. Traktorsko-mašinski sistem koji se koristi tokom ubiranja kamilice samohodnim kombajnom podrazumeva samohodni kombajn, jedan traktor i traktorsku prikolicu.



Slika 16. Samohodni adaptirani žitni kombajn "Zmaj-Univerzal" - Kombajn A.



Slika 17. Tehnološka šema kombajna A.

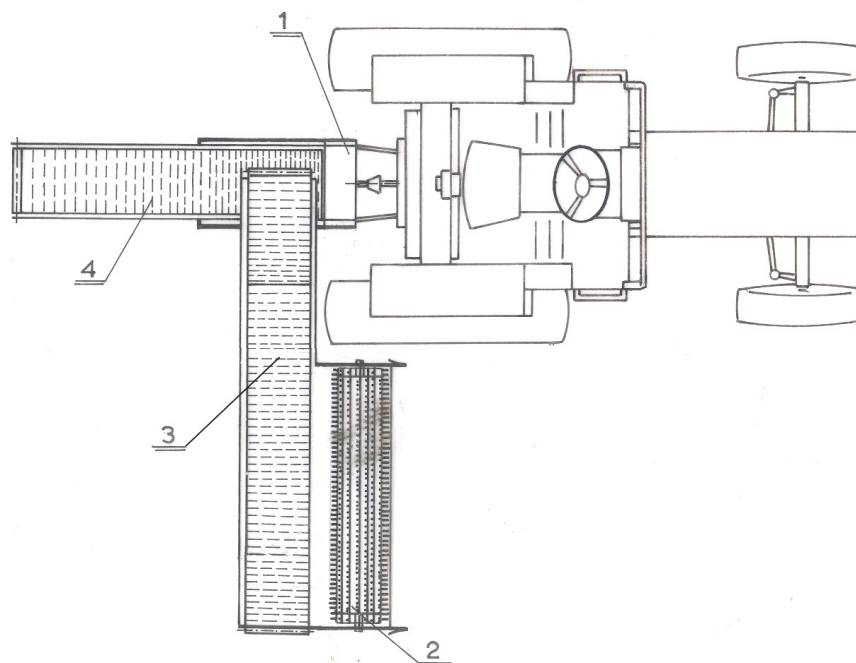
Na Slici 17 prikazana je šema kombajna A sa osnovnim delovima:

- 1- pogonski deo kombajna,
- 2- adapter za kamilicu,
- 3- berački uređaj,
- 4- spiralni transporter,
- 5a - kosi elevator 1,
- 5b - kosi elevator 2,
- 6 - bunker (smeštajna zapremina),
- 7 - pogonski točkovi kombajna.

Kombajn B je nošeni kombajn "NB 2004", agregatiran sa traktorom (IMT 560) sa bočne (desne) strane (Slika 18 i 19). Širina radnog zahvata ovog kombajna je 2 m. Kombajn nema sopstvenu smeštajnu zapreminu za ubranu kamilicu, već radi u agregatu sa traktorskom prikolicom. Traktorska prikolica ima ulogu smeštajne zapremine i po punjenju se zamenjuje drugom. Takav sistem proizvodnje podrazumeva minimalno učešće dva traktora, nošenog kombajna i dve traktorske prikolice, kako bi se celokupan proces ubiranja odvijao bez zastoja.



Slika 18. Nošeni kombajn "NB-2004" - Kombajn B.



Slika 19. Šematski prikaz kombajna B.

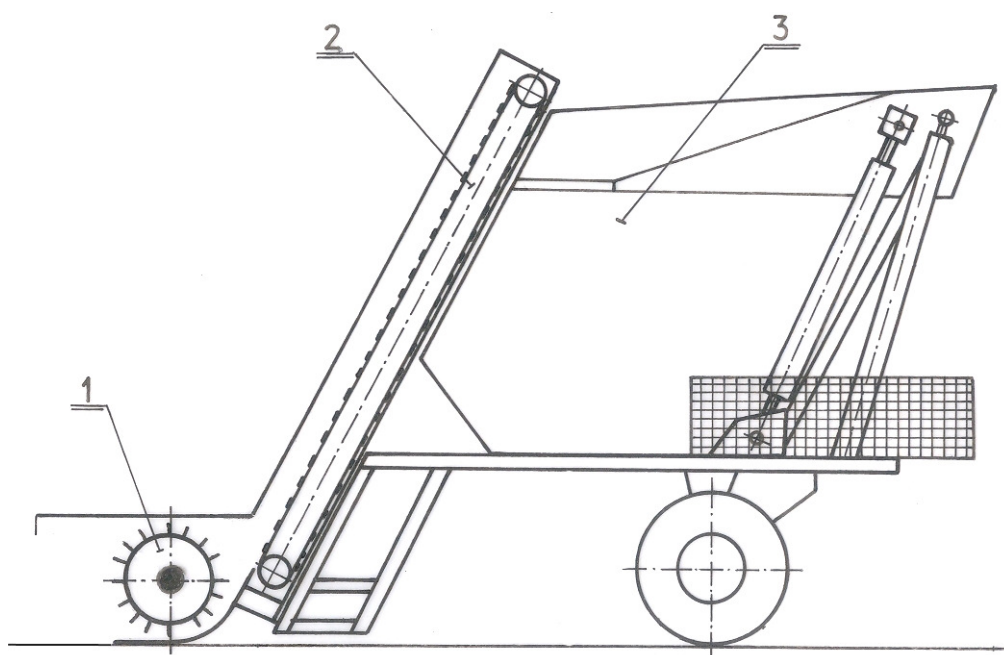
Na Slici 19 je prikazana šema kombajna B sa osnovnim delovima:

- 1 – razvodnik pogonskih uređaja,
- 2 – berački uređaj,
- 3 – poprečni elevator,
- 4 – uzdužni kosi elevator.

Kombajn C je polunošeni kombajn "VB 2002", agregatiran sa traktorom (MTZ 82.1) sa zadnje strane i poseduje sopstveni smeštajnu prostor za ubranu kamilicu (zapremine 2,2 m³) (Slika 20 i 21). Širina radnog zahvata ovog kombajna je 2 m. Ovaj kombajn sa stanovišta angažovanja traktorsko mašinskog parka zahteva: dva traktora, polunošeni kombajn i jednu traktorsku prikolicu, kako bi se proces ubiranja kamilice obavio bez zastoja.



Slika 20. Polunošeni kombajn "VB 2002" - Kombajn C.



Slika 21. Šematski prikaz kombajna C.

Na Slici 21 je prikazana šema kombajna C sa osnovnim delovima:

- 1 – berački uređaj,
- 2 – kosi elevator,
- 3 – bunker (smeštajna zapremina).

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

Tabela 11. Osnovne tehničke karakteristike ispitivanih kombajna

Karakteristike	Kombajn A	Kombajn B	Kombajn C
Generalno			
Kombajn radi u agregatu	/	sa traktorom i traktorskom prikolicom	sa traktorom
Vrsta goriva	dizel gorivo	dizel gorivo	dizel gorivo
Rezervoar za gorivo	400 l	90 l	130 l
Pogon kombajna			
Tip pogona	Samohodni kombajn	Traktor (4x2)S	Traktor (4x4)S
Snaga pogonskog motora	77 kW	42 kW	60 kW
Gabariti			
Širina (u agregatu / radni zahvat)	3,6 / 3,6 m	3,76 / 2 m	4,07 / 2 m
Visina	3,5 m	3,15 m	2,1 m
Dužina	6,6 m	3 m	3 m
Masa	6350 / 6350 kg	4200 / 550 kg	5100 / 1200 kg
Berački uređaj			
Smer obrtaja beračkog uređaja	u smeru okretanja pogonskih točkova	u smeru okretanja pogonskih točkova	u smeru okretanja pogonskih točkova
Širina radnog zahvata	3,6 m	2,00 m	2,00 m
Prečnik bračkog uređaja	0,56 m	0,51 m	0,51m
Br. obrtaja beračkog uređaja	230 min ⁻¹	220 min ⁻¹	205 min ⁻¹
Br. letvi na beračkom uređaju	12	12	12
Br. prstiju na letvi beračkog uređaja	76	32	32
Pomeraj prstiju na sledećoj letvi	7 mm	10 mm	10 mm
Razmak između prstiju na letvi beračkog uređaja	0,05 m	0,06 m	0,06 m

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

Dužina prstiju berčkog uređaja	0,12 m	0,08 m	0,08 m
Oblik prstiju beračkog uređaja	savijeni na vrhu (0,04 m, 30°)	pravi	pravi
Podešavanje beračkog uređaja u horizontalnoj ravni	/	mehaničko podešavanje (na podiznim polugama traktora)	udaljenost kombajna od traktora (mehanički, na šasiji kombajna)
Podešavanje beračkog uređaja u vertikalnoj ravni	hidrauličnopodešavanje iz kabine kombajna	mehaničko podešavanje (na upornoj poluzi traktora)	hidraulično podešavanje iz kabine traktora
Transport mase			
Sakupljanje ubrane mase	poprečni pužni-spiralni transporter	poprečni elevator	/
Transport ubrane mase ka smeštajnoj zapremini	uzdužno-kosi elevator	uzdužno-kosi elevator	uzdužno-kosi elevator
Brzina transportovanja ubrane mase	1,8 m/s	1 m/s	1 m/s
Propusna moć kombajna (max)	2,5 kg/s	1,2 kg/s	1,4 kg/s
Smeštajna zapemina			
Tip smeštajne zapemine	u okviru kombajna	agregatirana traktorska prikolica	u okviru kombajna
Zapremina bunkera (smeštajna zapremina)	4 m ³	7,2 m ³	2,2 m ³
Način pražnjenja smeštajne zapemine	ručno	zamena traktorske prikolice drugom	pomoću hidrauličnog sistema

7.3 Primenjena tehnologija proizvodnje

Primenjene agrotehničke mere u ogledu sprovedene za ovu doktorsku disertaciju su u skladu sa propisanom tehnološkom kartom prikazanoj u Tabeli 12.

Predusev kamilici tokom svih proizvodnih godina je bila pšenica, a primenjene agrotehničke mere su standardne i redovno se koriste u proizvodnji kamilice.

Dubrenje oglednog polja tokom ispitivanih proizvodnih godina nije obavljeno, zato što je analizom zemljišta pre setve utvrđeno zadovoljavajuće prisustvo NPK elemenata u zemljištu. Nakon zaoravanja biljnih ostataka izvršeno je setvospremanje zemljišta pomoću drljače, kako bi se dodatno usitnilo zemljište i poravnala površina.

Setva kamilice je obavljena u optimalnom agrotehničkom roku, a sejana je sorta "Banatska" u količini 1,5 kg/ha čistog semena (8-10 kg/ha semena sa balastom). Kao balast je korišćen pulvis kamilice (mešavina zdrobljenih casti kamilice i semena). Setva je na svim oglednim poljima obavljena istom sejalicom (IMT 634.778, radni zahvat 3 m, sa 25 redova). Predusev je u svakoj godini bila ozima pšenica, koja je uzgajana u konvencionalnom sistemu proizvodnje.

Tabela 12. Tehnološka karta proizvodnje kamilice.

Agrotehnička operacija	Vučno pogonska jedinica	Agregatirana mašina/oruđe	Agrotehnički rok
Oranje	MTZ 82.1	"Vogel Not Farmer LM-850", 4 brazde	20.08. - 30.08.
Predsetvena priprema zemljišta	MTZ 82.1	Drljača, 4 m, Kozarska Dubica	01.09. - 10.09.
Valjanje zemljišta	IMT 560	Trodelni glatki valjak, radnog zahvata 4 m, mase 1.200 kg, Kozarska Dubica	01.09. - 10.09.
Setva	IMT 540	Setva / Sejalica "IMT 634.778"	01.09. - 10.09.
Navodnjavanje	MTZ 82.1	Tifon BAUER, 250 m	01.09. - 20.09.
Zaštita bilja	IMT 540	Prskalica "Agromehanika", 440 l	01.04. - 30.04.
Ubiranje	Samohodni kombajn	Adaptirani kombajn Zmaj "Univerzal",	01.05. - 30.05.
	MTZ 82.1	Kombajn "NB 2004" Dvoosovinska prikolica "DP 500",	
	IMT 560	Kombajn "VB2002"	
Transport	IMT 540	Dvoosovinska prikolica "DP 500", "Tehnostroj"	01.05. - 30.05.

*(Izvor: Institut za proučavanje lekovitog bilja "Dr Josif Pančić", Odsek agr. proizvodnje, Pančevo)

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

Valjanje površine zemljišta je obavezna agrotehnička operacija koja omogućuje sitnom semenu kamilici bolji i sigurniji kontakt sa zemljištem. Valjanje je obavljeno pomoću segmentnog glatkog valjka (5 sekcija), radnog zahvata 4 m.

Navodnjavanje se obavlja jedino nakon setve sa zalivnom normom od 20-30 l/m². Navodnjavanje je izvedeno zalivnim sistemom Tifon, radnog zahvata 36 m i maksimalne dužine parcele 250 m.

Tretiranje herbicidima nije vršeno, zato što je zastupljenost korova bila u neznačajnoj meri i bez većeg uticaja na prinos kamilice sa jedne strane i zato što se radi o lekovitog sirovini (primenom herbicida bi se izgubio efekat zdravog i lekovitog) sa druge strane.

Ubiranje kamilice je vršeno u optimalnom agrotehničkom roku, pri čemu su praćeni kvantitativni i kvalitativni elementi prinosa.

7.4 Metode ispitivanja poljoprivredne tehnike

Za izvođenje ogleda, pored ispitivanih kombajna za ubiranje kamilice, korišćena su sredstva poljoprivredne tehnike kojima raspolaže Institut za proučavanje lekovitog bilja "Dr Josif Pančić" u Pančevu (Tabela 13). Ispitivanje kombajna za ubiranje kamilice je obavljeno standardnim metodama za ispitivanje mašina i oruđa, koje su prilagođene uslovima rada i cilju ispitivanja.

Tabela 13. Tehničko-tehnološke varijante ispitivanih kombajna.

Pogon kombajna	Smeštajna zapremina		Angažovani radnici tokom		Angažovana tehnička sredstva tokom	
	Koncepcija	m ³	Ubiranja	Transporta	Ubiranja	Transporta
Kombajn – A						
Samohodni kombajn	U okviru kombajna, sa ručnim pražnjenjem	4	2	1	Samohodni kombajn 1	Traktor za transport 1 Traktorska prikolica 1
Kombajn – B						
Traktor IMT 560	Eksterna smeštajna zapremina, agregatirana traktorska prikolica	7,2	2	1	Nošeni kombajn 1 Traktor za pogon kombajna 1 Traktorska prikolica 1	Traktor za transport 1 Traktorska prikolica 1
Kombajn – C						
Traktor MTZ 82.1	U okviru kombajna, sa hidrauličkim sistemom za pražnjenje	2,2	1	1	Polunošeni kombajn 1 Traktor za pogon kombajna 1	Traktor za transport 1 Traktorska prikolica 1

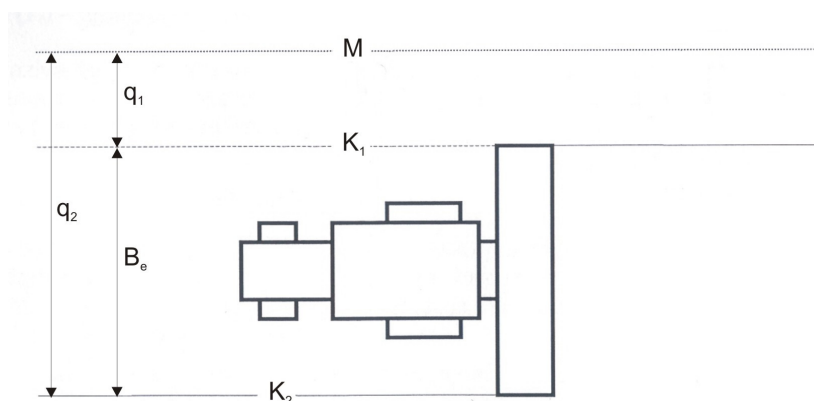
Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

Eksploatacioni pokazatelji praćeni tokom ispitivanja rada kombajna za ubiranje kamilice bliže pokazuju i ocenjuju kvalitet rada, energetske i ekonomske opravdanost ulaganja u ispitivane modele. Tokom ispitivanja praćeni su ili obraćunati sledeći eksploatacioni pokazatelji rada:

- Radni zahvat kombajna,
- Radna brzina kombajna ,
- Produktivnosti rada,
- Struktura radnog vremena,
- Potrošnje energije.

Radni zahvat kombajna, predstavlja bitan eksploatacioni parametar koji definiše stepen iskorišćenja teorijskog (konstrukcionog) radnog zahvata kombajna, kao i ostvarene površinske učinke ispitivanih kombajna. Radni zahvat kombajna je zahvat koji kombajn ostvaruje u datim uslovima rada. Za razliku od ubiranja kukuruza, gde je radni zahvata konstantan, kod ubiranja kamilice on je uvek manji od teorijskog. Razlog tome je potreba za preklapanjem radnih prohoda kombajna čime se obezbeđuje potpuno ubiranje kamilice sa cele površine, kao i nemogućnost rukovaoca kombajna da konstantno održava maksimalan (teoretski) radni zahvat. Kombajni za ubiranje kamilice nemaju ugrađene savremene sisteme (GPS ili lasersko vođenje) za vođenje kombajna, već se oslanjaju na iskustvo i sposobnost rukovaoca.

Eksploataciona širina radnog zahvata se određuje merenjem razlike rastojanja između prethodnog i narednog prolaza kombajna (Slika 22). Merenje su vršena posle svakog prolaza i u svim brzinskim režimima rada kombajna. Na liniju "M" koja se nalazi u ubranom delu parcele postavljaju se markeri. Od linije "M" do linije "K₁" odmeri se širina "q₁" koja predstavlja rastojanje od markera do linije neubrane kamilice. Posle prolaska kombajna odmeri se rastojanje "q₂" od markera na liniji "M" do linije neubranog dela parcele "K₂".



Slika 22. Određivanje eksploatacione širine radnog zahvata kombajna

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

Eksploatacioni radni zahvat je jednak razlici rastojanja "q₂" i rastojanja "q₁", obrazac (4):

$$B_e = q_2 - q_1 \quad (\text{m}) \quad (4)$$

gde je: B_e - eksploataciona širina radnog zahvata (m),
 M – linija merenja širine radnog zahvata,
 K₁ – linija razgraničenja ubrane i neubrane kamilice iz prethodnog prohoda,
 K₂ – linija razgraničenja ubrane i neubrane kamilice iz merenog prohoda,
 q₁ – širina od tačke merenja do linije K₁,
 q₂ – širina radnog zahvata između linija K₁ i K₂.

Radni zahvat kombajna za ubiranje kamilice je uvek manji od konstrukcionog, osim u slučaju kada se vrši prosecanje radi podele parcele na zagone, kada je eksploataciona širina radnog zahvata jednaka teorijskom zahvatu. Ovaj eksploatacioni parametar direktno utiče na proizvodnost kombajna i na vrednost protoka ubrane mase. Iskorišćenje teorijskog radnog zahvata se izražava preko izraza (5):

$$k_b = \frac{B_e}{B_t} \quad (5)$$

gde je: k_b – koef. iskorišćenja širine radnog zahvata,
 B_e - eksploataciona širina radnog zahvata (m),
 B_t - teorijska (konstrukciona) širina radnog zahvata (m).

Radna brzina je eksploatacioni parametar koji kod kombajna za ubiranje cvasti kamilice ima značajnu ulogu, a od koga zavisi kvalitet ubiranja, ostvareni gubici, produktivnost i dr. Pod radnom brzinom se podrazumeva brzina koju kombajn postiže na datoj deonici puta pri obavljanju ubiranja i izmerena je pomoći vizir motki, pantljike i štoperice.

Kada je to moguće treba težiti povećanju radne brzine, jer se time povećava produktivnost ljudskog i produktivnost mašinskog rada. Učinak kombajna je tim veći što je ostvarena brzina veća. Radna brzina je određena računskom metodom, iz odnosa pređenog puta S i vremena trajanja ubiranja t, obrazac (6):

$$V = \frac{S}{t} \quad (\text{m/s}) \quad (6)$$

gde je: V – radna brzina kombajna, (m/s),
 S – pređeni put, (m), u ogledu $S = 50$ (m),
 t – vreme trajanja ubiranja ostvarena na putu S , (s).

Pređeni put kombajna je unapred određen i obeležen (markerima) na samoj parceli, u dužini od 50m, pri čemu je štopericom mereno vreme prolaska određene deonice. Radna brzina zavisi od biljnog sklopa i prinosa, stanja useva (poleglosti), zakorovljenosti useva i subjektivnosti kombajnera. Na radnu brzinu takođe utiče i mikroreljef terena. Ukoliko teren nije adekvatno poravnat i ima mikro ili makro neravnina, to takođe dovodi do smanjenja radne brzine.

Broj obrtaja radnih elemenata (beračkog rotora) kombajna za ubiranje kamilice je pokazatelj koji direktno utiče na kvalitet ubrane mase, a kasnije i na dalju tehnologiju prerade i dorade kamilice. Određen je ručnim obrtomerom *Gebrauchsanweisung für Hand-Tachometer, "Beierfeld/Erzgebeg"*, čiji je merni opseg $40 \div 48.000$ (min^{-1}).

Produktivnost rada je eksploataciona karakteristika kombajna u određenim uslovima i može se izraziti u različitim jedinicama (ha/h, h/ha, t/h i dr.) i različitim parametrima (površinski učinak, maseni učinak, produktivnost ljudskog rada, produktivnost mašinskog rada).

Učinci ispitivanih kombajna u tonama ubrane mase, ustanovljeni su vaganjem na kolskoj vagi, a i na osnovu hronografisanja radnog dana. Učinak kombajna u hektarima je utvrđivan merenjem površina sa kojih je ubrana kamilica, pomoću GPS uređaja.

Površinski učinak kombajna - Pod pojmom površinski učinak se podrazumeva obrađena površina u jedinici vremena. Površinski učinak se iskazuje u ha/h. Na osnovu podataka o radnom zahvatu, radnoj brzini i koeficijentima iskorišćenja proizvodnog vremena i radnog zahvata izračunava se površinski učinak kombajna.

Tehnološka proizvodnost (čist učinak)

Čist učinak je jednak proizvodu radnog zahvata i radne brzine kombajna, obrazac (7):

$$W_r = B_e \cdot V \quad (\text{m}^2/\text{h}) \quad (7)$$

gde je: W_r – tehnološka proizvodnost (ha/h),
 B_e - eksploataciona širina radnog zahvata (m),
 V – radna brzina kombajna, (km/h).

Tehnološko-ciklusna proizvodnost (učinak)

Izračunava se kao proizvod tehnološke proizvodnosti i koeficijenta iskorišćenja tehnološkog ciklusa, obrazac (8):

$$W_c = W_r \cdot \eta_c \quad (\text{ha/h}) \quad (8)$$

gde je: W_c – tehnološko-ciklusni učinak, (ha/h),
 W_r – tehnološka proizvodnost (ha/h),
 η_c – koef. iskorišćenja tehnološkog ciklusa.

Poljska proizvodnost (proizvodni učinak)

Izračunava se kao proizvod tehnološke proizvodnosti i koeficijenta proizvodnog vremena, obrazac (9):

$$W_{pr} = W_r \cdot \eta_{pr} \quad (\text{ha/h}) \quad (9)$$

gde je: W_{pr} – poljski učinak, (ha/h),
 W_r – tehnološka proizvodnost, (ha/h),
 η_{pr} – koef. iskorišćenja proizvodnog vremena.

Maseni učinak kombajna - Pod pojmom maseni učinak podrazumeva se masa ubrane količina kamilice u jedinici vremena. Maseni učinak se najčešće iskazuje u (t/h).

Maseni učinak predstavlja kvantitativni parametar koji nam govori o mogućnosti i kapacitetu ispitivanog kombajna da prihvati ubranu masu, a da pri tome ne dođe do zagušenja radnih organa. Maseni učinak ustanovljen je u svim brzinskim režimima. Vršeno je prikupljanje ubrane mase u periodu od 30 sekundi, gde je maseni učinak izražen u kg/s. Za primenjenu metodu se može reći da je standardna poljsko-laboratorijska metoda u eksploatacionom ispitivanju kombajna. Za određivanje pomenutih parametara korišćene su merne trake (pantljike) i štoperica.

Tehnološko korisna proizvodnost

Maseni učinak se izračunava na osnovu podataka o radnom zahvatu, radnoj brzini, koeficijentu iskorišćenja radnog vremena i ubranog prinosa. Sa povećanjem vrednosti ova četiri parametra, povećava se maseni učinak kombajna. Čist učinak predstavlja proizvod radnog zahvata, radne brzine i ubrane mase prinosa, obrazac (10):

$$G_r = V \cdot B_e \cdot q_u \quad (\text{t/h}) \quad (10)$$

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

gde je: G_r – maseni učinak, (t/h),
 V – radna brzina kombajna, (km/h),
 B_e - eksploataciona širina radnog zahvata, (m),
 q_u – masa ubranog prinosa, (t/ha).

Tehnološko-ciklusna proizvodnost

Predstavlja proizvod čistog učinka i koeficijenta iskorišćenja tehnološkog ciklusa, obrazac (11):

$$G_c = G_r \cdot \eta_c \quad (\text{t/h}) \quad (11)$$

gde je: G_c – tehnološko-ciklusni maseni učinak, (t/h),
 G_r – maseni učinak, (t/h),
 η_c – koef. iskorišćenja tehnološkog ciklusa.

Poljska proizvodnost (proizvodni učinak)

Predstavlja proizvod čistog učinka i koeficijenta iskorišćenja proizvodnog vremena, obrazac (12):

$$G_{pr} = G_r \cdot \eta_{pr} \quad (\text{t/h}) \quad (12)$$

gde je: G_{pr} – poljsko proizvodni maseni učinak, (t/h),
 G_r – maseni učinak, (t/h),
 η_{pr} – koef. iskorišćenja proizvodnog vremena.

Produktivnost ljudskog rada - Produktivnost ljudskog rada predstavlja radni učinak koji se izražava kroz količinu radnog vremena koje je utrošeno po jedinici proizvodnje, i izražava se u (h/ha) ili (h/t). Utrošak ljudskog rada po jedinici obrađene površine izračunava se pomoću obrasca (13):

$$H_{ha} = \frac{1}{W_{pr}} \quad (\text{h/ha}) \quad (13)$$

gde je: H_{ha} – produktivnost ljudskog rada, (h/ha),
 W_{pr} – poljski učinak, (ha/h).

Utrošak ljudskog rada po jedinici ubrane mase se izračunava izrazom (14):

$$H_t = \frac{H_{ha}}{q_u} \quad (\text{h/t}) \quad (14)$$

gde je: H_t – produktivnost ljudskog rada po jedinici ubrane mase, (h/t),
 H_{ha} – produktivnost ljudskog rada, (h/ha),
 q_u – masa ubranog prinosa, (t/ha).

Produktivnost ljudskog rada u proizvodnji kamilice je pokazatelj koji se često upotrebljava. Preko njega se mogu upoređivati gazdinstva, kao i različite tehnologije proizvodnje i može se pratiti produktivnost po godinama.

Produktivnost mašinskog rada - Instalisanje snage kombajna i traktora neprekidno rastu, a s tim u vezi i njihova produktivnost. Različitim merama, kao što su: optimalan izbor kombajna i mašinskog parka, organizacija rada, racionalna eksploatacija mehanizacije i sl., može se uticati na smanjenje utroška mašinskog rada, a da se pri tom ne utiče na povećanje utroška ljudskog rada i smanjenje proizvodnje. Izračunavanje utroška mašinskog rada bazira se na podatku o nominalnoj snazi motora, vremenu rada pogonske mašine i proizvodnosti traktorsko-mašinskog agregata, obrazac (15):

$$M_{ha} = \frac{P_e}{W_{pr}} \quad (\text{kWh/ha}) \quad (15)$$

gde je: M_{ha} – produktivnost mašinskog rada, (kWh/ha),
 P_e – nominalna snaga motora (kW),
 W_{pr} – poljski učinak, (ha/h).

Utrošak mašinskog rada po jedinici ubrane mase prinosa izračunava se po obrascu (16):

$$M_t = \frac{M_{ha}}{q_u} \quad (\text{kWh/t}) \quad (16)$$

gde je: M_{ha} – produktivnost mašinskog rada, (kWh/ha),
 q_u – masa ubranog prinosa, (t/ha).

Kao i u slučaju produktivnosti ljudskog rada ovaj pokazatelj služi za upoređenje procesa ubiranja kamilice po različitim osnovama.

Struktura proizvodnog vremena se određuje sistematskim snimanjem i analizom strukture vremena smene, čime se omogućuje da se primeni analitički metod utvrđivanja normi rada i da se permanentno vrši njihovo proveravanje. Obeležavanje elemenata vremena smene se može izvesti slovni i brojnim znacima. Slovni znaci omogućuju bržu identifikaciju nekog elementa vremena, a brojčani lakše sagledavanje pripadnosti parcijalnog elementa vremena nekom osnovnom, što se može videti u daljem tekstu u kome se navode o objašnjavaju elementi vremena smene.

T_1 (T_r) – tehnološko korisno vreme.

Naziva se još i čisto vreme, osnovno vreme i tehnološko vreme. U toku trajanja ovog vremena sistem čovek-mašina direktno radi na predmetu rada. Ovog puta predmet je usev – kamilica.

T_2 (T_{tp}) – tehnološko pomoćno vreme.

Naziva se još pomoćno vreme. Tehnološko – pomoćno vreme predstavlja zbir utrošenog vremena na pomoćne operacije, bez kojih se ne može ostvariti tehnološko-koristan rad. U pomoćne operacije se ubrajaju: prazan hod kombajna, tehnološko opsluživanje kombajna.

T_{21} – vreme praznog hoda kretanja kombajna, (h),

T_{211} – vreme okretanja kombajna na uvratinama, (h),

T_{212} – vreme prelaženja kombajna sa jednog zagona na drugi, (h),

T_{213} – ostala kretanja kombajna po parceli, (h),

T_{22} – vreme tehnološkog opsluživanja kombajna (pražnjenje bunkera, ako se obavlja u mestu), (h),

T_3 (T_{ts}) – vreme otklanjanja tehnoloških smetnji (zagušenja), (h),

T_4 (T_{tk}) – vreme otklanjanja tehničkih kvarova, (h),

T_5 (T_{ok}) – vreme zastoja organizacionog karaktera, (h),

T_{51} – vreme zastoja zbog neusklađenosti kapaciteta kombajna, transportnih sredstava i sušare, (h),

T_{52} – vreme zastoja zbog neblagovremenosti prenošenja informacija na rukovaoce kombajna, prelazak na novu parcelu, (h),

T_6 (T_{lk}) – vreme zastoja ličnog karaktera, (h),

T_{61} – vreme zastoja zbog zadovoljenja fizioloških i životnih potreba kombajnera, (h),

T_{62} – vreme zastoja subjektivne prirode, (h),

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

T_{63} – vreme obeda, (h),

T_7 (T_{oi}) – ostalo izgubljeno vreme, (h),

T_8 (T_{mp}) – vreme zastoja zbog nepovoljnih vremenskih prilika, (h).

Napred navedeni elementi vremena čine proizvodno vreme smene - T_{02} , i sastavni su deo formule (17):

$$T_{02}(T_{pr}) = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + T_6 + T_7 + T_8 \quad (\text{h}) \quad (17)$$

T_9 (T_{pz}) – pripremno završno vreme, (h),

T_{91} – vreme izvođenja tehničkog staranja, (h),

T_{92} – vreme pripreme kombajna za rad, (h),

T_{921} – vreme odlaska do pumpe i uzimanje goriva, (h),

T_{93} – vreme kretanja od mesta parkiranja do parcele i obrnuto, (h),

T_{931} – vreme kretanja od mesta parkiranja do parcele, (h),

T_{932} – vreme kretanja sa jedne na drugu parcelu, (h),

T_{933} – vreme kretanja od parcele do mesta parkiranja, (h),

T_{94} – vreme podešavanja kombajna za rad, (h),

T_{95} – vreme zastoja u pripremno-završnim operacijama zbog organizacionih razloga, (h),

T_{96} – vreme čekanja na početak ubiranja kamilice zbog neadekvatnih uslova useva, (h).

Suma proizvodnog i pripremno-završnog vremena čini vreme smene – T_{03} , obrazac (18):

$$T_{03}(T_{sm}) = T_{02} + T_9 = T_{pr} + T_{pz} \quad (\text{h}) \quad (18)$$

Snimanje strukture vremena je obavljeno iz kabine kombajna/traktora, pomoću dve štoperice.

Pokazatelji iskorišćenja radnog vremena:

- Koeficijent iskorišćenja vremena tehnološkog ciklusa

Ovaj koeficijent predstavlja odnos između tehnološko-korisnog vremena i sume tehnološko-korisnog i tehnološko-pomoćnog vremena, obrazac (19):

$$\eta_c = \frac{T_1}{T_1 + T_2} \quad (19)$$

- gde je: η_c - koeficijent iskorišćenja vremena tehnološkog ciklusa,
 T_1 – tehnološko korisno vreme, (h),
 T_2 - tehnološko pomoćno vreme, (h).

Vrednost ovog koeficijenta zavisi od manevarske sposobnosti kombajna, radne brzine kombajna, dužine parcele i brzine opsluživanja.

- Koeficijent iskorišćenja proizvodnog vremena

Vrednost ovog koeficijenta predstavlja odnos tehnološko-korisnog i proizvodnog vremena, obrazac (20):

$$\eta_{pr} = \frac{T_1}{T_{02}} \quad (20)$$

- gde je: η_{pr} - koeficijent iskorišćenja proizvodnog vremena,
 T_1 – tehnološko korisno vreme, (h),
 T_{02} - proizvodno vreme smene, (h).

Ovaj koeficijent daje informaciju o tome kakvo je iskorišćenje proizvodnog vremena, odnosno koliko je iskorišćenje vremena za rad na parceli.

Potrošnja energije je parametar koji u značajnoj meri utiče na ekonomičnost proizvodnje. S tim u vezi je izvršeno praćenje utroška energije za ispitivane kombajne.

Potrošnja pogonskog goriva predstavlja eksploatacioni pokazatelj koji definiše energetske inpute u proizvodnji kamilice. Specifični utrošak goriva, odnosno utrošak goriva po hektaru ili toni ubranog prinosa kamilice predstavlja pokazatelj ekonomičnosti rada traktorsko-mašinskih agregata. Analiziranje utroška goriva je veoma značajno zbog stalne težnje da se ona svede na što je moguće manju meru.

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

Ukupna i časovna potrošnja pogonskog goriva je određena zapreminskom metodom (pomoću menzure).

Utrošak goriva po hektaru ubrane kamilice se izračunava formulom (21):

$$Q_{(ha)} = \frac{Q_{dan}}{W_{dan}} \quad (l/ha) \quad (21)$$

gde je: $Q_{(ha)}$ – utrošak goriva po hektaru, (l/ha),
 Q_{dan} – dnevni utrošak goriva, (dm³/dan), (l/dan),
 W_{dan} – dnevni učinak, (ha/dan).

Utrošak goriva po toni ubrane cvasti kamilice se izračunava formulom (22):

$$Q_{(T)} = \frac{Q_{dan}}{G_{dan}} \quad (l/t) \quad (22)$$

gde je: $Q_{(T)}$ – utrošak goriva po toni ubrane kamilice, (l/t),
 Q_{dan} – dnevni utrošak goriva, (dm³/dan),
 G_{dan} – dnevni maseni učinak, (t/dan).

Podaci o dnevnom utrošku goriva dobijeni su pomoću zapreminske metode.

$$q = \frac{Q_h}{P_m} \quad (l/kWh) \quad (23)$$

gde je: q - specifična potrošnja goriva, (l/kWh),
 Q_h – časovna potrošnja goriva, (l/h),
 P_m – snaga pogonskog motora, (kW),

Snaga na priključnom vratilu traktora određena je računskom metodom (obraci 24 i 25), gde je prethodno merenjem ustanovljena vrednost obrtnog momenta i broja obrtaja priključnog vratila. Korišćen je merni uređaje Philips TRC MMN-1 i davač TRC DMN-10 (merni most sa dva kanala).

$$P_{pv} = M_{pv} \cdot \omega \quad (\text{kW}) \quad (24)$$

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} \quad (\text{rad}) \quad (25)$$

Gde je: P_{pv} – snaga na priključnom vratilu, (kW),
 M_{pv} – obrtni moment na priključnom vratilu, (Nm),
 ω – ugaona brzina, (rad),
 π – Ludolfov broj, ($\pi \approx 3,14$),
 n – broj obrtaja priključnog vratila, (min^{-1}).

Energija utrošena na proces ubiranja pojedinih tipova kombajna se određuje računskom metodom, formule (26, 27, 28, 29 i 30):

$$E_{ha} = \frac{P_e}{W_r} \quad (\text{kWh/ha}) \quad (26)$$

$$P_e = F \cdot V \quad (\text{kW}) \quad (27)$$

$$P_e = P_m \cdot \eta_k \quad (\text{kW}) \quad (28)$$

$$F = G \cdot f \quad (\text{kN}) \quad (29)$$

$$G = m \cdot g \quad (\text{kN}) \quad (30)$$

gde je: E_{ha} – utrošak energije po hektaru ubrane površine, (kWh/ha),
 P_e – efektivna snaga motora, (kW),
 W_r – tehnološka proizvodnost, (ha/h),
 F – sila, (kN),
 V – radna brzina kombajna, (km/h),
 P_m – nominalna snaga motora, (kW),
 η_k – koef. iskorišćenja snage motora kombajna,
 G – težina kombajna, (kN),
 f – koef. kotrljanja,
 m – masa kombajna, (kg),
 g – ubrzanje zemljine teže, (m/s^2).

Utrošak energije goriva po hektaru ubrane površine i procenat iskorišćenja goriva se takođe određuje računskom metodom, formule (31, 32 i 33):

$$E_g = Q_{ha} \cdot 34,86 \quad (\text{MJ/ha}) \quad (31)$$

$$E_{tu} = E_{ha} \cdot 3,6 \quad (\text{MJ/ha}) \quad (32)$$

$$\eta_g = \frac{E_{tu}}{E_g} \cdot 100 \quad (\%) \quad (33)$$

gde je:

- E_g – ukupna energija goriva pri radu kombajna, (MJ/ha),
- $Q_{(ha)}$ – utrošak goriva po hektaru, (l/ha),
- E_{tu} – tehnološka energija ubiranja kombajnom, (MJ/ha),
- E_{ha} – utrošak energije po hektaru ubrane površine, (kWh/ha),
- η_g – koef. iskorišćenja goriva, (%).

7.5 Istraživanja sprovedena na lokalitetu oglada

Terenska ispitivanja u ovoj disertaciji podrazumevaju i prikupljanje podataka o agroklimatskim uslovima rada i stanju useva.

Učinak i kvalitet rada ispitivanih kombajna u velikoj meri zavisi od uslova rada. Zbog toga su ispitivanja obavljena u jednakim uslovima. Uslovi u kojima su vršena ispitivanja definisana su u momentu ubiranja kamilice. Uslovi ispitivanja obuhvataju utvrđivanje:

- Osnovnih osobina zemljišta,
- Meteorološko-klimatskih uslova,
- Karakteristika sorte kamilice i stanje useva.

Sa oglednog polja su uzeti uzorci zemljišta standardnim metodama, gde je urađena analiza za osnovna agrohemijska svojstva zemljišta: vlažnost zemljišta, sadržaj humusa, pH reakcija, CaCO_3 , mehanički sastav zemljišta, sadržaj azota, fosfora, kalijuma i sabijenost zemljišta.

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

Uzorci zemljišta su uzeti u poremećenom stanju, po tri uzorka po dijagonali parcele, sa neoštećenih delova zemljišta, (Bošnjak i sar., 1997) za određivanje:

- Mehaničkog sastava (internacionalna pipet B metoda),
- Strukturne analize uzoraka (metoda N.I. Savinova),
- Specifične mase zemljišta (metoda piknometra sa ksilolom),
- Zapreminske mase (metoda cilindra Kopecky-og od 100 cm^3),
- Ukupne poroznosti zemljišta, računskim postupkom (iz odnosa specifične i zapreminske mase),
- Vlažnosti zemljišta (gravimetrijska metoda),
- Sadržaja humusa u zemljištu (metoda Kotzmann),
- Sadržaja CaCO_3 , Scheibler-ovim kalcimetrom,
- Hemijske reakcije zemljišta pH, elektrometrijskim postupkom,
- Otpora penetracije, ručnim statičkim penetrometrom, "Ejkelkamp Hand Penetrometar", Set A, merni opseg 1.000 N/cm^2).

Pri ubiranju kamilice meteorološki faktori imaju značajan uticaj, kako na kvalitet rada, tako i na učinak ispitivanih mašina. Najveći uticaj na uslove ubiranja imaju padavine i temperatura vazduha. Podaci su dobijeni pomoću univerzalnog digitalnog merača "Meitav M-4000 Metric". Godišnji izveštaj meteoroloških parametara je preuzet iz meteorološke stanice Instituta "Tamiš" u Pančevu (udaljenost od lokacije oglada: 4,5 km).

Stanje useva ima presudan uticaj na ocenu kvaliteta rada kombajna za ubiranje kamilice, što uslovljava precizno definisanje stanja kamilice u trenutku ispitivanja. Pre prohoda mašina izvršeno je snimanje odabranih parcela i utvrđeno stanje kamilice.

Analiza biljnog sklopa i morfoloških pokazatelja obavljeno je u pet ponavljanja sa površine od 1 m^2 , metodom probnih površina (Dolijanović i Oljača, 2003), po dijagonali proizvodnih parcela pod kamilicom na kojoj su ispitivanja izvršena. Uzorkovanjem useva, utvrđen je broj biljaka, visina useva, broj cvasti na stabljici (maksimalno, minimalno, prosečno), sila otkidanja cvetnih glavica, vlažnost cvetnih glavica, prinos sirove mase, prinos suve mase (12% vlage), zakorovljenost. Pokazatelji rodosti i prinosa kamilice kasnije su obračunavani na 12% vlage. Uzorak je uzet postavljanjem drvenog rama, kvadratnog oblika (dimanzija $1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$), površine 1 m^2 , kojim se obuhvataju sve biljke koje pokrivaju datu površinu. Biljke se unutar rama pokose i izbroje.

Nakon dobijenih rezultata svih uzoraka, korišćena je srednja vrednost kao metod objektivnog prikaza rezultata, obrazac (34):

$$N = \sum_{i=1}^n N(i) \cdot \frac{1}{n} \quad (34)$$

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

gde je: N – srednja vrednost broja biljaka sa površine od 1 m^2 ,
 $N(i)$ – broj biljaka sa površine od 1 m^2 i-te probe,
 i – i-ta proba ($i = 1, 2, 3, \dots, n$),
 n – ukupan broj proba.

Merenje visine useva je vršeno merenjem visine stabljike svake biljke pojedinačno iz uzetog uzorka - snopa. Postupak je ponovljen na isti način i za ostale uzorke. Na osnovu dobijenih vrednosti visine useva iz ovih pet merenja izračunata je njihova srednja vrednost, obrazac (35):

$$H_s = \frac{\sum_{i=1}^n H_s(i)}{n} \quad (35)$$

gde je: H_s – srednja vrednost visine stabljike sa površine od 1 m^2 , (m),
 $H_s(i)$ – prosečna visina stabljike sa površine od 1 m^2 i-tog snopa,
 i – i-ti snop ($i = 1, 2, 3, \dots, n$),
 n – ukupan broj snopova.

Određivanje broja cvasti na stabljici je vršeno brojanjem broja cvasti svake biljke pojedinačno iz uzetog uzorka - snopa. Postupak je ponovljen na isti način i za ostale uzorke. Na osnovu dobijenih broja cvasti useva iz ovih pet merenja izračunata je njihova srednja vrednost, obrazac (36):

$$N_{cv} = \frac{\sum_{i=1}^n N_{cv}(i)}{n} \quad (36)$$

gde je: N_{cv} – prosečan broj cvasti na biljci,
 $N_{cv}(i)$ – prosečan broj cvasti na biljci i-tog snopa,
 i – i-ti snop ($i = 1, 2, 3, \dots, n$),
 n – ukupan broj snopova,

Određivanje sile otkidanja cvetnih glavica je vršeno pomoću mehaničkog dinamometra „GRAMMES - Carpano et Pons“, sa mernim opsegom 1-30 N. Određivanje sile otkidanja cvasti na stabljici je vršeno merenjem svake pojedinačne sile otkidanja cvasti, za svaku biljku pojedinačno iz uzetog uzorka - snopa. Postupak je

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

ponovljen na isti način i za ostale uzorke. Na osnovu dobijenih vrednosti sile otkidanja iz pet merenja (snopova) izračunata je njihova srednja vrednost, obrazac (37):

$$F_{cv} = \frac{\sum_{i=1}^n F_{cv}(i)}{n} \quad (37)$$

gde je: F_{cv} – prosečna sila otkidanja cvasti na biljci, (N),
 $F_{cv}(i)$ – prosečna sila otkidanja cvasti na biljci i-tog snopa, (N),
i – i-ti snop (*i* = 1, 2, 3, ..., *n*),
n – ukupni broj snopova,

Vlažnost cvasti kamilice definiše gubitak mase koju izgubi cvast pod dejstvom određenih temperatura i izražava se u procentima u odnosu na uzorak koji je primljen na ispitivanje. Neophodni aparat i pribor koji se koriste za određivanje sadržaja vlage kod kamilice su:

- elektronska digitalna vaga (Tehnica, Železniki, tip - ET1111),
- laboratorijska sušara (Sušnica – SUTJESKA, 0,8 kW, ser.: 11555),
- merne posude.

Iz mase ubrane kamilice uzeta su tri uzorka (tri paralelna merenja) radi dobijanja tačnijeg rezultata. Uzorci su stavljeni u merne posude i izmereni na elektronskoj digitalnoj vagi (bitno je merenje izvršiti odmah nakon ubiranja). Time su dobijene vrednosti mase uzoraka kamilice pre sušenja. Nakon toga merne posude su stavljene u laboratorijsku sušaru. Sušenje uzoraka je trajalo 24 časa, na temperaturi od 105°C. Uzorci su posle sušenja izmereni na elektronskoj digitalnoj vagi, te su dobijene vrednosti mase uzoraka nakon sušenja. Izračunavanje vrednosti vlažnosti cvasti kamilice je vršeno za sva tri uzorka, obrazac (38):

$$W_z(i) = \frac{M_o - M_1}{M_o} \cdot 100 \quad (38)$$

gde je: $W_z(i)$ – vlažnost cvasti kamilice *i*-tog uzorka, (%),
 M_0 – masa uzorka pre sušenja, (kg),
 M_1 – masa uzorka posle sušenja, (kg),
i – i-ti uzorak (*i* = 1, 2, 3, ..., *n*),
n – broj uzoraka (*n* = 3).

Na osnovu dobijenih vrednosti vlažnosti cvasti kamilice iz ova tri merenja, izračunata je njihova srednja vrednost, obrazac (39):

$$W_z(s) = \frac{\sum_{i=1}^n W_z(i)}{n} \quad (39)$$

gde je: $W_z(s)$ – prosečna vlažnost cvasti kamilice, (%),
 $W_z(i)$ – vlažnost cvasti kamilice i-tog uzorka, (%),
i – i-ti uzorak (*i* = 1, 2, 3, ..., *n*),
n – ukupan broj uzorka, (*n* = 3).

Prinos sirove mase je određivan iz uzoraka – snopova za određivanje biljnog sklopa, kada su, nakon određivanja broja cvasti, makazama odsečene sve cvasti s peteljkom dužine 2 cm. Masa sakupljenih cvasti sa jednog uzorka – snopa je izmerena na elektronskoj digitalnoj vagi. Na osnovu dobijenih vrednosti mase sirove cvasti kamilice iz ovih merenja, izračunata je njihova srednja vrednost, obrazac (40):

$$M_{ocv} = \frac{\sum_{i=1}^n M_{ocv}(i)}{n} \quad (40)$$

gde je: M_{ocv} – prosečna masa sirove cvasti na površini od 1m², (kg),
 $M_{ocv}(i)$ – masa sirove cvasti na površini od 1m² i-tog snopa, (kg),
i – i-ti snop (*i* = 1, 2, 3, ..., *n*),
n – ukupan broj snopova.

Prinos suve mase je određen na sličan način kao i pri određivanju vlažnosti cvasti kamilice, s tim što je sušenje obavljeno do vlažnosti od 12%, pa je tek tada vršeno merenje osušene mase. Nakon sušenja pristupilo se određivanju srednje vrednosti, obrazac (41):

$$M_{1cv} = \frac{\sum_{i=1}^n M_{1cv}(i)}{n} \quad (41)$$

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

gde je: M_{lcv} – prosečna masa sirove cvasti na površini od 1m^2 , (kg),
 $M_{lcv}(i)$ – masa sirove cvasti na površini od 1m^2 i-tog snopa, (kg),
 i – i-ti snop ($i = 1, 2, 3, \dots, n$),
 n – ukupan broj snopova.

Zakorovljenost je određena istom procedurom kao i biljni sklop kamilice metodom probnih površina (Dolijanović i Oljača, 2003), samo što je u ovom slučaju određivan broj korovskih biljaka. Zakorovljenost je izražena procentualno, u odnosu na ukupan broj biljaka na 1m^2 . Postupak je ponovljen na isti način i za ostale uzorke. Na osnovu dobijenih vrednosti zakorovljenosti useva iz ovih pet merenja izračunata je njihova srednja vrednost, obrazac (42):

$$N = \frac{\sum_{i=1}^n N(i)}{n} \quad (42)$$

gde je: N – prosečno učešće korova na površini od 1m^2 , (%),
 $N(i)$ – učešće korova na površini od 1m^2 i-te probe, (%),
 i – i-ti uzorak ($i = 1, 2, 3, \dots, n$),
 n – ukupan broj uzoraka,

Na kraju vegetacione sezone pratio se biološki i tehnološki (ekonomski) prinos (t/ha) po ispitivanim tretmanima. Izračunat je i žetveni indeks za svaki tretman ponaosob, obrazac (43):

$$K = \frac{Q_t}{Q_b} \cdot 100 \quad (\%) \quad (43)$$

gde je: K – žetveni indeks, (%),
 Q_t – tehnološki prinos, (t/ha),
 Q_b – biološki prinos, (t/ha).

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

Zahtevi koji se postavljaju kombajnama za ubiranje kamilice mogu biti tehnički i eksploatacioni.

Tehnički zahtevi se odnose na:

- pouzdanost u radu,
- mali specifični pritisak na površinu zemljišta,
- jednostavnost rukovanja i održavanja,
- ergonomske osobine,
- opremljenost tehničkim sistemima kontrole kvaliteta rada.

Eksploatacioni zahtevi se odnose na:

- što je moguće veći koeficijent iskorišćenja kombajna,
- najkraće vreme ubiranja u optimalnom roku,
- zadovoljavanje zahteva za kvalitetom rada.

Kada je reč o kvalitetu rada kombajna, kombajn treba da obavi ubiranje cvasti kamilice uz minimalne gubitke, sa minimalnim oštećenjem ubrane mase, kao i sa visokim stepenom čistoće. Gubitak cvasti se smatra jednim od najvažnijih pokazatelja rada kombajna, jer se kvalitet rada ogleda upravo u veličini gubitaka.

Poljsko-laboratorijskim ispitivanjima eksploatacionih parametara rada kombajna utvrđeni su:

- Ostvareni gubici,
- Kvalitet ubrane kamilice.

Gubici se javljaju u tri oblika nakon prolaska kombajna: neotkinute cvetne glavice (nalaze se na biljci), rasute cvetne glavice (nalaze se na zemlji) i ukupni gubici (zbir prethodne dve kategorije gubitaka). Određivanje vrednosti obe kategorije gubitaka vršeno je uzimanjem uzoraka u tri ponavljanja posle svakog prolaska kombajna sa površine od 1m², u sva tri režima rada. Nakon prolaska kombajna u jednom od režima rada, vršeno je obeležavanje površina od po 1m² na kojima se prvo odvajaju cvasti koje se nalaze na biljkama, a potom se uklanjanjem svih biljaka (stabljika) vršilo sakupljanje otkinutih cvasti koje nisu sakupljene tj. rasute su po parceli.

Nakon dobijenih rezultata svih uzoraka, korišćena je srednja vrednost kao model objektivnog prikaza rezultata. I jedna i druga vrsta gubitaka se može izraziti u t/ha ili u procentima u odnosu na biološki prinos kamilice. U procesu ubiranja kamilice gubici su neminovni, ali se delovanjem na navedene faktore mogu svesti na prihvatljivu meru.

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

Gubici zavise od niza faktora:

- kvaliteta izvođenja tehnoloških operacija u proizvodnji kamilice,
- agrotehničkog roka ubiranja kamilice,
- stanja tehničke ispravnosti kombajna,
- tehničkog rešenja radnih organa kombajna,
- podešenosti kombajna i režima rada,
- biološkog prinosa,
- stanja useva,
- zakorovljenosti.

Kvalitet ubrane kamilice je definisan prema normativima (Standard SRPS E.B3.015:1963), (Tabela 14). Droga *Chamomillae flos* oficinalna je prema Jugoslovenskoj farmakopeji IV.

Tabela 14. Standard SRPS E.B3.015:1963

Naziv	Sadržaj u procentima za kvalitet			
	I	II	III	Ph Jug. IV
Glavice koje su sačuvale prirodnu boju sveže cvasti	95	90	80	
Glavice na drškama većim od 20 mm, najviše	5	8	10	6
Pupoljaka najviše	5	8	10	
Smrvljenih glavica, najviše	10	15	20	20
Delovi kamilice (držke, lišće, semenje), najviše	0,5	1,5	2,5	2,5
Stranog bilja i drugih nečistoća, najviše	0,25	0,3	2,5	2,5
Vlaga, najviše 15%				12
Pepeo, najviše	9	10	11	12

Kvalitativna ocena rada kombajna je vršena na osnovu 4 kategorije:

- I kategorija – cvasti kamilice koje su sačuvale prirodnu boju sveže cvasti, čija je dužina peteljke do 20 mm;
- II kategorija – cvasti kamilice koje su sačuvale prirodnu boju sveže cvasti, čija je dužina peteljke od 20 do 40 mm;
- III kategorija – usitnjene i smrvljene cvasti kamilice;
- IV kategorija – delovi kamilice sa dužim peteljkama, grančice sa više cvasti;

Određivanje procentualnog učešća pojedinih kategorija vršeno je uzimanjem po tri uzoraka iz ubrane mase pri svakom režimu rada kombajna i odvajanjem pojedinih kategorija (frakcija), gde je utvrđeno težinsko procentualno učešće svake od kategorije

ubrane kamilice u odnosu na ukupan uzorak. Iz tih ponavljanja izračunata je prosečna vrednost pojedinih kategorija u težinskim procentima.

7.6 Analiza podataka

Rezultati istraživanja sprovedenih tokom 2005/06, 2006/07 i 2008/09 godine grupisani su i analizirani različitim statističkim metodama. Sa druge strane, analiza podataka je trebalo da ukaže i na pojedine zakonitosti i zaključke koji nisu bili tako očigledni u početku istraživanja. Rezultati ovih analiza grupisani su tako da su posebno posmatrani gubici izmereni prilikom ubiranja kamilice, a posebno procentualna zastupljenost određenih kategorija kvaliteta ubrane kamilice.

Pri analizi podataka korišćene su metode: Kolmogorov-Smirnov (analiza normalnosti raspodele podataka), Analize varijanse – ANOVA (utvrđivanje nivoa statističke značajnosti između posmatranih podataka), Tukey HSD test (određivanje razlike između utvrđenih grupa podataka),

Sve statističke analize i dijagrami rađeni su u programskom paketu "SPSS Statistics", verzija 17.0.

7.7 Metode ekonomske analize

Za ocenu ekonomskih efekata upotrebe različitih mašina za ubiranje kamilice (pri različitim brzinskim režimima rada) korišćene su odgovarajuće analitičke kalkulacije proizvodnje kamilice, kao i analitičke kalkulacije upotrebe tehničkih sredstava (kalkulacije troškova korišćenja sredstava mehanizacije).

Izbor najprihvatljivije mašine za ubiranje kamilice sa ekonomskog aspekta izvršen je na osnovu visine dobiti koja se njenom upotrebom ostvaruje u proizvodnji kamilice.

Da bi se utvrdilo kolika se dobit ostvaruje u proizvodnji kamilice, zavisno od kombajna koji je korišćen za ubiranje, kao i od dalje upotrebe kamilice (kao sušene cvati ili kao etarsko ulje), urađene su kalkulacije koje pored vrednosti proizvodnje obuhvataju i troškove proizvodnje kamilice, troškove ubiranja, troškove transporta, troškove sušenja, dorade i pakovanja. Vrednost proizvodnje i troškovi obračunati su po jednom ha kamilice. Obračun vrednosti proizvodnje izvršen je na osnovu tržišnih cena iz juna 2011. godine (zvanični cenovnik Instituta za proučavanje lekovitog bilja "Dr Josif Pančić", za 2011. godinu). Za proračun troškova rada poljoprivredne mehanizacije u proizvodnji kamilice korišćene su cene preporučene od strane Zadružnog saveza Vojvodine (Zadružni savez Vojvodine, 2011).

Troškovi smeštaja mehanizacije su utvrđeni na nivou od 0,5% od nabavne vrednosti mehanizacije, u skladu sa (Munćan, 1991). Takođe se pošlo od pretpostavke da se pogonske mašine koriste 8 godina (stopa amortizacije 12,5%), a priključne mašine 10 godina (stopa amortizacije 10%), da je kamatna stopa 8%, kao i da je stopa osiguranja pogonskih i priključnih mašina utvrđena na osnovu zakonskih normi, koje se primenjuju prilikom registracije posmatranih sredstava mehanizacije.

U kalkulacijama proizvodnje kamilice, vrednost proizvodnje se menja zavisno od tipa kombajna, njegove brzine rada i dalje upotrebe kamilice. Troškovi proizvodnje

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

kamilice (koji se javljaju pre ubiranja) međusobno su jednaki, bez obzira na kasniju namenu kamilice. Troškovi ubiranja kamilice se menjaju, zavisno od tipa kombajna i njegovog režima rada, dok se troškovi transporta ubrane kamilice ne razlikuju kod različitih kombajna i režima rada.

Troškovi proizvodnje kamilice su obračunati za površinu od 1 ha, i uzimaju u obzir sve troškove proizvodnje do momenta ubiranja kamilice. Ovi troškovi proizvodnje su ostvareni primenom standardne tehnologije proizvodnje i tržišnih cena inputa. Đubrenje i hemijska zaštita kamilice, tokom istraživanja, nisu vršeni.

Da bi se uradila senzitivna analiza, najpre je potrebno utvrditi koji elementi najviše mogu uticati na visinu dobiti u proizvodnji kamilice. U prvom redu ovde će biti analiziran uticaj prinosa kamilice po hektaru (tehnološkog prinosa) na dobit kamilice, prvenstveno zato što je u ekonomskim analizama korišćena reprezentativna godina sa prosečnim prinosom. Zbog toga će se variranjem prinosa kamilice (a samim tim i dobiti u njenoj proizvodnji) doći do zaključka koji kombajn i pri kojoj brzini rada bi bilo bolje koristiti pri većim i manjim prinosima od onih iz reprezentativne godine. Da bi se odredile granice variranja tehnološkog prinosa, kao osnova su korišćeni podaci iz postavljenih oglada, pa je tako pretpostavljeno da se može očekivati da prinos kamilice raste do 60% ili da se smanji do 30% u odnosu na bazični prinos iz reprezentativne godine.

Pored uticaja visine prinosa na dobit, senzitivnom analizom je obuhvaćen i uticaj promene cena kamilice na dobit koja se ostvaruje u njenoj proizvodnji. U tom smislu, pošlo se od pretpostavke da cene svih klasa kamilice variraju u intervalu $\pm 30\%$. Na osnovu rezultata senzitivne analize može se utvrditi da li na promenu ostvarene dobiti u proizvodnji kamilice veći uticaj ima prinos kamilice ili njena cena koje se ostvaruju na tržištu.

7.8 Metode optimizacije

Optimizacijom različitih parametara rada kombajna želi se postići kompromis između željenog i ostvarenog u procesu ubiranja kamilice. Vršiti se optimizacija najuticajnijih parametara rada kombajna na postignute gubitke, kvalitet ubiranja kamilice i ostale karakteristike. Model optimizacije procesa ubiranja kamilice će biti definisan različitim metodama višekriterijumske optimizacije. U svim problemima diskretnog višekriterijumskog odlučivanja moguće alternative se predstavljaju pomoću matrica, koje se nazivaju matrice odlučivanja.

U ovoj doktorskoj disertaciji su primenjeni metodi optimizacije koji su primenljivi u poljoprivrednoj praksi (Srđević, 2003; Srđević, 2005; Stjelja i sar., 2006; Srdjevic, Medeiros i Faria, 2004; Beuthe i Scannella, 2001; Beinat i Nijkamp, 1998) i odgovaraju karakteru postavljenih istraživanja:

- Aditivni metod (SAW – Simple Additive Weighting),
- Produktni metod (SPW – Simple Product Weighting),
- Metod TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution).

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

SAW je jednostavan metod koji najčešće daje slične rezultate kao i tzv. napredniji metodi (Srđević, 2005). Direktno se primenjuje na matricu odlučivanja, a sastoji se iz tri koraka:

- 1) normalizacija rejtinga da bi se postigla uporedivost,
- 2) primena težinskih vrednosti kriterijuma na normalizovane rejtinge,
- 3) sabiranje otežanih rejtinga za svaku alternativu.

Posle normalizacije, primenom obrasca (44) za svaku alternativu se izračunava ukupna vrednost (skor funkcija) u odnosu na sve kriterijume. Najbolja je alternativa sa najvećom vrednošću S_i :

$$S_i = \sum_{j=1}^m w_j x_{ij} \quad (44)$$

gde je: S_i – ukupna vrednost (skor funkcije) nakon normalizacije rejtinga,
 w_j – normalizovana performansa alternative,
 x_{ij} – težinski koeficijent kriterijuma,
 $i = 1, 2, \dots, n$,
 $j = 1, 2, \dots, m$.

Metod SPW se takođe direktno primenjuje na matricu rejtinga, a računanja su slična kao kod SAW metode, i vrše se po vrstama. Obrazac (45) se primenjuje na svaku alternativu, a najbolja je alternativa sa najvećom vrednošću P_i , pri čemu normalizacija nije neophodna, iako se može koristiti:

$$P_i = \prod_{j=1}^m (r_{ij})^{w_j} \quad (45)$$

gde je: P_i – vrednost alternative,
 r_{ij} – brojne vrednosti matrice,
 w_j - normalizovana performansa alternative,

TOPSIS metod rangira alternative prema udaljenosti od tzv. idealnog rešenja i idealnog negativnog rešenja koje najpre treba odrediti. Idealno rešenje minimizira kriterijume cene, a maksimizira kriterijume dobiti; za minimalno idealno rešenje važi obrnuto. Optimalna alternativa je ona koja je u geometrijskom smislu najbliža idealnom rešenju, odnosno najdalja od idealnog negativnog rešenja.

Idealno rešenje A^* i negativno idealno rešenje A^- određuju se pomoću relacija (46, 47, 48 i 49):

$$A^* = \{(\max V_{ij} | j \in G), (\min V_{ij} | j \in G^c), i = 1, \dots, n\} \quad (46)$$

$$A^* = \{V_1^*, V_2^*, \dots, V_m^*\} \quad (47)$$

$$A^- = \{(\min V_{ij} | j \in G), (\max V_{ij} | j \in G^c), i = 1, \dots, n\} \quad (48)$$

$$A^- = \{V_1^-, V_2^-, \dots, V_m^-\} \quad (49)$$

gde je: A^* - "najbolja" alternativa, idealno rešenje,
 A^- - "najgora" alternativam, idealno negativno rešenje,
 V_{ij} – proizvod normalizovane performanse alternative i odgovarajućeg težinskog koeficijenta kriterijuma,
 $G = \{ j = 1, 2, \dots, m \mid j \text{ pripada kriterijumima koji se maksimiziraju} \}$,
 $G^c = \{ j = 1, 2, \dots, m \mid j \text{ pripada kriterijumima koji se minimiziraju} \}$.

Najbolje su alternative koje imaju najveće V_{ij} u odnosu na kriterijume koji se maksimiziraju i najmanje V_{ij} u odnosu na kriterijume koji se minimiziraju. A^* ukazuje na najbolju alternativu – idealno rešenje, a po istoj logici A^- ukazuje na idealno negativno rešenje.

Rastojanja alternativa od idealnih rešenja se određuju pomoću relacija (50) i (51), gde se izračunavaju n -dimenziona Euklidska rastojanja svih alternativa od idealnog i idealnog negativnog rešenja:

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^m (V_{ij} - V_j^*)^2} \quad (50)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m (V_{ij} - V_j^-)^2} \quad (51)$$

gde je: S_i^* - rastojanje alternativa od idealnog rešenja,
 S_i^- - rastojanje alternativa od negativno idelanog rešenja,
 V_{ij} – proizvod normalizovane performanse alternative i odgovarajućeg težinskog koeficijenta kriterijuma.

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

Određivanje relativne blizine alternativa idealnom rešenju se određuje za svaku alternativu, čime se definiše relativno rastojanje, relacija (52):

$$Q_i^* = \frac{S_i^*}{S_i^* + S_i^-} \quad (52)$$

gde je: $0 \leq Q_i^* \leq 1$,

Q_i^* - relativno rastojanje od idealnog rešenja,

S_i^* - rastojanje alternativa od idealnog rešenja,

S_i^- - rastojanje alternativa od negativno idelanog rešenja.

Alternativa A_i je bliža idealnom rešenju ako je Q_i^* bliže 1, ili što je isto, ako je S_i^* bliže vrednosti 0. Rangiranje alternativa se obavlja po opadajućim vrednostima Q_i^* .

Problem optimizacije mehanizovanog ubiranja kamilice posmatran je kroz istraživanje sprovedeno od 2005. do 2009. godine, prilikom koga je vršeno mehanizovano ubiranje kamilice sa tri različita kombajna i sa tri različita režima rada. Na taj način je posmatrano devet različitih alternativa, od kojih je potrebno odabrati najoptimalniju.

Za određivanje optimalnog režima mehanizovanog ubiranja kamilice, težinski koeficijenti su određivani subjektivnom metodom. Posmatrana su četiri slučaja ocene odabranih kriterijuma, definisanih na osnovu stečenog iskustva i praktičnih pretpostavki.

Svakom od istraživanih slučajeva se može odrediti i drugačiji težinski koeficijent, kao i izbaciti postojeći ili dodati novi kriterijum ocenjivanja. Takav pristup optimizacije mehanizovanog procesa omogućava sagledavanje različitih potreba proizvođača kamilice, uz uvažavanje subjektivnih kriterijuma i težinskih koeficijenata.

Prilikom optimizacije procesa mehanizovanog ubiranja kamilice u obzir su uzeti sledeći kriterijumi, koji su posmatrani za svaku alternativu (i):

- Tehnološki prinos, (kg/ha) - p_i ,
- Kvalitet ubrane kamilice, zbir mase I i II kategorije kvaliteta - q_i ,
- Površinski učinak, (ha/h) - u_i ,
- Potrošnja goriva, (l/ha) - g_i .

Svi navedeni kriterijumi su izdvojeni i korišćeni u procesu optimizacije zato što predstavljaju ključne faktore u procesu mehanizovanog ubiranja kamilice. Svi drugi kriterijumi, ne i manje bitni, u manjoj meri utiču na proces ubiranja ili su produkti jednog ili više navedenih kriterijuma.

8. TEORIJSKE OSNOVE ISTRAŽIVANJA

Kombajn za ubiranje cvasti kamilice treba da ubere što više cvasti, da peteljka ubrane cvasti bude što kraća, a da gubici ubrane mase budu što manji. Ovi kriterijumi čine proces ubiranja kamilice složenim. Kako bi smo realno sagledali kompleksnost postavljene problematike i dali optimalna rešenja potrebno je, pored praktičnog rešavanja, obratiti pažnju i na teorijsku postavku zadate problematike.

Teorijski deo postavljenih istraživanja se pre svega odnosi na tri procesa:

- otkidanje cvasti kamilice,
- kinematike radnih organa za ubiranje kamilice,
- metode optimizacije mehanizovanog procesa ubiranja.

8.1 Otkidanje cvasti kamilice

Za definisanje procesa otkidanje cvasti kamilice od ostatka stabljike, potrebno je poznavati osnovna fizička svojstva biljnih materijala. Tokom procesa ubiranja cvasti (zavisno od postupka ubiranja), dolazi do istezanja stabljike, do odsecanja stabljike, do kombinacije ova dva procesa i na kraju do otkidanja cvasti.

Određivanje mehaničke čvrstoće biljnih materijala standardnim postupkom je često neizvodljivo, zato što upotreba standardne "epruvete" u slučaju kamilice nije moguće. Kao neminovnost ove činjenice nam preostaje da se ovaj materijal uzima i ispituje u izvornom obliku i dimenzijama. Teorija otpornosti materijala je primenjiva i u slučaju poljoprivrednih materijala (Varga i Trefas, 1975).

Otpornost materijala predstavlja dejstvo unutrašnjih sila pri dejstvu spoljašnjih sila. Biljni materijali, posmatrani kao čvrsta tela, deformišu se pod dejstvom spoljašnjih sila sve dotle dok se ne uspostavi ravnoteža između spoljašnjih i unutrašnjih sila. Za materijal u takvom stanju kažemo da je napregnut (Babić i Babić, 2007).

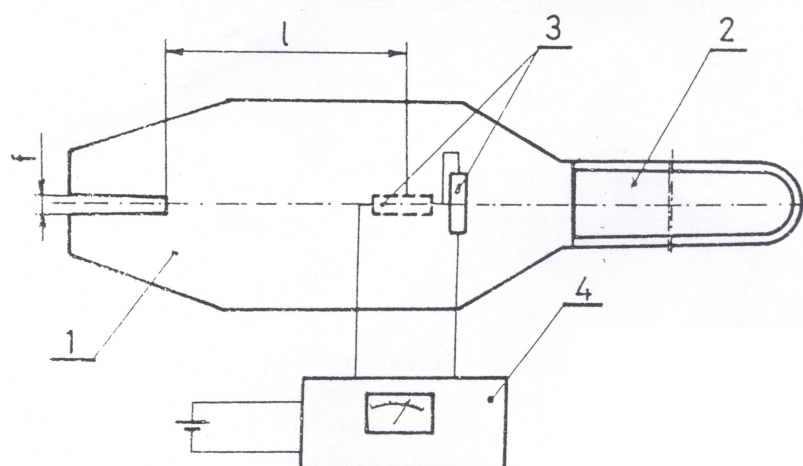
Za deformaciju materijala koji je izložen dejstvu spoljašnjeg opterećenja kažemo da je elastična, ako se telo posle prestanka dejstva spoljašnjeg opterećenja vrati u prvobitni položaj (McGuffin i sar., 1996; Babić i Babić, 2007). Elastične deformacije nazivamo još i povratnim deformacijama. Izlaskom iz zone elastičnih deformacija, biljni materijal poprima uticaj plastičnih (trajnih) deformacija. Kod biljnih materijala to pre svega znači određene promene (povrede, nagnjećenja, pukotine i dr.), a u krajnjem ishodu lom (kidanje, odsecanje materijala).

U slučaju mehanizovanog ubiranja cvasti kamilice teži se brzom i efikasnom prelasku iz elastičnih u plastične deformacije, kako bi se otkidanje cvasti kamilice obavilo uz što manju silu dejstva (Franke i Schilcher, 2005, Ehlert et al., 2011), u što kraćem vremenskom intervalu, sa što manjom zonom plastičnih deformacija. U takvim okolnostima dolazi do odvajanja (ubiranja) cvasti kamilice, a stabljika trpi minimalne povrede (što omogućuje kvalitetniju drugu i treću berbu).

Bitan parametar pri procesu ubiranja cvasti kamilice je sila koja je potrebna da bi se cvast otkinula. Sila otkidanja cvasti zavisi od više faktora: vlažnosti materijala,

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

vlažnosti zemljišta, vlažnosti vazduha, temperature vazduha, turgora, faze cvetanja, visine cvasti na stabljici, krupnoće cvasti i dr. Kako bismo ustanovili vrednosti sile otkidanja koristili su se razni uređaji za očitavanje tražene vrednosti (Karadžić, Babić i Radišić, 2006). Uređaj za merenje sile otkidanja (Slika 23) sastoji se od mernog uređaja (1), na čijem kraju je ostavljen prorez širine (f), dovoljan za prolazak petljke cvasti kamilice. Na drugom delu uređaja postavljen je držač (2) koja omogućuje lako držanje, otkidanje i određivanje sile otkidanja. Na rastojanju " L " od proreza nalazi se sa gornje i donje strane uređaja po jedna merna i kompenzaciona merna traka (3) koja treba da registruje deformaciju savijanja do koje dolazi usled delovanja sile otkidanja.

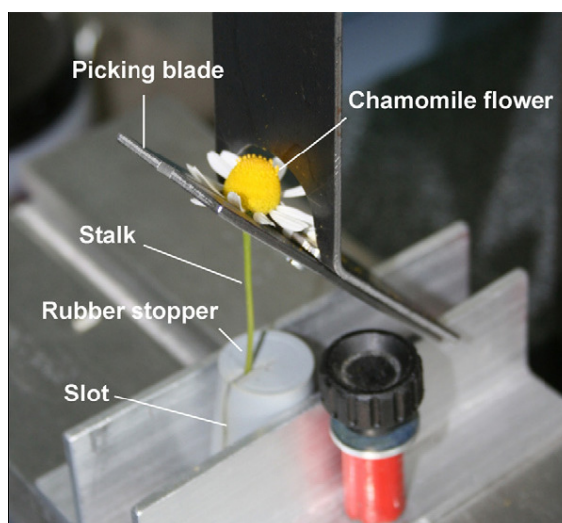


Slika 23. Uređaj za merenje sile otkidanja cvasti kamilice,

(Izvor: Tešić, Topalov i Veselinov, 1982).

- gde je:
- 1 – uređaj za otkidanje cvasti kamilice,
 - 2 – drška uređaja,
 - 3 – merne trke,
 - 4 – pojačalo sa pokazivačem,
 - l – rastojanje od mernog mesta do mernih traka,
 - f – širina proreza za postavljanje stabljike kamilice.

Merne trake (3) postavljene na pločicu predstavljaju polovinu Vinstonovog mosta. Druga polovina je ugrađena u pojačalo (4) noseće frekvencije 5 kHz, KWS/5T (Baldwin Hottinger, Darmstadt, Germany), na kojem se nalazi i merni instrument za očitavanje struje tj. registrovanje promene otpora u mernim trakama. Isti princip rada je korišćen i kod novijih mernih uređaja (Ehlert i sar., 2011) (Slika 24).



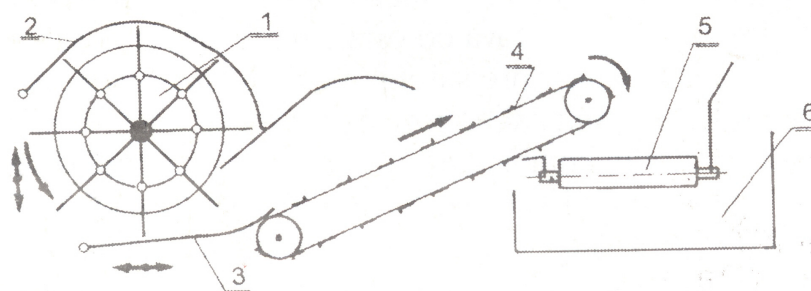
Slika 24. Uređaj za merenje sile otkidanja cvasti kamilice,

*(Izvor: Ehlert i sar., 2011)

gde je: *Picking blade* – ploča za otkidanje (odsecanje),
Chamomile flower – cvast kamilice,
Stalk – stabljika (peteljka),
Rubber stopper – gumeni držač,
Slot – prorez.

8.2 Kinematika radnih organa za ubiranje kamilice

Princip rada rotacionog uređaja za otkidanje cvasti kamilice (Tešić, Topalov i Veselinov, 1982), primenjen na ispitivanim kombajnima, se zasniva na pročešljavanju mase kamilice, istežanju stabljika i otkidanju cvasti sa delom stabljike (zavisno od uslova i tehnike rada beračkog uređaja).

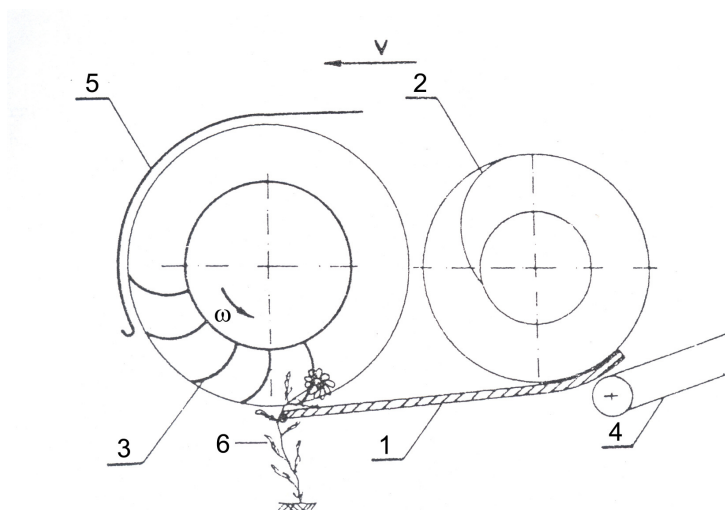


Slika 25. Rotacioni uređaj za otkidanje cvasti kamilice,

*(Izvor: Tešić, Topalov i Veselinov, 1982)

- gde je:
- 1 – berački uređaj,
 - 2 – oklop beračkog uređaja,
 - 3 – hederski sto,
 - 4 – uzdužni elevator,
 - 5 – poprečni elevator ,
 - 6 – smeštajna zapremina.

Berački rotor sa "prstima" (Slika 26) je predstavljen kinematskim modelom koji će se analizirati kao radni organ za ubiranje cvasti kamilice. "Prst" (3) zahvata biljku (6) i pomera je u prostor iznad stola za otkidanje (1).



Slika 26. Radni organ (berački rotor) za ubiranje cvasti kamilice,

*(Izvor: Tešić, Topalov i Veselinov, 1982)

- gde je:
- 1 – hederski sto,
 - 2 – spiralni (pužni) transporter,
 - 3 – "prsti" beračkog uređaja,
 - 4 – trakasti transporter,
 - 5 – oklop beračkog uređaja,
 - 6 – biljka, kamilica,
- ω – ugaona brzina beračkog rotora,
 V – brzina i smer kretanja kombajna.

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

Zahvatanje cvasti kamilice i "prsta" se može posmatrati kao mehanizam sa dva stepena slobode kretanja (Slika 27) (Tešić, Topalov i Veselinov, 1982). Jedan stepen slobode je kretanje mašine brzinom "V", a drugi obrtanje beračkog rotora ugaonom brzinom " ω ". Svaka tačka "prsta" na beračkom rotoru opisuje trohoidu, formula (53 i 54):

$$x = V \cdot t - R \cdot \cos \omega t \quad (53)$$

$$y = R \cdot \sin \omega t \quad (54)$$

gde je: V – brzina kretanja kombajna, (m/s),
 t – vreme, (s),
 ω – ugaona brzina, (rad),
 R – poluprečnik beračkog rotora, (m),

pri čemu je brzina tačke definisana formulom (55 i 56):

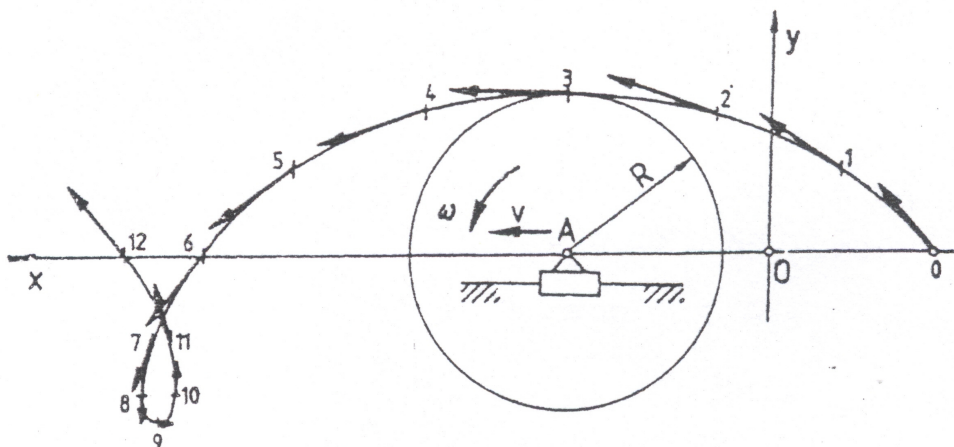
$$V_x = V + R \cdot \omega \cdot \sin \omega t \quad (55)$$

$$V_y = R \cdot \omega \cdot \cos \omega t \quad (56)$$

gde je: V_x – komponenta brzine u pravcu x-ose, (m/s),
 V_y – komponenta brzine u pravcu y-ose, (m/s),
 V – brzina kretanja kombajna, (m/s),
 R – poluprečnik beračkog rotora, (m),
 ω – ugaona brzina, (rad),
 t – vreme, (s).

U donjem delu, od tačke 9 do tačke 12 (Slika 27), gde se vrši otkidanje cvasti, komponenta brzine u pravcu x-ose (V_x) je mala, pa je rezultujuća brzina skoro vertikalna. Takvo kretanje oponaša rad "češlja" pri ručnom ubiranju kamilice.

Napuštanje prostora oko "prstiju", cvast treba da obavi oko tačke 11 odnosno tačke 12 na trohoidi. Ubrana cvast klizi duž "prsta". Usled pritiska na "prst", koji uzrokuje otpor kretanja cvasti kroz vazduh, stvara se sila trenja koja sprečava to klizanje. Zahvaljujući razmaku među "prstim" cvast propada od reda do reda "prstiju" i kreće se prema vrhovima "prstiju".



Slika 27. Trohoida koju opisuje tačka na "prstu" beračkog uređaja.

*(Izvor: Tešić, Topalov i Veselinov, 1982)

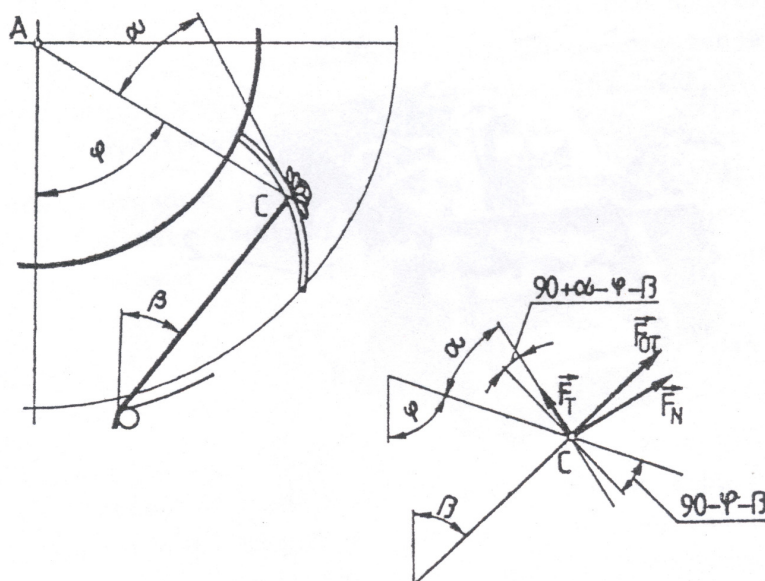
Brzina napuštanja prostora oko "prstiju" jednaka je brzini vrha "prsta". Ta brzina se sastoji od brzine kretanja mašine i brzine rotacije radnog organa (beračkog rotora). Kada ne bi bilo otpora kretanju cvasti kroz vazduh, ona bi usled ove brzine ostala u prostoru oko "prstiju", nastavila da kruži u području tačaka 7 do 9, i pala bi na zemlju. Bio bi stvoren ventilatorski efekat koji bi doveo do gubitka već ubirane cvasti. Horizontalna komponenta brzine cvasti nakon usporenja usled otpora vazduha treba da zadovolji uslov (57):

$$V_{xcvasti} < V \quad (57)$$

gde je: $V_{xcvasti}$ – horizontalna komponenta brzine cvasti, (m/s),
 V – brzina kretanja kombajna, (m/s).

Time se osigurava da ubrana cvast padne u sanduk (hederski sto), odnosno na transportnu traku koja se nalazi iza radnog organa za berbu (zavisno od konstrukcije kombajna).

Do otkidanja cvasti dolazi usled trenja sa "prstima", a i usled udara "prsta" o cvast. "Prst" je prav ili zakrivljen (zavisno od konstrukcije), što može da utiče na zahtev da cvast kasnije sigurno napusti prostor oko "prstiju". Da bi cvast kasnije sa sigurnošću napustila prostor "prstiju" beračkog rotora, "prsti" mogu biti zakrivljeni. Isti zahtev uslovljava i to da u podnožju "prsta" postoji ugao veći od nule. Iz toga proizilazi da tangenta na "prst" u tački otkidanja cvasti sa poluprečnikom obrtanja u tom trenutku zatvara ugao " α ".



Slika 28. . Sile kojima "prst" beračkog uređaja deluje na biljku.

*(Izvor: Tešić, Topalov i Veselinov, 1982)

Ovakva konstrukcija, omogućava kretanje cvasti kamilice duž "prsta" koje je prouzrokovano dejstvom komponentne sile F_N u pravcu normale na "prst" (Slika 28). Kretanje u tom smeru sprečava komponenta sile trenja F_T u pravcu normale na stabljiku. Kada su te dve sile u ravnoteži kretanja cvasti po "prstu" će biti zaustavljeno. Ukoliko su komponentne sile F_N i F_T dovoljno velike, ukupna sila F_{OT} će biti dovoljna da otkine cvast kamilice, obrazac (58):

$$F_{ot} = F_N \cdot \cos \varphi + F_t \cdot \sin \varphi \quad (58)$$

gde je: F_{OT} – sila otkidanja, (N),
 F_N – normalna sila, (N),
 F_T – tangencijalna sila, (N),
 φ - ugao otklona sile otkidanja.

$$\varphi = \alpha + 90 - \gamma - \beta \quad (59)$$

8.3 Optimizacije procesa mehanizovanog ubiranja kamilice

Mnogi problemi planiranja, kontrole, analize i nadgledanja procesa u različitim oblastima privrede i poljoprivrede mogu biti svedeni na probleme odlučivanja na osnovu više kriterijuma.

U zavisnosti od postavke, postoje dve vrste problema višekriterijumskog odlučivanja (Srđević, 2005). U prvoj klasi problema su ona kod kojih postoji konačan broj alternativa od kojih je potrebno odabrati najbolju. Ovakvi problemi nazivaju se diskretnim i rešavaju se posebno definisanim metodama, nazvanim diskretne metode optimizacije. U drugoj klasi problema postoji beskonačan skup alternativnih rešenja, tj. vrednosti nezavisnih parametara pripadaju neprekidnim skupovima, pri čemu se veza između nezavisnih i zavisnih veličina predstavlja matematičkim funkcijama. Ovakvi problemi se nazivaju kontinualni. U slučaju mehanizovanog postupka ubiranja kamilice od interesa je samo prva klasa problema.

Svi problemi diskretne višekriterijumske optimizacije, iako mogu po svojoj suštini biti veoma različiti, imaju nekoliko zajedničkih osobina koje bitno određuju i usmeravaju sam proces njihovog rešavanja (Roy, 1996; Hwang i Yoon, 1981; Srđević, 2003). Prvo, kod svih problema postoji nekoliko kriterijuma (atributa) koje je potrebno optimizovati. Ponekad se pojedini atributi mogu deliti u podatribute, što vodi u kreiranje različitih hijerarhija. Drugo, u najvećem broju slučajeva ne postoji jedna alternativa ili rešenje kod koga su sve vrednosti kriterijuma najbolje moguće, već često poboljšanje jednog kriterijuma dovodi do pogoršanja nekog drugog, tj. višestruki kriterijumi su često u međusobnom konfliktu. Treće, veličine kojima se izražavaju vrednosti različitih atributa su uglavnom nesaglasne, a time i neuporedive. Na primer, pri odabiru određenog kombajna za ubiranje kamilice uzima se u obzir njegova cena, koja se izražava brojačno kao skalarna veličina, ali i udobnost rukovaoca, koja se izražava opisno, pomoću odgovarajuće gradirane skale. Četvrto, neki od ovih kriterijuma su maksimizirajući, tj. zahteva se da budu što veći, dok su drugi minimizirajući, tj. zahteva se da budu što manji. Primer maksimizirajućeg kriterijuma je profit neke kompanije ili organizacije, dok je potrošnja energije primer minimizirajućeg kriterijuma.

Zbog navedenih osobina kriterijuma, pa i samih problema, primena višekriterijumske optimizacije može da dovede do nekoliko rešenja:

- idealno rešenje – rešenje kod koga su svi maksimizirajući kriterijumi najveći mogući, a svi minimizirajući najmanji mogući; ovakvo rešenje u najvećem broju problema ne postoji;
- nedominirano rešenje (Pareto rešenje) – rešenje za koje ne postoji drugo rešenje koje je od njega bolje po bar jednom kriterijumu, dok je po ostalim kriterijumima isto;
- zadovoljavajuće rešenje – rešenje kod koga su vrednosti kriterijuma u zadovoljavajućim, dopustivim opsezima, pri čemu odluku o tome koje su vrednosti kriterijuma zadovoljavajuće donosi osoba koja vodi ceo proces odlučivanja;
- poželjno rešenje – rešenje koje je nedominirano i zadovoljavajuće.

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

Zadatak višekriterijumske optimizacije je da pronade poželjna rešenja, a u diskretnom slučaju najveći broj metoda taj zadatak postiže rangiranjem alternativa (Keeney i Raiffa, 1993; Beuthe i Scannella, 2001; Von Winterfeldt i Edwards, 1986; Saaty, 1994_a; Roy, 1996; Brans and Mareschal, 1994; Vansnick, 1986) kako bi bilo moguće odabrati najbolje rangiranu.

8.3.1 Diskretne višekriterijumske optimizacije**8.3.1.1 Matrica odlučivanja**

U svim problemima diskretnog višekriterijumskog odlučivanja moguće alternative se predstavljaju pomoću matrica. Ove matrice se nazivaju matrice odlučivanja, mada se u literaturi mogu naći i nazivi "pay off matrica", "rejting matrica" ili "matrica performanse".

Definicija: Matrica odlučivanja R je matrica dimenzije $m \times n$, gde svaki red u matrici odgovara jednoj alternativni, svaka kolona jednom kriterijumu, a element $r_{ij} \in R$ predstavlja rejting (performansu) alternative A_i u odnosu na kriterijum C_j .

Za m kriterijuma (C_1, C_2, \dots, C_m) i n alternativa (A_1, A_2, \dots, A_m) matrica R ima oblik izraza (60):

$$R = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \cdot & \cdot & C_m \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ A_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdot & \cdot & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \cdot & \cdot & r_{2m} \\ \cdot & \cdot & & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & & \cdot \\ r_{n1} & r_{n2} & \cdot & \cdot & r_{nm} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (60)$$

gde je: R – matrica odlučivanja,
 A_i – alternativa u matrici odlučivanja,
 C_j – kriterijum odlučivanja,
 r_{ij} – element matrice,
 $i = 1, 2, \dots, n$,
 $j = 1, 2, \dots, m$.

Brojevi $r_{ij} \in R$ mogu biti empirijski određene veličine, statistički podaci ili ocene određene od strane eksperata.

Neke metode pretpostavljaju da su svi kriterijumi maksimizacioni. Ukoliko ima minimizacionih kriterijuma, oni se konvertuju u maksimizacione množenjem sa -1 ili uzimanjem njihove recipročne vrednosti. Takve metode su aditivna i produktivna metoda, objašnjene kasnije unutar ovog poglavlja. Ostale metode, koje se smatraju naprednijim, uzimaju u obzir i maksimizacione i minimizacione kriterijume.

8.3.1.2 Određivanje alternativa i kriterijuma

Kada se govori o pojmu optimalnog rešenja, tj. o izboru najbolje alternative, neophodno je ustanoviti kriterijume koji određuju i procenjuju optimalnost procesa ubiranja kamilice. Ovi kriterijumi mogu biti:

- ekonomski - najčešće se izražavaju novčanim iznosima koji predstavljaju troškove investicija, troškove održavanja, vrednost proizvodnje, dobit i sl.;
- proizvodni – površinski učinak, maseni učinak i sl.;
- kvantitativni - količina prinosa, procenat gubitaka prilikom ubiranja i sl.;
- kvalitativni – opisivanje i gradacija kvalitativnih osobina procesa.

Nakon odabira kriterijuma kojima se vrednuje neka alternativa, neophodno je i odrediti značaj tih kriterijuma. Jedan proces može biti posmatran sa više aspekata, u zavisnosti od kojih i kriterijumi imaju različit značaj. Tako i proces mehanizovanog ubiranja kamilice može biti posmatran sa ekonomskog aspekta, aspekta učinka, aspekta obezbeđivanja kvalitetnog prinosa i dr. Zbog toga je od velike važnosti pravilno određivanje težinskih koeficijenata, pomoću koga se pojedinom kriterijumu dodeljuje manji ili veći uticaj na rangiranje alternativa.

Svakom kriterijumu C_i dodeljuje se vrednost W_i koja predstavlja težinsku vrednost kriterijuma definisanu od strane eksperata, donosioca odluka ili određenu na neki drugi način. Zbir ovih težinskih vrednosti obično je jednak 1.

Metodi za određivanje kriterijuma mogu biti subjektivni i objektivni. Subjektivni metodi su najčešće zasnovani na proceni i mišljenju stručnjaka iz pojedinih oblasti, koji se rukovode svojim iskustvom i znanjem kako bi uspostavili najbolji odnos značaja kriterijuma za optimizaciju pojedinih procesa.

Najčešće korišćeno dodeljivanje težinskih koeficijenata je u opsegu od 0 do 1, pri čemu se 0 dodeljuje najmanje značajnom, a 1 najznačajnijem kriterijumu. Često korišćen je i metod u kome se parovi kriterijuma međusobno porede po značajnosti. Objektivni metodi određivanja težinskih koeficijenata kriterijuma zasnivaju se na analizi strukture matrice R metodama višestruke regresione analize, metodama najmanjih kvadrata i entropije.

8.3.1.3 Normalizovanje i otežavanje rejting matrice

Sve metode bazirane na rejting matrici, pre evaluacije i rangiranja alternativa, vrše pripremu matrice za dalju analizu, koja obuhvata normalizovanje i otežavanje.

Normalizovanje rejting matrice - U "pay off" matrici (60) brojne vrednosti r_{ij} u opštem slučaju imaju različitu metriku (Srđević, 2005). Zato se prvo vrši normalizacija elemenata prema relaciji (61) da bi se dobila matrica (62) u kojoj su svi elementi bezdimenzionane veličine:

$$x_{ij} = r_{ij} \left[\sqrt{\sum_{i=1}^n r_{ij}^2} \right]^{-1} \quad (61)$$

$$X = \begin{matrix} & \begin{matrix} C_1 & C_2 & \cdot & \cdot & C_m \\ W_1 & W_2 & \cdot & \cdot & W_m \end{matrix} \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ A_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdot & \cdot & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \cdot & \cdot & x_{2m} \\ \cdot & \cdot & & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & & \cdot \\ x_{n1} & x_{n2} & \cdot & \cdot & x_{nm} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (62)$$

gde je: x_{ij} – elementi matrice,
 X – normalizovana rejting matrica,
 r_{ij} – vrednosti alternativa u zavisnosti od kriterijuma,
 A_i – alternativa u matrici odlučivanja,
 C_j – kriterijum odlučivanja,
 w_j – težinski koeficijent kriterijuma,
 $i = 1, 2, \dots, n$,
 $j = 1, 2, \dots, m$.

Množenje normalizovane rejting matrice težinskim koeficijentima kriterijuma - Relacija (63) predstavlja težinsku normalizovanu matricu performanse $V=(v_{ij})$, gde je svako v_{ij} proizvod normalizovane performanse alternative i odgovarajućeg težinskog koeficijenta kriterijuma:

$$V = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \cdot & \cdot & C_m \\ A_1 & \begin{bmatrix} v_{11} & v_{12} & \cdot & \cdot & v_{1m} \end{bmatrix} \\ A_2 & \begin{bmatrix} v_{21} & v_{22} & \cdot & \cdot & v_{2m} \end{bmatrix} \\ \cdot & \cdot & & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & & \cdot \\ A_n & \begin{bmatrix} v_{n1} & v_{n2} & \cdot & \cdot & v_{nm} \end{bmatrix} \end{matrix} = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \cdot & \cdot & C_m \\ A_1 & \begin{bmatrix} w_1 x_{11} & w_2 x_{12} & \cdot & \cdot & w_m x_{1m} \end{bmatrix} \\ A_2 & \begin{bmatrix} w_1 x_{21} & w_2 x_{22} & \cdot & \cdot & w_m x_{2m} \end{bmatrix} \\ \cdot & \cdot & & & \cdot \\ \cdot & \cdot & & & \cdot \\ A_n & \begin{bmatrix} w_1 x_{n1} & w_2 x_{n2} & \cdot & \cdot & w_m x_{nm} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (63)$$

gde je: V – težinski normalizovana matrica performansi,
 v_{ij} – elementi matrice,
 w_i – normalizovane performanse alternative,
 x_{ij} – odgovarajući težinski koeficijent kriterijuma,
 A_i – alternativa u matrici odlučivanja,
 C_j – kriterijum odlučivanja,
 $i = 1, 2, \dots, n$,
 $j = 1, 2, \dots, m$.

8.3.2 Jednostavniji višekriterijumski metodi:

8.3.2.1 Aditivni metod "SAW" (Simple Additive Weighting).

Metod "SAW" se najdirektnije primenjuje na matricu odlučivanja, primenjujući sledeći postupak:

1. normalizacija rejtinga da bi se postigla uporedivost,
2. primena težinskih vrednosti kriterijuma na normalizovane rejtinge,
3. sabiranje otežanih rejtinga za svaku alternativu.

Nakon normalizacije, primenjuje se formula (44), gde se za svaku alternativu izračunava ukupna vrednost (skor funkcija) u odnosu na zadate kriterijume. Najbolja je ona alternativa koja ima najveću vrednost S_i .

8.3.2.2 Produktni metod "SPW" (Simple Product Weighting).

"SPW" metod se takođe najdirektnije primenjuje na matricu odlučivanja, a matrica se postavlja slično kao kod "SAW" metode, po vrstama. Formula (45) se

primenjuje na svaku alternativu. Najbolja je ona alternativa koja ima najveću vrednost P_i . Normalizacija nije neophodna, a može se koristiti.

8.3.3 Napredniji višekriterijumski metodi

Postojanje više alternativa i kriterijuma, od kojih neke treba maksimizirati a neke minimizirati, znači da se odluke donose u konfliktnim uslovima i da se za rešavanje višekriterijumskih zadataka moraju primeniti instrumenti koji su fleksibilniji od strogo matematičkih tehnika čiste optimizacije. Za ovu svrhu razvijeni su metodi analize među kojima su značajniji "AHP", "PROMETHEE", "ELECTRE", "TOPSIS" i "CP". Ovi metodi se često nazivaju "meke" optimizacione tehnike, za razliku od matematički strogo profilisanih standardnih optimizacionih metoda kao što su "LP", "DP" ili Teorija igara. Svi koriste heurističke parametre i mere rastojanja. Neki imaju više verzija (npr. "AHP2" standardni i multiplikativni, "ELECTRE I, II, III i IV", ili "PROMETHEE 1 i 2"), a u praksi se često paralelno koristi nekoliko metoda da bi se obezbedila kontrola konzistentnosti odlučivanja (Srđević, 2005).

U novije vreme se koriste i "fuzzy" verzije pojedinih metoda da bi se obuhvatio kompleks problema povezanih sa grupnim odlučivanjem, ljudskom subjektivnošću, ekspertskim znanjem, sklonošću da se koriste verbalne umesto brojčanih ocena i dr. Za "AHP", "PROMETHEE" i "ELECTRE" postoje komercijalne i promotivne verzije softvera, a kompetitivnost metoda je u određenoj meri odraz stanja na tom tržištu. Opis metoda "AHP", "PROMETHEE", "ELECTRE" i "CP2" su o ovoj disertaciji izostavljeni, jer je detaljnije prikazan samo metod "TOPSIS" koji je, kao i metodi "SAW" i "SPW", korišćen u istraživanju.

8.3.3.1 Metod "TOPSIS" (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution).

"TOPSIS" metod rangira alternative prema udaljenosti od tzv. idealnog rešenja i idealnog negativnog rešenja koje najpre treba odrediti (Srđević, 2005). Idealno rešenje minimizira kriterijume cene, a maksimizira kriterijume dobiti; za minimalno idealno rešenje važi obrnuto. Optimalna alternativa je ona koja je u geometrijskom smislu najbliža idealnom rešenju, odnosno najdalja od idealnog negativnog rešenja. Rangiranje alternativa se zasniva na "relativnoj sličnosti sa idealnim rešenjem" čime se izbegava situacija da alternativa istovremeno ima istu sličnost sa idealnim i sa negativnim idealnim rešenjem.

Idealno rešenje se definiše pomoću najboljih rejting vrednosti alternativa za svaki pojedinačni kriterijum, obrnuto, negativno idealno rešenje predstavljaju najgore vrednosti rejtinga alternativa. Pojmovi "najbolji" i "najgori" interpretiraju se za svaki kriterijum posebno, prema tome da li je kriterijum maksimizacioni ili minimizacioni.

Kao i kod ostalih metoda, i kod metode "TOPSIS" prvo se pristupa normalizaciji matrice i množenju kriterijuma težinskim koeficijentima. Nakon toga se vrši određivanje idealnog rešenja (A^*) i negativno idealnog rešenja (A^-) pomoću relacija (46, 47, 48 i 49). Najbolje su alternative koje imaju najveće v_{ij} u odnosu na kriterijume koji se maksimiziraju i najmanje v_{ij} u odnosu na kriterijume koji se minimiziraju. A^*

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

ukazuje na najbolju alternativu – idealno rešenje, a po istoj logici A^- ukazuje na idealno negativno rešenje.

Određivanje rastojanja alternativa od idealnih rešenja se obavlja pomoću relacija (50) i (51), gde se izračunava n–dimenziona "Euklidska" rastojanja svih alternativa od idealnog i idealnog negativnog rešenja.

Određivanje relativne blizine alternativa idealnom rešenju se vrši tako što se za svaku alternativu određuje relativno rastojanje (52) gde je $0 \leq Q_i^* \leq 1$. Alternativa A_i je bliža idealnom rešenju ako je Q_i^* bliže 1, ili što je isto, ako je S_i^* bliže vrednosti 0. Rangiranje alternativa se vrši po opadajućim vrednostima Q_i^* .

9. MESTO I USLOVI ISTRAŽIVANJA

Na visinu prinosa kamilice utiču dva osnovna faktora, a to su čovek i priroda. Čovek utiče primenjenim agrotehničkim merama, a priroda zemljištem i klimom. Tamo gde postoji mogućnost, čovek može pri nedostatku padavina navodnjavanjem da poboljša uslove za razvoj biljaka ili đubrenjem da nadoknadi pojedina hraniva u zemljištu.

Kako je cilj istraživanja da se u određenim agroekološkim uslovima na optimalan način raspoláže biološkim prinosom koji kamilica može da pruži, to je ono i uslovljeno međusobno zavisnim elementima: zemljište, klima i biljka. Karakteristike zemljišta diktiraju zadržavanje vode i njeno kretanje u toku proizvodnje, a klimatski uslovi priliv vode u zemljišta i potrošnju od strane biljke.

Združeno dejstvo ovih elemenata proizvodnje kamilice od značaja su i na mehanizovani proces ubiranja cvasti.

9.1 Zemljište

Eksperimentalna istraživanja obavljena su u Pančevu (geografska širina 44° 53' N, geografska dužina 20° 40' E) sa nadmorskom visinom od 80m, na zemljištu tip slabokarbonatni černozem. U cilju definisanja zemljišnih uslova, gde su postavljeni ogledi i celokupno istraživanje, određena su vodno-fizička i hemijska svojstva zemljišta kao i sadržaj makro elemenata. Na osnovu detaljnih terenskih i laboratorijskih istraživanja utvrđeno je da zemljište na ispitivanom lokalitetu spada u red automorfni, humusno akumulativnog zemljišta, tip černozem, podtip na lesu i lesolikim sedimentima, varijetet karbonatno oglejeni i karbonatni, forma srednje duboki (Škorić, Filipovski i Ćirić, 1985).

Poznavanje fizičkih svojstava zemljišta neophodno je radi utvrđivanja plodnosti i pogodnosti zemljišta za poljoprivrednu proizvodnju. Mehanički sastav na lokalitetu u Pančevu je homogen celom dubinom profila i prema teksturnoj klasi spada u ilovaste i peskovite gline (Tabela 15). U celini gledano, vodno-fizička svojstva (Tabela 16) se odlikuju visokim vrednostima zapreminske mase i niskim vrednostima ukupne poroznosti u oraničnim i podoraničnim horizontima, koje ukazuju da se radi o slabo do srednje poroznom i zbijenom zemljištu. U zbijenim zemljištima onemogućen je normalan razvoj korena, a samim tim je smanjeno snabdevanje biljaka vodom i hranivima. Povoljna zbijenost zemljišta koja ne pogoršava njegov vodno-vazdušni režim, kreće se u rasponu od 1,15 do 1,25 g/cm³. Konkretno za vojvođanski černozem, maksimalno dozvoljena zbijenost za njegov oranični sloj iznosi od 1,30 do 1,35 g/cm³ (Vučić, 1992).

U većini ispitivanih uzoraka vrednosti koeficijenta filtracije (K-Darcy) se kreću u granicama od 10⁻³ do 10⁻⁴ cm/s, što je karakteristično za propusna i srednje propusna zemljišta (Radanović i sar., 2003).

Tabela 15. Mehanički sastav zemljišta.

Horizont	Dubina (cm)	% čestica dimenzije				Teksturna oznaka
		> 0,2 mm	0,2-0,02 mm	0,02-0,002 mm	< 0,002 mm	
Amo,p	0-26	1,6	39,8	24,24	34,36	ilovasta glina
Amo,p	26-75	2,5	54,42	12,12	30,96	peskovita glina
AC	75-108	1,8	48,92	18,92	30,36	peskovita glina
Cgso	108-150	0,4	47,6	19,44	32,56	peskovita glina

* (Izvor: Radanović i sar., 2003)

Tabela 16. Vodno-fizička svojstva zemljišta.

Horizont	Dubina (cm)	Zapreminska masa (g/cm ³)	Specifična masa (g/cm ³)	Ukupna poroznost (%)	K-Darcy (cm/sek)
Amo,p	0-26	1,52	2,71	43,91	1,33 x 10 ⁻³
Amo,p	26-75	1,5	2,6	42,31	8,74 x 10 ⁻⁴
AC	75-108	1,49	2,49	40,16	9,18 x 10 ⁻⁴
Cgso	108-150	1,42	2,64	46,21	4,26 x 10 ⁻⁴

* (Izvor: Radanović i sar., 2003)

Zemljište na pomenutom lokalitetu odlikuje se umereno kiselom do neutralnom reakcijom (Tabela 17) u gornjem delu profila i umereno alkalnom do alkalnom na dubini većoj od 100 cm. Karbonati su uglavnom isprani iz humusno akumulativnog horizonta i akumulirani u donjem delu profila, gde je zemljište jako karbonatno.

Sadržaj humusa je na nivou srednje obezbeđenosti. Sadržaj lako-pristupačnog fosfora u oraničnom humusno-akumulativnom horizontu je veoma nizak, a kalijuma visok. Rezultati analiza kontrole plodnosti zemljišta prikazani su u Tabeli 18.

Tabela 17. Osnovna hemijska svojstva uzoraka iz profila.

Horizont	Dubina (cm)	pH		CaCO ₃ %	Humus %	AL-P ₂ O ₅ mg/100g	AL-K ₂ O mg/100g
		u KCl	u H ₂ O				
Amo,p	0-26	5,81	7,14	0,16	2,67	4	32,3
Amo,p	26-75	6,39	7,56	0,25	1,66	2,6	19,1
AC	75-108	7,29	8,45	23,57	1,01	1,2	12,7
Cgso	108-150	7,36	8,56	28,62	0,86	8	11,8

* (Izvor: Radanović i sar., 2003)

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

Tabela 18. Osnovna hemijska svojstva zemljišta iz oraničnog sloja 0-30 cm.

	pH		CaCO ₃ %	Humus %	Ukupno N %	AL-P ₂ O ₅ mg/100g	AL-K ₂ O mg/100g
	u KCl	u H ₂ O					
min	5,8	6,8	0	2,5	0,2	2,5	33
max	6,9	7,7	1,4	3,1	0,25	17	47
prosek	6,09	7,13	0,4	2,83	0,229	5,6	43,18

Na osnovu detaljnih terenskih i laboratorijskih istraživanja utvrđeno je da prema kriterijumima za proizvodnju lekovitog bilja – pre svega kamilice, kvalitet zemljišta kada je reč o vodno-fizičkim i hemijskim svojstvima kao i u pogledu sadržaja makro elemenata u potpunosti odgovara ovom vidu proizvodnje.

Utvrđivanje stanja sabijenosti zemljišta obavljeno je neposredno nakon ubiranja. Utvrđena sabijenost zemljišta prema otporu prodiranja konusa neposredno nakon ubiranja kamilice je vršena na uvratinama, na tragu kombajna i na negaženom delu parcele (Tabela 19). Vlačnost zemljišta merena na uvratini, kretala se od 21,6 % na dubini od 0 do 10 cm, do 18,8% na dubini od 10 do 20 cm.

Tabela 19. Vrednosti otpora penetracije konusa ($P=1 \text{ cm}^2$) u zemljište, (N/cm^2).

Na dubini	Kombajn A			Kombajn B			Kombajn C		
	Uvratina	Trag kombajna	Negaženi deo	Uvratina	Trag kombajna	Negaženi deo	Uvratina	Trag kombajna	Negaženi deo
5 cm	400	320	140	250	200	120	320	210	120
10 cm	380	340	220	280	200	140	300	200	100
15 cm	380	400	300	240	290	270	320	250	320
20 cm	430	580	350	360	380	350	370	320	330

9.2 Meteorološko – klimatski uslovi

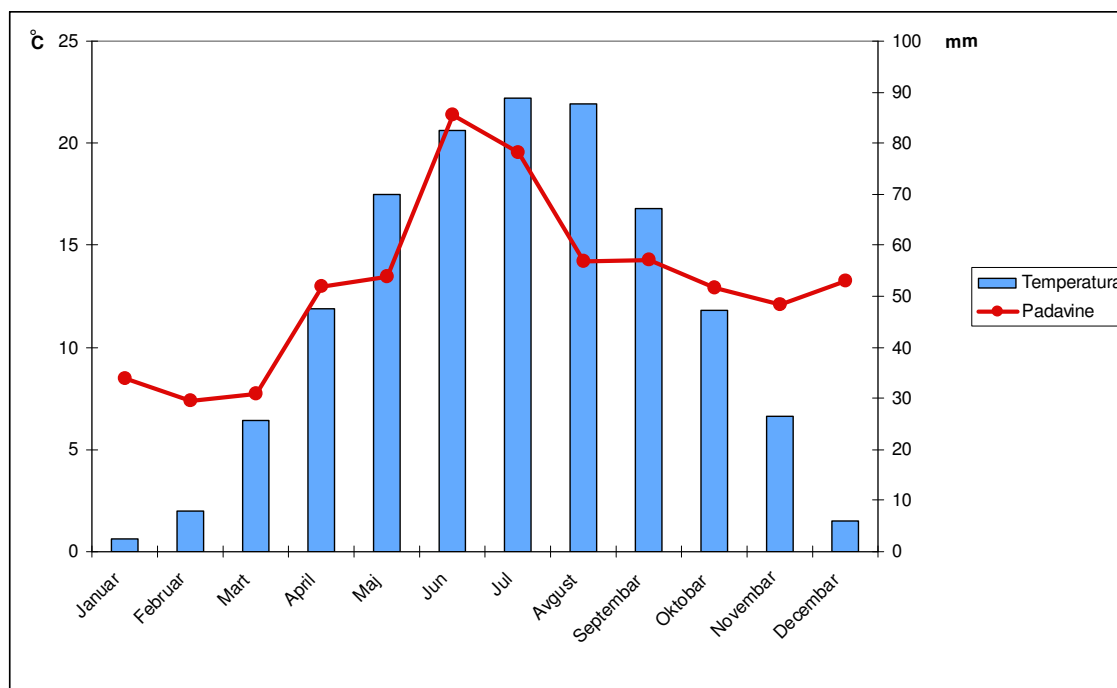
Eksperimentalna istraživanja su obavljena u zoni umereno-kontinentalne klime, na nadmorskoj visini 80 m. Ovo je oblast koja pripada prostornoj Panonskoj niziji i u celini ima povoljne klimatsko-zemljišne uslove za različitu poljoprivrednu proizvodnju. Glavna kočnica za ostvarenje visokih prinosa je deficit padavina i njihov neravnomeran raspored, koji je naročito izražen tokom letnjih meseci.

Ne umanjujući bitan uticaj svih ostalih meteoroloških elemenata na biljnu proizvodnju uopšte, već imajući u vidu cilj istraživanja, u ovom poglavlju je težište na temperaturama vazduha i padavinama, kao bitnim parametrima klime, koji značajno utiču na prinos kamilice.

Prosečne temperature vazduha i sume padavina na oglednom polju su analizirane na osnovu višegodišnjeg proseka vrednosti registrovanih u periodu 1990-2010, za područje Pančeva (<http://www.hidmet.gov.rs>, Republički Hidrometeorološki Zavod Srbije, 2011).

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

Posmatrajući višegodišnji prosek (1990-2010), ovaj lokalitet karakteriše prosečna godišnja temperatura vazduha 11,65°C i suma padavina 630,4 mm/m² (Slika 29).



Slika 29. Agroklimatski uslovi za Pančevo, višegodišnji prosek (1990-2010).

Srednje mesečne temperature i mesečne sume padavina za ispitivani period i prosečne vrednosti za 20-godišnji period (1990-2010) su prikazani u Tabelama 20 i 21.

Tabela 20. Srednje mesečne temperature (°C) u Pančevu.

Mesec	2005	2006	2007	2008	2009	Višegodišnji prosek (1990-2010)
Januar	0,9	-1,1	4,6	1,3	-1,3	0,6
Februar	-3,5	0,8	6	4,3	1,4	2
Mart	4	5,3	8,4	7,6	6,9	6,4
April	11,7	12,6	11,5	12,4	14,9	11,9
Maj	17,3	16,9	17	17,6	18,8	17,5
Jun	19,4	19,3	20,5	21,2	20,2	20,6
Jul	21,6	23	22,7	21,7	22,5	22,2
Avgust	20,3	19,7	21,1	22,6	22,5	21,9
Septembar	17,2	17,2	14,3	15,8	19,1	16,8
Oktobar	11,5	13,1	9,8	12,9	11,8	11,8
Novembar	5,4	7,3	3,4	7,4	8,3	6,6
Decembar	2,3	2,6	-0,2	3,6	3,5	1,5
Prosečna temperatura	10,8	11,5	11,6	12,4	12,4	11,65

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

Srednje mesečne temperature u prolećnom vegetativnom periodu (Mart-Jun) tokom ispitivanog perioda (2005-2009) su bile približno jednake višegodišnjem proseku. Najveće oscilacije srednjih mesečnih temperatura tokom ispitivanog perioda u odnosu na višegodišnji prosek je primećen tokom decembra, januara i februara meseca, gde se odstupanja kreću i do 4°C.

Tabela 21. Mesečne sume padavina (mm) u Pančevu.

Mesec	2005	2006	2007	2008	2009	Višegodišnji prosek (1990-2010)
Januar	33,9	31,9	49,1	26,1	47,4	34
Februar	64	32	36,3	9,8	53,5	29,5
Mart	24,7	52	51,4	61,4	43,6	30,8
April	73,2	92,5	15,6	70,9	12,5	51,8
Maj	54,1	26,6	80	40	112,9	53,7
Jun	70,8	90	71,4	67,2	69,9	85,6
Jul	63,7	15,3	4,8	24,1	89,1	78,1
Avgust	150,4	98,1	56,9	18,3	13,2	56,8
Septembar	66,9	13,4	95	83,4	3,1	57
Oktoabar	32,8	21,4	111,6	19,6	72,7	51,6
Novembar	19,1	16,8	81,1	49,3	82,1	48,4
Decembar	87,5	41,2	49,3	60,7	90	53,1
Ukupno padavina	741,1	531,2	702,5	530,8	690,2	630,4

Ukupne padavine tokom ispitivanog perioda (2005-2009) imaju značajna odstupanja od višegodišnjeg proseka. Ta odstupnja su izražena i tokom vegetacionog perioda. Uticaj padavina na ostvarene prinose je prikazan u Tabeli 22, gde je dat prikaz ukupnih padavina u vegetacionom periodu tokom ispitivanih proizvodnih godina.

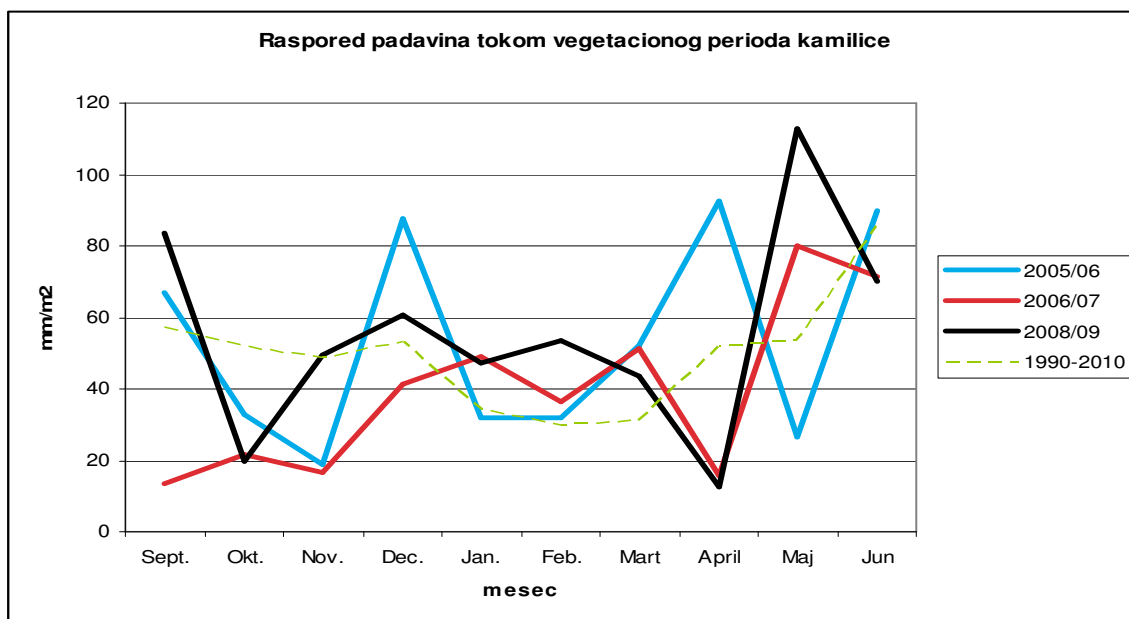
Tabela 22. Ukupne padavine (mm) u Pančevu, tokom vegetacionog perioda.

Period	2005/06	2006/07	2008/09	Višegodišnji prosek (1990-2010)
Padavine u periodu (septembar-jun)	531,3	396,6	552,8	495,5
Biološki prinos suve kamilice (kg/ha)	890	1.010	1.620	1.000 - 1.200

Sume padavina u vegetacionom periodu su bile značajno različite u odnosu na višegodišnji prosek (za 20% manje u 2006/07. godini, za 11% veće u 2008/09. godini i za 7% veće u 2005/06. godini). Međutim ukupna suma padavina nije direktno uticala na visinu prinosa kamilice, već je taj uticaj daleko veći kada su u pitanju raspored padavina

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

tokom vegetacionog perioda kamilice. Uticaj rasporeda padavina tokom vegetacionog perioda tokom istraživanja se može sagledati preko dijagrama prikazanog na Slici 30.



Slika 30. Raspored padavina tokom vegetacionog perioda gajenja kamilice.

Iz dijagrama sa Slike 30, kao i podataka iz Tabela 20 i 21 se može zaključiti da je tokom 2005/06 godine ostvarena veća suma padavina tokom vegetacionog perioda u odnosu na višegodišnji prosek, dok je prinos bio smanjen. Ovakav odnos može dovesti do zaključka da prinos na zavisi od sume padavina tokom vegetacije, što je netačno. Ispravan zaključak je da je tokom 2005/06 godine bilo velikih oscilacija padavina tokom vegetacionog perioda, sa povećanim padavinama u decembru i aprilu i deficitom u maju (skoro duplo više/manje u odnosu na višegodišnji prosek). Ovakvi skokovi u rasporedu padavina u odnosu i na druge dve praćene proizvodne godine svakako ukazuju na negativan uticaj na prinos kamilice.

Tokom 2006/07 godine primetan je deficit padavina u početnoj fazi razvoja kamilice (septembar-decembar), dok je tokom dalje vegetacije ostvareno uobičajeno padavina, spram višegodišnjeg proseka (izuzetak je mesec april). Sa ovakvim rasporedom padavina ostvaren je prosečan prinos kamilice, što ukazuje da je skromna ali pravilno raspoređena suma padavina tokom vegetacionog perioda dovoljna za ostvarenje prosečnih prinosa. Kao drugi zaključak se nameće, da kamilica, generalno gledano, nije zahtevna biljka sa stanovišta prisustva vlage u zemljištu.

U proizvodnoj 2008/09 godini je ostvaren najveći biološki prinos, pri isto tako najvećoj sumi padavina tokom vegetacionog perioda. Međutim, primetne su veće količine padavina (osim oktobra i aprila) u odnosu na višegodišnji prosek, što ukazuje na veće prisustvo vlage skoro tokom celog vegetacionog perioda, u odnosu na višegodišnji prosek, što rezultira i većim prinosom.

9.3 Stanje kamilice tokom ogleđa

Tokom istraživanja praćena je domaća diploidna sorta kamilice "Banatska", sa velikom zastupljenošću na našim proizvodnim poljima. Ovu sortu karakterišu stabilni prinosi i nešto manje cvetne glavice (u odnosu na druge sorte).

Kamilica je proučavana sa biološkog, morfološkog i tehnološkog stanovišta, a tokom istraživanja su praćeni različiti uticajni parametri (Tabela 23) na proces mehanizovanog ubiranja.

Tabela 23. Biološke, fizičko-mehaničke i biološke osobine gajene kamilice.

Godina	Biljni sklop (br. biljaka/m ²)	Visina biljaka (cm)			Broj cvasti na stabljici			Sila otkidanja cvasti (N)			Biološki prinos kamilice (kg/ha)
		max	min	prosek	max	min	prosek	max	min	prosek	suvo (12% vlage)
2005/06	342	82	52	59	25	3	9	7,5	1,2	3,6	890
2006/07	518	74	56	66	30	5	12	8,6	1,8	4,6	1010
2008/09	411	93	48	71	24	1	14	7,5	4,3	4,9	1620

Uočeno je da se kvalitet ubiranja kamilice značajno menja sa promenom stanja useva, što ukazuje na potrebu ujednačavanja tehnologije proizvodnje i mera koje utiču na homogenizaciju useva.

Prisustvo korova u kamilici je primećeno u nezatnoj meri, gde se zakorovljenost kretala od 1,4 do 2,5% zavisno od godine. Slaba zakorovljenost gajene kamilice je rezultat nešto većeg biljnog sklopa, čime je sprećeno nicanje i razvoj korovske populacije.

10. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Pri proučavanju u ovom radu, agrotehnika je usvojena na nivou dosadašnjih saznanja nauke i iskustva prakse, i bila je osnov za izbor kombajna za ubiranje kamilice. Konkretna istraživanja odnosila su se na proučavanje uslova za kvalitetniji postupak ubiranja kamilice, sa naglaskom na racionalnu primenu kombajna za ubiranje. Usvojeni koncept racionalizacije, baziran je na visini ostvarenih prinosa, smanjenju gubitaka, povećanju kvaliteta ubrane sirovine i smanjenju angažovane energije.

U proizvodnji kamilice, kvalitet rada kombajna za ubiranje cvasti, proizvodnost i angažovana energija za isti proces su tri međusobno uslovljena tehničko-tehnološka parametra, čija interakcija treba da rezultira visokim i kvalitetnim prinosom sa jedne i racionalnom i ekonomski isplativom proizvodnjom sa druge strane. Sa tehničko-tehnološkog aspekta, svaki od pomenutih parametara za sebe predstavlja zasebnu celinu, te su i u ovim istraživanjima efekti primene različitih kombajna za ubiranje cvasti kamilice na kvalitet rada, proizvodnost i energetske angažovanje proučavani ponaosob, a zajednički ekvivalent je izveden kroz parametare ekonomske isplativosti u odnosu na ostvareni prinos.

10.1 Eksploatacioni parametri rada kombajna

10.1.1 Radni zahvat

Radni zahvat kombajna za ubiranje kamilice je uvek manji od konstrukcionog, osim kada se vrši ubiranje (prokošavanje) radi podele parcele na zagone, kada je tehnološka širina jednaka konstrukcionoj. Obzirom da je kod svih kombajna koeficijent iskorišćenja širine radnog zahvata veći od 0,94, može se konstatovati da je iskorišćenje radnog zahvata na visokom nivou. U Tabeli 24 su date vrednosti konstrukcione i tehnološke (ostvarene) širine radnog zahvata.

Tabela 24. Konstrukciona i tehnološka širina radnog zahvata.

Kombajn	Konstruk. širina radnog zahvata (m)	Tehnološka širina radnog zahvata (m)				Kof. iskorišćenja širine radnog zahvata			
		2005/06	2006/07	2008/09	Prosečno	2005/06	2006/07	2008/09	Prosečno
A	3,6	3,43	3,51	3,48	3,47	0,95	0,98	0,97	0,96
B	2,0	1,97	1,95	1,90	1,94	0,99	0,98	0,95	0,97
C	2,0	1,87	1,92	1,88	1,89	0,94	0,96	0,94	0,95

10.1.2 Radna brzina

Prosečne radne brzine različitih kombajna za ubiranje kamilice ostvarene u toku ispitivanja su prikazane u Tabelama 25, 26 i 27.

Tabela 25. Ostvarene radne brzine kombajna A.

Godina	Režim rada	Stepen prenosa menjača	Broj obrtaja pogonskog motora (obrt/min)	Radna brzina	
				(m/s)	(km/h)
2005/06	V1	I redukovana	1.000	0,28	0,99
	V2	II redukovana	1.500	0,43	1,53
	V3	II redukovana	2.200	0,47	1,68
2006/07	V1	I redukovana	1.000	0,33	1,17
	V2	II redukovana	1.500	0,43	1,55
	V3	II redukovana	2.200	0,51	1,84
2008/09	V1	I redukovana	1.000	0,27	0,96
	V2	II redukovana	1.500	0,44	1,58
	V3	II redukovana	2.200	0,51	1,84

Tabela 26. Ostvarene radne brzine kombajna B.

Godina	Režim rada	Stepen prenosa menjača	Broj obrtaja motora traktora (obrt/min)	Radna brzina	
				(m/s)	(km/h)
2005/06	V1	I redukovana	1.800	0,41	1,47
	V2	II redukovana	1.800	0,53	1,91
	V3	III redukovana	1.800	0,80	2,88
2006/07	V1	I redukovana	1.800	0,40	1,45
	V2	II redukovana	1.800	0,52	1,88
	V3	III redukovana	1.800	0,81	2,92
2008/09	V1	I redukovana	1.800	0,38	1,35
	V2	II redukovana	1.800	0,52	1,87
	V3	III redukovana	1.800	0,78	2,82

Tabela 27. Ostvarene radne brzine kombajna C.

Godina	Režim rada	Stepen prenosa menjača	Broj obrtaja motora traktora (obrt/min)	Radna brzina	
				(m/s)	(km/h)
2005/06	V1	I redukovana	1.800	0,45	1,62
	V2	II redukovana	1.800	0,53	1,90
	V3	III redukovana	1.800	0,75	2,70
2006/07	V1	I redukovana	1.800	0,46	1,67
	V2	II redukovana	1.800	0,54	1,94
	V3	III redukovana	1.800	0,81	2,91
2008/09	V1	I redukovana	1.800	0,31	1,11
	V2	II redukovana	1.800	0,51	1,84
	V3	III redukovana	1.800	0,77	2,77

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

Iz prikazanih podataka se mogu uočiti male oscilacije brzine rada svakog od kombajna pojedinačno. Razlog tako malih brzinskih opsega jeste unapred postavljen uslov da se proces ubiranja obavlja u različitim režimima rada koji obavljaju proces ubiranja, bez zastoja, zagušenja i drugih otežavajućih momenata. Najuticajniji faktori koji u praksi utiču na brzinu rada kombajna su prinos i širina radnog zahvata.

10.1.3 Struktura proizvodnog vremena

Prilikom snimanja vremena, analizirano je proizvodno i smensko vreme koje je značajno za ovo ispitivanje (Tabela 29), uz napomenu da je smensko vreme dobijeno preračunom (razlog je nepostojanje klasičnog smenskog vremena kod ubiranja kamilice – ona se ubire samo tokom povoljnih klimatskih uslova u toku dana).

Treba naglasiti da je razlog relativnog niskog učešća tehnološko korisnog vremena u ukupnom vremenu smene u tome što se proces pražnjenja ubrane kamilice kod kombajna A obavlja ručno, kod kombajna B zahteva proces zamene transportne prikolice, dok se kod kombajna C zapremina bunkera vrši hidrauličnim sistemom.

Prilikom rada kombajna A došlo je do zagušenja transportnih traka, što je prouzrokovalo zastoj od 2,46% proizvodnog vremena. Vreme zastoja zbog neusklađenosti kapaciteta međusobno zavisnih sistema se kretao u granicama od 10,3% do 13,51%. Do zastoja ovog tipa je dolazilo zbog nepripremljenosti transportnih agregata za pražnjenje bunkera kombajna, kao i zbog skromnog prijemnog prostora za pražnjenje transportnih agregata ispred sušare.

Vreme zastoja ličnog karaktera se kretalo u granicama od 1,88% do 3,11% u proizvodnom vremenu smene. U ovom vremenu najveći udeo ima vreme ručka. Zastoj zbog nepovoljnih vremenskih prilika nije bilo.

Snimanjem proizvodnog vremena smene i analizom dobijenih rezultata izračunati su koeficijenti iskorišćenja tehnološkog ciklusa (η_c) i koeficijenti proizvodnog vremena (η_{pr}), (Tabela 28).

Tabela 28. Koeficijenti iskorišćenja vremena kombajna.

Pokazatelji iskorišćenja proizvodnog vremena	Kombajn A	Kombajn B	Kombajn C
η_c Koeficijent iskorišćenja vremena tehnološkog ciklusa	0,853	0,905	0,846
η_{pr} Koeficijent iskorišćenja proizvodnog vremena	0,594	0,682	0,692

Koeficijenti iskorišćenja vremena tehnološkog ciklusa su vrlo visoki i ujednačeni. Ove vrednosti nam govore da je vrlo malo vremena izgubljeno na okretanje na uvratinama i na prelazak sa jedne na drugu parcelu.

Koeficijenti iskorišćenja proizvodnog vremena imaju osrednje vrednosti za sva tri kombajna, što je rezultat malog kapaciteta i ručnog pražnjenja bunkera kombajna.

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

Tabela 29. Struktura proizvodnog vremena rada kombajna za ubiranje kamilice.

Vreme	Kombajn - A			Kombajn - B			Kombajn - C		
	h	min	%	h	min	%	h	min	%
Tehnološko korisno vreme - T1	4,2832	256,99	53,54	5,2762	316,57	65,95	5,2662	315,97	65,83
Tehnološko pomoćno vreme - T2	0,7396	44,38	9,24	0,5508	33,05	6,88	0,9604	57,62	12,00
Vreme praznog hoda - T21	0,5368	32,21	6,71	0,4720	28,32	5,90	0,5569	33,42	6,96
Vreme okretanja kombajna na uvratinama - T211	0,4877	29,26	6,10	0,2410	14,46	3,01	0,3541	21,24	4,43
Vreme prelaženja kombajna sa jednog zagona na drugi - T212	0,0491	2,95	0,61	0,0324	1,95	0,41	0,0425	2,55	0,53
Ostala kretanja kombajna po parceli T213	0,0000	0,00	0,00	0,1985	11,91	2,48	0,1603	9,62	2,00
Vreme tehnološkog opsluživanja kombajna - T22	0,2028	12,17	2,53	0,0788	4,73	0,98	0,4035	24,21	5,04
Vreme otklanjanja tehnoloških smetnji - T3	0,2877	17,26	3,60	0,1020	6,12	1,27	0,0000	0,00	0,00
Vreme otklanjanja tehničkih kvarova - T4	0,2693	16,16	3,37	0,2758	16,55	3,45	0,1155	6,93	1,44
Vreme zastoja organizacionog karaktera - T5	1,0806	64,84	13,51	0,9486	56,92	11,86	0,8024	48,14	10,03
Vreme zastoja ličnog karaktera - T6	0,2484	14,90	3,11	0,1506	9,04	1,88	0,2363	14,18	2,95
Ostalo izgubljeno vreme - T7	0,2912	17,47	3,64	0,4210	25,26	5,26	0,2173	13,04	2,72
Vreme zastoja zbog nepovoljnih vremenskih prilika - T8	0,0000	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,00	0,0000	0,00	0,00
Proizvodno (njivsko) vreme smene - T02	7,2000	432,00	90,00	7,7250	463,50	96,56	7,5981	455,88	94,98
Pripremno završno vreme - T9	0,7999	48,00	10,00	0,2750	16,50	3,44	0,4019	24,12	5,02
Vreme smene – T03	8,0000	480,00	100,00	8,0000	480,00	100,00	8,0000	480,00	100,00

10.1.4 Učinak kombajna

Učinak kombajna je pokazatelj efikasnosti rada kombajna i prikazan je kroz površinski i maseni učinak. Površinski učinak kombajna je pokazatelj i merilo efikasnosti kombajna sa stanovišta obrađene površine i služi za određivanje norme (dnevne, sezone). Maseni učinak kombajna za ubiranje kamilice je u direktnoj zavisnosti od površinskog, sa manjim odstupanjima, na šta prvenstveno utiče prinos kamilice i konstrukcija berčkog uređaja kombajna. Površinski i maseni učinci su ostvareni i prikazani kroz tri modela proizvodnosti kombajna (Tabele 30, 31 i 32) tehnološka proizvodnost (W_r), tehnološko-ciklusna proizvodnost (W_c) i poljska proizvodnost (W_{pr}).

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

Tabela 30. Učinak kombajna A.

Tip kombajna	Godina	Režim rada	Brzin rada	Radni zahvat (m)	Površinski učinci			Prinos (t/ha)	Maseni učinci		
			(m/s)		Wr (ha/h)	Wc (ha/h)	Wpr (ha/h)		Gr (t/h)	Gc (t/h)	Gpr (t/h)
Kombajn A	2005/06	V1	0,28	3,43	0,34	0,29	0,20	3,38	1,15	0,98	0,68
		V2	0,43		0,52	0,45	0,31	3,01	1,58	1,34	0,94
		V3	0,47		0,58	0,49	0,34	3,01	1,73	1,48	1,03
	2006/07	V1	0,33	3,51	0,41	0,35	0,24	4,08	1,67	1,43	0,99
		V2	0,43		0,54	0,46	0,32	3,87	2,11	1,80	1,25
		V3	0,51		0,65	0,55	0,38	4,12	2,66	2,27	1,58
	2008/09	V1	0,27	3,48	0,33	0,28	0,20	6,12	2,04	1,74	1,21
		V2	0,44		0,55	0,47	0,33	5,96	3,27	2,79	1,95
		V3	0,51		0,64	0,55	0,38	5,40	3,45	2,95	2,05

Tabela 31. Učinak kombajna B.

Tip kombajna	Godina	Režim rada	Brzina rada	Radni zahvat (m)	Površinski učinci			Prinos (t/ha)	Maseni učinci		
			(m/s)		Wr (ha/h)	Wc (ha/h)	Wpr (ha/h)		Gr (t/h)	Gc (t/h)	Gpr (t/h)
Kombajn B	2005/06	V1	0,41	1,97	0,29	0,26	0,20	4,95	1,43	1,30	0,98
		V2	0,53		0,38	0,34	0,26	4,41	1,66	1,50	1,13
		V3	0,80		0,57	0,51	0,39	4,58	2,60	2,35	1,77
	2006/07	V1	0,40	1,95	0,28	0,26	0,19	5,63	1,59	1,44	1,08
		V2	0,52		0,37	0,33	0,25	5,16	1,89	1,71	1,29
		V3	0,81		0,57	0,52	0,39	5,17	2,94	2,66	2,01
	2008/09	V1	0,38	1,90	0,26	0,23	0,17	7,75	1,99	1,80	1,35
		V2	0,52		0,36	0,32	0,24	7,16	2,54	2,30	1,73
		V3	0,78		0,54	0,49	0,37	6,50	3,48	3,15	2,37

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

Tabela 32. Učinak kombajna C.

Tip kombajna	Godina	Režim rada	Brzina rada	Radni zahvat (m)	Površinski učinci			Prinos (t/ha)	Maseni učinci		
			(m/s)		Wr (ha/h)	Wc (ha/h)	Wpr (ha/h)		Gr (t/h)	Gc (t/h)	Gpr (t/h)
Kombajn C	2005/06	V1	0,45	1,87	0,30	0,26	0,21	4,95	1,43	1,30	0,98
		V2	0,53		0,36	0,30	0,25	4,41	1,66	1,50	1,13
		V3	0,75		0,50	0,43	0,35	4,58	2,60	2,35	1,77
	2006/07	V1	0,46	1,92	0,32	0,27	0,22	5,63	1,59	1,44	1,08
		V2	0,54		0,37	0,31	0,26	5,16	1,89	1,71	1,29
		V3	0,81		0,56	0,47	0,39	5,17	2,94	2,66	2,01
	2008/09	V1	0,31	1,88	0,21	0,18	0,14	7,75	1,99	1,80	1,35
		V2	0,51		0,35	0,29	0,24	7,16	2,54	2,30	1,73
		V3	0,77		0,52	0,44	0,36	6,50	3,48	3,15	2,37

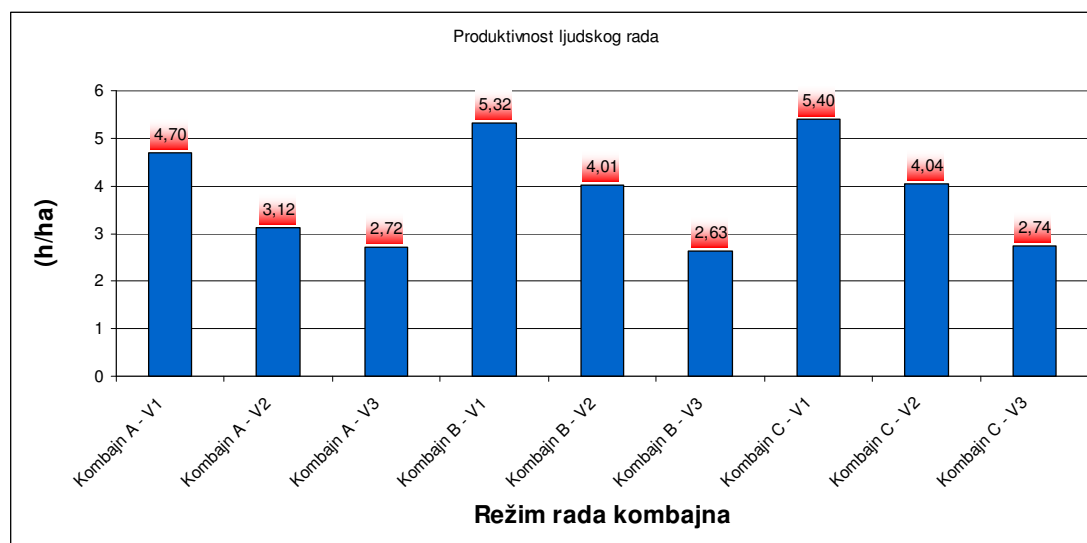
10.1.5 Produktivnost ljudskog rada

Produktivnost ljudskog rada u proizvodnji kamilice je pokazatelj stepena mehanizovanosti proizvodnje. Preko njega se mogu vršiti upoređenja efikasnosti različitih proizvođača, kao i različite tehnologije proizvodnje.

Iz Tabele 33 se može videti da je utrošak ljudskog rada po jedinici površine veoma promenljiva veličina i kreće se u širokim granicama. Ovako mala produktivnost ljudskog rada posledica je male radne brzine kretanja i nešto slabijeg iskorišćenja vremena smene. Mala promena režima rada u tom rasponu izaziva veliko procentualno odstupanje ostvarene proizvodnosti rada (Slika 31).

Tabela 33. Produktivnost ljudskog rada.

Tip kombajna	Godina	Režim rada	Masa ubranog prinosa (t/ha)	Proizvodni učinak	Produktivnost ljudskog rada	
				Wpr (ha/h)	H _{ha} (h/ha)	H _t (h/t)
Kombajn - A	2005/06	V1	3,38	0,20	4,95	1,47
		V2	3,01	0,31	3,21	1,07
		V3	3,01	0,34	2,92	0,97
	2006/07	V1	4,08	0,24	4,10	1,01
		V2	3,87	0,32	3,09	0,80
		V3	4,12	0,38	2,60	0,63
	2008/09	V1	6,12	0,20	5,04	0,82
		V2	5,96	0,33	3,06	0,51
		V3	5,40	0,38	2,63	0,49
Kombajn - B	2005/06	V1	4,95	0,20	5,07	1,02
		V2	4,41	0,26	3,90	0,88
		V3	4,58	0,39	2,59	0,57
	2006/07	V1	5,63	0,19	5,19	0,92
		V2	5,16	0,25	4,00	0,78
		V3	5,17	0,39	2,58	0,50
	2008/09	V1	7,75	0,17	5,72	0,74
		V2	7,16	0,24	4,13	0,58
		V3	6,50	0,37	2,74	0,42
Kombajn - C	2005/06	V1	4,74	0,21	4,77	1,01
		V2	4,27	0,25	4,07	0,95
		V3	4,33	0,35	2,86	0,66
	2006/07	V1	5,55	0,22	4,51	0,81
		V2	5,21	0,26	3,88	0,74
		V3	5,31	0,39	2,59	0,49
	2008/09	V1	7,58	0,14	6,92	0,91
		V2	6,91	0,24	4,18	0,60
		V3	7,11	0,36	2,77	0,39

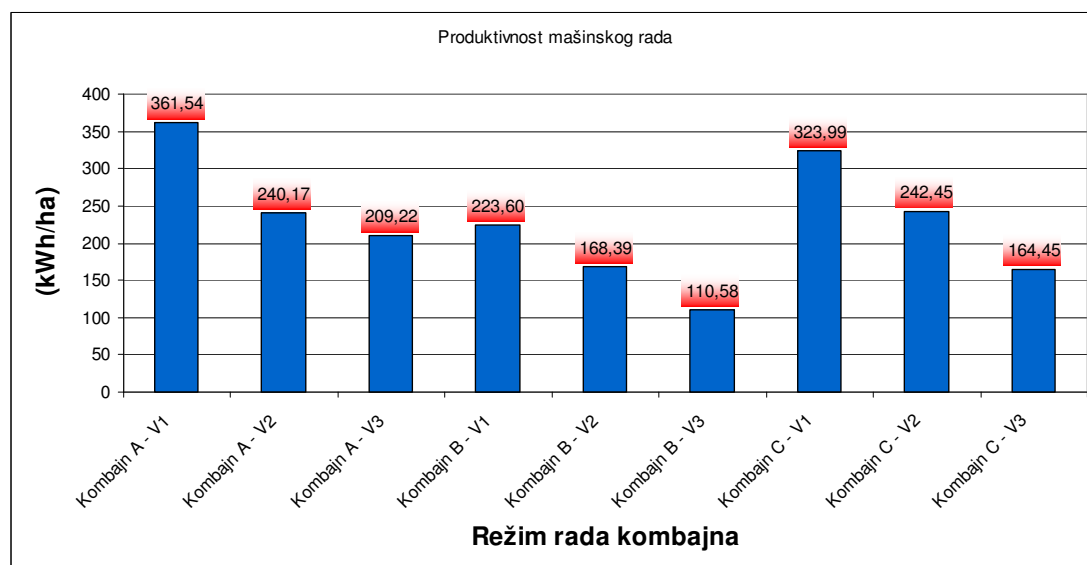


Slika 31. Utrošak ljudskog rada po jedinici površine.

10.1.6 Produktivnost mašinskog rada

Produktivnost mašinskog rada u proizvodnji kamilice (Tabela 34) je često korišćeni parametar za usporedbu različitih proizvođača i tehnoloških postupaka proizvodnje.

Pri analizi utroška mašinskog rada pri ubiranju kamilice različitim tipovima kombajna (Slika 32) mora se napomenuti da su rezultati dosta različiti, na šta, pre svega, utiče nominalna snaga pogonskog motora, kao i ostvareni površinski učinak kombajna.



Slika 32. Utrošak mašinskog rada po jedinici površine.

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla L.*)

Tabela 34. Produktivnost mašinskog rada.

Tip kombajna	Godina	Režim rada	Nominalna snaga motora P_e (kW)	Masa ubranog prinosa (t/ha)	Proizvodni učinak	Produktivnost mašinskog rada	
						Wpr (ha/h)	Mha (kWh/ha)
Kombajn A	2005/06	V1	77	3,38	0,20	381,46	113,03
		V2		3,01	0,31	246,83	82,14
		V3		3,01	0,34	224,79	74,81
	2006/07	V1		4,08	0,24	315,42	77,40
		V2		3,87	0,32	238,09	61,52
		V3		4,12	0,38	200,56	48,68
	2008/09	V1		6,12	0,20	387,73	63,41
		V2		5,96	0,33	235,58	39,56
		V3		5,40	0,38	202,29	37,50
Kombajn B	2005/06	V1	42	4,95	0,20	212,73	44,99
		V2		4,41	0,26	163,73	38,91
		V3		4,58	0,39	108,58	24,86
	2006/07	V1		5,63	0,19	217,88	40,57
		V2		5,16	0,25	168,05	34,12
		V3		5,17	0,39	108,19	21,94
	2008/09	V1		7,75	0,17	240,18	32,48
		V2		7,16	0,24	173,39	25,38
		V3		6,50	0,37	114,98	18,54
Kombajn C	2005/06	V1	60	4,74	0,21	286,17	60,41
		V2		4,27	0,25	244,00	57,12
		V3		4,33	0,35	171,70	39,62
	2006/07	V1		5,55	0,22	270,37	48,71
		V2		5,21	0,26	232,74	44,67
		V3		5,31	0,39	155,16	29,22
	2008/09	V1		7,58	0,14	415,43	54,80
		V2		6,91	0,24	250,61	36,24
		V3		7,11	0,36	166,47	23,42

10.1.7 Potrošnja energije

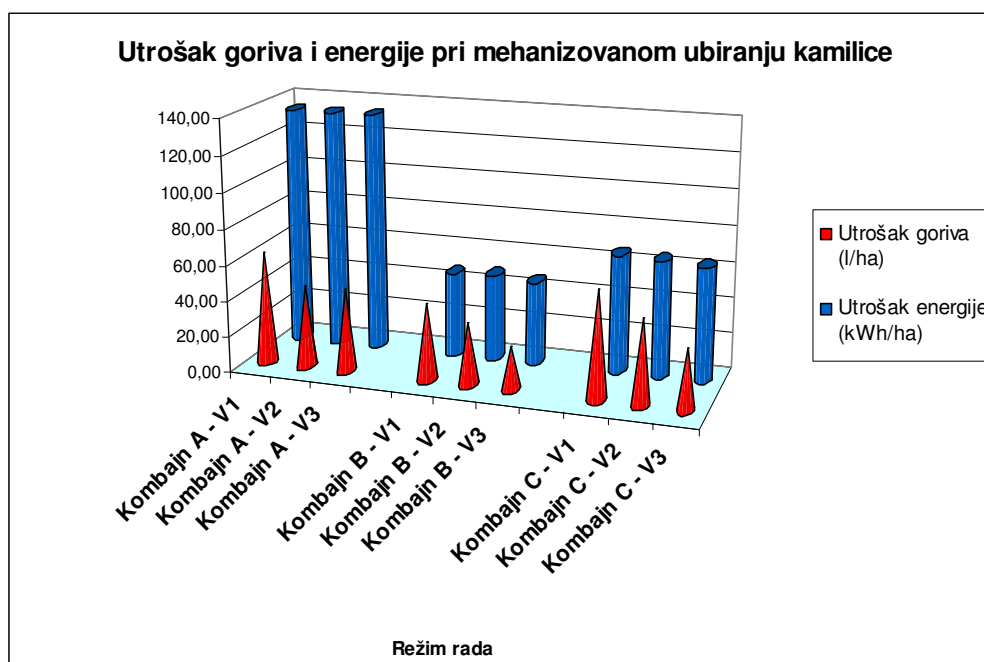
Utrošak energije potrebne za odvijanje procesa mehanizovanog ubiranja kamilice pre svega zavisi od tipa pogonskog motora, ali i od drugih eksploatacionih pokazatelja. Pored utroška goriva kao reprezentiva enegetskih inputa (Tabela 35), praćena je i potrošnja snage na priključnom vratilu traktora (kod kombajna koji su pogonjeni od strane traktora), kao i ukupna potrošnja energije potrebna za ubiranje kamilice (Tabela 36, 37 i 38).

Tabela 35. Potrošnja goriva kombajna pri ubiranju kamilice.

Kombajn	Režim rada	Potrošnja goriva	
		(l/h)	(l/ha)
Kombajn A	V1	22,7	62,8
	V2	24,7	45,8
	V3	28,6	46,1
Kombajn B	V1	11,9	43,1
	V2	12,7	34,69
	V3	13,3	23,9
Kombajn C	V1	16,5	59,5
	V2	16,7	46,7
	V3	17,7	33,6

Na utrošak goriva, pored tipa pogonskog motora, značajnog uticaja ima i vreme praznog hoda kombajna. Utrošak goriva po jedinici površine ubrane kamilice je veoma različit, što je posledica primene različitih kategorija kombajna i različitih uslova rada. Utrošeno gorivo po jedinici površine se može eventualno smanjiti povećanjem brzine kretanja.

Odnos utrošene energije i utrošenog goriva kod sva tri režima rada kombajna A, u odnosu na kombajne B i C je veoma izražen (Slika 33). Ovo se može obrazložiti daleko većom angažovanom snagom kombajna A u odnosu na kombajne B i C, na šta pre svega utiče velika efektivna snaga pogonskog motora kombajna A



Slika 33. Utrošak goriva i energije u zavisnosti od tipa i režima rada kombajna.

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

Tabela 36. Potrošnja energije u procesu ubiranja kamilice kombajnom A.

Tip kombajna	Režim rada	Brzina rada	Eksploataciona snaga kombajna	Utrošak goriva			Površinski učinak	Utrošak energije			Koef. iskorišćenja goriva
		m/s		Q(ha) (l/ha)	Q(t) (l/t)	Q(h) (l/h)		Wr (ha/h)	Eha (kWh/ha)	Eg (MJ/ha)	
Kombajn - A	V1	0,29	28,71	62,80	14,01	22,70	0,21	133,62	2.189,36	481,05	21,97
	V2	0,43	42,87	45,78	10,65	24,70	0,32	133,65	1.595,82	481,14	30,15
	V3	0,50	49,34	46,07	10,93	28,60	0,37	133,70	1.605,99	481,33	29,97

Tabela 37. Potrošnja energije u procesu ubiranja kamilice kombajnom B.

Tip kombajna	Režim rada	Brzina rada	Eksploataciona snaga kombajna	Utrošak goriva			Površinski učinak	Utrošak energije			Koef. iskorišćenja goriva
		m/s		Q(ha) (l/ha)	Q(t) (l/t)	Q(h) (l/h)		Wr (ha/h)	Eha (kWh/ha)	Eg (MJ/ha)	
Kombajn - B	V1	0,40	9,00	43,07	7,12	11,90	0,19	47,77	1.501,50	171,97	11,45
	V2	0,52	12,20	34,69	6,25	12,70	0,25	48,88	1.209,44	175,96	14,55
	V3	0,80	17,80	23,86	4,42	13,30	0,38	46,82	831,61	168,55	20,27

Tabela 38. Potrošnja energije u procesu ubiranja kamilice kombajnom C

Tip kombajna	Režim rada	Brzina rada	Eksploataciona snaga kombajna	Utrošak goriva			Površinski učinak	Utrošak energije			Koef. iskorišćenja goriva
		m/s		Q(ha) (l/ha)	Q(t) (l/t)	Q(h) (l/h)		Wr (ha/h)	Eha (kWh/ha)	Eg (MJ/ha)	
Kombajn - C	V1	0,41	12,79	59,48	10,32	16,50	0,19	66,59	2.073,35	239,74	11,56
	V2	0,53	16,21	46,66	8,56	16,70	0,25	65,46	1.626,61	235,66	14,49
	V3	0,78	23,45	33,51	5,99	17,70	0,37	64,16	1.168,32	230,96	19,77

10.2 Kvalitet rada kombajna

Kvalitet rada kombajna za ubiranje kamilice može biti predstavljen velikim brojem parametara: ostvareni gubici, kvalitet ubrane kamilice, učešće korova u ubranoj masi, procenat oštećenja izazvan radom beračkog uređaja, adaptibilnost različitim agroekološkim uslovima i dr. Kvalitet rada kombajna za ubiranje kamilice u ovoj disertaciji je definisan i istraživani sa dva najuticajnije parametra: ostvareni gubici i kvalitet ubrane kamilice.

10.2.1 Gubici

Za razliku od ubiranja drugih kultura, pri ubiranju kamilice kombajnom ostvaruju se daleko veći gubici. Razlog većih gubitaka je specifičnost proizvodnje kamilice, koja se ogleda u nekoncentrisanom području gde se nalaze cvasti, u različitim veličinama i silama otkidanja pojedinih cvasti, kao i u nesavršenosti beračkog uređaja.

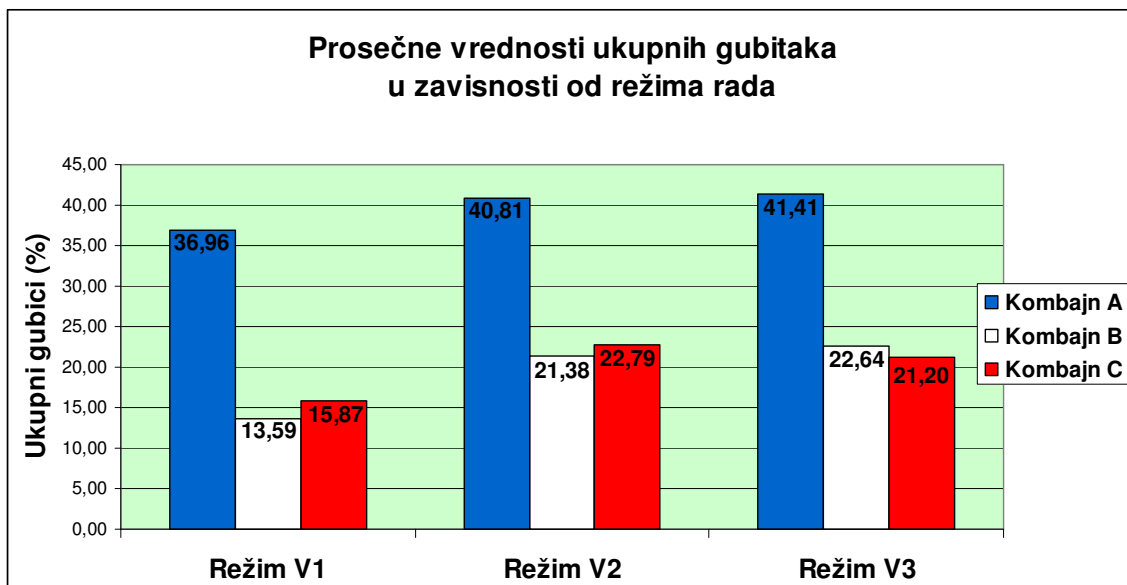
Gubici pri ubiranju kamilice su neizbežni. Težnja je gubitke svesti na najmanju moguću meru. Mehanizovano ubiranje kamilice nije široko dostupna i razvijena agrotehnička operacija kod koje postoje propisani dozvoljeni gubici. U praksi se sreću različiti stavovi o dozvoljenim gubicima pri ubiranju kamilice, ali najzastupljeniji je da se gubici tolerišu do 20% od biološkog prinosa kamilice.

Tokom istraživanja praćene su i merene dve vrste gubitaka koje se pojavljuju prilikom procesa ubiranja: količina cvasti koja je ostala na biljci NEUBRANO i količina cvasti koja je ubrana sa biljke, ali je ostala na parceli nesakupljena RASUTO. Treća kategorija gubitaka su ukupni gubici, koji predstavljaju zbir prethodne dve vrste gubitaka.

Sve tri vrste gubitaka su posebno analizirane (Tabele 39, 40 i 41), kako bi se omogućilo razmatranje mehanizovanog procesa ubiranja kamilice sa više aspekata. Naime, ponekad će biti od interesa samo da prinos kamilice bude što veći, tj. gubici što manji, ne ulazeći pri tom u način na koji su gubici ostvareni. Sa druge strane, kod poređenja, analize i projektovanja različitih konstrukcija mašina za ubiranje kamilice od važnosti je i informacija o tome šta izaziva pojavu gubitaka.

Iz ostvarenih rezultata sva tri ispitivana kombajna se može primetiti da se neretko na terenu ostvaruju daleko veći gubici od dozvoljenih. Posmatrajući ukupne gubitke kombajna A koji se kreću u rasponu od 31,1% do 50,6%, dolazi se do zaključka da berački uređaj kombajna A nije usklađen sa biološkim i tehnološkim zahtevima koji se pred njega postavljaju. U slučaju kombajna B i C, ukupni gubici se najčešće kreću u "dozvoljenim" granicama, i to bliže vrednosti od 20% ukupnih gubitaka.

Na Slici 34 prikazane su prosečne vrednosti ukupnih gubitaka za različite režime rada, grupisani po kombajnim. Primetna je velika razlika u prosečnim vrednostima između kombajna A i druga dva kombajna, bez obzira na režim rada. Takođe, kod kombajna A i B primećeno je da porast brzine rada dovodi do povećanja ukupnih gubitaka, dok su kod kombajna C najveći gubici nastali pri režimu V2.



Slika 34. Prosečne vrednosti ukupnih gubitaka kombajna u zavisnosti od režima rada.

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

Tabela 39. Gubici kombajna A ostvareni pri ubiranju kamilice.

Godina	Režim rada	Biološki prinos (kg/ha)		Tehnološki prinos (kg/ha)		Žetveni indeks K (%)	Gubici - UKUPNO			Gubici - NEUBRANO			Gubici - RASUTO		
		sirovo	suvo (12% vlage)	sirovo	suvo (12% vlage)		(%)	sirovo (kg/ha)	suvo (kg/ha)	(%)	sirovo (kg/ha)	suvo (kg/ha)	(%)	sirovo (kg/ha)	suvo (kg/ha)
2005/06	V1	5.520	890	3.375	544	61,1	38,9	2.146	346	6,4	352	57	32,5	1.794	289
	V2			3.005	485	54,5	45,5	2.512	405	8,8	484	78	36,7	2.028	327
	V3			3.005	485	54,5	45,5	2.512	405	9,0	498	80	36,5	2.013	325
2006/07	V1	6.370	1.010	4.075	647	64,1	35,9	2.289	363	5,9	375	59	30,1	1.914	304
	V2			3.870	614	60,8	39,2	2.498	396	7,3	462	73	31,9	2.035	323
	V3			4.120	655	64,9	35,1	2.239	355	7,3	464	74	27,9	1.775	281
2008/09	V1	9.510	1.620	6.115	1.036	64,0	36,0	3.428	584	7,3	693	118	28,8	2.735	466
	V2			5.955	1.009	62,3	37,7	3.587	611	8,6	813	139	29,2	2.774	472
	V3			5.395	914	56,4	43,6	4.144	706	10,6	1.008	172	33,0	3.136	534

Tabela 40. Gubici kombajna B ostvareni pri ubiranju kamilice.

Godina	Režim rada	Biološki prinos (kg/ha)		Tehnološki prinos (kg/ha)		Žetveni indeks K (%)	Gubici - UKUPNO			Gubici - NEUBRANO			Gubici - RASUTO		
		sirovo	suvo (12% vlage)	sirovo	suvo (12% vlage)		(%)	sirovo (kg/ha)	suvo (kg/ha)	(%)	sirovo (kg/ha)	suvo (kg/ha)	(%)	sirovo (kg/ha)	suvo (kg/ha)
2005/06	V1	5.520	890	4.954	799	89,8	10,2	564	91	6,1	338	54	4,1	227	37
	V2			4.408	711	79,9	20,1	1.110	179	12,8	709	114	7,3	401	65
	V3			4.576	738	82,9	17,1	943	152	10,7	588	95	6,4	354	57
2006/07	V1	6.370	1.010	5.626	893	88,4	11,6	738	117	4,6	290	46	7,0	448	71
	V2			5.160	819	81,1	18,9	1.205	191	8,7	553	88	10,2	652	103
	V3			5.166	820	81,2	18,8	1.198	190	9,2	588	93	9,6	610	97
2008/09	V1	9.510	1.620	7.747	1.313	81,0	19,0	1.802	307	8,5	812	138	10,4	990	169
	V2			7.157	1.213	74,9	25,1	2.389	407	15,2	1.448	247	9,9	941	160
	V3			6.496	1.101	68,0	32,0	3.047	519	12,3	1.168	199	19,8	1.879	320

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

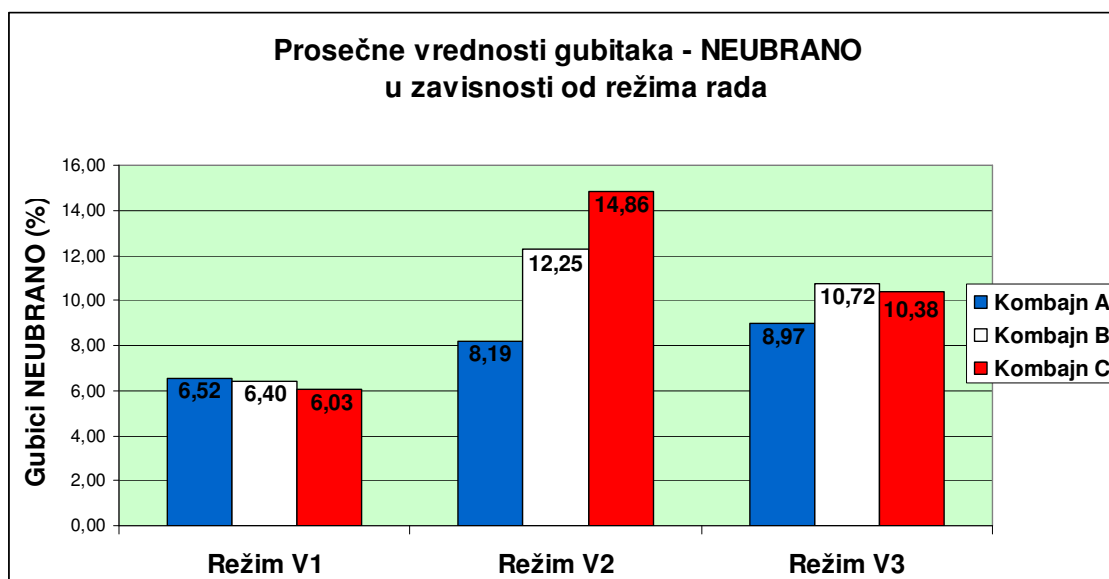
Tabela 41. Gubici kombajna C ostvareni pri ubiranju kamilice.

Godina	Režim rada	Biološki prinos (kg/ha)		Tehnološki prinos (kg/ha)		Žetveni indeks K (%)	Gubici - UKUPNO			Gubici - NEUBRANO			Gubici - RASUTO		
		sirovo	suvo (12% vlage)	sirovo	suvo (12% vlage)		(%)	sirovo (kg/ha)	suvo (kg/ha)	(%)	sirovo (kg/ha)	suvo (kg/ha)	(%)	sirovo (kg/ha)	suvo (kg/ha)
2005/06	V1	5.520	890	4.737	764	85,8	14,2	781	126	5,8	319	51	8,4	462	75
	V2			4.272	689	77,4	22,6	1.247	201	13,1	720	116	9,5	526	85
	V3			4.334	699	78,5	21,5	1.185	191	11,6	640	103	9,9	545	88
2006/07	V1	6.370	1.010	5.550	881	87,2	12,8	814	129	4,5	288	46	8,3	526	83
	V2			5.210	827	81,9	18,1	1.154	183	10,3	654	104	7,8	500	79
	V3			5.311	843	83,5	16,5	1.053	167	9,2	587	93	7,3	467	74
2008/09	V1	9.510	1.620	7.582	1.285	79,3	20,7	1.967	335	7,8	741	126	12,9	1.226	209
	V2			6.915	1.172	72,3	27,7	2.630	448	21,3	2.023	345	6,4	607	103
	V3			7.110	1.205	74,4	25,6	2.436	415	10,3	982	167	15,3	1.454	248

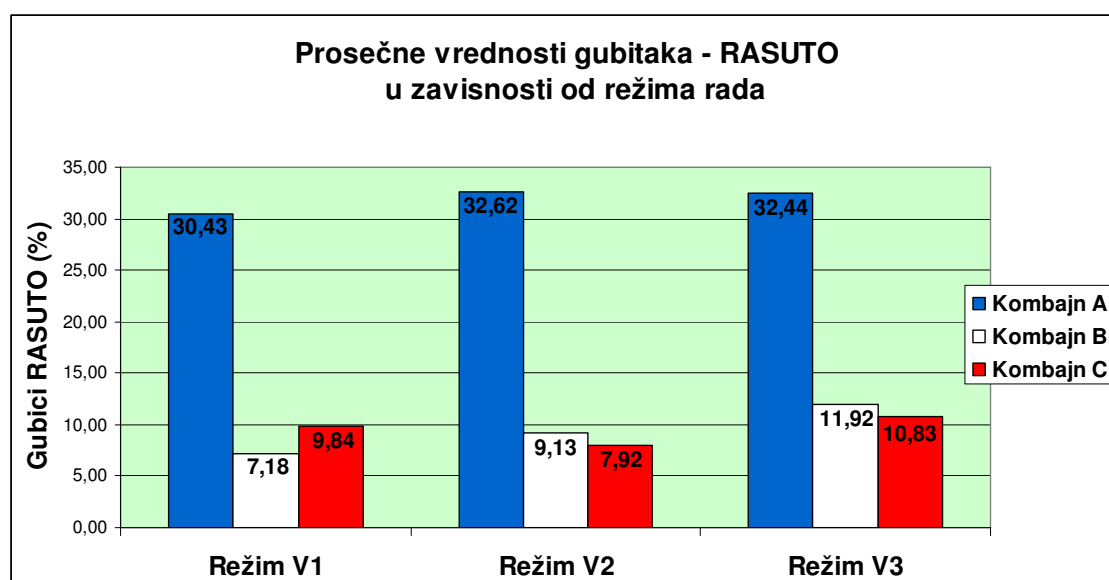
Tabela 42. Statistički pokazatelji izmerenih gubitaka kombajna, (%).

Kombajn	Vrsta gubitaka	Broj uzoraka	min	max	Prosečna vrednost	Standardna devijacija	Asimetrija		Spljoštenost	
							Vrednost	Standardna greška	Vrednost	Standardna greška
A	Ukupni gubici	27	31,1	50,6	39,772	5,188	0,055	0,448	-0,689	0,872
	Gubici NEUBRANO	27	0,5	13,4	7,921	2,705	-0,261	0,448	1,557	0,872
	Gubici RASUTO	27	24,6	37,4	31,854	3,552	-0,910	0,448	-0,671	0,872
B	Ukupni gubici	27	6,6	36,6	19,212	6,883	0,529	0,448	0,374	0,872
	Gubici NEUBRANO	27	2,8	19,7	9,794	3,999	0,660	0,448	0,431	0,872
	Gubici RASUTO	27	1,3	22,4	9,417	4,632	1,178	0,448	1,824	0,872
C	Ukupni gubici	27	11,5	37,8	19,980	6,047	1,143	0,448	1,627	0,872
	Gubici NEUBRANO	27	3,9	29,4	10,440	5,485	1,940	0,448	5,039	0,872
	Gubici RASUTO	27	4,6	18,5	9,543	3,359	1,351	0,448	1,705	0,872

Ukoliko se pogledaju grafovi prikazani na Slici 35 i 36, koji prikazuju prosečne vrednosti gubitaka NEUBRANO i gubitaka RASUTO pri različitim režimima rada, može se zaključiti da velika razlika između gubitaka kombajna A i druga dva kombajna zapravo dolazi od razlike u gubicima RASUTO. Naime, prosečna vrednost gubitaka RASUTO je za kombajn A iznosila 31,9% dok je za kombajne B i C ove vrednost iznosila 9,4% i 9,5%, respektivno.



Slika 35. Prosečne vrednosti gubitaka NEUBRANO u zavisnosti od režima rada.

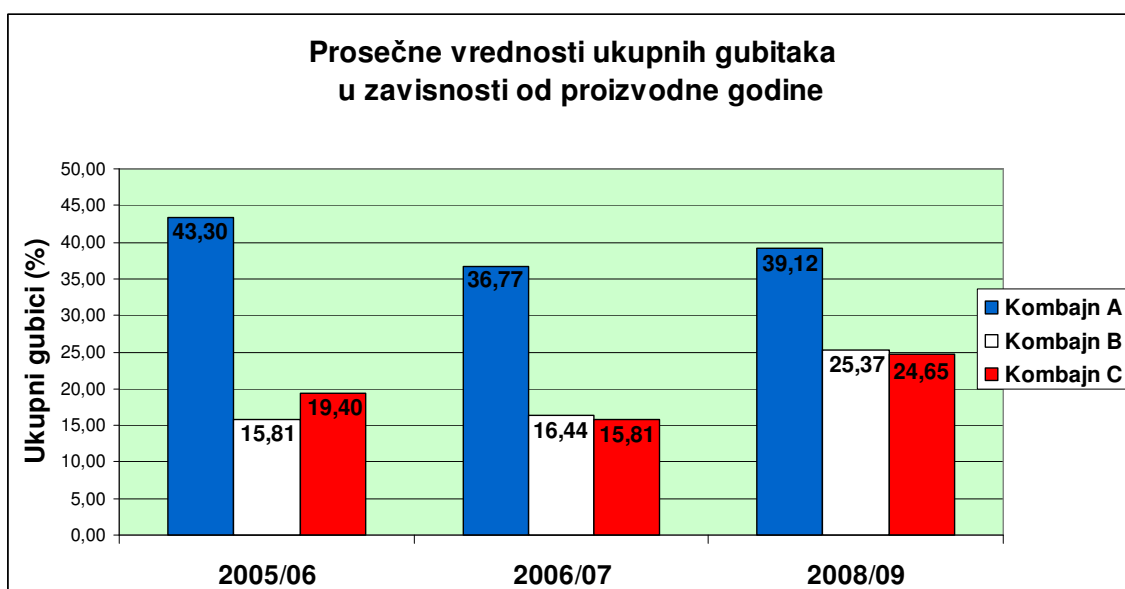


Slika 36. Prosečne vrednosti gubitaka RASUTO u zavisnosti od režima rada.

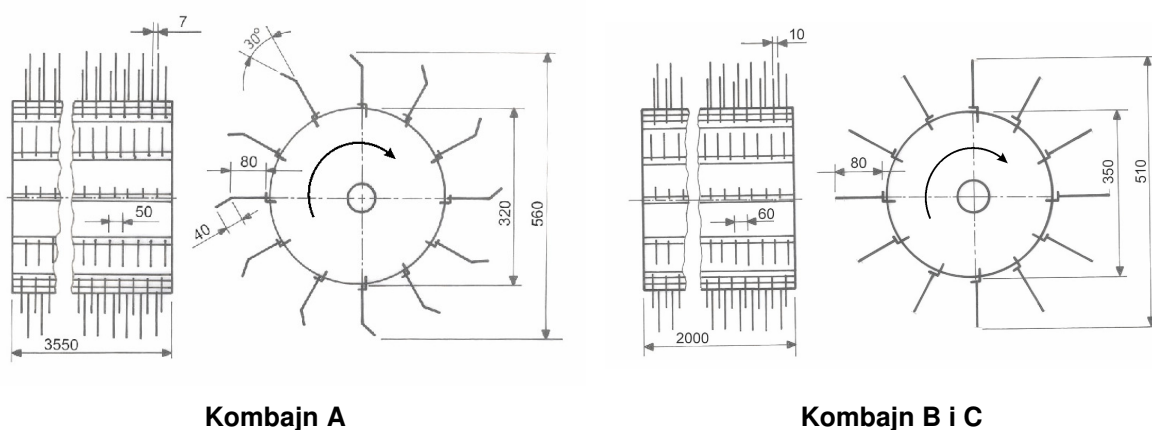
Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

Na Slici 37 su prikazane prosečne vrednosti ukupnih gubitaka sva tri kombajna izmerenih tokom svake od godina istraživanja. Uočava se da su kombajn A, sa jedne, i kombajni B i C, sa druge strane, postizali različite rezultate. Kombajn A je svake godine ostvarivao najveće gubitke u odnosu na druga dva kombajna, dok je maksimalne gubitke (43,3%) ostvario proizvodne 2005/06 godine. Kombajni B i C su ostvarivali približno slične ukupne gubitke u pojedinim proizvodnim godinama, bez jasnog diferenciranja koji je efikasniji.

Razlog sličnim rezultatima ostvarenih ukupnih gubitaka kombajna B i C se može objasniti identičnom konstrukcijom beračkog uređaja, u odnosu na konstrukciju beračkog uređaja kombajna A (Slika 38).



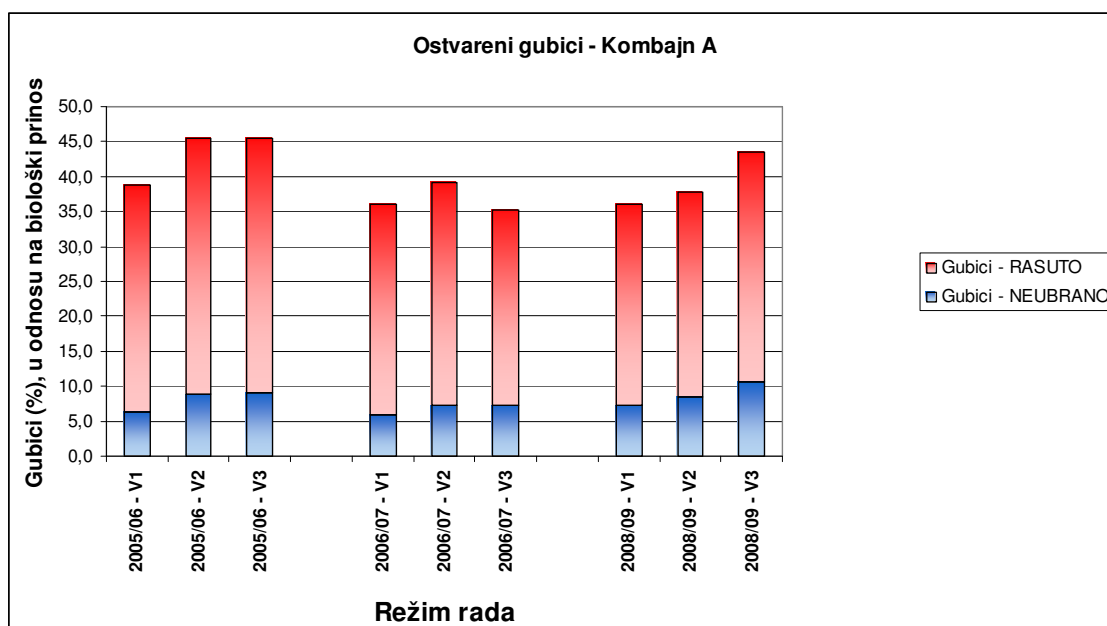
Slika 37. Prosečne vrednosti ukupnih gubitaka po proizvodnim godinama



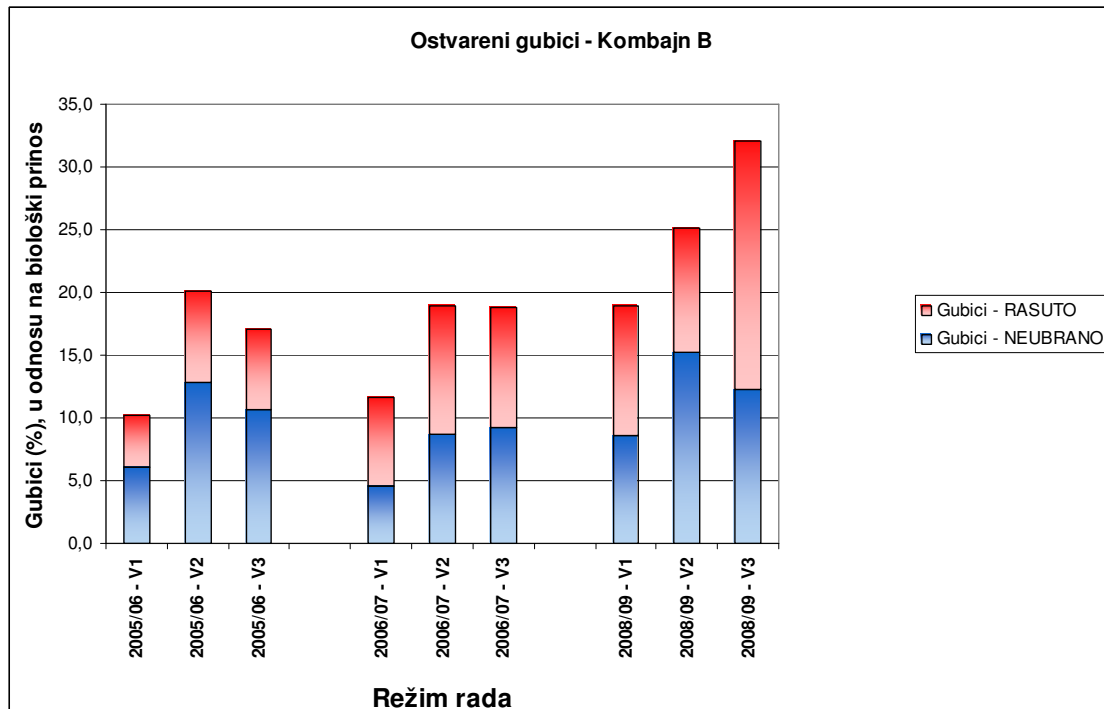
Slika 38. Berački uređaj kombajna A i kombajna B i C.

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

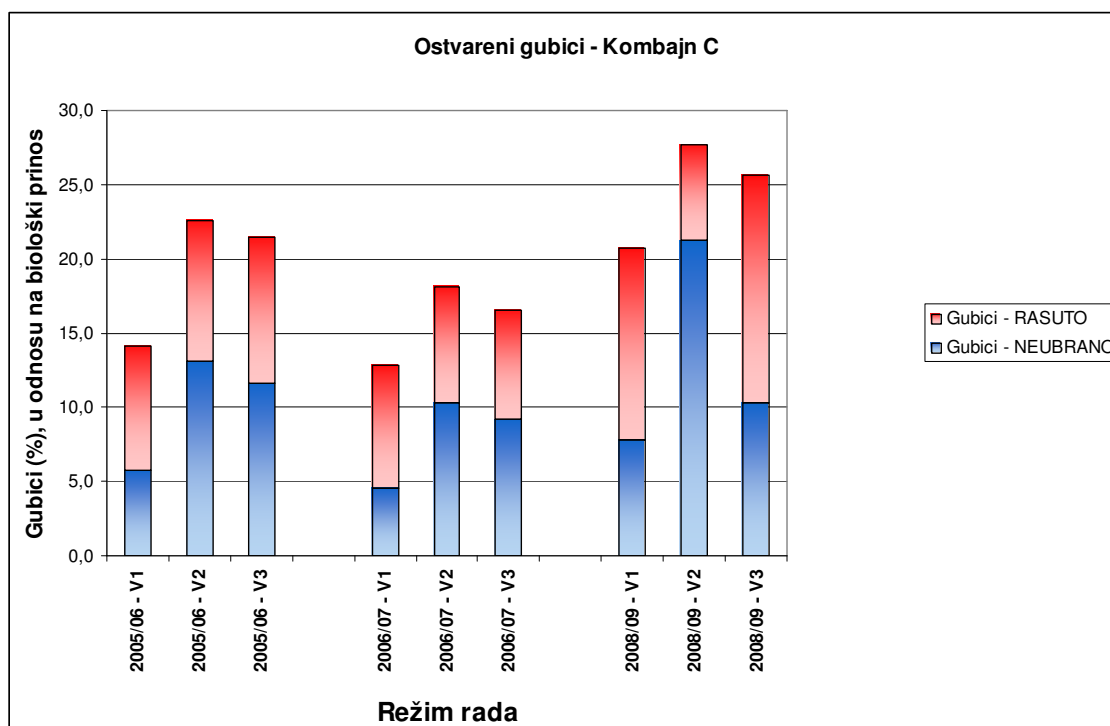
Kako bi bliže definisali karakter i uzroke ostvarenih gubitaka potrebno je posmatrati svaki kombajn i svaki ispitivani režim zasebno (Slike 39, 40 i 41).



Slika 39. Ostvareni gubici kombajna A pri različitim godinama i režimima rada.



Slika 40. Ostvareni gubici kombajna B pri različitim godinama i režimima rada.



Slika 41. Ostvareni gubici kombajna C pri različitim godinama i režimima rada.

Iz ostvarenih gubitaka tokom eksploatacije različitih tipova kombajna pri različitim režimima rada, može se zaključiti da, nezavisno od vrste ostvarenih gubitaka, postoji trend povećanja gubitaka pri većim brzinama rada kombajna. Ova tvrdnja ima i svojih izuzetaka, ali se u najvećem broju slučajeva može uočiti takav trend.

Opisna statistika izmerenih gubitaka (Tabela 42) pokazuje da je najmanje ukupne gubitke od 6,6% imao kombajn B tokom 2005/06. godine, u režimu V1, dok je najveće napravio kombajn A tokom 2005/06. godine od 50,6% pri režimu V2.

Da bi se ispitala razlika između grupa podataka dobijenih različitim režimima rada i različitim kombajnima, vrednosti izmerenih gubitaka su prvo testirane metodom Kolmogorov-Smirnov, kako bi se procenila normalnost raspodele. Rezultati ovog testa pokazali su da postoji normalna raspodela vrednosti sve tri vrste gubitaka, pa je primenjena analiza varijanse promenljivih "Ukupni gubici", "Gubici NEUBRANO" i "Gubici RASUTO".

Analiza varijanse za sve tri vrste gubitaka ostvarenih kombajnom A nije pokazala statistički značajnu razliku na nivou $p < 0,05$. Vrednosti dobijene metodom analize varijanse za kombajn A prikazane su u Tabeli 43.

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla L.*)

Tabela 43. ANOVA za ostvarene gubitke kombajna A.

Grupe podataka	Analiza vršena	Suma kvadrata	df	Prosek kvadrata	F	Sig.
Ukupni gubici	Između grupa	104,038	2	52,019	2,096	0,145
	U okviru grupa	595,732	24	24,822		
	Ukupno	699,770	26			
Gubici NEUBRANO	Između grupa	28,047	2	14,023	2,075	0,147
	U okviru grupa	162,183	24	6,758		
	Ukupno	190,229	26			
Gubici RASUTO	između grupa	25,694	2	12,847	1,020	0,376
	U okviru grupa	302,395	24	12,600		
	Ukupno	328,090	26			

Analiza varijanse gubitaka dobijenih kombajnom B potvrdila je postojanje statistički značajne razlike između podataka dobijenih različitim režimima rada na nivou značajnosti $p < 0,05$ za ukupne gubitke ($F(2,24)=6,58$, $p=0,005$) i za gubitke NEUBRANO ($F(2,24) = 7,9$, $p = 0,002$), dok kod gubitaka iza kategorije RASUTO nije bilo statistički značajne razlike ($F(2,42)=2,73$, $p=0,09$). Rezultati ove analize prikazani su u Tabeli 44.

Tabela 44. ANOVA za ostvarene gubitke kombajna B.

Grupe podataka	Analiza vršena	Suma kvadrata	df	Prosek kvadrata	F	Sig.
Ukupni gubici	Između grupa	436,020	2	218,010	6,576	0,005
	U okviru grupa	795,608	24	33,150		
	Ukupno	1231,628	26			
Gubici NEUBRANO	Između grupa	165,167	2	82,583	7,904	0,002
	U okviru grupa	250,768	24	10,449		
	Ukupno	415,934	26			
Gubici RASUTO	Između grupa	103,287	2	51,643	2,727	0,086
	U okviru grupa	454,446	24	18,935		
	Ukupno	557,733	26			

Kako bismo dodatno utvrdili između kojih režima rada kombajna postoje razlike u gubicima, urađena su naknadna poređenja pomoću Tukey HSD testa. Grupisanje određenih režima rada kombajna B u skupove prikazano je u Tabelama 45, 46 i 47.

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

Tabela 45. Srednje vrednosti ukupnih gubitaka kombajna B grupisane u skupove pomoću Tukey HSD testa, na nivou 0,05.

Režim	N	Nivo značajnosti (0,05)	
		1	2
V1	9	13,579	
V2	9		21,379
V3	9		22,679
Sig.		1,000	0,882

Tabela 46. Srednje vrednosti gubitaka NEUBRANO kombajna B grupisane u skupove pomoću Tukey HSD testa, na nivou 0,05.

Režim	N	Nivo značajnosti (0,05)	
		1	2
V1	9	6,406	
V2	9		10,739
V3	9		12,239
Sig.		1,000	0,594

Tabela 47. Srednje vrednosti gubitaka RASUTO kombajna B grupisane u skupove pomoću Tukey HSD testa, na nivou 0,05.

Režim	N	Nivo značajnosti (0,05)	
		1	
V1	9	7,172	
V2	9	9,139	
V3	9	11,939	
Sig.		0,072	

Rezultati prethodnih testova pokazuju postojanje razlike između režima V1 sa jedne i režima V2 i V3 sa druge strane, kod ukupnih gubitaka i gubitaka NEUBRANO ostvarenih kombajnom B, dok kod gubitaka RASUTO nema razlike između režima rada ovog kombajna.

Analiza varijanse gubitaka dobijenih kombajnom C potvrdila je postojanje statistički značajne razlike između podataka dobijenih različitim režimima rada na nivou značajnosti $p < 0,05$ za ukupne gubitke ($F(2,24)=3,94$, $p=0,03$) i za gubitke NEUBRANO ($F(2,24) = 9,9$, $p = 0,01$), dok kod gubitaka RASUTO nije bilo statistički značajne razlike ($F(2,42)=1,9$, $p=0,17$). Rezultati ove analize prikazani su u Tabeli 48.

Tabela 48. ANOVA za ostvarene gubitke kombajna C.

Grupe podataka	Analiza vršena	Suma kvadrata	df	Prosek kvadrata	F	Sig.
Ukupni gubici	Između grupa	234,861	2	117,431	3,937	0,033
	U okviru grupa	715,947	24	29,831		
	Ukupno	950,808	26			
Gubici NEUBRANO	Između grupa	353,840	2	176,920	9,911	0,001
	U okviru grupa	428,435	24	17,851		
	Ukupno	782,275	26			
Gubici RASUTO	Između grupa	40,213	2	20,107	1,907	0,170
	U okviru grupa	253,098	24	10,546		
	Ukupno	293,311	26			

Kako bismo dodatno utvrdili između kojih režima postoje razlike u gubicima, urađena su naknadna poređenja pomoću Tukey HSD testa. Grupisanje određenih režima rada kombajna C u skupove prikazano je u Tabelama 49, 50 i 51.

Tabela 49. Srednje vrednosti ukupnih gubitaka kombajna C grupisane u skupove pomoću Tukey HSD testa, na nivou 0,05.

Režim	N	Nivo značajnosti (0,05)	
		1	2
V1	9	15,912	
V2	9	21,213	21,213
V3	9		22,813
Sig.		0,120	0,810

Tabela 50. Srednje vrednosti gubitaka NEUBRANO kombajna C grupisane u skupove pomoću Tukey HSD testa, na nivou 0,05.

Režim	N	Nivo značajnosti (0,05)	
		1	2
V1	9	6,040	
V2	9	10,373	10,373
V3	9		14,907
Sig.		0,096	0,079

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

Tabela 51. Srednje vrednosti gubitaka RASUTO kombajna C grupisane u skupove pomoću Tukey HSD testa, na nivou 0,05.

Režim	N	Nivo značajnosti (0,05)
		1
V1	9	7,910
V2	9	9,876
V3	9	10,843
Sig.		0,156

Rezultati prethodnih testova pokazuju postojanje razlike između režima V1 sa jedne i režima V2 i V3 sa druge strane, kod ukupnih gubitaka i gubitaka NEUBRANO kombajna C, dok kod gubitaka RASUTO nema razlike između režima rada ovog kombajna.

10.2.2 Kvalitet ubrane kamilice

U ovoj doktorskoj disertaciji akcenat je stavljen i na kvalitet ubrane kamilice. Kvalitet ubrane kamilice je bitan sa aspekta prodaje sušene cvasti kamilice, jer se dobrim kvalitetom ubrane kamilice omogućuje postizanje veće cene na tržištu, smanjenje troškova potrebnih za angažovanje radnika i mašina za doradu i dr.

Tokom sve tri proizvodne godine istraživanja praćeni su i mereni parametri kojima se opisuje kvalitet ubrane kamilice. Ubrana kamilica je razvrstana u 4 kategorije, prema važećem standardu (Standard SRB.E.B3.015:1963). Uzorci ostvarenog kvaliteta su uzeti i klasifikovani za svaki kombajn, režim rada i godinu istraživanja (Tabela 52, 53 i 54).

Opisni statistički parametri kvalitativnih kategorija dobijenih pojedinim kombajnama prikazani su u Tabeli 55.

Podaci statističke obrade navedeni u Tabeli 54 pokazuju da je kombajn A postigao najveće vrednosti I kategorije (maksimum 71,7%, dok je prosečna vrednost u svim ubiranjima ovog kombajna u I kategoriji bila 51,1%), dok je istovremeno imao najmanje vrednosti II kategorije. Sa druge strane, kombajn C je imao najvišu prosečnu vrednost II kategorije, a najmanju I kategorije.

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

Tabela 52. Ostvareni kvalitet ubrane kamilice kombajnom A.

Godina	Režim rada	Tehnološki prinos (kg/ha)		I Kat.			II Kat.			III Kat.			IV Kat.		
		sirovo	suvo (12% vlage)	(%)	sirovo (kg/ha)	suvo (kg/ha)	(%)	sirovo (kg/ha)	suvo (kg/ha)	(%)	sirovo (kg/ha)	suvo (kg/ha)	(%)	sirovo (kg/ha)	suvo (kg/ha)
2005/06	V1	3.375	544	67,1	2.257	364	25,0	843	136	5,7	200	32	2,2	75	12
	V2	3.005	485	58,4	1.760	284	27,5	825	133	12,2	365	59	1,9	55	9
	V3	3.005	485	56,2	1.700	274	30,7	935	151	11,3	315	51	1,8	55	9
2006/07	V1	4.075	647	50,8	2.090	332	22,6	900	143	23,8	970	154	2,7	115	18
	V2	3.870	614	42,9	1.665	264	25,6	995	158	27,4	1.060	168	3,9	150	24
	V3	4.120	655	43,4	1.795	285	28,3	1.170	186	24,9	1.025	163	3,2	130	21
2008/09	V1	6.115	1.036	46,4	2.845	482	31,6	1.935	328	16,5	1.010	171	5,3	325	55
	V2	5.955	1.009	51,6	3.080	522	32,4	1.935	328	11,3	680	115	4,3	260	44
	V3	5.395	914	42,9	2.320	393	37,7	2.035	345	16,5	890	151	2,8	150	25

Tabela 53. Ostvareni kvalitet ubrane kamilice kombajnom B.

Godina	Režim rada	Tehnološki prinos (kg/ha)		I Kat.			II Kat.			III Kat.			IV Kat.		
		sirovo	suvo (12% vlage)	(%)	sirovo (kg/ha)	suvo (kg/ha)	(%)	sirovo (kg/ha)	suvo (kg/ha)	(%)	sirovo (kg/ha)	suvo (kg/ha)	(%)	sirovo (kg/ha)	suvo (kg/ha)
2005/06	V1	4.954	799	61,2	3.032	489	29,6	1.469	237	6,3	310	50	2,9	143	23
	V2	4.408	711	51,4	2.269	366	28,7	1.271	205	14,6	645	104	5,2	223	36
	V3	4.576	738	56,9	2.604	420	28,9	1.327	214	11,5	527	85	2,6	118	19
2006/07	V1	5.626	893	45,8	2.583	410	24,1	1.361	216	26,6	1.499	238	3,3	183	29
	V2	5.160	819	43,9	2.268	360	26,5	1.367	217	27,0	1.392	221	2,5	132	21
	V3	5.166	820	45,3	2.344	372	31,2	1.613	256	19,4	1.002	159	3,9	208	33
2008/09	V1	7.747	1.313	43,9	3.381	573	35,8	2.814	477	15,3	1.180	200	4,9	372	63
	V2	7.157	1.213	46,7	3.345	567	32,6	2.336	396	17,9	1.286	218	2,6	189	32
	V3	6.496	1.101	41,9	2.738	464	46,4	3.027	513	5,2	342	58	5,9	389	66

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

Tabela 54. Ostvareni kvalitet ubrane kamilice kombajnom C.

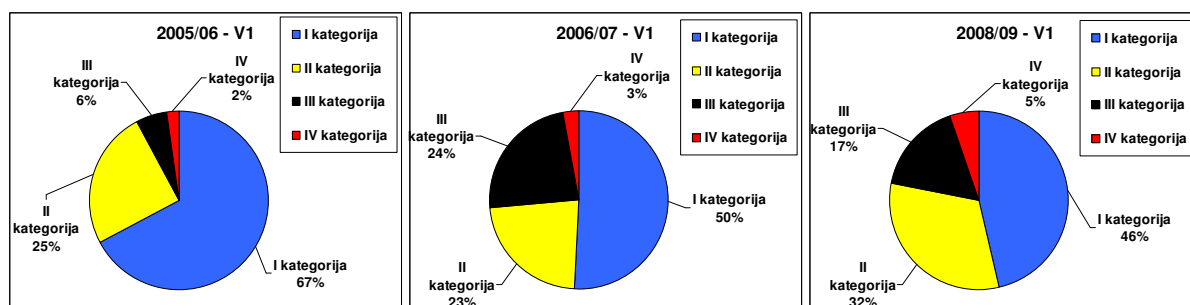
Godina	Režim rada	Tehnološki prinos (kg/ha)		I Kat.			II Kat.			III Kat.			IV Kat		
		sirovo	suvo (12% vlage)	(%)	sirovo (kg/ha)	suvo (kg/ha)	(%)	sirovo (kg/ha)	suvo (kg/ha)	(%)	sirovo (kg/ha)	suvo (kg/ha)	(%)	sirovo (kg/ha)	suvo (kg/ha)
2005/06	V1	4.737	764	48,8	2.313	373	37,2	1.767	285	10,6	502	81	3,31	155	25
	V2	4.272	689	43,2	1.848	298	40,0	1.711	276	12,1	521	84	4,39	192	31
	V3	4.334	699	48,7	2.114	341	33,6	1.457	235	13,8	601	97	3,69	161	26
2006/07	V1	5.550	881	39,8	2.211	351	24,9	1.386	220	31,1	1.733	275	4,06	221	35
	V2	5.210	827	34,6	1.802	286	29,4	1.537	244	31,9	1.657	263	4,09	214	34
	V3	5.311	843	39,9	2.123	337	22,3	1.191	189	33,7	1.789	284	3,93	208	33
2008/09	V1	7.582	1.285	34,9	2.661	451	43,7	3.322	563	11,2	856	145	9,78	743	126
	V2	6.915	1.172	37,9	2.626	445	44,0	3.050	517	10,9	755	128	6,90	484	82
	V3	7.110	1.205	40,2	2.867	486	42,9	3.062	519	6,6	472	80	9,92	708	120

Tabela 55. Statistički pokazatelji izmerenih kategorija kvaliteta ubrane kamilice, %.

Kombajn	Kategorija kvaliteta	Broj uzoraka	min	max	Prosečna vrednost	Standardna devijacija	Asimetrija		Spljoštenost	
							Vrednost	Standardna greška	Vrednost	Standardna greška
A	I kategorija	27	37,6	71,7	51,100	8,909	0,496	0,448	-0,219	0,872
	II kategorija	27	20,2	40,6	29,048	5,091	0,408	0,448	-0,365	0,872
	III kategorija	27	1,0	34,9	16,615	8,873	0,479	0,448	-0,342	0,872
	IV kategorija	27	0,3	5,9	3,087	1,656	0,081	0,448	-1,099	0,872
B	I kategorija	27	37,2	67,1	48,553	7,197	0,736	0,448	0,178	0,872
	II kategorija	27	20,1	48,7	31,197	6,221	1,083	0,448	1,523	0,872
	III kategorija	27	1,0	33,1	16,305	8,526	0,066	0,448	-0,434	0,872
	IV kategorija	27	0,8	8,9	3,785	2,030	0,703	0,448	0,058	0,872
C	I kategorija	27	30,1	56,4	40,897	6,211	0,548	0,448	0,197	0,872
	II kategorija	27	20,9	49,0	35,115	8,237	-0,187	0,448	-1,062	0,872
	III kategorija	27	1,9	40,2	18,213	11,651	0,387	0,448	-1,268	0,872
	IV kategorija	27	1,1	13,4	5,571	3,024	1,243	0,448	0,802	0,872

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

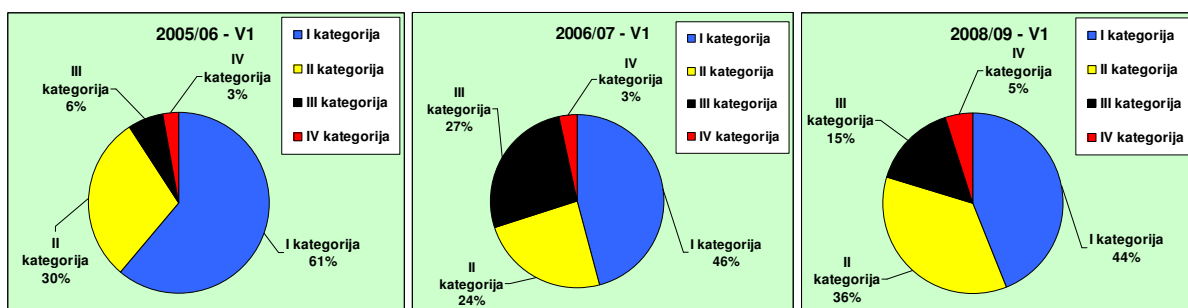
Rezultati kvaliteta ubiranja kombajna A, tokom pojedinih proizvodnih godina u režimu rada V1, mogu se sagledati u Slici 42.



Slika 42. Kvalitet ubiranja kombajna A u režimu V1,

Tokom 2005/06 godine kombajn A je u datim agroekološkim uslovima ostvario dobre rezultate ubiranja I i II kategorije kvaliteta, sa zastupljenošću I kategorije ne ispod 56%. Najizraženija potvrda tih rezultata je ostvarena u režimu V1, gde je III i IV kategorija kvaliteta bila zastupljena sa ukupno 8%. Tokom 2006/07 godine u radu kombajna A su primećene male promene pojedinih kategorija kvaliteta, gde je I kategorija ostvarena u opsegu od 43 do 50%, a II kategorija u opsegu od 23 do 28%. Primetan je i porast III i IV kategorije kvaliteta (ukupno od 27 do 31%) u sva tri režima rada. Tokom 2008/09 godine u radu kombajna A su primećene male promene pojedinih kategorija kvaliteta, gde je I kategorija ostvarena u opsegu od 42 do 52%, a II kategorija u opsegu od 32 do 38%. Najmanje III i IV kategorije kvaliteta je ostvareno u režimu V2 (ukupno 15%).

Rezultati kvaliteta ubiranja kombajna B, tokom pojedinih proizvodnih godina u režimu rada V1, mogu se sagledati u Slici 43.



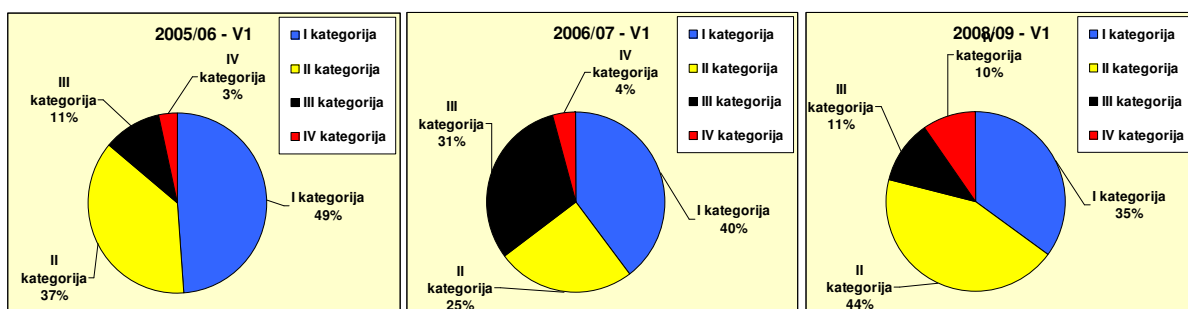
Slika 43. Kvalitet ubiranja kombajna B u režimu V1,

Kombajn B je tokom 2005/06 godine ostvario najbolje rezultate u režimu V1, gde je ostvareno 61% I kategorije kvaliteta, a ukupno 9% III i IV kategorije kvaliteta. Tokom 2006/07 godine kod kombajna B je primećen izražen skok III kategorije kvaliteta u sva tri režima rada, čime je smanjena ukupna ocena kvaliteta ubiranja. Tokom 2008/09 godine kombajn B je u datim agroekološkim uslovima ostvario dobre rezultate ubiranja I i II kategorije kvaliteta, sa isticanjem ostvarenog kvaliteta režimom

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

rada V3. U režimu V3 je ostvaren značajan udeo I i II kategorije kvaliteta (89%), ali je njihov odnos u nešto nepovoljnijem odnosu za proizvođača.

Rezultati kvaliteta ubiranja kombajna C, tokom pojedinih proizvodnih godina u režimu rada V1, mogu se sagledati u Slici 44.



Slika 44. Kvalitet ubiranja kombajna C u režimu V1,

Tokom 2005/06 godine u radu kombajna C su primećene male promene pojedinih kategorija kvaliteta, gde je I kategorija ostvarena u opsegu od 44 do 49%, a II kategorija u opsegu od 34 do 40%. Kombajn C je tokom 2006/07 godine ostvario dosta niske vrednosti II i visoke vrednosti III kategorije kvaliteta u sva tri režima rada, čime se svakako smanjuje ocena kvaliteta ubiranja ovim kombajnom. I kategorija se kretala u opsegu od 35 do 40%. Tokom 2008/09 godine kombajn C je u datim agroekološkim uslovima ostvario dobre rezultate ubiranja I i II kategorije kvaliteta (ukupno od 82 do 83%) u sva tri režima rada. Međutim, učešće I kategorije kvaliteta je u opadanju u odnosu na druge kombajne iste godine, sa zastupljenošću do 40%.

Iz prethodno prikazanih rezultata ostvarenih kategorija kvaliteta različitih kombajna tokom različitih proizvodnih godina može se ustanoviti sledeće:

- Kvalitet ubrane kamilice istim kombajnom zavisi od režima rada istog kombajna (brzine kretanja, broja obrtaja beračkog uređaja, visine rada beračkog uređaja).
- Kvalitet ubrane kamilice istim kombajnom je različit od godine do godine, što ukazuje na potrebu podešavanja eksploatacionih parametara rada kombajna spram datih agroekoloških uslova.
- Kombajn C ostvaruje prosečno najmanji procenat I kategorije kvaliteta, a istovremeno najveći II kategorije, u odnosu na kombajne A i B, tokom svih ispitivanih godina.
- Kombajn A ostvaruje prosečno najveći procenat I kategorije kvaliteta, a istovremeno najmanji II kategorije, u odnosu na kombajne B i C, tokom svih ispitivanih godina.

Iz napred navedenog i sa stanovišta proizvođača kamilice zaključuje se da se I i II kategorija ubrane kamilice smatraju poželjnim rezultatima ubiranja, u odnosu na ostale kategorije, i u daljim postupcima biće analizirane vrednosti zbira I i II kategorije

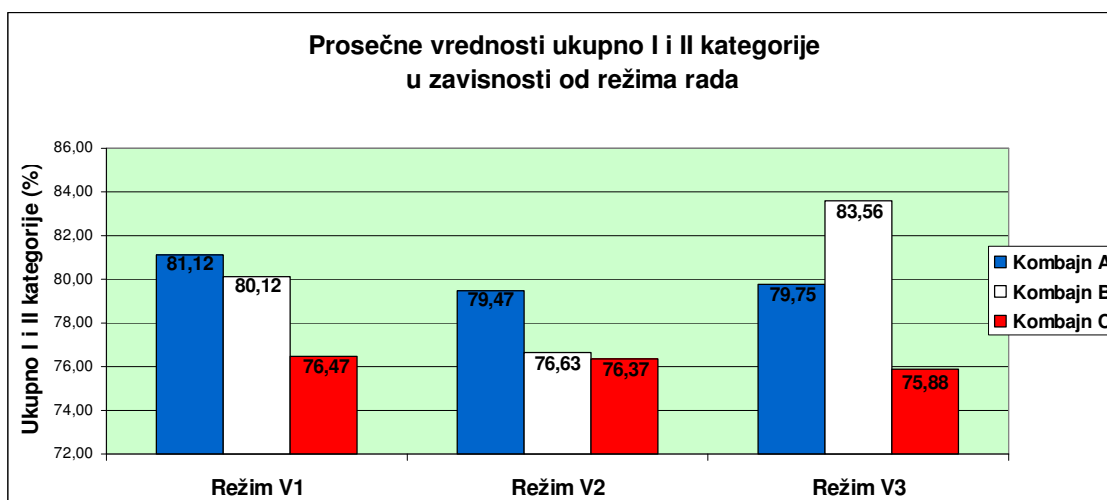
Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla L.*)

kvaliteta ubrane mase ostvarene u pojedinačnim procesima ubiranja. Opisna statistika ove "nove" veličine prikazana je u Tabeli 56.

Tabela 56. Statistički pokazatelji vrednosti I i II kat. kvaliteta ubrane kamilice, %.

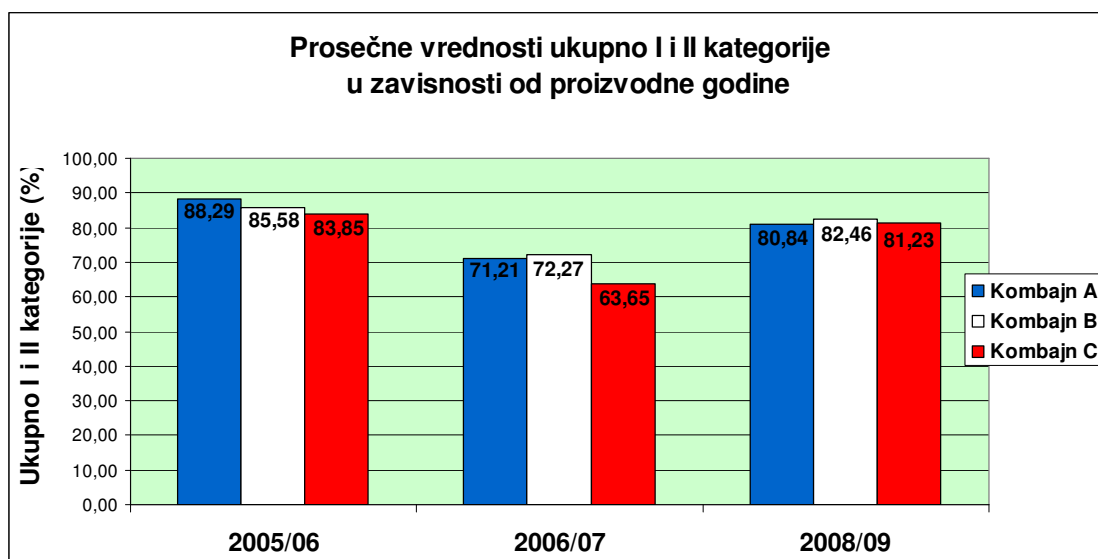
Kombajn	Kategorija kvaliteta	Broj uzoraka	min	max	Prosečna vrednost	Stand. devij.	Asimetrija		Spljoštenost	
							Vred.	Stand. greška	Vred.	Stand. greška
A	I i II kategorija	27	62,2	96,1	80,14	88,47	-0,434	0,448	-0,354	0,872
B	I i II kategorija	27	61,4	95,0	79,75	80,94	-0,278	0,448	-0,171	0,872
C	I i II kategorija	27	55,6	90,3	76,01	102,72	-0,445	0,448	-1,180	0,872

Prosečne vrednosti ostvarenih količina I i II kategorije ubrane kamilice, posmatrane sa stanovišta različitih režima rada, ukazuju da se kvalitet dobijen kombajnom C (prosečna vrednost 76%) najčešće razlikovao od kvaliteta kamilice ubranog kombajnama A i B (prosečne vrednosti 80,15% i 79,75%, respektivno). Ova razlika nije velika, ali je uočljiva i prikazana na grafikonu, Slika 45.



Slika 45. Prosečne vrednosti I i II kategorije kamilice u zavisnosti od režima rada

Ukoliko se pogledaju vrednosti dobijene u toku pojedinačnih godina, primetna je mala razlika između kombajna (Slika 46). Ovi podaci su značajni sa stanovišta da posmatranjem prosečnih vrednosti I i II kategorije ostvarenih različitim kombajnama nema značajnog uticaja na kvalitet ubrane kamilice.



Slika 46. Prosečne vrednosti I i II kategorije ubrane kamilice.

S obzirom da je bilo od interesa uporediti podatke dobijene i različitim režimima rada jednog kombajna, urađen je prvo test normalnosti raspodele vrednosti I i II kategorije u odnosu na režim rada. Normalna distribucija podataka je ispitana i potvrđena metodom Kolmogorov-Smirnova.

Dalje je primenjena analiza varijanse na podatke o količini I i II kategorije, kako bi se utvrdilo da li između uzoraka koji pripadaju različitim režimima rada jednog kombajna ima statistički značajne razlike u kvalitetu ubranu kamilice. Rezultati ove analize sa nivoom značajnosti 0,05 nisu pokazali postojanje statistički značajne razlike između kvaliteta kamilice dobijene različitim režimima rada (Tabela 57).

Tabela 57. ANOVA za podatke o kvalitetu, dobijene različitim režimima rada.

Kombajn	Analiza vršena	Suma kvadrata	df	Prosek kvadrata	F	Sig.
A	Između grupa	15,143	2	7,571	0,090	0,914
	U okviru grupa	2020,206	24	84,175		
	Ukupno	2035,348	26			
B	Između grupa	179,743	2	89,872	1,415	0,262
	U okviru grupa	1523,899	24	63,496		
	Ukupno	1703,642	26			
C	Između grupa	1,862	2	0,931	0,008	0,992
	U okviru grupa	2741,706	24	114,238		
	Ukupno	2743,567	26			

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

Ukoliko se uporede svi podaci dobijeni radom sva tri kombajna i u sva tri režima rada, analiza varijanse čak ni tada ne pokazuje postojanje statistički značajne razlike između uzoraka u odnosu na režim rada, što navodi na zaključak da nema značajne razlike u kvalitetu ubrane kamilice (I i II kategorije) bez obzira koji kombajn ili režim njegovog rada mi izabrali.

Ovi pokazatelji nam ukazuju na činjenicu da sva tri ispitivana kombajna ostvaruju približan kvalitet ubiranja cvasti kamilice, naročito kada se posmatraju njihove prosečne vrednosti, kao i zbirno I i II kategorija kvaliteta. Ipak, u prikazanim rezultatima se uočavaju pojedinačna odstupanja koja nisu na nivou malih razlika sa jedne strane, kao i to da nekim proizvođačima odnos I i II klase ubrane kamilice predstavlja značajan faktor u kvalitetu rada kombajna sa druge strane. Ovakvi podaci navode na zaključak da pri odabiru kombajna, kvalitet ubrane kamilice ne treba da bude presudan kriterijum, ali svakako može da bude uticajan faktor, zavisno od potreba i namene ubrane kamilice.

10.3 Ekonomska analiza upotrebe različitih kombajna za ubiranje kamilice

Ekonomska analiza će se bazirati na podacima iz 2006/2007. godine, odnosno ova godina će se uzeti kao reprezentativna, zbog toga što su (u odnosu na sve tri praćene godine) u ovoj godini ostvareni prosečni biološki prinosi kamilice. Odnosno, u ekonomskoj analizi je odbačena 2005/2006. godina kada su prinosi bili najmanji, kao i 2008/2009. godina kada su prinosi bili izuzetno visoki. U okviru ekonomske analize utvrdiće se prihodi od proizvodnje kamilice, troškovi proizvodnje i ubiranja kamilice, ostvarena dobit, kao i senzitivna analiza ostvarene dobiti.

10.3.1 Ostvareni prihodi od proizvodnje kamilice

Prihodi ostvareni u berbi kamilice zavise od toga da li će se kamilica koristiti kao sušena cvast, za proizvodnju etarskog ulja, ili kao kombinacija ova dva načina korišćenja (gde prve dve kategorije kamilice koriste kao sušena cvast, a druge dve u proizvodnji etarskog ulja). Ako se kamilica koristi kao sušena cvast, onda prihodi zavise od:

- prinosa kamilice,
- vrste kombajna,
- brzinskog režima rada kombajna,
- procentualnog učešća pojedinih kategorija kamilice u ukupnom prinosu,
- cene pojedinih kategorija kamilice.

Ako se kamilica koristi za proizvodnju etarskog ulja, onda prihodi ne zavise od učešća pojedinih kategorija u ukupnom prinosu, pošto se za sve kategorije zajedno ostvaruje jedinstvena tržišna cena. Zbog nepostojanja razvijenog tržišta etarskog ulja u Srbiji, ovaj vid proizvodnje kamilice se neće detaljno obrađivati u ovom poglavlju.

Ako se ova dva sistema kombinuju, to jest ako se I i II kategorija kvaliteta ubrane kamilice koriste kao sušena cvast, a III i IV kategorija u proizvodnji etarskog

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

ulja, onda se kvalitet ubrane kamilice ponovo javlja kao važan faktor koji utiče na visinu ukupnog prihoda.

U Tabelama 58, 59 i 60 prikazana je vrednost proizvodnje kamilice u 2006/2007. godini zavisno od navedenih faktora, pri čemu su korišćene prosečne tržišne cene za kamilicu. Tako je na tržištu za I kategoriju (osušena cvast, sa peteljkom dužine do 2 cm) dominirala cena od 4 EUR/kg, za II kategoriju (osušena cvast, sa peteljkom dužine dužine od 2 do 4 cm) dominirala cena od 2,5 EUR/kg, za III kategoriju (smrvljene glavice) dominirala je cena 1,5 EUR/kg i za IV kategoriju (delovi kamilice, grane sa više cvetnih glavica) je dominirala cena od 0,5 EUR/kg.

U kalkulaciji kombinovane proizvodnje (Tabele 61, 62 i 63) gde su I i II kategorija kvaliteta korišćene za sušenje, a III i IV kategorija za dobijanje etarskog ulja (učestala praksa kod većih proizvođača kamilice) za cenu III i IV kategorije je uzeta jedinstvena cena od 1 EUR/kg.

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

Tabela 58. Vrednost ubrane kamilice kombajnom A, vrednost proizvodnje (sušena cvast).

Godina	Brzinski režim rada	Tehnološki prinos (kg/ha)	I Kat.			II Kat.			III Kat.			IV Kat.			Ukupna vrednost proizvodnje (EUR/ha)
			suvo (12% vlage)	(%)	suvo (kg/ha)	Vrednost (EUR)	(%)	suvo (kg/ha)	Vrednost (EUR)	(%)	suvo (kg/ha)	Vrednost (EUR)	(%)	suvo (kg/ha)	
2006/07	V1	647	50,77	332	1.328	22,60	143	358	23,80	154	231	2,69	18	9	1.925,50
	V2	614	42,88	264	1.056	25,64	158	395	27,40	168	252	3,87	24	12	1.715,00
	V3	655	43,42	285	1.140	28,33	186	465	24,85	163	245	3,24	21	11	1.860,00

Tabela 59. Vrednost ubrane kamilice kombajnom B, vrednost proizvodnje (sušena cvast).

Godina	Brzinski režim rada	Tehnološki prinos (kg/ha)	I Kat.			II Kat.			III Kat.			IV Kat.			UKUPNA vrednost proizvodnje (EUR/ha)
			suvo (12% vlage)	(%)	suvo (kg/ha)	Vrednost (EUR)	(%)	suvo (kg/ha)	Vrednost (EUR)	(%)	suvo (kg/ha)	Vrednost (EUR)	(%)	suvo (kg/ha)	
2006/07	V1	893	45,84	410	1.640	24,10	216	540	26,55	238	357	3,27	29	15	2.551,50
	V2	819	43,89	360	1.440	26,50	217	543	26,96	221	332	2,47	21	11	2.324,50
	V3	820	45,32	372	1.488	31,15	256	640	19,38	159	239	3,94	33	17	2.383,00

Tabela 60. Vrednost ubrane kamilice kombajnom C, vrednost proizvodnje (sušena cvast).

Godina	Brzinski režim rada	Tehnološki prinos (kg/ha)	I Kat.			II Kat.			III Kat.			IV Kat.			UKUPNA vrednost proizvodnje (EUR/ha)
			suvo (12% vlage)	(%)	suvo (kg/ha)	Vrednost (EUR)	(%)	suvo (kg/ha)	Vrednost (EUR)	(%)	suvo (kg/ha)	Vrednost (EUR)	(%)	suvo (kg/ha)	
2006/07	V1	881	39,81	351	1.404	24,89	220	550	31,12	275	413	4,06	35	18	2.384,00
	V2	827	34,59	286	1.144	29,43	244	610	31,85	263	395	4,09	34	17	2.165,50
	V3	843	39,91	337	1.348	22,31	189	473	33,68	284	426	3,93	33	17	2.263,00

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

Tabela 61. Vrednost ubrane kamilice kombajnom A, vrednost proizvodnje (sušena cvast + etarsko ulje).

Godina	Brzinski režim rada	Tehnološki prinos (kg/ha) suvo (12% vlage)	I Kat.			II Kat.			III Kat.			IV Kat.			Ukupna vrednost proizvodnje (EUR)
			(%)	suvo (kg/ha)	Vrednost (EUR)	(%)	suvo (kg/ha)	Vrednost (EUR)	(%)	suvo (kg/ha)	Vrednost (EUR)	(%)	suvo (kg/ha)	Vrednost (EUR)	
2006/07	V1	647	50,77	332	1.328,00	22,60	143	357,50	23,80	154	154,00	2,69	18	18,00	1.857,50
	V2	614	42,88	264	1.056,00	25,64	158	395,00	27,40	168	168,00	3,87	24	24,00	1.643,00
	V3	655	43,42	285	1.140,00	28,33	186	465,00	24,85	163	163,00	3,24	21	21,00	1.789,00

Tabela 62. Vrednost ubrane kamilice kombajnom B, vrednost proizvodnje (sušena cvast + etarsko ulje).

Godina	Brzinski režim rada	Tehnološki prinos (kg/ha) suvo (12% vlage)	I Kat.			II Kat.			III Kat.			IV Kat.			Ukupna vrednost proizvodnje (EUR)
			(%)	suvo (kg/ha)	Vrednost (EUR)	(%)	suvo (kg/ha)	Vrednost (EUR)	(%)	suvo (kg/ha)	Vrednost (EUR)	(%)	suvo (kg/ha)	Vrednost (EUR)	
2006/07	V1	893	45,84	410	1.640,00	24,10	216	540,00	26,55	238	238,00	3,27	29	29,00	2.447,00
	V2	819	43,89	360	1.440,00	26,50	217	542,50	26,96	221	221,00	2,47	21	21,00	2.224,50
	V3	820	45,32	372	1.488,00	31,15	256	640,00	19,38	159	159,00	3,94	33	33,00	2.320,00

Tabela 63. Vrednost ubrane kamilice kombajnom C, vrednost proizvodnje (sušena cvast + etarsko ulje).

Godina	Brzinski režim rada	Tehnološki prinos (kg/ha) suvo (12% vlage)	I Kat.			II Kat.			III Kat.			IV Kat.			Ukupna vrednost proizvodnje (EUR)
			(%)	suvo (kg/ha)	Vrednost (EUR)	(%)	suvo (kg/ha)	Vrednost (EUR)	(%)	suvo (kg/ha)	Vrednost (EUR)	(%)	suvo (kg/ha)	Vrednost (EUR)	
2006/07	V1	881	39,81	351	1.404,00	24,89	220	550,00	31,12	275	275,00	4,06	35	35,00	2.264,00
	V2	827	34,59	286	1.144,00	29,43	244	610,00	31,85	263	263,00	4,09	34	34,00	2.051,00
	V3	843	39,91	337	1.348,00	22,31	189	472,50	33,68	284	284,00	3,93	33	33,00	2.137,50

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

Može se uočiti da se najveća vrednost ubrane kamilice dobija kada se ona koristi kao sušena cvast, dok je vrednost nešto manja kada se deo kamilice koristi kao sušena cvast, a deo za etarsko ulje.

Ako se posmatra samo varijanta upotreba kamilice kao sušene cvasti, onda može da se vidi da je najmanja vrednost proizvodnje ostvarena kod upotrebe kombajna tipa A (pri sva tri režima rada). Što se tiče upotrebe kombajna B i C, vrednost proizvodnje koja se sa njima ostvaruje je međusobno bliska i zavisi od režima rada i kvaliteta ubiranja kombajna.

10.3.2 Ostvareni troškovi i dobit u proizvodnji kamilice

Troškovi proizvodnje kamilice obračunati u Tabeli 64 su korišćeni za dalji obračun dobiti kod svih tipova kombajna i svih načina upotrebe proizvedene kamilice. Ovo je rezultat nepostojanja uticaja troškova proizvodnje kamilice do momenta ubiranja na ostale troškove koji nastaju posle toga (troškove ubiranja, transporta, sušenja, dorade i pakovanja).

Tabela 64. Troškovi proizvodnje kamilice na površini od 1 ha.

Vrsta troška	j.m.	Količina	Cena po j.m. (EUR)	Iznos (EUR)
I Seme	kg	2	50,00	100,00
II Đubrivo	/	/	/	/
III Pesticidi	/	/	/	/
IV Navodnjavanje	ha	1	120,00	120,00
V Troškovi usluga mašina (1 - 5)	ha	1	185,00	185,00
1. Ljuštenje strništa	ha	1	45,00	45,00
2. Duboko oranje	ha	1	80,00	80,00
3. Predsetvena priprema	ha	1	25,00	25,00
4. Setva	ha	1	25,00	25,00
5. Valjanje	ha	1	10,00	10,00
VI Ukupni troškovi proizvodnje kamilice				405,00

Kako bi izračunali ostvarene dobiti u pojedinim varijantama proizvodnje (proizvodnja sušene cvasti, proizvodnja sušene cvasti i etarskog ulja) kod primene različitih kombajna za ubiranje cvasti kamilice, potrebno je uraditi kalkulaciju troškova rada pojedinih kombajna pri različitim režimima rada (troškovi se utvrđuju po času rada kombajna). Daljom analizom dolazi se do ostvarene dobiti u proizvodnji kamilice, kao bitnog uporednog pokazatelja efikasnosti proizvodnje.

Kalkulacije troškova rada kombajna A, pri različitim režimima rada je prikazana u Tabeli 65, dok je ostvarena dobit primenom istog kombajna (za dve varijante upotrebe kamilice) prikazana u Tabelama 66 i 67.

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

Tabela 65. Kalkulacija troškova rada kombajna A.

Vrsta troška	Iznos (EUR/h)		
	V1	V2	V3
Gorivo	27,24	29,64	34,32
Mazivo	0,20	0,20	0,20
Tehničko održavanje	1,15	1,15	1,15
Smeštaj	0,28	0,28	0,28
Amortizacija	6,94	6,94	6,94
Kamata	2,49	2,49	2,49
Osiguranje	0,08	0,08	0,08
Ukupni troškovi po času rada	38,38	40,78	45,46

Tabela 66. Dobit u proizvodnji kamilice (sušena cvast), kombajn A, (EUR/ha).

Pokazatelji	V1	V2	V3
1. Vrednost proizvodnje	1.925,50	1.715,00	1.860,00
2. Troškovi proizvodnje kamilice	405,00	405,00	405,00
3. Troškovi sredstava mehanizacije u berbi kamilice	182,78	127,45	122,87
4. Troškovi radnika u berbi kamilice	19,05	12,50	10,81
5. Troškovi transporta ubrane kamilice	10,00	10,00	10,00
6. Troškovi sušenja	323,50	307,00	327,50
7. Troškovi dorade i pakovanja	129,40	122,80	131,00
Dobit u proizvodnji kamilice (1-2-3-4-5-6-7)	855,78	730,25	852,82

Tabela 67. Dobit u proizvodnji kamilice (suš. cvast + etarsko ulje), kombajn A, (EUR/ha).

Pokazatelji	V1	V2	V3
1. Vrednost proizvodnje	1.857,50	1.643,00	1.789,00
2. Troškovi proizvodnje kamilice	405,00	405,00	405,00
3. Troškovi sredstava mehanizacije u berbi kamilice	182,78	127,45	122,87
4. Troškovi radnika u berbi kamilice	19,05	12,50	10,81
5. Troškovi transporta kamilice	10,00	10,00	10,00
6. Troškovi sušenja	323,50	307,00	327,50
7. Troškovi dorade i pakovanja	129,40	122,80	131,00
Dobit u proizvodnji kamilice (1-2-3-4-5-6-7)	787,78	658,25	781,82

Kalkulacije troškova rada kombajna B, pri različitim režimima rada su prikazane u Tabelama 68, 69 i 70. Kalkulacija troškova rada kombajna B je razdvojena na troškove rada traktora koji pogoni kombajn B i kalkulacije samog nošenog kombajna B. Ovo je urađeno zbog različitog obračuna troškova rada pogonskih i priključnih poljoprivrednih mašina (Gogić, 2009). Ostvarena dobit primenom kombajna B u dve varijante upotrebe kamilice prikazana je u Tabelama 71 i 72.

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

Tabela 68. Kalkulacija troškova rada traktora kod kombajna B.

Vrsta troška	Iznos (EUR/h)		
	V1	V2	V3
Gorivo	14,28	15,24	15,96
Mazivo	0,13	0,13	0,13
Tehničko održavanje	0,37	0,37	0,37
Smeštaj	0,05	0,05	0,05
Amortizacija	1,17	1,17	1,17
Kamata	0,42	0,42	0,42
Osiguranje	0,02	0,02	0,02
Ukupni troškovi po času rada	16,43	17,39	18,11

Tabela 69. Kalkulacija troškova rada kombajna B.

Vrsta troška	Iznos (EUR/h)		
	V1	V2	V3
Tehničko održavanje	0,87	0,87	0,87
Smeštaj	0,11	0,11	0,11
Amortizacija	2,17	2,17	2,17
Kamata	0,95	0,95	0,95
Osiguranje	0,01	0,01	0,01
Ukupni troškovi po času rada	4,11	4,11	4,11

Tabela 70. Ukupan trošak rada traktora i kombajna B.

Vrsta troška	V1	V2	V3
Troškovi po času rada traktora i kombajna B, (EUR/h)	20,54	21,50	22,22
Broj časova rada po ha	5,26	4,00	2,63
Ukupan trošak rada traktora i kombajna po ha, (EUR/ha)	108,09	85,99	58,47

Tabela 71. Dobit u proizvodnji kamilice (sušena cvast), kombajn B, (EUR/ha).

Pokazatelji	V1	V2	V3
1. Vrednost proizvodnje	2.551,50	2.324,50	2.383,00
2. Troškovi proizvodnje kamilice	405,00	405,00	405,00
3. Troškovi sredstava mehanizacije u berbi kamilice	108,09	85,99	58,47
4. Troškovi radnika u berbi kamilice	21,05	16,00	10,53
5. Troškovi transporta kamilice	15,00	15,00	15,00
6. Troškovi sušenja	446,50	409,50	410,00
7. Troškovi dorade i pakovanja	178,60	163,80	164,00
Dobit u proizvodnji kamilice (1-2-3-4-5-6-7)	1.377,26	1.229,21	1.320,01

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

Tabela 72. Dobit u proizvodnji kamilice (suš. cvast + etarsko ulje), kombajn B, (EUR/ha).

Pokazatelji	V1	V2	V3
1. Vrednost proizvodnje	2.447,00	2.224,50	2.320,00
2. Troškovi proizvodnje kamilice	405,00	405,00	405,00
3. Troškovi sredstava mehanizacije u berbi kamilice	108,09	85,99	58,47
4. Troškovi radnika u berbi kamilice	21,05	16,00	10,53
5. Troškovi transporta kamilice	15,00	15,00	15,00
6. Troškovi sušenja	446,50	409,50	410,00
7. Troškovi dorade i pakovanja	178,60	163,80	164,00
Dobit u proizvodnji kamilice (1-2-3-4-5-6-7)	1.272,76	1.129,21	1.257,01

Kalkulacija troškova rada kombajna C, pri različitim režimima rada su prikazane u Tabelama 73, 74 i 75. Kalkulacija troškova rada kombajna C je razdvojena na troškove rada traktora i kalkulacije kombajna C. Ovo je urađeno zbog različitog obračuna troškova rada pogonskih i priključnih poljoprivrednih mašina. Ostvarena dobit primenom kombajna C prikazana je u Tabelama 76 i 77.

Tabela 73. Kalkulacija troškova rada traktora kod kombajna C.

Vrsta troška	Iznos (EUR/h)		
	V1	V2	V3
Gorivo	19,80	20,04	21,24
Mazivo	0,14	0,14	0,14
Tehničko održavanje	0,51	0,51	0,51
Smeštaj	0,06	0,06	0,06
Amortizacija	1,58	1,58	1,58
Kamata	0,57	0,57	0,57
Osiguranje	0,02	0,02	0,02
Ukupni troškovi po času rada	22,68	22,92	24,12

Tabela 74. Kalkulacija troškova rada kombajna C.

Vrsta troška	Iznos (EUR/h)		
	V1	V2	V3
Tehničko održavanje	0,57	0,57	0,57
Smeštaj	0,12	0,12	0,12
Amortizacija	2,33	2,33	2,33
Kamata	1,03	1,03	1,03
Osiguranje	0,01	0,01	0,01
Ukupni troškovi po času rada	4,06	4,06	4,06

Tabela 75. Ukupan trošak rada traktora i kombajna C.

Vrsta troška	V1	V2	V3
Troškovi po času rada traktora i kombajna C (EUR/h)	26,74	26,98	28,18
Broj časova rada po ha	5,26	4,00	2,70
Ukupan trošak rada traktora i kombajna po ha (EUR/ha)	140,71	107,90	76,15

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

Tabela 76. Dobit u proizvodnji kamilice (sušena cvast), kombajn C, (EUR/ha).

Pokazatelji	V1	V2	V3
1. Vrednost proizvodnje	2.384,00	2.165,50	2.263,00
2. Troškovi proizvodnje kamilice	405,00	405,00	405,00
3. Troškovi mehanizacije u berbi kamilice	140,71	107,90	76,15
4. Troškovi radnika u berbi kamilice	10,53	8,00	5,41
5. Troškovi transporta kamilice	10,00	10,00	10,00
6. Troškovi sušenja	440,50	413,50	421,50
7. Troškovi dorade i pakovanja	176,20	165,40	168,60
Dobit u proizvodnji kamilice (1-2-3-4-5-6-7)	1.201,06	1.055,70	1.176,34

Tabela 77. Dobit u proizvodnji kamilice (suš. cvast + etarsko ulje), kombajn C, (EUR/ha).

Pokazatelji	V1	V2	V3
1. Vrednost proizvodnje	2.264,00	2.051,00	2.137,50
2. Troškovi proizvodnje kamilice	405,00	405,00	405,00
3. Troškovi mehanizacije u berbi kamilice	140,71	107,90	76,15
4. Troškovi radnika u berbi kamilice	10,53	8,00	5,41
5. Troškovi transporta kamilice	10,00	10,00	10,00
6. Troškovi sušenja	440,50	413,50	421,50
7. Troškovi dorade i pakovanja	176,20	165,40	168,60
Dobit u proizvodnji kamilice (1-2-3-4-5-6-7)	1.081,06	941,20	1.050,84

Očigledno je da se najveća dobit (kao i u prethodnom slučaju najveća vrednost proizvodnje), bez obzira na to koji se kombajn koristi, ostvaruje kod upotrebe kamilice kao sušene cvasti, dok je dobit manja ako se kamilica upotrebljava i za proizvodnju etarskog ulja.

Ako se posmatra samo varijanta upotrebe sušene cvasti, najmanja dobit se ostvaruje korišćenjem kombajna A, dok je dobit ostvarena korišćenjem kombajna B i C u korist kombajna B. Veća dobit kombajna B u odnosu na kombajn C se, pre svega, ogleda u manjim troškovima rada kombajna (od 20 do 24%, zavisno od režima rada), kao i zbog boljeg kvaliteta ubrane kamilice koja se reflektuje kroz veću vrednost proizvodnje (od 5,1 do 6,9%, zavisno od režima rada).

Prema tome, na osnovu visine dobiti koja se ostvaruje u proizvodnji kamilice, za ubiranje kamilice najbolje je koristiti kombajn B, i to pri brzinskom režimu rada V1.

10.3.3 Senzitivna analiza ostvarene dobiti u proizvodnji kamilice

Analiza promene dobiti u proizvodnji kamilice zavisno od variranja njenog prinosa prikazana je u Tabelama 78, 79 i 80, pri čemu je posmatrana samo varijanta proizvodnje sušene cvasti, pošto je u prethodnim analizama pokazano da je ova proizvodnja ekonomski najprihvatljivija.

Tabela 78. Promena dobiti u proizvodnji kamilice (sa površine 1 ha), ako se koristi kombajn A.

Promena prinosa kamilice	Dobit za različite režime rada		
	V1	V2	V3
+ 60%	1.729,20	1.494,88	1.687,75
+ 40%	1.435,94	1.238,65	1.408,19
+20%	1.142,69	982,42	1.128,64
Korišćeni prinos	849,44	726,19	849,09
- 10%	702,81	598,08	709,31
- 20%	556,19	469,97	569,53
- 30%	409,56	341,85	429,75

Može se uočiti da sa rastom prinosa u odnosu na reprezentativni, kod kombajna A prednost treba dati režimu rada V1 (zbog najveće dobiti), dok se sa smanjivanjem prinosa kamilice treba odlučiti za primenu režima rada V3.

Tabela 79. Promena dobiti u proizvodnji kamilice (sa površine 1 ha), ako se koristi kombajn B.

Promena prinosa kamilice	Dobit za različite režime rada		
	V1	V2	V3
+ 60%	2.523,78	2.275,52	2.399,97
+ 40%	2.139,66	1.925,83	2.038,85
+ 20%	1.755,55	1.576,14	1.677,73
Korišćeni prinos	1.371,43	1.226,45	1.316,61
- 10%	1.179,37	1.051,61	1.136,05
- 20%	987,32	876,77	955,49
- 30%	795,26	701,92	774,93

Očigledno je da se kod kombajna B (koji se pokazao kao ekonomski najprihvatljiviji) sa promenom prinosa ne treba menjati preporučeni režim rada. Odnosno, pri svim prinosima najprihvatljiviji je režim rada V1.

Tabela 80. Promena dobiti u proizvodnji kamilice (sa površine 1 ha), ako se koristi kombajn C.

Promena prinosa kamilice	Dobit za različite režime rada		
	V1	V2	V3
+ 60%	2.255,43	2.006,40	2.172,72
+ 40%	1.902,72	1.689,24	1.839,06
+ 20%	1.550,01	1.372,07	1.505,40
Korišćeni prinosi	1.201,06	1.055,70	1.176,34
- 10%	1.020,95	896,33	1.004,91
- 20%	844,59	737,75	838,08
- 30%	668,24	579,17	671,25

Kod kombajna C, gde je u osnovnoj postavci utvrđeno da je najpovoljnije koristiti režim rada V1, ovu odluku treba promeniti isključivo kod pada prinosa od približno 30%, kada treba preći na režim rada V3.

Iz prethodnog, može se zaključiti da se i pri variranju prinosa, kao ekonomski najprihvatljiviji može izdvojiti kombajn B, pri režimu rada V1. Kod ostala dva kombajna promena prinosa može dovesti do potrebe da se promeni preporučeni režim rada.

Drugi faktor čiji se uticaj na visinu dobiti ispituje je cena kamilice, koja je takođe podložna variranju. Za cenu kamilice je empirijski utvrđeno da varira u intervalu $\pm 30\%$, a ispitivanje je urađeno za varijantu proizvodnje sušene cvasti, kao najisplativiju proizvodnju. U Tabelama 81, 82 i 83 prikazani su rezultati senzitivne analize za različite cene kamilice, pri različitim režimima rada.

Tabela 81. Promena dobiti u proizvodnji kamilice (sa površine 1 ha), ako se koristi kombajn A, (EUR).

Promena cene kamilice	Dobit		
	V1	V2	V3
+ 30%	1.425,19	1.239,48	1.405,97
+ 20%	1.233,27	1.068,38	1.220,34
+ 10%	1.041,36	897,29	1.034,71
Korišćena cena	849,44	726,19	849,09
- 10%	657,52	555,10	663,46
- 20%	465,61	384,01	477,83
- 30%	273,69	212,91	292,20

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

U Tabeli 81 se može uočiti da prilikom rasta cene kamilice kod kombajna A treba koristiti režim rada V1, dok kod smanjenja cena treba upotrebljavati režim rada V3, jer se pri ovom režimu ostvaruje nešto veća dobit.

Tabela 82. Promena dobiti u proizvodnji kamilice (sa površine 1 ha),
ako se koristi kombajn B, (EUR).

Promena cene kamilice	Dobit		
	V1	V2	V3
+ 30%	2.135,13	1.922,98	2.030,49
+ 20%	1.880,57	1.690,80	1.792,53
+ 10%	1.626,00	1.458,63	1.554,57
Korišćena cena	1.371,43	1.226,45	1.316,61
- 10%	1.116,86	994,28	1.078,65
- 20%	862,30	762,11	840,69
- 30%	607,73	529,93	602,73

Kod kombajna B je sa ekonomske tačke gledišta najpovoljnije koristiti režim rada V1, jer se pri svim analiziranim promenama cene kamilice njegovom upotrebom ostvaruje najveća dobit.

Tabela 83. Promena dobiti u proizvodnji kamilice (sa površine 1 ha),
ako se koristi kombajn C, (EUR).

Promena cene kamilice	Dobit		
	V1	V2	V3
+ 30%	1.911,37	1.704,33	1.849,26
+ 20%	1.673,35	1.487,85	1.623,42
+ 10%	1.435,33	1.271,38	1.397,58
Korišćena cena	1.201,06	1.055,70	1.176,34
- 10%	959,28	838,44	945,90
- 20%	721,25	621,97	720,06
- 30%	483,23	405,50	494,22

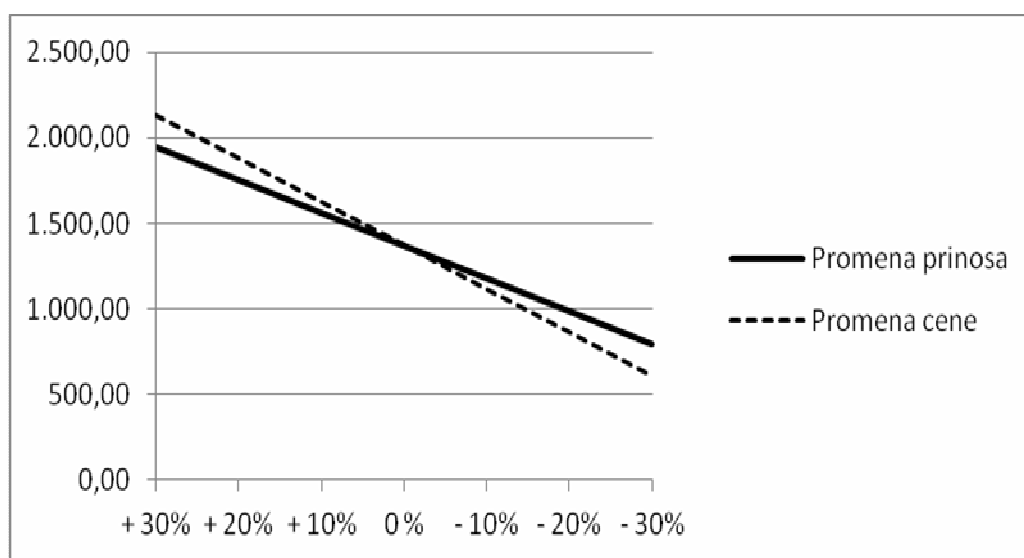
Pri upotrebi kombajna C, ako dolazi do rasta cene kamilice u odnosu na početnu cenu povoljnije je koristiti režim rada V1. Međutim, ako se cena kamilice smanjuje, onda se pri njenom padu većem od približno 20% kao povoljnija varijanta javlja režim rada V3.

Iz prethodnih tabela se može uočiti da se u čitavom opsegu variranja cena kao ekonomski najpovoljnija varijanta kao izbor javlja kombajn B, sa režimom rada V1

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

(pošto se u tom slučaju ostvaruje najveća dobit). Imajući u vidu da se do istog zaključka došlo na osnovu variranja prinosa kamilice, kao i na bazi početnih proračuna na kojima je zasnovana senzitivna analiza, jasno je da je u svim posmatranim varijantama sa ekonomskog aspekta najprihvatljivija upotreba kombajna B, i da pri tome treba koristiti režim rada V1.

Pored prethodnog zaključka, u okviru senzitivne analize moguće je odrediti i koji je to faktor koji u najvećoj meri utiče na ekonomske rezultate gajenja kamilice, pri upotrebi različitih kombajna za njeno ubiranje. U konkretnom slučaju to znači da se može odrediti da li na dobit u proizvodnji kamilice više deluje promena njenog prinosa ili ostvarene cene za sve kategorije kvaliteta. To će biti prikazano na bazi ekonomske najpovoljnije varijante ubiranja kamilice, a to je korišćenje kombajna B pri brzinskom režimu rada V1 (Slika 47).



Slika 47. Uticaj procentualne promene prinosa i cene kamilice na visinu dobiti u njenoj proizvodnji (kamilica se koristi kao sušena cvast), (EUR).

Sa grafikona se može uočiti da je dobit u proizvodnji kamilice osetljivija na promene cene kamilice, nego na promene njenog prinosa. To znači da se u proizvodnji kamilice sa stanovišta ostvarivanja veće dobiti, ako je to moguće, veća pažnja mora posvetiti održavanju nivoa prodajnih cena, nego na visinu prinosa. To konkretno znači da visina dobiti više zavisi od tržišne vrednosti ubrane cvasti nego od visine ostvarenog prinosa (kvaliteta rada kombajna).

10.4 Diskusija rezultata

Sprovedenim istraživanjem dobijeni su brojni podaci koji su bili uslovljeni različitim agroekološkim i klimatskim uslovima, kao i tehničkim rešenjima kombajna za ubiranje kamilice. Iz ostvarenih rezultata istraživanja se izdvajaju mnogobrojni zaključci i rešenja. Zbog njihove brojnosti su korišćene tri metode optimizacije koje uvažavajući mnogobrojne kriterijume ocenjivanja i njihove težinske vrednosti, sužavaju izbor na optimalni kombajn.

Pre svega, potrebno je primetiti da je potražnja za kamilicom u stalnom porastu, kako u svetu tako i u našoj zemlji. Taj podatak omogućuje dugoročna planiranja, investicije i povećanje obima proizvodnje kamilice.

Sa stanovišta proizvodnje kamilice potrebno je znati da zemljišta sa umereno kiselom do neutralnom reakcijom, i sadržajem humusa na nivou srednje obezbeđenosti, pogoduju proizvodnji kamilice. Prekomerno sabijanje zemljišta nesumljivo izaziva čitav niz negativnih posledica na rast i razvoj kamilice, što se delimično manifestuje kroz smanjenje prinosa. Značajan uticaj na prinos kamilice ima i raspored padavina tokom vegetacionog perioda.

Danas se ubiranje kamilice u intenzivnoj proizvodnji skoro isključivo obavlja mehanizovano. U tehnologiji proizvodnje kamilice proces mehanizovanog ubiranja cvasti kamilice je tehničko-tehnološki najzahtevniji i ima veliki uticaj kako na kvalitet dobijene droge, tako i na neto prinos i dobit ostvaren proizvodnjom.

Na utrošak goriva, pored tipa pogonskog motora, značajan uticaj ima i vreme praznog hoda kombajna. Utrošak goriva po jedinici površine ubrane kamilice je veoma različit, što je posledica primene različitih kategorija kombajna i različitih uslova rada. Utrošeno gorivo po jedinici površine se može eventualno smanjiti povećanjem brzine kretanja.

Kod kombajna A je izraženo značajno veće učešće gubitaka iz kategorije RASUTO u odnosu na gubitke iz kategorije NEUBRANO, dok je kod kombajna B i C taj odnos ujednačen. Ovi podaci ukazuju na bolje performanse beračkog uređaja kod kombajna B i C, na šta pre svega utiče raspored i geometrija "prstiju" beračkog uređaja.

Kada se kamilica koristi kao sušena cvast, najmanja dobit se ostvaruje korišćenjem kombajna A, dok je dobit ostvarena korišćenjem kombajna B i C u korist kombajna B. Veća dobit kombajna B u odnosu na kombajn C se, pre svega, ogleda u manjim troškovima rada kombajna (od 20 do 24% manji troškovi, zavisno od režima rada), kao i zbog boljeg kvaliteta ubrane kamilice koja se reflektuje kroz veću vrednost proizvodnje (od 5,1 do 6,9%, zavisno od režima rada).

Različiti klimatski, ekološki i ekonomski faktori uslovljavaju variranje cene kamilice na tržištu, pa se tada kao ekonomski najpovoljnija varijanta javlja izbor kombajna B, sa režimom rada V1 (pošto se u tom slučaju ostvaruje najveća dobit). Imajući u vidu da se do istog zaključka došlo na osnovu variranja prinosa kamilice, jasno je da je u svim posmatranim varijantama sa ekonomskog aspekta najprihvatljivija upotreba kombajna B, i da pri tome treba koristiti režim rada V1.

Ovo istraživanje je sprovedeno u cilju sticanja novih saznanja i formiranja predloga za unapređenje i inoviranje novih tehničkih rešenja. Neki od predloga tiču se kompletnog tehnološkog postupka proizvodnje, a neki samo tehnologije ubiranja

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

kamilice. Na primer, kod mehanizovanog ubiranja kamilice, potrebno je podesiti mehanizam ubiranja prema datim agroekološkim uslovima, izvršiti optimizaciju pojedinih tehničko-tehnoloških parametara i uskladiti proces ubiranja sa narednim tehnološkim procesima (transport, sušenje, dorada i dr.). Kvalitet ubrane kamilice jednim kombajnom zavisi od režima rada istog kombajna (brzine kretanja, broja obrtaja beračkog uređaja, visine rada beračkog uređaja). Nameće se potreba da se kod budućih tehničkih rešenja kombajna za ubiranje kamilice: usavrši berački uređaj; omogući hidraulično podešavanje položaja i režima rada beračkog uređaja; poveća kapacitet bunkera kombajna; omogući hidraulično pražnjenje bunkera; uvede sistem navođenja kombajna; optimizuje potrebna i angažovana snaga kombajna; podešavanje i upravljanje kombajna vrši iz kabine rukovaoca; generalno modernizuju i automatizuju.

Dobit u proizvodnji kamilice je osetljivija na promene cene kamilice, nego na promene njenog prinosa. To znači da se u proizvodnji kamilice veća pažnja mora voditi o održavanju nivoa njenih cena (ako je to moguće sa stanovišta proizvođača), nego o visini njenog prinosa. Sa stanovišta proizvođača potrebno je izvršiti optimizaciju procesa mehanizovanog ubiranja kamilice, što podrazumeva koncept minimalizacije gubitaka i troškova proizvodnje, a maksimalizacija kvalitet i produktivnosti procesa ubiranja, kako bi se dobilo racionalno ili optimalno rešenje.

11. OPTIMIZACIJA MEHANIZOVANOG UBIRANJA KAMILICE

Cilj optimizacije u ovoj doktorskoj disertaciji je da ustanovi koji kombajn i koji režim rada se pokazao kao najoptimalniji sa stanovišta odabranih kriterijuma u toku svake godine, kako bi se ustanovio eventualni uticaj agroklimatskih uslova na efikasnost rada kombajna.

11.1 Vrednosti alternativa i kriterijuma

Za svaku alternativu u procesu optimizacije (tip kombajna, režim rada), za vrednosti postavljenih kriterijuma uzete su prosečne vrednosti izmerene tokom svake od tri godine istraživanja, pa su početne rejting matrice na koje su primenjivane metode optimizacije prikazane u Tabelama 84, 85 i 86.

Tabela 84. Rejting matrica procesa optimizacije za 2005/06. godinu.

2005/06	Tehnološki prinos (kg/ha)	Ostvaren kvalitet ubrane kamilice (I i II kat. u %)	Površinski učinak (ha/h)	Potrošnja goriva (l/ha)
Kombajn A - režim V1	3.375	92,1	0,34	62,8
Kombajn A - režim V2	3.005	85,9	0,52	45,8
Kombajn A - režim V3	3.005	86,9	0,58	46,1
Kombajn B - režim V1	4.954	90,7	0,29	43,1
Kombajn B - režim V2	4.408	80,1	0,38	34,7
Kombajn B - režim V3	4.576	85,9	0,57	23,9
Kombajn C - režim V1	4.737	86,1	0,30	59,5
Kombajn C - režim V2	4.272	83,2	0,36	46,7
Kombajn C - režim V3	4.334	82,3	0,50	33,5

Tabela 85. Rejting matrica procesa optimizacije za 2006/07. godinu.

2006/07	Tehnološki prinos (kg/ha)	Ostvaren kvalitet ubrane kamilice (I i II kat. u %)	Površinski učinak (ha/h)	Potrošnja goriva (l/ha)
Kombajn A - režim V1	4.075	73,4	0,41	62,8
Kombajn A - režim V2	3.870	68,5	0,54	45,8
Kombajn A - režim V3	4.120	71,8	0,65	46,1
Kombajn B - režim V1	5.626	69,9	0,28	43,1
Kombajn B - režim V2	5.160	70,4	0,37	34,7
Kombajn B - režim V3	5.166	76,5	0,57	23,9
Kombajn C - režim V1	5.550	64,7	0,32	59,5
Kombajn C - režim V2	5.210	64,0	0,37	46,7
Kombajn C - režim V3	5.311	62,2	0,56	33,5

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla L.*)

Tabela 86. Rejting matrica procesa optimizacije za 2008/09. godinu.

2008/09	Tehnološki prinos (kg/ha)	Ostvaren kvalitet ubrane kamilice (I i II kat. u %)	Površinski učinak (ha/h)	Potrošnja goriva (l/ha)
Kombajn A - režim V1	6.115	77,9	0,33	62,8
Kombajn A - režim V2	5.955	84,0	0,55	45,8
Kombajn A - režim V3	5.395	80,6	0,64	46,1
Kombajn B - režim V1	7.747	79,7	0,26	43,1
Kombajn B - režim V2	7.157	79,4	0,36	34,7
Kombajn B - režim V3	6.496	88,4	0,54	23,9
Kombajn C - režim V1	7.582	78,7	0,21	59,5
Kombajn C - režim V2	6.915	81,9	0,35	46,7
Kombajn C - režim V3	7.110	83,1	0,52	33,5

11.2 Težine kriterijuma

Nakon odabira kriterijuma kojima se vrednuje neka alternativa, bilo je potrebno i odrediti značaj tih kriterijuma. Jedan proces može biti posmatran sa više aspekata, u zavisnosti od kojih i kriterijumi imaju različit značaj. Tako i proces mehanizovanog ubiranja kamilice može biti posmatran sa ekonomskog aspekta, aspekta učinka, aspekta obezbeđivanja kvalitetnog prinosa i dr. Zbog toga je od velike važnosti pravilno određivanje težinskih koeficijenata, pomoću kojih se pojedinom kriterijumu dodeljuje manji ili veći uticaj na rangiranje alternativa.

Za određivanje optimalnog režima mehanizovanog ubiranja kamilice, težinski koeficijenti su određivani empirijski, i odabrane su četiri grupe težinskih koeficijenata koji su primenjeni na rejtnig matricu. Odabrani koeficijenti prikazani su u Tabeli 87, gde je sa W_j ($j=1,2,3,4$), obeležen težinski koeficijent dodeljen redom kriterijumima: W1 - tehnološki prinos, W2 - ostvareni kvalitet ubiranja, W3 - površinski učinak i W4 - potrošnja goriva.

Tabela 87. Težinski koeficijenti odabranih kriterijuma optimzacije.

	W 1	W 2	W 3	W 4
Slučaj - 1	0,25	0,25	0,25	0,25
Slučaj - 2	0,1	0,5	0,3	0,1
Slučaj - 3	0,3	0,5	0,1	0,1
Slučaj - 4	0,5	0,1	0,1	0,3

11.3 Rezultati optimizacije primenom različitih metoda

Sve tri rejting matrice obrađene su sa tri metode optimizacije: SAW, SPW i TOPSIS. Ovde će biti detaljno prikazan postupak optimizacije na rejting matricu za 2006/07. godinu, dok će za ostale dve godine biti prikazane samo rang liste alternativa.

Ova godina je uzeta kao pokazna zbog prosečnih agroekoloških uslova proizvodnje i sa prosečnim biološkim prinomom u odnosu na sve tri ispitivane godine. Prikaz samo sumiranih rezultata optimizacije mehanizovanog procesa ubiranja kamilice smo jedne godine istraživanja (2006/07) je rezultat postojanja velikog broja tabela i podataka posebno za svaku metodu istraživanja, za svaku godinu istraživanja, za svaki odabrani slučaj težinskih kriterijuma i dr. Zato je u daljem tekstu dat prikaz samo bitnih elemenata optimizacije pojedinim metodama, za 2006/07 godinu, dok se podaci za druge dve ispitivane godine nalaze u PRILOZIMA (za 2005/06 - Prilog 1., a za 2008/09 - Prilog 2.).

Za sve tri metode bilo je prvo neophodno normalizovati rejting matricu. Metode SAW i SPW nemaju mogućnost da direktno rade sa minimizirajućim kriterijumima, pa su zato pre normalizovanja za kriterijum potrošnje goriva uzete recipročne vrednosti izmerenih vrednosti.

Metoda TOPSIS, sa druge strane, dozvoljava da neki od kriterijuma budu minimizirajući, tako da je za potrebe ove metode kriterijum potrošnje goriva ostao nepromenjen. Normalizovani podaci korišćeni u metodama optimizacije za 2006/07. godinu prikazani su u Tabeli 88.

Tabela 88. Normalizovani podaci korišćeni u metodama optimizacije za 2006/07.

2006/07	Normalizovane vrednosti kriterijuma				
	Kriterijumi korišćeni za sve tri metode			Kriterijum korišćen za SAW i SPW	Kriterijum korišćen za TOPSIS
	p_i	q_i	u_i	$1/g_i$	g_i
Kombajn A - režim V1	0,2749	0,3535	0,2923	0,2062	0,4602
Kombajn A - režim V2	0,2611	0,3301	0,3872	0,2829	0,3354
Kombajn A - režim V3	0,2780	0,3457	0,4597	0,2811	0,3375
Kombajn B - režim V1	0,3796	0,3370	0,2012	0,3007	0,3156
Kombajn B - režim V2	0,3481	0,3392	0,2609	0,3733	0,2542
Kombajn B - režim V3	0,3485	0,3684	0,4053	0,5429	0,1748
Kombajn C - režim V1	0,3745	0,3117	0,2282	0,2178	0,4358
Kombajn C - režim V2	0,3515	0,3085	0,2651	0,2776	0,3419
Kombajn C - režim V3	0,3583	0,2998	0,3977	0,3865	0,2456

11.3.1 Optimizacija SAW metodom

Nakon normalizovanja rejting matrice, sledeći korak bila je primena težinskih koeficijenata na podatke iz normalizovane matrice. Ovako otežane vrednosti kriterijuma su sabrane za svaku alternativu, na osnovu formule (44), kako bi se dobio ukupan zbir kriterijuma koji se u SAW metodi koristi za rangiranje alternativa. Rezultujuće matrice su prikazane u Tabelama 89, 90, 91 i 92, pri čemu se vrednosti u koloni "S_i" koriste za rangiranje alternativa. Osenčena je najbolja vrednost, tj. najoptimalnija alternativa.

Tabela 89. Rezultat SAW metode sa težinskim koeficijentima - Slučaj 1.

Alternative	$p_i * W1$	$q_i * W2$	$u_i * W3$	$1/g_i * W4$	S _i
Kombajn A - režim V1	0,0687	0,0884	0,0731	0,0516	0,2817
Kombajn A - režim V2	0,0653	0,0825	0,0968	0,0707	0,3154
Kombajn A - režim V3	0,0695	0,0864	0,1149	0,0703	0,3411
Kombajn B - režim V1	0,0949	0,0842	0,0503	0,0752	0,3046
Kombajn B - režim V2	0,0870	0,0848	0,0652	0,0933	0,3304
Kombajn B - režim V3	0,0871	0,0921	0,1013	0,1357	0,4163
Kombajn C - režim V1	0,0936	0,0779	0,0571	0,0544	0,2830
Kombajn C - režim V2	0,0879	0,0771	0,0663	0,0694	0,3007
Kombajn C - režim V3	0,0896	0,0749	0,0994	0,0966	0,3606

Tabela 90. Rezultat SAW metode sa težinskim koeficijentima - Slučaj 2.

Alternative	$p_i * W1$	$q_i * W2$	$u_i * W3$	$1/g_i * W4$	S _i
Kombajn A - režim V1	0,0275	0,1768	0,0877	0,0206	0,3126
Kombajn A - režim V2	0,0261	0,1651	0,1162	0,0283	0,3356
Kombajn A - režim V3	0,0278	0,1729	0,1379	0,0281	0,3667
Kombajn B - režim V1	0,0380	0,1685	0,0604	0,0301	0,2969
Kombajn B - režim V2	0,0348	0,1696	0,0783	0,0373	0,3200
Kombajn B - režim V3	0,0349	0,1842	0,1216	0,0543	0,3950
Kombajn C - režim V1	0,0374	0,1559	0,0685	0,0218	0,2836
Kombajn C - režim V2	0,0352	0,1542	0,0795	0,0278	0,2967
Kombajn C - režim V3	0,0358	0,1499	0,1193	0,0386	0,3437

Tabela 91. Rezultat SAW metode sa težinskim koeficijentima - Slučaj 3.

Alternative	$p_i * W1$	$q_i * W2$	$u_i * W3$	$1/g_i * W4$	S _i
Kombajn A - režim V1	0,0825	0,1768	0,0292	0,0206	0,3091
Kombajn A - režim V2	0,0783	0,1651	0,0387	0,0283	0,3104
Kombajn A - režim V3	0,0834	0,1729	0,0460	0,0281	0,3303
Kombajn B - režim V1	0,1139	0,1685	0,0201	0,0301	0,3326
Kombajn B - režim V2	0,1044	0,1696	0,0261	0,0373	0,3374
Kombajn B - režim V3	0,1046	0,1842	0,0405	0,0543	0,3836
Kombajn C - režim V1	0,1123	0,1559	0,0228	0,0218	0,3128
Kombajn C - režim V2	0,1055	0,1542	0,0265	0,0278	0,3140
Kombajn C - režim V3	0,1075	0,1499	0,0398	0,0386	0,3358

Tabela 92. Rezultat SAW metode sa težinskim koeficijentima - Slučaj 4.

Alternative	$p_i * W1$	$q_i * W2$	$u_i * W3$	$1/g_i * W4$	S_i
Kombajn A - režim V1	0,1375	0,0354	0,0292	0,0619	0,2639
Kombajn A - režim V2	0,1306	0,0330	0,0387	0,0849	0,2872
Kombajn A - režim V3	0,1390	0,0346	0,0460	0,0843	0,3039
Kombajn B - režim V1	0,1898	0,0337	0,0201	0,0902	0,3338
Kombajn B - režim V2	0,1741	0,0339	0,0261	0,1120	0,3461
Kombajn B - režim V3	0,1743	0,0368	0,0405	0,1629	0,4145
Kombajn C - režim V1	0,1872	0,0312	0,0228	0,0653	0,3066
Kombajn C - režim V2	0,1758	0,0308	0,0265	0,0833	0,3164
Kombajn C - režim V3	0,1792	0,0300	0,0398	0,1159	0,3648

Kao što može da se vidi iz prethodnih tabela, kombajn B u režimu V3 se pokazao kao najoptimalniji u sva četiri slučaja, dakle bez obzira na izbor jedne od četiri grupe težinskih koeficijenata. Razlog tome je što se u tom režimu ostvaruju maksimalne vrednosti za dva kriterijuma, kvalitet i gorivo, pa grupe težinskih kriterijuma kod koje je barem jedan od ova dva kriterijuma favorizovan daju alternativu "Kombajn B – režim V3" kao optimalno rešenje.

11.3.2 Optimizacija SPW metodom

Na sličan način, nakon otežavanja kriterijuma koji karakteriše SPW metodu, izračunat je proizvod otežanih vrednosti kriterijuma po obrascu (45) za svaku alternativu i za svaku grupu težinskih koeficijenata. Rezultujuće matrice su prikazane u Tabelama 93, 94, 95 i 96, pri čemu se vrednosti u poslednjoj koloni koriste za rangiranje alternativa. Osenčena je najbolja vrednost, tj. najoptimalnija alternativa.

Tabela 93. Rezultat SPW metode sa težinskim koeficijentima - Slučaj 1.

Alternative	p_i^{W1}	q_i^{W2}	u_i^{W3}	$(1/g_i)^{W4}$	P_i
Kombajn A - režim V1	0,7241	0,7711	0,7353	0,6739	0,2767
Kombajn A - režim V2	0,7148	0,7580	0,7888	0,7293	0,3117
Kombajn A - režim V3	0,7261	0,7668	0,8234	0,7282	0,3338
Kombajn B - režim V1	0,7849	0,7619	0,6698	0,7405	0,2966
Kombajn B - režim V2	0,7681	0,7631	0,7147	0,7817	0,3275
Kombajn B - režim V3	0,7684	0,7791	0,7979	0,8584	0,4100
Kombajn C - režim V1	0,7823	0,7472	0,6912	0,6831	0,2760
Kombajn C - režim V2	0,7700	0,7452	0,7176	0,7258	0,2989
Kombajn C - režim V3	0,7737	0,7400	0,7941	0,7885	0,3584

Tabela 94. Rezultat SPW metode sa težinskim koeficijentima - Slučaj 2.

Alternative	p_i^{w1}	q_i^{w2}	u_i^{w3}	$(1/g_i)^{w4}$	Pi
Kombajn A - režim V1	0,8789	0,5946	0,6914	0,8540	0,3085
Kombajn A - režim V2	0,8743	0,5746	0,7523	0,8814	0,3331
Kombajn A - režim V3	0,8798	0,5880	0,7920	0,8808	0,3609
Kombajn B - režim V1	0,9077	0,5805	0,6182	0,8868	0,2888
Kombajn B - režim V2	0,8999	0,5824	0,6683	0,9062	0,3173
Kombajn B - režim V3	0,9000	0,6070	0,7626	0,9408	0,3919
Kombajn C - režim V1	0,9064	0,5583	0,6420	0,8586	0,2790
Kombajn C - režim V2	0,9007	0,5554	0,6715	0,8797	0,2955
Kombajn C - režim V3	0,9025	0,5475	0,7583	0,9093	0,3407

Tabela 95. Rezultat SPW metode sa težinskim koeficijentima - Slučaj 3.

Alternative	p_i^{w1}	q_i^{w2}	u_i^{w3}	$(1/g_i)^{w4}$	Pi
Kombajn A - režim V1	0,6788	0,5946	0,8843	0,8540	0,3048
Kombajn A - režim V2	0,6684	0,5746	0,9095	0,8814	0,3079
Kombajn A - režim V3	0,6811	0,5880	0,9252	0,8808	0,3264
Kombajn B - režim V1	0,7478	0,5805	0,8519	0,8868	0,3279
Kombajn B - režim V2	0,7287	0,5824	0,8743	0,9062	0,3362
Kombajn B - režim V3	0,7289	0,6070	0,9136	0,9408	0,3803
Kombajn C - režim V1	0,7448	0,5583	0,8626	0,8586	0,3080
Kombajn C - režim V2	0,7308	0,5554	0,8757	0,8797	0,3127
Kombajn C - režim V3	0,7350	0,5475	0,9119	0,9093	0,3337

Tabela 96. Rezultat SPW metode sa težinskim koeficijentima - Slučaj 4.

Alternative	p_i^{w1}	q_i^{w2}	u_i^{w3}	$(1/g_i)^{w4}$	Pi
Kombajn A - režim V1	0,5243	0,9012	0,8843	0,6227	0,2602
Kombajn A - režim V2	0,5110	0,8951	0,9095	0,6847	0,2848
Kombajn A - režim V3	0,5272	0,8992	0,9252	0,6834	0,2998
Kombajn B - režim V1	0,6161	0,8969	0,8519	0,6973	0,3283
Kombajn B - režim V2	0,5900	0,8975	0,8743	0,7441	0,3445
Kombajn B - režim V3	0,5904	0,9050	0,9136	0,8326	0,4064
Kombajn C - režim V1	0,6119	0,8900	0,8626	0,6330	0,2974
Kombajn C - režim V2	0,5929	0,8890	0,8757	0,6808	0,3142
Kombajn C - režim V3	0,5986	0,8865	0,9119	0,7518	0,3638

Metoda SPW je takođe izdvojila "Kombajn B - režim V3" kao najoptimalniji sa stanovišta posmatranih kriterijuma, bez obzira na značaj koji im je dodeljen različitim težinskim koeficijentima.

11.3.3 Optimizacija TOPSIS metodom

Posmatrane vrednosti kriterijuma rangirane su dodatno i pomoću TOPSIS metode, s obzirom da ova metoda na drugačiji način bira optimalno rešenje. Na taj način je pokušano da se izbegne eventualno favorizovanje neke alternative zbog načina funkcionisanja same metode optimizacije. Imajući u vidu složenost izračunavanja u okviru metode TOPSIS, ovde ćemo prikazati samo dobijena rastojanja pojedinih alternativa od idealnog pozitivnog S_i^* i od idealnog negativnog S_i^- rešenja (prema formulama 46, 47, 48, 49, 50 i 51), kao i rezultujući količnik Q_i , preko obrasca (52), koji se u metodi TOPSIS koristi za rangiranje alternativa (Tabele 97, 98, 99 i 100).

Tabela 97. Rezultat TOPSIS metode sa težinskim koeficijentima - Slučaj 1.

	S_i^*	S_i^-	Q_i
Kombajn A - režim V1	0,0868	0,0267	0,2349
Kombajn A - režim V2	0,0539	0,0565	0,5116
Kombajn A - režim V3	0,0483	0,0725	0,6003
Kombajn B - režim V1	0,0740	0,0476	0,3917
Kombajn B - režim V2	0,0546	0,0587	0,5181
Kombajn B - režim V3	0,0157	0,0920	0,8546
Kombajn C - režim V1	0,0884	0,0299	0,2529
Kombajn C - režim V2	0,0662	0,0406	0,3798
Kombajn C - režim V3	0,0296	0,0767	0,7215

Tabela 98. Rezultat TOPSIS metode sa težinskim koeficijentima - Slučaj 2.

	S_i^*	S_i^-	Q_i
Kombajn A - režim V1	0,0592	0,0383	0,3932
Kombajn A - režim V2	0,0352	0,0592	0,6271
Kombajn A - režim V3	0,0223	0,0818	0,7858
Kombajn B - režim V1	0,0804	0,0264	0,2471
Kombajn B - režim V2	0,0620	0,0348	0,3592
Kombajn B - režim V3	0,0166	0,0763	0,8211
Kombajn C - režim V1	0,0794	0,0153	0,1620
Kombajn C - režim V2	0,0678	0,0246	0,2667
Kombajn C - režim V3	0,0397	0,0635	0,6149

Tabela 99. Rezultat TOPSIS metode sa težinskim koeficijentima - Slučaj 3.

	S_i^*	S_i^-	Q_i
Kombajn A - režim V1	0,0462	0,0287	0,3828
Kombajn A - režim V2	0,0441	0,0271	0,3805
Kombajn A - režim V3	0,0364	0,0370	0,5044
Kombajn B - režim V1	0,0334	0,0426	0,5610
Kombajn B - režim V2	0,0276	0,0391	0,5862
Kombajn B - režim V3	0,0108	0,0557	0,8377
Kombajn C - režim V1	0,0450	0,0347	0,4357
Kombajn C - režim V2	0,0404	0,0306	0,4311
Kombajn C - režim V3	0,0362	0,0412	0,5325

Tabela 100. Rezultat TOPSIS metode sa težinskim koeficijentima - Slučaj 4.

	S_i^*	S_i^-	Q_i
Kombajn A - režim V1	0,1017	0,0126	0,1105
Kombajn A - režim V2	0,0768	0,0419	0,3530
Kombajn A - režim V3	0,0705	0,0460	0,3947
Kombajn B - režim V1	0,0496	0,0735	0,5970
Kombajn B - režim V2	0,0349	0,0759	0,6850
Kombajn B - režim V3	0,0164	0,0985	0,8570
Kombajn C - režim V1	0,0819	0,0572	0,4114
Kombajn C - režim V2	0,0559	0,0578	0,5085
Kombajn C - režim V3	0,0255	0,0830	0,7652

Metoda TOPSIS je takođe izdvojila "kombajn B - režim V3" kao najoptimalniji sa stanovišta posmatranih kriterijuma, bez obzira na značaj koji im je dodeljen različitim težinskim koeficijentima.

11.4 Zbirni rezultati optimizacije

U prethodnom poglavlju detaljno su prikazani rezultati optimizacije podataka iz 2006/07. godine istraživanja. Rezultati optimizacije podataka iz druge dve godine istraživanja su veoma slični po zaključcima, tj. u skoro svim slučajevima se "kombajn B - režim V3" izdvojio kao najoptimalniji. Razlog tome je što se u tom režimu ostvaraju najbolje vrednosti za dva, od četiri posmatrana, kriterijuma (kvalitet ubrane kamilice i potrošnja goriva). Kako bi se uporedile i pozicije ostalih alternativa, rang liste svih metoda za svaku godinu su prikazane zajedno u Tabeli 101.

Detaljnijom analizom dobijenih rang listi može se uočiti sledeće:

- kombajn B u režimu V3 se pokazao kao najoptimalniji u svim godinama i u odnosu na sve četiri grupe težinskih koeficijenata, prema svakoj od tri korišćenje metode, sem u slučaju TOPSIS metode za podatke iz 2008/09. godine i prema težinskim koeficijentima 2 i 3, kada je bio na drugom mestu;
- nema značajne razlike između korišćene metode optimizacije, tj. pozicija neke alternative je ili ista kod sve tri metode ili se u malom broju slučajeva razlikuje za jedno mesto;
- u različitim godinama pozicije alternative su bile ili iste ili su se razlikovale za jedno mesto, što takođe ukazuje da su se režimi rada ponašali slično u različitim godinama istraživanja.

Tabela 101. Rang liste alternativa dobijene metodama SAW, SPW i TOPSIS za četiri grupe težinskih koeficijenata, za tri godine istraživanja.

	Red. br.	Slučaj - 1			Slučaj - 2			Slučaj - 3			Slučaj - 4		
		SAW	SPW	TOPSIS	SAW	SPW	TOPSIS	SAW	SPW	TOPSIS	SAW	SPW	TOPSIS
2005/06	1	B-V3	B-V3	B-V3	B-V3	B-V3	B-V3	B-V3	B-V3	B-V3	B-V3	B-V3	B-V3
	2	C-V3	C-V3	C-V3	A-V3	C-V3	A-V3	B-V1	B-V1	B-V1	C-V3	C-V3	C-V3
	3	B-V2	B-V2	B-V2	C-V3	A-V3	C-V3	C-V3	C-V3	C-V3	B-V2	B-V2	B-V2
	4	A-V3	A-V3	A-V3	A-V2	A-V2	A-V2	B-V2	B-V2	B-V2	B-V1	B-V1	B-V1
	5	B-V1	B-V1	A-V2	B-V2	B-V2	B-V2	C-V1	C-V1	C-V1	C-V2	C-V2	C-V2
	6	A-V2	A-V2	B-V1	B-V1	B-V1	B-V1	C-V2	C-V2	C-V2	C-V1	C-V1	C-V1
	7	C-V2	C-V2	C-V2	C-V2	C-V2	A-V1	A-V3	A-V3	A-V3	A-V3	A-V3	A-V3
	8	C-V1	C-V1	C-V1	A-V1	A-V1	C-V2	A-V2	A-V2	A-V1	A-V2	A-V2	A-V2
	9	A-V1	A-V1	A-V1	C-V1	C-V1	C-V1	A-V1	A-V1	A-V2	A-V1	A-V1	A-V1
2006/07	1	B-V3	B-V3	B-V3	B-V3	B-V3	B-V3	B-V3	B-V3	B-V3	B-V3	B-V3	B-V3
	2	C-V3	C-V3	C-V3	A-V3	A-V3	A-V3	B-V2	B-V2	B-V2	C-V3	C-V3	C-V3
	3	A-V3	A-V3	A-V3	C-V3	C-V3	A-V2	C-V3	C-V3	B-V1	B-V2	B-V2	B-V2
	4	B-V2	B-V2	B-V2	A-V2	A-V2	C-V3	B-V1	B-V1	C-V3	B-V1	B-V1	B-V1
	5	A-V2	A-V2	A-V2	B-V2	B-V2	A-V1	A-V3	A-V3	A-V3	C-V2	C-V2	C-V2
	6	B-V1	C-V2	B-V1	A-V1	A-V1	B-V2	C-V2	C-V2	C-V1	C-V1	A-V3	C-V1
	7	C-V2	B-V1	C-V2	B-V1	C-V2	C-V2	C-V1	C-V1	C-V2	A-V3	C-V1	A-V3
	8	C-V1	A-V1	C-V1	C-V2	B-V1	B-V1	A-V2	A-V2	A-V1	A-V2	A-V2	A-V2
	9	A-V1	C-V1	A-V1	C-V1	C-V1	C-V1	A-V1	A-V1	A-V2	A-V1	A-V1	A-V1
2008/09	1	B-V3	B-V3	B-V3	B-V3	B-V3	A-V3	B-V3	B-V3	C-V3	B-V3	B-V3	B-V3
	2	C-V3	C-V3	C-V3	A-V3	C-V3	B-V3	C-V3	C-V3	B-V3	C-V3	C-V3	C-V3
	3	A-V3	A-V3	A-V3	C-V3	A-V3	A-V2	B-V2	B-V2	B-V2	B-V2	B-V2	B-V2
	4	A-V2	A-V2	A-V2	A-V2	A-V2	C-V3	A-V2	A-V2	B-V1	B-V1	B-V1	B-V1
	5	B-V2	B-V2	B-V2	B-V2	B-V2	B-V2	B-V1	C-V2	A-V2	C-V2	C-V2	C-V2
	6	C-V2	C-V2	C-V2	C-V2	C-V2	C-V2	C-V2	B-V1	C-V2	A-V2	A-V2	A-V2
	7	B-V1	B-V1	B-V1	B-V1	A-V1	A-V1	A-V3	A-V3	A-V3	C-V1	A-V3	A-V3
	8	A-V1	A-V1	A-V1	A-V1	B-V1	B-V1	C-V1	C-V1	C-V1	A-V3	C-V1	C-V1
	9	C-V1	C-V1	C-V1	C-V1	C-V1	C-V1	A-V1	A-V1	A-V1	A-V1	A-V1	A-V1

Ukoliko se rang liste uporede u odnosu na grupe težinskih koeficijenata, može da se uoči da "kombajn B - režim V3" nije menjao svoju poziciju u rang listi bez obzira na grupu težinskih kriterijuma. "Kombajn C –režim V3" se takođe pokazao kao dosta stabilan, jer je u svim procesima optimizacije zadržao drugu ili treću poziciju, bez velikih oscilacija pozicije. Sa druge strane "kombajn A – režim V1" nije imao velikih oscilacija pozicije, već se u svim procesima optimizacije nalazio na poslednjem ili preposlednjem mestu. Najveće promene pozicije uočene su kod "kombajn A- režim V3, koji je za težinske koeficijent u slučaju 1 i 2 bio na vrhu rang liste (pozicije 1, 2 ili 3) dok se za težinske koeficijente 3 i 4 nalazio na poslednja tri mesta rang liste.

12. ZAKLJUČCI

U ovoj doktorskoj disertaciji je, primenom odgovarajućih naučnih metoda, izvršeno ispitivanje različitih konstrukcionih rešenja, kao i ispitivanje uticajnih faktora u eksploataciji kombajna sa različitih stanovišta, a sve u cilju odabira optimalnog tehničkog sistema i režima rada kombajna za mehanizovano ubiranje kamilice.

Iz sprovedenih istraživanja mogu se izvesti sledeći zaključci:

- Kvalitet ubiranja kamilice značajno se menja sa promenom stanja useva, što ukazuje na potrebu ujednačavanja stanja useva na parceli, kao i definisanje mera koje utiču na homogenizaciju useva;
- Ispitivani kombajni su postizali male brzine rada (od 0,96 km/h do 2,91 km/h) koje su uslovljene stanjem useva i postavljenim limitirajućim faktorima (rad bez zastoja i zagušenja);
- Koeficijenti iskorišćenja vremena tehnološkog ciklusa ispitivanih kombajna (od 0,846 do 0,905) su vrlo visoki i ujednačeni;
- Koeficijenti iskorišćenja proizvodnog vremena ispitivanih kombajna imaju osrednje vrednosti (od 0,594 do 0,692), što je rezultat male zapremine ili ručnog pražnjenja smeštajne zapremine (bunkera) kombajna;
- Tehnološka proizvodnost (učinak) kombajna za ubiranje kamilice zavisi isključivo od radnog zahvata i brzine kretanja kombajna. Najveći prosečan učinak postigao je kombajn A od 0,65 ha/h, pa kombajn B sa 0,57 ha/h i kombajn C sa 0,56 ha/h.
- Utrošak ljudskog rada po jedinici površine je veoma promenljiva veličina i kreće se u širokim granicama (od 2,58 do 6,92 h/ha). Ovako mala produktivnost ljudskog rada posledica je male brzine rada kombajna i slabijeg iskorišćenja vremena smene;
- Najmanju potrošnju goriva po jedinici površine su ostvarili kombajni u režimu rada V3, gde je najekonomičniji bio kombajn B sa potrošenih 23,86 l/ha, pa kombajn C sa 33,51 l/ha i kombajn A sa potrošnjom od 45,78 l/ha;
- Može se konstatovati da viši režim rada (veća brzina kretanja i broj obrtaja beračkog uređaja) donosi i veće ukupne gubitke. Najveće prosečne ukupne gubitke ostvaruje kombajn A (39,77%) dok se kod kombajna B i C oni kreću oko 20%;
- Kod kombajna A je izraženo značajno veće učešće gubitaka iz kategorije "RASUTO" (27,9-36,7%) u odnosu na gubitke iz kategorije "NEUBRANO" (5,9-10,6%), dok je kod kombajna B i C taj odnos ujednačen (4,1-19,8% "RASUTO"; 5,8-21,3% "NEUBRANO");
- Sva tri ispitivana kombajna, u sva tri režima rada, ostvaruju približan kvalitet ubiranja cvasti kamilice, naročito kada se posmatraju njihove prosečne vrednosti, kao i zbirno I i II kategorije kvaliteta (kombajn A: 68,5-92,1%; kombajn B: 69,9-90,7%; kombajn C: 62,2-86,1%)
- Najveća vrednost proizvodnje ubrane kamilice se dobija kada se ona koristi kao sušena cvast (kombajn B, režim V3, vrednost 2.551,50EUR), dok je vrednost

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

nešto manja (od 2,6% do 5,5%) kada se deo kamilice (I i II kategorija kvaliteta) koristi kao sušena cvast, a deo (III i IV kategorija kvaliteta) za etarsko ulje;

- Kada se kamilica koristi kao sušena cvast, najmanja vrednost proizvodnje (pri sva tri režima rada) je ostvarena korišćenjem kombajna A (1.715,0-1.925,5 EUR/ha), dok upotrebom kombajna B i C vrednost proizvodnje koja se sa njima ostvaruje je međusobno bliska i zavisi od režima rada i kvaliteta ubiranja (kombajn B: 2.324,5-2.551,5 EUR/ha; kombajn C: 2.165,5-2.384,0 EUR/ha);
- Kada se kamilica koristi kao sušena cvast, najmanja dobit se ostvaruje korišćenjem kombajna A (730,25-855,78 EUR/ha), dok je dobit ostvarena korišćenjem kombajna B (1.229,21-1.377,26 EUR/ha) veća u odnosu na kombajn C (1.055,70-1.201,06 EUR/ha);
- U različitim agro-klimatskim uslovima dolazi i do variranja biološkog prinosa, pa se tada kao ekonomski najprihvatljiviji može izdvojiti kombajn B, sa režimom rada V1. Kod kombajna A i C promena biološkog prinosa zahteva promenljive režime rada;
- Kao ekonomski najpovoljnija varijanta ustanovljeno je korišćenje kombajna B, sa režimom rada V1 (pošto se u tom slučaju ostvaruje najveća dobit);
- Kombajn B u režimu V3 se pokazao kao najoptimalniji u svim godinama i u odnosu na sve četiri grupe i slučaja težinskih koeficijenata (kada nisu praćeni ekonomski pokazatelji), prema svakoj od tri korišćene metode optimizacije, osim u slučaju TOPSIS metode za podatke iz 2008/09. godine i prema težinskim koeficijentima 2 i 3, kada je bio na drugom mestu;
- Nema značajne razlike između korišćenih metoda optimizacije, tj. pozicija neke alternative je ili ista kod sve tri metode ili se u malom broju slučajeva razlikuje za jedno mesto.

LITERATURA

1. Adamović, D., Vasić, R., 1991. Lekovito, aromatično i začinsko bilje. Bilten za hmelj, sirak i lekovito bilje, Novi Sad, 64-65, 67-78.
2. *African Pharmacopoeia*, 1st ed. Logos, 1985. Organization of African Unity, Scientific, Technical and Research Commission.
3. Ananda, J., Herath, G., 2003. The Use of the Analytic Hierarchy Process to Incorporate Stakeholder Preferences into Regional Forest Planning. *Forest Policy and Economics*, 5, 13-26.
4. Arbeitsgemeinschaft für Arzneipflanzenanbau. Jahresberichte 1971, 1972, 1973, 1977, 1979. Lehrstuhl für Gemüsebau der Technischen Universität München-Freising.
5. Awas, T., 2007. Plant Diversity in Western Ethiopia: Ecology, Ethnobotany and Conservation. PhD Thesis, Norway.
6. Babić, M., Babić, Lj., 2007. Fizičke osobine poljoprivrednih materijala. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
7. Baghalian, K., Haghiri, A., Naghavi, M.R., Mohammadi, A., 2008. Effect of saline irrigation water on agronomical and phytochemical characters of chamomile (*Matricaria recutita* L.). *Scientia Horticulturae*, 116 (4), 437-441.
8. Banae Costa, Chagas, C.M., 2004. A Career Choice Problem: an Example of How to Use Macbeth to Build a Quantitative Value Model Based on Qualitative Value Judgments. *European Journal of Operational Research*, 153 (2), 323-331.
9. Beinat, E., Nijkamp, P., 1998. Multi-Criteria Evaluation in Land-Use Management, Dordrecht, Kluwer Academic Publishers.
10. Belton, V., 1993. Project Planning and Prioritisation in the Social Services – an OR Contribution. *Journal of the Operational Research Society*, 44, 115-124.
11. Bentini, M., Guarnieri, A., 1988. Primi risultati di prove sulla raccolta meccanica della camomilla roma (*Anthemis nobilis*). *Riv. di Ing. Agr.*, 4, 193-197.
12. Beraldi, G., Bentini, M., Guarnieri, A., 1985. Raccolta della *Anthemis nobilis*: primi risultati. *M&Ma* 12, 15-18.
13. Berendes, I., 1987. Des Pedanios Dioscurides aus Anazarbos *Arzneimittellehre*, Stuttgart, cap. 144.
14. Berger, F., 1949. *Handbuch der Drogenkunde*. Wien, Band I, 243-257.
15. Beshelev, S.D., Gurvitch F.G., 1974. *Mathematical and Statistical Methods of Expert Evaluation*. Moscow, Statistics.
16. Betray, G., Vomel, A., 1992. Influence of temperature on yield and active principles of chamomile under controlled conditions. *Acta Horticulturae*, 306, 73-87.

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

17. Beuthe, M., Scannella, G., 2001. Comparative Analysis of UTA Multicriteria Methods. *European Journal of Operational Research*, 130 (2), 246-262.
18. Biertumpel, 2003. *Mundliche Mitteilung* 11.03.03., Jena/Dornburg.
19. Blažek, Z., Stary, F., 1961. *Pharmazie*. Berlin, 9, 477-482.
20. Borowski, B., Chochlew, L., 1960. Diuretische Wirkung einiger Flavondrogen. *Planta Med*, 8, 95-104.
21. Bošnjak, Đ., Dragović, S., Hadžić, V., Babović, D., Kostić, N., Burlica, Č, Đorović, M., Pejković, M., Mihajlović, D., Stojanović, S., Vasić, G., Stričević, R., Gajić, B., Popović, V., Šekularac, G., Nešić, Lj., Belić, M., Đorđević, A., Pejić, B., Maksimović, L., Karagić, Đ., Lalić, B., Arsenić, I., 1997. Metode istraživanja i određivanja fizičkih svojstava zemljišta. Komisija za fiziku zemljišta, Jugoslovensko društvo za proučavanje zemljišta, Novi Sad, 1- 278.
22. Brans, J., Mareschal, B., 1994. The PROMCALC & GAIA Decision Support System for Multicriteria Decision Aid. *Decision Support System*, 12, 297-310.
23. *British Herbal Pharmacopoeia*, 1990. British Herbal Medicine Association, London.
24. Brkić, D., Lukač, P., Babić, T., Šumanovac, L., 1989. Ispitivanje adaptiranog žitnog kombajna u berbu kamilice. *Aktuelni zadaci mehanizacije poljoprivrede*, Trogir, 213-221.
25. Brkić, D., Šumanovac, L., Lukač, P., Jurić, T., 1998. Ispitivanje adaptiranog žitnog kombajna u berbi kamilice. *Poljoprivreda*, 4 (1), 9-16.
26. Canter, P.H., Thomas, H., Ernst, E., 2005. Bringing medicinal plants into cultivation: opportunities and challenges for biotechnology. *Trends in Biotechnology*, 23 (4), 180-185.
27. Carle, R., Gomaa, K., 1992. Technologische Einflüsse auf die Qualität von Kamillenbluten und Kamillenol. *Pharm. Zt. Wiss.* 137 (2), 71-77.
28. Cavazzani, M.A., 1991. Meccanizzazione della raccolta. *L'Informatore Agrario*, XLVII (39), 74-76.
29. Chladek, M., Košova, Vera, 1959. Blossom fasciation in the common chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). *Pharmazie*, 8, 476-478.
30. Chladek, M., Mestenhauser, A., 1958. Experiments on the production of an improved drug from the Roman camomile (blossoms of *Chamomillae romanae*). *Pharmazie*, 13, 297.
31. Czabajnska, W., 1960. Hodowla wielkokwiatowej odmiany rumianku pospolitego (*Matricaria chamomilla* L.). *Czesc I. Poliploidydzacja rumianku*, 6, 71-82.
32. Dachler, M., Pelzmann, H., 1989. *Heil-und Gewurzpflanzen, Anbau-Ernte und Aufbereitung*, Osterreich, Agrarverlag, Vienna, 244.
33. Dachler, M., Pelzmann, H., 1999. *Arznei-und Gewurzpflanzen. Anbau, Ernte und Aufbereitung*, 2nd Ed. Osterreichischer Agrarverlag, Klosterneuburg, 351.
34. Dajić, Z., 1996. Ekološka studija halofitske zajednice *Puccinellietum limosae* (Raps.) Wend., Doktorska disertacija, Biološki fakultet, Beograd.

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

-
35. Dajić, Z., Kojić, M., 1996. Ekološke karakteristike vrsta roda *Matricaria* u Srbiji. Dani lekovitog bilja, Brezovica.
 36. Dilvesi, K., Kota, E., Adamović, D., 1990. Mehanizovano plantažno gajenje kamilice. Agrotehničar, 3, 38-42.
 37. Dolijanović, Ž., Oljača, S., 2003. Praktikum agroekologije, Poljoprivredni fakultet, Beograd.
 38. Dražić, S., 2004. Gajenje lekovitog bilja, Counterpart Intentional, Brčko Distrikt.
 39. Ebert, K., 1982. Arznei-und Gewurzpflanzen, Ein Leitfaden fur Anbau und Sammlung, 2nd Ed., Wiss Verlagsgesell., Stuttgart, Germany, 221.
 40. Ebert, K., Schubert, H., 1962. Kamillenernte voll mechanisiert. Dtsch. Apoth. Ztg., 102 (6), 167-168.
 41. Ehlert, D., Adamek, R., Goebel, A., Juergen, H.H., 2011. Influence of comb parameters on picking properties for chamomile flowers (*Matricaria recutita*). Industrial Crops and Products, 33, 242, 247.
 42. Emonggor, V.E., Chweya, J.A., 1989. Effect on age on chamomile flower yield, essential oil content and composition. Discovery and Innovation, 1 (4), 63-66.
 43. Erfurth, P., Plescher, A., 1983. Zum Auftreten bakterieller, pilzlicher und tierischer Schaderreger an Heil-und Gewurzpflanzen, Nachrichtenblatt fur den Pflanzenschutz in der DDR, 1, 19-22.
 44. *European Pharmacopoeia* 4.6, 2004, Strasbourg: Council of Europe.
 45. *European Pharmacopoeia*, 3rd ed., 1996, Strasbourg: Council of Europe.
 46. Fahmy, L.R., Hamidi, A.E., 1960. Pharmacological study of Chamomilla. The Egyptian Pharmaceutical Bulletin, XLII (4), 195-201.
 47. Falzari, L.M., Menary, R.C., 2003. Chamomile for oil and dried flowers, Project No UT-28A.
 48. Fan, Z., Ma, J., Tian P., 1997. A Subjective and Objective Integrated Approach for the Determination of Attribute Weights. Materials of 4th Conference of International Society for Decision Support Systems, Lausanne.
 49. *Farmacopea Jugoslavica* IV, 1984, Beograd.
 50. Franke, R., Schilcher, H., 2005. Chamomile Industrial profiles. Taylor and Francis.
 51. Franz, C., 1986. Zuchtung und Anbau – Chancen fur die Qualitat pflanzlicher Arzneimitteln, Pharmazeut. Zeitung, 11, 611-616.
 52. Franz, C., Holzl, J., Kirsch, C., 1983. Einflub der Stickstoff-, Phosphor- und Kalidungung auf Kamille (*Chamomilla recutita* (L.) *Rauschert*), syn (*Matricaria chamomilla* L.) II. Beeinflussung des atherischen Ols. Gartenbauwissenschaft, 1, 17-22.

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

-
53. Franz, C., Holzl, J., Vomel, A., 1978. Variation in the essential oil of *Matricaria chamomilla* L. depending on the plant age and stage of development. Acta Horticulturae, 73, 229-238.
 54. Franz, C., Kirsch, C., 1974. Gartenbauwiss., 39, 9.
 55. Franz, C.H., Muller, E., Pelzman H., Hardl, K., Halva, S., Ceylan, A., 1986. Influence of ecological factors on yield and essential oil of chamomile. Acta Horticulturae, 188, 157-162.
 56. Galambosi, B., Holm, Y., 1991. The effect of spring sowing times and spacing on the yield and essential oil of chamomile grown in Finland. Herba Hungarica, 2, 47-53.
 57. Gašić, O., Lukić, V., 1990. The Influence of Sowing and Harvest Time on the Content and Composition of the Essential Oils of Chamomilla-Recutita. Planta Medica, 56, 638-649.
 58. *German Pharmacopoeai*, 10th ed., 1992, DAB 10, 1st addendum.
 59. Gogić, P., 2009. Teorija troškova sa kalkulacijama (u proizvodnji i preradi poljoprivrednih proizvoda), Poljoprivredni fakultet, Beograd – Zemun.
 60. Hadi, M.H.S., Noormohammadi, G., Sinaki, J.M., Khodabandeh, N., Yasa, N., Darzi, M.T., 2004. Effects of planting time and plant density on flower yield and active substance of Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). Proceedings of the 4th International Crop Science Congress Brisbane, Australia.
 61. Harbourne, N., Jacquier, J.C., O’Riordan, D., 2009. Optimisation of the extraction and processing conditions of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) for incorporation into a beverage. Food Chemistry, 115 (1), 15-19.
 62. Hecht, H., Mohr, T., Lembrecht, S., 1992. Mechanisierung der Blutendrogenerte. Landtechnik, 47, 276-281.
 63. Heeger, F. E., 1956. Handbuch des Arznei – und gewurpflanzenbaues Drogengewinnung, Berlin, DDR, 488-505.
 64. Hegi, G., 1954. Illustrierte Flora von Mittel-Europa. Bd. 6, 2.
 65. Herold, M., 1989. Verfahrenstechnische Entwicklungen zum Anbau von *Chamomilla recutita* L. (*Rauschert*) und *Calendula officinalis* L. fur die Gewinnung von Blutendrogen. Drogenreport, 2 (2), 43-62.
 66. Herold, M., 2003. Mundliche Mitteilung am 13.03.03., Artern.
 67. Heuner, P., 2003. Mundliche Mitteilung am 06.03.03., Lohra-Seelbach.
 68. Holbourn, M., 1998. Decision Conferencing - a Tool for Budget Allocation. Focus on Police Research and Development, 10, 22-23.
 69. <http://www.hidmet.gov.rs/> (datum posmatranja, 18.11.2011. godine).
 70. Hwang C. L., Yoon, K., 1981. Multiple Attribute Decision-Making Methods and Applications. State of the Art Survey, Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag.

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

71. Ivanović, M., Stepić, R., Vukša, P., 1996. Zaštita kamilice u plantažnoj proizvodnji. Dani lekovitog bilja 96, Brezovica.
72. Ivanović, S., Pajić, M. and Ivanović, L., 2007. Choosing Type Of Chamomile Harvester Based On Current Value Of Usage Costs. Acta Hort., 749, 259-264.
73. Janačković, Bojana, 1964. O gajenju kamilice na slatinama s osvrtom na prinos i kvalitet droge. Arhiv za farmaciju, XIV, Beograd.
74. Kahn, R.P., Lima, P., 2001. Importation of *Matricaria Recutita* L. (*Matricaria Chamomilla* L.) (German Chamomile) as Flowers and Leaves from El Salvador, Guatemala, Honduras, And Nicaragua Into The Continental United States. United States Department of Agriculture.
75. Kaiser, H., Hasenmaier, G., 1956. Untersuchungen iiber die Azulenbil-dung bei (*Matricaria Chamomilla* L.). Archiv der Pharmazie, 12, 681-695.
76. Karadžić, B., Babić, M., Radišić, S., 2006. Merni sistemi za određivanje čvrstoće poljoprivrednih materijala. PTTEP – Časopis za procesnu tehniku i energetiku u poljoprivredi, 10 (5), 162-165.
77. Kastori, R., Štrbac, D., 1987. Uticaj aeracije i zbijenosti zemljišta na koren i usvajanje mineralnih đubriva. Savremena poljoprivreda, 5/6, 259-270.
78. Keeney, R., Raiffa, H., 1993. Decisions with Multiple Objectives. Preferences and Value Trade Offs. Cambridge, UK, Cambridge University Press.
79. Kelley, C., Garson, J., Aggarwal, A., Sarkar., S., 2002. Place Prioritization for Biodiveristy Reserve Network Design: A Comparison of the SITES and ResNet Software Packages for Coverage and Efficiency, Diversity and Distributions, 8, 297-306.
80. Kerekes, J., 1962. Effecz of water on flower-yield and activ substance of chamomile (*Matricari chamomilla* L.). Herba hungarica, 1-55.
81. Khazaei, J., 2005. Desing, development and testing of Pyrethrum harvesting machine. 33. Symposium «Actual Tasks on Agricultural Engineering», Opatija, 161-167.
82. Kirsch, C., 1990. Kamillenanbau in Argentinien. Dogoco Report, 2, 67-75.
83. Kišgeci, J., Adamović, D., 1994. Gajenje lekovitog bilja. Nolit, Bograd.
84. Kišgeci, J., Adamović, D., Stanačev, S., Lukić, V., 1982. Uticaj načina setve i količine semena na prinos i kvalitet domaće populacije kamilice. Bilten za hmelj, sirak i lekovito bilje, Novi Sad, 39 (1), 45-49.
85. Kišgeci, J., Jelačić, Slavica, Beatović, D., 2009. Lekovito, aromatično i začinsko bilje, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet.
86. Kizil, S., Kayabasi, N., Arslan, N., 2005. Determination of some Agronomical and Dyeing Properties of Dyer's Chamomile (*Anthemis tinctoria* L.). Journal of Central European Agriculture, 6 (3), 403-408.
87. Knežević, A., 1990. Ekološka I biljnogeografska analiza flore saltine Banata. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet - Novi Sad.

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

88. Kojić, M., 1997. Kamilica (*Chamomilla recutita* (L) Rausch.), Monografska studija, Institut za proučavanje lekovitog bilja "Dr Josif Pančić" – Beograd.
89. Kojić, M., Popović, R., Karadžić, B., 1994. Fitoindikator i njihov značaj u proceni ekoloških uslova staništa. „Nauka” i Institut za proučavanje u poljoprivredi.
90. Krstić – Pavlović, N., Džamić, R., 1983. Prilog proučavanju uticaja mineralnog đubriva na prinos i kvalitet gajene kamilice na području Severnog Banata. Agrohemija, No 3, 207-215.
91. Kurunci, Z., 2010. Analiza tehničko eksploatacionih parametara savremenih žitnih kombajna u žetvi pšenice. Magistarska teza, Poljoprivredni fakultet – Novi Sad.
92. Lazić, V., Turan, J., 2004. Racionalizacija rada poljoprivrednih mašina. Znanjem do uspeha, Zadružni savez Vojvodine.
93. Letchamo, W., 1992. Comparative study of chamomile yield, essential oil and flavonoids content under two sowing season and nitrogen levels. Acta Horticulturae, 306, 375-384.
94. Lonner, J., Thomas, M., 2003. A Harvester's Handbook to Wild Medicinal Plant Collection in Kosovo. Medicinal Plant Specialist, Arcata, California, USA.
95. Marić, M., 1972. Semearstvo I. Beograd.
96. Martinov, M., Muller, J., 1990. Produktion und Ernte von Pfefferminze in Jugoslawien. Hgk-Mitteilungen, 33 (4), 35-37.
97. Martinov, M., Muller, J., 1990. Produktion von Kamille in Jugoslawien. Hgk-Mitteilungen, 33 (5), 1-5.
98. Martinov, M., Muller, J., Tešić, M., 1994. Mehanizacija za ubiranje, sušenje i preradu lekovitog bilja, stanje i perspektive. Proizvodnja i plasman lekovitog, začinskog i aromatičnog bilja, "Medicinal Plant Report "94", 16-27.
99. Martinov, M., Oluški, L., 1998. Mašine i oprema za proizvodnju kamilice (dvadeset godina posle). Medicinal Plant Report, 5 (5), 37-49.
100. Martinov, M., Tešić, M., 1995. Mehanizacija žetve, sušenja i primarne prerade lekovitog bilja, Lekovite sirovine, XLIV (14), 43-55.
101. Martinov, M., Tešić, M., 1996. Mehanizovana žetva i prerada kamilice. Medicinal Plant Report, 3, 38-51.
102. Martinov, M., Topalov, S., Veselinov, B., 1980. Analiza rada uređaja za mehaničko ubiranje kamilice, Jugoslovenski simpozijum o aktualnim problemima mehanizacije poljoprivrede, Zbornik radova Simpozijuma, 279-291.
103. Martinov, M., Tešić, M., Muller, J., 1992. Erntemaschine für Kamille. Landtechnik, 47 (10), 505-507.
104. Matvejeva, N.D., 1960. Osnovy sortovodno-semenogo dela po lekarstvennym kuljturam. Moskva, 106-110.

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

105. McGuffin, M., Hobbs, C., Upton, R., Goldberg, A., 1996. American Herbal Products Associations's Botanical Safety Handbook. Boca Raton, CRC Press, 27.
106. Mihajlov, M., 1988. Divlje lekovito bilje i mogućnosti korišćenja na području Brusa. Lekovite sirovine, VII, 5-12.
107. Milojević, Bojana, Stepanović, B., Hmeljevski, S., 1988. Uticaj đubriva na prinos i kvalitet cveta kamilice. Lekovite sirovine, VII, 41-48.
108. Milojević–Janačković, Bojana, 1965. Proučavanje divlje i gajene kamilice (*Matricaria chamomilla* L.) iz aspekta njenih lekovitih sastojaka – etarskog ulja i hamazulena. Doktorska disertacija, Beograd.
109. Mišković, Kruna, 1965. Rizosfera mikroflora kod kamilice u solonjecu i černozeu. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet – Novi Sad.
110. Mohr, T., 2002. Untersuchung und Weiterentwicklung einer Erntemaschine für Heilpflanzenbluten. Z. Arznei. Gewürzpflanzen, Sonderausgabe, 7, 196-202.
111. Mohr, T., Hecht, H., 1996. Entwicklung einer Pfluckmaschine. Ernte von Echter Kamille, (*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert), Ringelblume (*Calendula officinalis* L.) und Johanniskraut (*Hypericum perforatum* L.). Z. rznei. Gewürzpflanzen, 68-77.
112. Mohr, T., Hecht, H., Eichhorn, H., 1996. Vergleichende Untersuchungen einer verbesserten Pfluckmaschine zur Gewinnung von Blutendrogen der Echter Kamille, (*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert), Ringelblume (*Calendula officinalis* L.) und Johanniskraut (*Hypericum perforatum* L.). Drogenreport, 9 (14), 15-23.
113. Mohr, T., Hecht, H., Eichhorn, H., 1996. Vergleichende Untersuchungen einer verbesserten Pfluckmaschine zur Gewinnung von Blutendrogen (Teil 2). Drogenreport, 9 (15), 5-9.
114. Muller, J., Koll-Weber, M., Kraus, W., Muhlbauer, W., 1996. Trocknungsverhalten von Kamille (*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert). Z. Arznei. Gewürzpflanzen, 1, 104-110.
115. Muminović, Š., 1998. Proizvodnja lekovitog i začinskog bilja. Publishing House, Sarajevo.
116. Munćan, P., 1991. Uticaj strukture proizvodnje na racionalno korišćenje sredstava mehanizacije u poljoprivrednim organizacijama ratarskog smera proizvodnje. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Beograd – Zemun.
117. Mustajoki, J., Hamalainen, R., Marttunen, M., 2004. Participatory Multicriteria Decision Support with Web-HIPRE: a Case of Lake Regulation Policy. Environmental Modelling and Software, 19, 537-547.
118. Nikolić, R., Popović, Z., 1994. Mogućnosti smanjenja sabijanja zemljišta – tehničke mere. Zbornik radova poljoprivrednog fakulteta – Novi Sad, 22, 49-65.
119. Nikolić, R., Raičević, D., Kekić, M., Nenić, P., Bošnjaković, A., 1995. Poljoprivredna tehnika u biljnoj proizvodnji. IV Kongres o hrani, Razvoj agroindustrijske proizvodnje u Jugoslaviji, Beograd.

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

120. Oravec, V., Repčak, M., Černaj, P., 1993. Production technology of *Chamomilla recutita*. *Acta Horticulturae*, 331, 85-87.
121. Oravec, V., Varga, I., Repčak, M., Hulikova, A., 1988. Authors certificate of the invention. Praha.
122. Pajić, M., Ivanović, S., Miodragović, R., Gligorević, K., Radojević, R., Oljača, M., 2009. The comparative Analysis of Diferent Type Chamomile Harvesters. Synergy and Technical Development, International Conference in Agricultural Engineering, Hungary, 1-6.
123. Pajić, M., Ivanović, S., Oljača, M., Pajić, V., Radojević, R., Ružičić, L., 2011. Uticaj različitih tipova kombajna za ubiranje kamilice na kvalitet ubiranja i visinu dobiti u proizvodnji kamilice. *Poljoprivredna tehnika*, XXXVI (2), 43-51.
124. Pajić, M., Radojević, R., Raičević, D., 2001. Nova tehnološka rešenja ubiranja i sušenja kamilice na malom posedu. *Poljoprivredna tehnika*, XXIV (1/2), 43-52.
125. Pajić, M., Raičević, D., Ercegović, Đ., Mileusnić, Z., Oljača, M., Radojević, R., 2006. Influence of exploitation characteristic of harvester "NB 2003" on chamomile harvesting quality. *Acta Horticulturae*, 749, 253-258.
126. Pajić, M., Raičević, D., Radojević, R., Oljača, M., 2007. Analiza uticaja eksploatacionih karakteristika mašine za ubiranje kamilice. *Lekovite sirovine*, XXIV/V (24/25), 3-10.
127. Pank, F., Herold, M., Hanning, H.J., 1987. Technology of the Large-Scale Production of Chamomile (*Chamomilla-Recutita* L.). *Die Pharmazie*, 42, 218-228.
128. Parabućski, S., 1980. Karakteristike nekih halofitnih fitocenoza u Bačkoj. *Zbornik Matice srpske za prirodne nauke*, 58, 81-98.
129. Paschetta, E., Tsoukias., A., 2000. A Real World MCDA Application: Evaluating Software. *Journal of Multiple Criteria Decision Analysis*, 9, 205-226.
130. Penka, M., 1960. *Acta facult. pharm. bohemoslov.* Tom IV, Bratislava, 27-37.
131. *Pharmacopee Francaise*, Paris: Adrepharm, 1996.
132. *Farmacopea Jugoslavica* IV, 1984, Beograd.
133. Plescher, A., 1997. Verfahrenstechnische Entwicklungen zum Anbau von Kamille, *Zeitschrift fur Arznei- und Gewurzpflanzen*, 2 (4), 193-201.
134. Plescher, A., Stodollik, A., 1995. Tendenzen im Pflanzenschutz bei nachwachsenden pharmazeutisch genutzten Rohstoffen. *Mitt. Biol. Bundesanstalt Landw.*, 310, 109-118.
135. *Polish Pharmakopoeai*, Warshaw, 1995.
136. Radanović, D., Nešić, Lj., Sekulić, P., Belić, M., Pucarević, M., Čuvarđić, M., 2003. Karakterizacija zemljišta za proizvodnju kvalitetnog lekovitog bilja. *Lekovite sirovine*, XXIII (23), 51-57.
137. Radojević, R., Pavlekić, S., Pajić, M., Raičević, D., Oljača, M., 2001. Istraživanje osnovnih parametara rada nošene mašine za ubiranje kamilice. *Lekovite sirovine*, XXI (21), 175-180.

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

138. Radojević, R., Pavlekić, S., Raičević, D., Ercegović, Đ., Oljača, M., 2000. Mechanized harvesting flower of chamomile. Proceeding of the First Conference on Medicinal and Aromatic Plants of Southeast European Countries, Aranđelovac, 227-230.
139. Raičević, D., 1991. Istraživanje metoda eksploatacije ratarske tehnike za tržišnu privredu. Simpozijum naučno tehnički progres u poljoprivrednoj proizvodnji, Zbornik radova, Opatija.
140. Raičević, D., Ercegović, Đ., 2000. New technology and development of harvesting and processing machines for medicinal and aromatic plants. Proceeding of the First Conference on Medicinal and Aromatic Plants of Southeast European Countries, Aranđelovac, 219-225.
141. Raičević, D., Ercegović, Đ., Radojević, R., 1994. Naučno sagledavanje razvoja mehanizacije za proizvodnju povrća i lekovitog bilja. Zbornik radova DPT-94, Poljoprivredni fakultet, 155-164.
142. Raičević, D., Jotov, M., Šotra, D., 1987. Neki efekti primene združene tehnike na racionalnoj obradi teških zemljišta. XIII Jugosovenski simpozijum – Dostignuća i trendovi razvoja poljoprivredne tehnike, Zbornik radova, Ohrid, 512-520.
143. Raičević, D., Radojević, R., Oljača, M., Ružičić, L., 1995. Uticaj nekih faktora na potrošnju goriva pri izvođenju melioracionih radova. Savremena poljoprivredna tehnika, Novi Sad, 21 (4), 201-207.
144. Rimpler, R., 1972. Kamillenblitenerntemaschine, Potsdam-Bornim, Zentrale Prufstelle fur Landtechnik Potsdam-Bornim des Saatlichen Komitees fur Landtechnik und MTV. Gutachen Nr. 121.
145. Rohloff, J., 2003. Cultivation of Herbs and Medicinal Plants in Norway – Essential Oil Production and Quality Control. PhD Thesis, Norway.
146. Rohricht, C., Manicke, S., Grunert, M., 1997. Der Anbau von Kamille (*Chamomilla recutita* (L.) *Rauschert*) in Sachsen. Z. Arznei. Gewurzpflanzen, 2, 135-146.
147. Roy, B., 1996. Multicriteria Methodology for Decision Aiding. Kluwer.
148. Ruhlicke, A., 1978. Gutachten Nr. 353, Kamillenpfluckmaschine Linz III. Zentrale Prüfstelle fur Landtechnik Potsdam-Bornim: Potsdam-Bornim.
149. Ruhlicke, A., 1978. Kamillenpfluckmaschine LINZ III. Potsdam-Bornim, Zentrale Prufstelle fur Landtechnik Postdam-Bornim des Ministeriums fur Land, Forest-und Nahrungsguterwirtschaft.
150. Saaty, T., 1994_a. Highlights and Critical points in the Theory and Application of the Analytic Hierarchy Process. European Journal of Operational Research, 74, 426-447.
151. Saaty, T., 1994_b. Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with the AHP. Pittsburg, PA, USA: RWS Publication.
152. Saaty, T., 1993. Decision-Making, Analytic Hierarchy Process. Moscow: Radio and Communication.

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

153. Salamon, I., 1992_a. Chamomille: a medical plant. Herb, Spice and Med. Plant Digest, 10, 1-4.
154. Salamon, I., 1992_b. Production of Chamomile, *Chamomilla recutita* (L.) *Rauschert*, in Slovakia. Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants, 1 (1/2), 37-45.
155. Salamon, I., 1992_c. The effect of different densities on the yield and stand structure of chamomile. Spornik-Uvits-Zahradnictvi, 19 (2), 87-94.
156. Salamon, I., 1994_a. Growing Conditions and the Essential Oil of Chamomile, *Chamomilla recutita* (L.) *Rauschert*. Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants, 2 (2), 31-37.
157. Salamon, I., 1994_b. Large scale cultivation of chamomile in Slovakia and its perspectives. Proceedings of the international meeting «Cultivation and improvement of medicinal and aromatic plants», Trento, 413-416.
158. Seitz, P., 1987. Arznei-und gewurzpflanzen in der DDR, Deutsch. Gartenbau, 51, 3040-3046.
159. Šiljković, Ž., Rimanić, A., 2005. Geographic Aspects Of Medicinal Plants Organic Growing In Croatia. Geoadria, 10 (1), 53-68.
160. Škorić, A., Filipovski, G., Ćirić, M., 1985. Klasifikacija zemljišta Jugoslavije. Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine, Posebna izdanja, Knjiga LXXVIII, Sarajevo.
161. Špontak, J., Velke, K., Hončarič, R., 1988. Zariadenie na veľkoplošny zber rumančeka praveho. PV 6155-84, Československa Socialistická Republika.
162. Srđević, B., 2003. Metodi i rešenja višekriterijumske analize u poljoprivredi. Agroekonomika, 32, 307-312.
163. Srđević, B., 2005. Diskretni modeli odlučivanja u optimizaciji korišćenja kanalske mreže u Vojvodini. Letopis naučnih radova, 29 (1), 19-30.
164. Srdjevic, B., Medeiros, Y., Faria, A., 2004. An Objective Multi-Criteria Evaluation of Water Management Scenarios. Water Resources Management, 18, 35-54.
165. Standard SRB.E.B3.015:1963, Institut za standardizaciju Srbije, Službeni glasnik 13/65, 1ED.
166. Stjelja, Ž., Rodić, B., Ostojić, D., Brkić, D., 2006. Izbor optimalne varijante tehničkog sistema metodom iterativnog kompromisnog rangiranja. Traktori i pogonske mašine, 11 (5), 55-61.
167. Stojčevski, K., 2011. Priručnik za gajenje lekovitog i aromatičnog bilja. Sokobanja.
168. Stričík, M., Salamon, I., 2007. Investment Rating With A Combine Harvester Acquisition For Chamomile Flower Picking. Acta Hort., 749, 265-268.
169. Szuroczy, Z., 1959. Agrartudomány, 9.

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

170. Tešić, M., Topalov, S., Veselinov, B., 1982. Naša iskustva o mogućnostima razvoja mašina za branje cveta kamilice. III Internacionalni simpozijum «Poljoprivredno mašinstvo i nauka», Požarevac, 279-288.
171. Tomić, M., Nikolić, R., Furman, T., Savin, L., Radanović, D., Simikić, M., 2004. Analiza uticaja sabijanja zemljišta na prinos kamilice. Traktor i pogonske mašine, 9 (4), 99-104.
172. Tschirih, A., 1972. Handbuch der Pharmakognosie. Band I, Abt. II, Leipzig.
173. Tucakov, J., 1953. O našem lekovitom bilju, Beograd.
174. Tucakov, J., Ivanić, R., Soldatović, M., Janačković, B., 1953. Lekovite sirovine II.
175. Ujević, A., 1988. Tehnologija dorade i čuvanja sjemena. Zagreb.
176. Ustinovičius, L., 2001. Determining Integrated Weights of Attributes. Statyba, VII (4), 321-326.
177. Vansnick, J., 1986. On the Problem of Weights in Multiple Criteria Decision Making (the Noncompensatory Approach). European Journal of Operational Research, 24, 288-294.
178. Varga, I., Trefas, L., 1975. The state and characteristics of mechanization in medicinal plant production. Herba Hungarica, 14 (2/3), 135-149.
179. Vincke, P., 1992. Multicriteria Decision-Aid. New York, John Wiley & Sons.
180. Von Winterfeldt, D., Edwards, W., 1986. Decision Analysis and Behavioral Research. London, Cambridge University Press.
181. Voss, B., 2002. New Options for Medicinal Plant Harvesting and Processing Techniques. Natural Health Products & Functional Foods Research.
182. Vučić, N., 1992. Higijena zemljišta. Vojvođanska akademija nauka i umetnosti, Odeljenje prirodnih nauka, Knjiga 6, Novi Sad.
183. Vukmanović, L., Stepanović, B., 1996. Gajenje kamilice u centralnim područjima Srbije. Monografija, Proizvodnja zdravstveno-bezbedne hrane, Institut za ekonomiku poljoprivrede, Beograd.
184. Vukomanović, L., Stepanović, B., Roki, Đ., 1992. Prilog mogućnosti gajenja i ekonomika proizvodnje valerijane, pitome nane i kamilice u ekološki čistim zemljištima Srbije. Lekovite sirovine, XI, 19-28.
185. Zadružni savez Vojvodine, 2011. Cenovnik mašinskih usluga u poljoprivredi, Novi Sad.
186. Zavadskas, E.K., 1991. Multicriteria Evaluation of Technological Solutions in Construction. Leningrad: Stroyizdat.

PRILOZI

Prilog 1. Podaci, za 2005/06. godinu, potrebni za različite metode optimizacije procesa mehanizovanog ubiranja kamilice

P1-1. Normalizovani podaci korišćeni u metodama optimizacije za 2005/06.

2005/06	Normalizovane vrednosti kriterijuma				
	Kriterijumi korišćeni za sve tri metode			Kriterijum korišćen za SAW i SPW	Kriterijum korišćen za TOPSIS
	p_i	q_i	u_i	$1/g_i$	g_i
Kombajn A - režim V1	0,2721	0,3569	0,2572	0,2062	0,4602
Kombajn A - režim V2	0,2423	0,3330	0,3975	0,2829	0,3354
Kombajn A - režim V3	0,2423	0,3370	0,4365	0,2811	0,3375
Kombajn B - režim V1	0,3994	0,3518	0,2193	0,3007	0,3156
Kombajn B - režim V2	0,3554	0,3107	0,2850	0,3733	0,2542
Kombajn B - režim V3	0,3689	0,3329	0,4297	0,5429	0,1748
Kombajn C - režim V1	0,3819	0,3337	0,2295	0,2178	0,4358
Kombajn C - režim V2	0,3444	0,3225	0,2691	0,2776	0,3419
Kombajn C - režim V3	0,3494	0,3190	0,3824	0,3865	0,2456

P1-2. Rezultat SAW metode sa težinskim koeficijentima – Slučaj 1, godina 2005/06.

Alternative	$p_i * W1$	$q_i * W2$	$u_i * W3$	$1/g_i * W4$	S_i
Kombajn A - režim V1	0,0680	0,0892	0,0643	0,0516	0,2731
Kombajn A - režim V2	0,0606	0,0833	0,0994	0,0707	0,3139
Kombajn A - režim V3	0,0606	0,0842	0,1091	0,0703	0,3242
Kombajn B - režim V1	0,0999	0,0879	0,0548	0,0752	0,3178
Kombajn B - režim V2	0,0889	0,0777	0,0713	0,0933	0,3311
Kombajn B - režim V3	0,0922	0,0832	0,1074	0,1357	0,4186
Kombajn C - režim V1	0,0955	0,0834	0,0574	0,0544	0,2907
Kombajn C - režim V2	0,0861	0,0806	0,0673	0,0694	0,3034
Kombajn C - režim V3	0,0874	0,0797	0,0956	0,0966	0,3593

P1-3. Rezultat SAW metode sa težinskim koeficijentima - Slučaj 2, godina 2005/06.

Alternative	$p_i * W1$	$q_i * W2$	$u_i * W3$	$1/g_i * W4$	S_i
Kombajn A - režim V1	0,0272	0,1784	0,0772	0,0206	0,3034
Kombajn A - režim V2	0,0242	0,1665	0,1192	0,0283	0,3383
Kombajn A - režim V3	0,0242	0,1685	0,1309	0,0281	0,3518
Kombajn B - režim V1	0,0399	0,1759	0,0658	0,0301	0,3117
Kombajn B - režim V2	0,0355	0,1553	0,0855	0,0373	0,3137
Kombajn B - režim V3	0,0369	0,1664	0,1289	0,0543	0,3866
Kombajn C - režim V1	0,0382	0,1668	0,0688	0,0218	0,2956
Kombajn C - režim V2	0,0344	0,1613	0,0807	0,0278	0,3042
Kombajn C - režim V3	0,0349	0,1595	0,1147	0,0386	0,3478

P1-4. Rezultat SAW metode sa težinskim koeficijentima - Slučaj 3, godina 2005/06.

Alternative	$p_i * W1$	$q_i * W2$	$u_i * W3$	$1/g_i * W4$	S_i
Kombajn A - režim V1	0,0816	0,1784	0,0257	0,0206	0,2858
Kombajn A - režim V2	0,0727	0,1665	0,0397	0,0283	0,2789
Kombajn A - režim V3	0,0727	0,1685	0,0436	0,0281	0,2848
Kombajn B - režim V1	0,1198	0,1759	0,0219	0,0301	0,3176
Kombajn B - režim V2	0,1066	0,1553	0,0285	0,0373	0,2905
Kombajn B - režim V3	0,1107	0,1664	0,0430	0,0543	0,3201
Kombajn C - režim V1	0,1146	0,1668	0,0229	0,0218	0,3044
Kombajn C - režim V2	0,1033	0,1613	0,0269	0,0278	0,2915
Kombajn C - režim V3	0,1048	0,1595	0,0382	0,0386	0,3026

P1-5. Rezultat SAW metode sa težinskim koeficijentima - Slučaj 4, godina 2005/06.

Alternative	$p_i * W1$	$q_i * W2$	$u_i * W3$	$1/g_i * W4$	S_i
Kombajn A - režim V1	0,1361	0,0357	0,0257	0,0619	0,2593
Kombajn A - režim V2	0,1211	0,0333	0,0397	0,0849	0,2791
Kombajn A - režim V3	0,1211	0,0337	0,0436	0,0843	0,2828
Kombajn B - režim V1	0,1997	0,0352	0,0219	0,0902	0,3470
Kombajn B - režim V2	0,1777	0,0311	0,0285	0,1120	0,3493
Kombajn B - režim V3	0,1845	0,0333	0,0430	0,1629	0,4236
Kombajn C - režim V1	0,1910	0,0334	0,0229	0,0653	0,3126
Kombajn C - režim V2	0,1722	0,0323	0,0269	0,0833	0,3146
Kombajn C - režim V3	0,1747	0,0319	0,0382	0,1159	0,3608

P1-6. Rezultat SPW metode sa težinskim koeficijentima - Slučaj 1, godina 2005/06.

Alternative	p_i^{W1}	q_i^{W2}	u_i^{W3}	$(1/g_i)^{W4}$	P_i
Kombajn A - režim V1	0,7223	0,7729	0,7121	0,6739	0,2679
Kombajn A - režim V2	0,7016	0,7597	0,7940	0,7293	0,3086
Kombajn A - režim V3	0,7016	0,7619	0,8128	0,7282	0,3164
Kombajn B - režim V1	0,7950	0,7701	0,6844	0,7405	0,3103
Kombajn B - režim V2	0,7721	0,7466	0,7307	0,7817	0,3292
Kombajn B - režim V3	0,7794	0,7596	0,8097	0,8584	0,4114
Kombajn C - režim V1	0,7861	0,7600	0,6921	0,6831	0,2825
Kombajn C - režim V2	0,7661	0,7536	0,7203	0,7258	0,3018
Kombajn C - režim V3	0,7688	0,7515	0,7864	0,7885	0,3583

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

P1-7. Rezultat SPW metode sa težinskim koeficijentima - Slučaj 2, godina 2005/06.

Alternative	p_i^{w1}	q_i^{w2}	u_i^{w3}	$(1/gi)^{w4}$	Pi
Kombajn A - režim V1	0,8780	0,5974	0,6654	0,8540	0,2980
Kombajn A - režim V2	0,8678	0,5771	0,7582	0,8814	0,3347
Kombajn A - režim V3	0,8678	0,5805	0,7798	0,8808	0,3460
Kombajn B - režim V1	0,9123	0,5931	0,6344	0,8868	0,3044
Kombajn B - režim V2	0,9017	0,5574	0,6862	0,9062	0,3125
Kombajn B - režim V3	0,9051	0,5770	0,7762	0,9408	0,3813
Kombajn C - režim V1	0,9082	0,5776	0,6430	0,8586	0,2896
Kombajn C - režim V2	0,8989	0,5679	0,6745	0,8797	0,3029
Kombajn C - režim V3	0,9002	0,5648	0,7495	0,9093	0,3465

P1-8. Rezultat SPW metode sa težinskim koeficijentima - Slučaj 3, godina 2005/06.

Alternative	p_i^{w1}	q_i^{w2}	u_i^{w3}	$(1/gi)^{w4}$	Pi
Kombajn A - režim V1	0,6767	0,5974	0,8730	0,8540	0,3014
Kombajn A - režim V2	0,6536	0,5771	0,9119	0,8814	0,3031
Kombajn A - režim V3	0,6536	0,5805	0,9204	0,8808	0,3076
Kombajn B - režim V1	0,7593	0,5931	0,8592	0,8868	0,3432
Kombajn B - režim V2	0,7332	0,5574	0,8820	0,9062	0,3266
Kombajn B - režim V3	0,7414	0,5770	0,9190	0,9408	0,3699
Kombajn C - režim V1	0,7492	0,5776	0,8631	0,8586	0,3207
Kombajn C - režim V2	0,7263	0,5679	0,8770	0,8797	0,3182
Kombajn C - režim V3	0,7295	0,5648	0,9084	0,9093	0,3403

P1-9. Rezultat SPW metode sa težinskim koeficijentima - Slučaj 4, godina 2005/06.

Alternative	p_i^{w1}	q_i^{w2}	u_i^{w3}	$(1/gi)^{w4}$	Pi
Kombajn A - režim V1	0,5216	0,9021	0,8730	0,6227	0,2558
Kombajn A - režim V2	0,4922	0,8959	0,9119	0,6847	0,2753
Kombajn A - režim V3	0,4922	0,8969	0,9204	0,6834	0,2777
Kombajn B - režim V1	0,6320	0,9008	0,8592	0,6973	0,3411
Kombajn B - režim V2	0,5962	0,8897	0,8820	0,7441	0,3481
Kombajn B - režim V3	0,6074	0,8958	0,9190	0,8326	0,4163
Kombajn C - režim V1	0,6180	0,8960	0,8631	0,6330	0,3025
Kombajn C - režim V2	0,5869	0,8930	0,8770	0,6808	0,3129
Kombajn C - režim V3	0,5911	0,8920	0,9084	0,7518	0,3601

P1-10. Rezultat TOPSIS metode sa težinskim koeficijentima - Slučaj 1,
godina 2005/06.

	Si*	Si ⁻	Qi
Kombajn A - režim V1	0,0901	0,0167	0,1564
Kombajn A - režim V2	0,0573	0,0547	0,4881
Kombajn A - režim V3	0,0568	0,0627	0,5247
Kombajn B - režim V1	0,0647	0,0544	0,4565
Kombajn B - režim V2	0,0456	0,0610	0,5720
Kombajn B - režim V3	0,0098	0,0943	0,9054
Kombajn C - režim V1	0,0836	0,0360	0,3009
Kombajn C - režim V2	0,0613	0,0411	0,4014
Kombajn C - režim V3	0,0272	0,0725	0,7271

P1-11. Rezultat TOPSIS metode sa težinskim koeficijentima - Slučaj 2,
godina 2005/06.

	Si*	Si ⁻	Qi
Kombajn A - režim V1	0,0622	0,0259	0,2941
Kombajn A - režim V2	0,0280	0,0560	0,6667
Kombajn A - režim V3	0,0247	0,0676	0,7322
Kombajn B - režim V1	0,0667	0,0296	0,3076
Kombajn B - režim V2	0,0518	0,0307	0,3719
Kombajn B - režim V3	0,0125	0,0713	0,8504
Kombajn C - režim V1	0,0684	0,0185	0,2129
Kombajn C - režim V2	0,0559	0,0224	0,2861
Kombajn C - režim V3	0,0264	0,0546	0,6742

P1-12. Rezultat TOPSIS metode sa težinskim koeficijentima - Slučaj 3,
godina 2005/06.

	Si*	Si ⁻	Qi
Kombajn A - režim V1	0,0509	0,0251	0,3298
Kombajn A - režim V2	0,0514	0,0244	0,3225
Kombajn A - režim V3	0,0509	0,0282	0,3566
Kombajn B - režim V1	0,0260	0,0534	0,6726
Kombajn B - režim V2	0,0316	0,0402	0,5599
Kombajn B - režim V3	0,0151	0,0531	0,7787
Kombajn C - režim V1	0,0357	0,0435	0,5496
Kombajn C - režim V2	0,0336	0,0337	0,5013
Kombajn C - režim V3	0,0258	0,0422	0,6207

P1-13. Rezultat TOPSIS metode sa težinskim koeficijentima - Slučaj 4,
godina 2005/06.

	S_i^*	S_i^-	Q_i
Kombajn A - režim V1	0,1082	0,0161	0,1293
Kombajn A - režim V2	0,0923	0,0415	0,3103
Kombajn A - režim V3	0,0925	0,0428	0,3163
Kombajn B - režim V1	0,0475	0,0898	0,6542
Kombajn B - režim V2	0,0361	0,0840	0,6996
Kombajn B - režim V3	0,0154	0,1086	0,8754
Kombajn C - režim V1	0,0815	0,0702	0,4629
Kombajn C - režim V2	0,0597	0,0624	0,5112
Kombajn C - režim V3	0,0335	0,0853	0,7184

Prilog 2. Podaci, za 2008/09. godinu, potrebni za različite metode optimizacije procesa mehanizovanog ubiranja kamilice

P2-1. Normalizovani podaci korišćeni u metodama optimizacije za 2008/09.

2008/09	Normalizovane vrednosti kriterijuma				
	Kriterijumi korišćeni za sve tri metode			Kriterijum korišćen za SAW i SPW	Kriterijum korišćen za TOPSIS
	p_i	q_i	u_i	$1/g_i$	g_i
Kombajn A - režim V1	0,3015	0,3185	0,2535	0,2062	0,46015
Kombajn A - režim V2	0,2937	0,3432	0,4171	0,2829	0,33541
Kombajn A - režim V3	0,2660	0,3293	0,4858	0,2811	0,33754
Kombajn B - režim V1	0,3820	0,3256	0,1946	0,3007	0,31558
Kombajn B - režim V2	0,3529	0,3243	0,2695	0,3733	0,25420
Kombajn B - režim V3	0,3203	0,3610	0,4065	0,5429	0,17478
Kombajn C - režim V1	0,3739	0,3214	0,1583	0,2178	0,43577
Kombajn C - režim V2	0,3410	0,3347	0,2624	0,2776	0,34188
Kombajn C - režim V3	0,3506	0,3398	0,3951	0,3865	0,24555

P2-2. Rezultat SAW metode sa težinskim koeficijentima – Slučaj 1, godina 2008/09.

Alternative	$p_i * W1$	$q_i * W2$	$u_i * W3$	$1/g_i * W4$	S_i
Kombajn A - režim V1	0,07539	0,07963	0,06336	0,05156	0,26993
Kombajn A - režim V2	0,07341	0,08581	0,10428	0,07073	0,33424
Kombajn A - režim V3	0,06651	0,08233	0,12145	0,07028	0,34057
Kombajn B - režim V1	0,09550	0,08140	0,04865	0,07518	0,30073
Kombajn B - režim V2	0,08823	0,08107	0,06739	0,09333	0,33001
Kombajn B - režim V3	0,08008	0,09026	0,10162	0,13573	0,40770
Kombajn C - režim V1	0,09347	0,08035	0,03958	0,05444	0,26784
Kombajn C - režim V2	0,08525	0,08367	0,06561	0,06939	0,30392
Kombajn C - režim V3	0,08765	0,08494	0,09877	0,09661	0,36797

P2-3. Rezultat SAW metode sa težinskim koeficijentima - Slučaj 2, godina 2008/09.

Alternative	$p_i * W1$	$q_i * W2$	$u_i * W3$	$1/g_i * W4$	S_i
Kombajn A - režim V1	0,0302	0,1593	0,0760	0,0206	0,2861
Kombajn A - režim V2	0,0294	0,1716	0,1251	0,0283	0,3544
Kombajn A - režim V3	0,0266	0,1647	0,1457	0,0281	0,3651
Kombajn B - režim V1	0,0382	0,1628	0,0584	0,0301	0,2895
Kombajn B - režim V2	0,0353	0,1621	0,0809	0,0373	0,3156
Kombajn B - režim V3	0,0320	0,1805	0,1219	0,0543	0,3888
Kombajn C - režim V1	0,0374	0,1607	0,0475	0,0218	0,2674
Kombajn C - režim V2	0,0341	0,1673	0,0787	0,0278	0,3079
Kombajn C - režim V3	0,0351	0,1699	0,1185	0,0386	0,3621

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

P2-4. Rezultat SAW metode sa težinskim koeficijentima - Slučaj 3, godina 2008/09.

Alternative	$p_i * W1$	$q_i * W2$	$u_i * W3$	$1/g_i * W4$	Si
Kombajn A - režim V1	0,0905	0,1593	0,0253	0,0206	0,2957
Kombajn A - režim V2	0,0881	0,1716	0,0417	0,0283	0,3297
Kombajn A - režim V3	0,0798	0,1647	0,0486	0,0281	0,3212
Kombajn B - režim V1	0,1146	0,1628	0,0195	0,0301	0,3269
Kombajn B - režim V2	0,1059	0,1621	0,0270	0,0373	0,3323
Kombajn B - režim V3	0,0961	0,1805	0,0406	0,0543	0,3716
Kombajn C - režim V1	0,1122	0,1607	0,0158	0,0218	0,3105
Kombajn C - režim V2	0,1023	0,1673	0,0262	0,0278	0,3236
Kombajn C - režim V3	0,1052	0,1699	0,0395	0,0386	0,3532

P2-5. Rezultat SAW metode sa težinskim koeficijentima - Slučaj 4, godina 2008/09.

Alternative	$p_i * W1$	$q_i * W2$	$u_i * W3$	$1/g_i * W4$	Si
Kombajn A - režim V1	0,1508	0,0319	0,0253	0,0619	0,2698
Kombajn A - režim V2	0,1468	0,0343	0,0417	0,0849	0,3077
Kombajn A - režim V3	0,1330	0,0329	0,0486	0,0843	0,2989
Kombajn B - režim V1	0,1910	0,0326	0,0195	0,0902	0,3332
Kombajn B - režim V2	0,1765	0,0324	0,0270	0,1120	0,3478
Kombajn B - režim V3	0,1602	0,0361	0,0406	0,1629	0,3998
Kombajn C - režim V1	0,1869	0,0321	0,0158	0,0653	0,3002
Kombajn C - režim V2	0,1705	0,0335	0,0262	0,0833	0,3135
Kombajn C - režim V3	0,1753	0,0340	0,0395	0,1159	0,3647

P2-6. Rezultat SPW metode sa težinskim koeficijentima - Slučaj 1, godina 2008/09.

Alternative	p_i^{W1}	q_i^{W2}	u_i^{W3}	$(1/g_i)^{W4}$	Pi
Kombajn A - režim V1	0,7410	0,7512	0,7095	0,6739	0,2662
Kombajn A - režim V2	0,7361	0,7654	0,8037	0,7293	0,3303
Kombajn A - režim V3	0,7182	0,7575	0,8349	0,7282	0,3307
Kombajn B - režim V1	0,7862	0,7554	0,6642	0,7405	0,2921
Kombajn B - režim V2	0,7708	0,7546	0,7205	0,7817	0,3276
Kombajn B - režim V3	0,7523	0,7752	0,7985	0,8584	0,3997
Kombajn C - režim V1	0,7819	0,7529	0,6308	0,6831	0,2537
Kombajn C - režim V2	0,7642	0,7606	0,7157	0,7258	0,3020
Kombajn C - režim V3	0,7695	0,7635	0,7928	0,7885	0,3672

Optimizacija mehanizovanog procesa ubiranja kamilice (*Matricaria chamomilla* L.)

P2-7. Rezultat SPW metode sa težinskim koeficijentima - Slučaj 2, godina 2008/09.

Alternative	p_i^{w1}	q_i^{w2}	u_i^{w3}	$(1/g_i)^{w4}$	Pi
Kombajn A - režim V1	0,8870	0,5644	0,6625	0,8540	0,2832
Kombajn A - režim V2	0,8847	0,5859	0,7693	0,8814	0,3514
Kombajn A - režim V3	0,8760	0,5739	0,8053	0,8808	0,3566
Kombajn B - režim V1	0,9083	0,5706	0,6120	0,8868	0,2813
Kombajn B - režim V2	0,9011	0,5694	0,6748	0,9062	0,3138
Kombajn B - režim V3	0,8924	0,6009	0,7633	0,9408	0,3851
Kombajn C - režim V1	0,9063	0,5669	0,5753	0,8586	0,2538
Kombajn C - režim V2	0,8980	0,5785	0,6694	0,8797	0,3059
Kombajn C - režim V3	0,9005	0,5829	0,7568	0,9093	0,3612

P2-8. Rezultat SPW metode sa težinskim koeficijentima - Slučaj 3, godina 2008/09.

Alternative	p_i^{w1}	q_i^{w2}	u_i^{w3}	$(1/g_i)^{w4}$	Pi
Kombajn A - režim V1	0,6979	0,5644	0,8717	0,8540	0,2932
Kombajn A - režim V2	0,6924	0,5859	0,9163	0,8814	0,3276
Kombajn A - režim V3	0,6722	0,5739	0,9303	0,8808	0,3161
Kombajn B - režim V1	0,7492	0,5706	0,8490	0,8868	0,3219
Kombajn B - režim V2	0,7316	0,5694	0,8771	0,9062	0,3312
Kombajn B - režim V3	0,7107	0,6009	0,9139	0,9408	0,3671
Kombajn C - režim V1	0,7444	0,5669	0,8317	0,8586	0,3014
Kombajn C - režim V2	0,7241	0,5785	0,8748	0,8797	0,3224
Kombajn C - režim V3	0,7302	0,5829	0,9113	0,9093	0,3527

P2-9. Rezultat SPW metode sa težinskim koeficijentima - Slučaj 4, godina 2008/09.

Alternative	p_i^{w1}	q_i^{w2}	u_i^{w3}	$(1/g_i)^{w4}$	Pi
Kombajn A - režim V1	0,5491	0,8919	0,8717	0,6227	0,2659
Kombajn A - režim V2	0,5419	0,8986	0,9163	0,6847	0,3055
Kombajn A - režim V3	0,5158	0,8949	0,9303	0,6834	0,2935
Kombajn B - režim V1	0,6181	0,8939	0,8490	0,6973	0,3271
Kombajn B - režim V2	0,5941	0,8935	0,8771	0,7441	0,3464
Kombajn B - režim V3	0,5660	0,9031	0,9139	0,8326	0,3889
Kombajn C - režim V1	0,6114	0,8927	0,8317	0,6330	0,2874
Kombajn C - režim V2	0,5839	0,8963	0,8748	0,6808	0,3117
Kombajn C - režim V3	0,5921	0,8977	0,9113	0,7518	0,3642

P2-10. Rezultat TOPSIS metode sa težinskim koeficijentima - Slučaj 1,
godina 2008/09.

	S_i^*	S_i^-	Q_i
Kombajn A - režim V1	0,0948	0,0254	0,2113
Kombajn A - režim V2	0,0491	0,0724	0,5958
Kombajn A - režim V3	0,0506	0,0875	0,6336
Kombajn B - režim V1	0,0813	0,0472	0,3674
Kombajn B - režim V2	0,0588	0,0624	0,5151
Kombajn B - režim V3	0,0251	0,0961	0,7928
Kombajn C - režim V1	0,1052	0,0276	0,2081
Kombajn C - režim V2	0,0708	0,0438	0,3823
Kombajn C - režim V3	0,0303	0,0828	0,7322

P2-11. Rezultat TOPSIS metode sa težinskim koeficijentima - Slučaj 2,
godina 2008/09.

	S_i^*	S_i^-	Q_i
Kombajn A - režim V1	0,0787	0,0288	0,2677
Kombajn A - režim V2	0,0290	0,0797	0,7333
Kombajn A - režim V3	0,0255	0,0991	0,7954
Kombajn B - režim V1	0,0902	0,0218	0,1945
Kombajn B - režim V2	0,0680	0,0403	0,3721
Kombajn B - režim V3	0,0246	0,0827	0,7709
Kombajn C - režim V1	0,1036	0,0111	0,0972
Kombajn C - režim V2	0,0704	0,0352	0,3331
Kombajn C - režim V3	0,0302	0,0754	0,7139

P2-12. Rezultat TOPSIS metode sa težinskim koeficijentima - Slučaj 3,
godina 2008/09.

	S_i^*	S_i^-	Q_i
Kombajn A - režim V1	0,0489	0,0143	0,2261
Kombajn A - režim V2	0,0330	0,0324	0,4953
Kombajn A - režim V3	0,0416	0,0354	0,4599
Kombajn B - režim V1	0,0369	0,0380	0,5076
Kombajn B - režim V2	0,0307	0,0351	0,5335
Kombajn B - režim V3	0,0201	0,0463	0,6972
Kombajn C - režim V1	0,0464	0,0325	0,4117
Kombajn C - režim V2	0,0332	0,0286	0,4629
Kombajn C - režim V3	0,0183	0,0422	0,6974

P2-13. Rezultat TOPSIS metode sa težinskim koeficijentima - Slučaj 4,
godina 2008/09.

	Si*	Si⁻	Qi
Kombajn A - režim V1	0,0975	0,0201	0,1712
Kombajn A - režim V2	0,0658	0,0476	0,4200
Kombajn A - režim V3	0,0759	0,0493	0,3937
Kombajn B - režim V1	0,0514	0,0725	0,5850
Kombajn B - režim V2	0,0355	0,0763	0,6826
Kombajn B - režim V3	0,0318	0,0933	0,7455
Kombajn C - režim V1	0,0851	0,0544	0,3901
Kombajn C - režim V2	0,0586	0,0527	0,4732
Kombajn C - režim V3	0,0280	0,0806	0,7421

BIOGRAFIJA AUTORA

Miloš B. Pajić: Rođen 1977. godine u Kraljevu. Osnovnu školu završio u Vrnjačkoj Banji. Srednju tehničku školu je završio 1996. godine u Trsteniku. Diplomirao je na Poljoprivrednom fakultetu Univerziteta u Beogradu 2001. godine, na odseku za Održavanje i eksploataciju poljoprivredne mehanizacije.

Od 2002. godine je u radnom odnosu na Poljoprivrednom fakultetu Univerziteta u Beogradu, na odseku za Poljoprivredu tehniku, a od 2008. godine je u zvanju asistent. U dosadašnjem radu, vodio je vežbe (teorijske i praktične) iz sledećih predmeta:

- Poljoprivredne mašine – odsek Ratarstvo i povrtarstvo,
- Mehanizacija u hortikulturi – odsek Hortikultura,
- Mehanizacija u hortikulturi – odsek Poljoprivredna tehnika,
- Mehanizacija proizvodnje povrća i lekovitog bilja – odsek Poljoprivredna tehnika,
- Mehanizacija povrtarske proizvodnje – odsek Poljoprivredna tehnika,
- Mehanizacija voćarsko-vinogradarske proizvodnje – odsek Poljoprivredna tehnika,
- Mehanizacija proizvodnje lekovitog bilja – odsek Poljoprivredna tehnika,
- Mehanizacija proizvodnje voćnih i loznih kalemova – odsek Poljoprivredna tehnika,
- Eksploatacija poljoprivredne tehnike – odsek Poljoprivredna tehnika,
- Informacione tehnologije u mehanizaciji poljoprivrede – odsek Poljoprivredna tehnika,
- Ekološki inženjering – odsek Poljoprivredna tehnika.

Samostalno i u saradnji sa drugim autorima do sada je objavio 53 naučna rada objavljena u stranim i domaćim naučnim časopisima i skupovima. Autor je i nekoliko stručnih radova. Koautor je jedne nacionalne monografije i četiri patenta. Učestvovao je u realizaciji 7 inovacionih i tehnoloških projekata Ministarstva za nauku Republike Srbije, kao i više privrednih projekata.

Nekoliko puta je nagrađivan u zemlji i inostranstvu za objavljene naučne radove, patente i realizovane projekte.

Oženjen je i ima troje dece.

Beograd, 2012.

Прилог 1.

Изјава о ауторству

Потписани-а Милош Б. Пасић

број уписа 06/15

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

«ОПТИМИЗАЦИЈА МЕХАНИЗОВАНОГ ПРОЦЕСА УБИРАЊА
КАМИЛИЦЕ (*Matricaria chamomilla* L.)»

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да предложена дисертација у целини ни у деловима није била предложена за добијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио интелектуалну својину других лица.

Потпис докторанда

У Београду, 03.04.2012. г.

Милош Пасић

Прилог 2.

Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора Милош Пасић

Број уписа 06/15

Студијски програм ПОЉОПРИВРЕДНА ТЕХНИКА

Наслов рада „ОПТИМИЗАЦИЈА МЕХАНИЗОВАНОГ ПРОЦЕСА УБИРАЊА ХАМИЛИСЕ
(Matricaria chamomilla L.)”

Ментор ПРОФ. ДР Мићо Ољача

Потписани Милош Пасић

изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла за објављивање на порталу **Дигиталног репозиторијума Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

Потпис докторанда

У Београду, 03.04. 2012. г.

Милош Пасић

Прилог 3.

Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

„Оптимизација механизованог процеса узорања
камилице (Matricaria chamomilla L.)“

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство

2. Ауторство - некомерцијално

3. Ауторство – некомерцијално – без прераде

4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима

5. Ауторство – без прераде

6. Ауторство – делити под истим условима

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци, кратак опис лиценци дат је на полеђини листа).

Потпис докторанда

У Београду, 03.04.2012.г.

Анастас Милош

1. Ауторство - Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.

2. Ауторство – некомерцијално. Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.

3. Ауторство - некомерцијално – без прераде. Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.

4. Ауторство - некомерцијално – делити под истим условима. Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.

5. Ауторство – без прераде. Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.

6. Ауторство - делити под истим условима. Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.