

Bibliid: 0350-2953 (2005) 31: 1-2, p. 1-14
UDK: 303.446.3: 631.3(100)

Uvodno predavanje
Introductory presentation

TRENDVI RAZVOJA POLJOPRIVREDNE MEHANIZACIJE U SVETU I PRIMENLJIVOST U DOMAĆIM USLOVIMA

TRENDS IN WORLD AGRICULTURAL MECHANIZATION AND APPLICABILTY IN LOCAL CONDITIONS

Martinov, M,* Đukić, N,** Tešić, M.*

REZIME

Konstatovano je da su glavni zahtevi koji se postavljaju pred poljoprivredu današnjice ostvarenje veće ekonomičnosti, manje negativnog uticaja na životnu sredinu i proizvodnja zdravstveno bezbedne i što kvalitetnije hrane. Razvoj tehnike, a posebno ICT, omogućili su nova rešenja i u oblasti poljoprivredne mehanizacije. Dat je prikaz signifikantnih trendova razvoja poljoprivredne mehanizacije za ratarsku proizvodnju u svetu i ocenjena primenljivost u domaćim uslovima.

Cljučne reči: poljoprivredna mehanizacija, trendovi

SUMMARY

Contemporary agriculture is today faced with following demands: to produce more economically, to have less negative environmental impact and to produce safe food of as high as possible quality. The advancement in engineering in general, and especially in the ICT has enabled also developments in agricultural mechanization. Here have been reviewed significant trends in development of agricultural mechanization for field production in the World, and evaluated applicability in local conditions.

Key words: agricultural mechanization, trends

UVOD

Poljoprivreda, pre svega, proizvodnja hrane, kao i ostale privredne i druge delatnosti pod uticajem je svetskih trendova, pre svega, globalizacije. Deo stanovnika sveta gladuje ili je neuhranjen, a nema novaca da hranu kupi, a drugi se sreće sa viškovima poljoprivrednih proizvoda. Poljoprivreda, pa tako i industrija poljoprivrednih mašina, kao proizvođač hrane, nasušne potrebe čovečanstva, ima i u etičkom smislu poseban status, koji svetske, regionalne, nacionalne i lokalne vlasti obavezuje na poseban tretman (Sarig, 2001).

Jedan od svetskih trendova je ostvarenje slobodne konkurencije i tržišne utakmice. Ovakav pristup ekonomiji pokazao je dobre rezultate u mnogim oblastima, na dobrobit čovečanstva, ali je zbog dužine proizvodnog ciklusa poljoprivreda u posebnoj situaciji zbog

* Dr Milan Martinov, redovni profesor, akademik dr Miloš Tešić, redovni profesor, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad,

** Dr Nikola Đukić, redovni profesor, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.

niskog koeficijenta obrta kapitala i zavisnosti od agroekoloških, pre svega, klimatskih uslova.

Stoga sve razvijene zemlje, u većoj ili manjoj meri, direktno ili indirektno, subvencijama i drugim merama podstiču poljoprivrednu proizvodnju, iz ekonomskih i strateških razloga. Svetska trgovinska organizacija, WTO, konstantno nastoji da se subvencije, u skladu sa javno i globalno definisanim pravilima, svedu na najmanju meru ili ukinu.

Poljoprivredna proizvodnja, pre svega, stoga što se sprovodi na velikim površinama, predstavlja i ekološki problem, kojem se posvećuje sve više pažnje. Tako je Evropska unija Agendom 2000 definisala da će sve veći udeo u subvencijama imati deo posvećen smanjivanju negativnih efekata po životnu sredinu, a on sada iznosi 10%. To podrazumeva zaštitu prirodnih resursa, zemlje, vode i vazduha, ali i očuvanje biodiverziteta, te humaniji odnos prema životinjama.

Posle katastrofe koju je u EU prouzrokovala bolest BSA jedan od ključnih zahteva pred poljoprivredom postaje proizvodnja zdravstveno bezbedne i kvalitetne hrane, kao i integralno praćenje i dokumentovanje celog lanca proizvodnje, ostvarenje sledljivosti – traceability, kako bi se na vreme identifikovali uzroci i mesto nastanka bolesti, (Martinov, Schulze Lammers, Konstantinović, 2002).

Celovita tehnologija proizvodnje hrane, od semena do trpeze, tako zaista postaje kompleksna i multidisciplinarna. Sinergetski pristup postaje neophodan, pa se i u oblasti poljoprivrednog inženjerstva sve više primenjuje. Klasičnu poljoprivrednu tehniku ili poljoprivrednu mehanizaciju, zamenjuje pojam inženjerstvo biosistema (Biosystems Engineering), što podrazumeva širi pristup problematici tehnike i mehanizacije, uz uvažavanje svih delova proizvodnje, a posebno istaknutih problema: zdravstvena bezbednost/kvalitet, zaštita životne sredine, profitabilnost proizvodnje. Najbolja ilustracija ovog trenda je to što je naziv časopisa evropskog društva za poljoprivredno inženjerstvo "Euro AgEng" promenjen od "Journal for Agricultural Engineering Research" u "Biosystems Engineering". Oblast poljoprivrednog inženjerstva sve više postaje integralni deo tehnologije proizvodnje hrane, a ne samo «alat» za ostvarenje te tehnologije, imajući udela i u višim oblastima, kao što je razvoj sensorike za identifikaciju kvaliteta proizvoda.

Industrija poljoprivrednih mašina, zasnivajući se na postavljenim zahtevima i istraživačko razvojnim dostignućima, definiše proizvode potrebne savremenoj poljoprivredi. Mašine postaju, u većini slučajeva, sve produktivnije, ostvarujući viši kvalitet i manji nivo inputa po jedinici proizvoda i/ili površine. Pri tome važna odlika postaje njihov uticaj na životnu sredinu i na zdravlje rukovaoca – ergonomija. Primenljivost novih viskoproduktivnih i sofisticiranih mašina sve više se ograničava samo za rad na velikim površinama i visokom nivou godišnje angažovanosti. Tada one postaju superiorne ne samo sa stanovišta učinka i kvaliteta, nego i profitabilnosti. U Zapadnoj Evropi smatra se da je farma koja se bavi ratarstvom mala ukoliko je površina do 200 ha, za 200-2.000 ha tretira se kao farma srednje veličine. Problem malih poseda rešava se tako da se vlasnici više farmi dogovore i sprovode zajednički proizvodnju iste biljne vrste, (Schön, Tešić, 2003). Tako se efikasno koriste savremene visokproduktivne mašine, a konstantnim merenjem prinosa, koje je već na nivou primenljivosti u praksi za neke biljne vrste, pravilno raspodeljuje prinos po vlasnicima.

TRENDOVI RAZVOJA U SVETU

Informacijske tehnologije i precizna poljoprivredna proizvodnja

Razvoj ICT (informacijsko komunikacijskih tehnologija) omogućio je širok spektar primene u svim oblastima, pa tako i u poljoprivrednoj mehanizaciji. Nakon faze koju je karakterisalo ostvarenje monitoringa radnih parametara i efekata i faze automatskog menjanja parametara u skladu sa senzorom/senzorima identifikovanih veličina, započela je treća faza inteligentnih sistema, koji u skladu sa postavljenim zahtevima definišu, prate i koriguju parametre rada, gotovo nezavisno od rukovaoca.

Pristup koji se danas naziva precizna poljoprivreda (Precision Farming –PA), ili još tačnije – lokacijski specifična poljoprivredna proizvodnja (Site Specific Farming), definisan je još u prvoj polovini dvadesetog veka, a sastoji se u tome da se inputi primenjuju u skladu sa potrebama, odnosno identifikovanim resursima i antiresursima. Tek razvojem sensorike i postupaka za precizno definisanje lokacije, krajem osamdesetih godina prošlog veka, stekli su se uslovi za primenu ove ideje u praksi. Precizna poljoprivredna proizvodnja ulazi u fazu primene u mnogim oblastima, te se već daju vrlo praktična uputstva za poljoprivrednike, čak i one koji obrađuju manje površine (Ludowicy, Schwaiberger, Leithold, 2002).

Značajno sniženje cena opreme za GPS, tj. dGPS (Global Position System, diferencial GPS, uz korišćenje signala referentnih zemaljskih stanica) omogućava primenu u mnogim slučajevima s odstupanjem i manje od jednog metra. Na raspolaganju su i besplatne mreže za obezbeđenje satelitske navigacije, bilo u vozilu ili koristeći ručni uređaj, na primer pri definisanju mesta uzimanja uzoraka zemljišta.

ICT, između ostalog, omogućava monitoring i dokumentovanje proizvodnje, a uz pomoć odgovarajućeg GIS (Geografc Information System) obradu podataka i vođenje radnog procesa.

Među novitetima na sajmovima poslednje dve godine u pojedinim slučajevima je i više od 50% bilo u oblasti primene ICT na mašinama.

Ovde će biti ilustrovane dve primene koje su potpuno zaživele u praksi, a cena opreme ne predstavlja ograničenje za primenu. Uređaji za navigaciju s odgovarajućim monitorima su već sastavni deo mnogih novih traktora velike snage. U kombinaciji sa GPS to omogućava automatsko ili poluautomatsko dovođenje u pravu putanju, na primer, pri setvi ili distribuciji mineralnih hraniva. Dodatni uređaj koji ovo olakšava, a primenljiv je i na postojećim traktorima, sastoji se od niza horizontalno postavljenih lampica, koje paljenjem i gašenjem signaliziraju vozaču potrebu promene putanje. Vozač nakon prvog prohoda samo treba da definiše aktivnu širinu rada. Taj se uređaj naziva Light Bar Navigator – LBN. u tab. 1 dato je poređenje ekonomičnosti primene markiranja penom i LBN.

Prema ovim podacima primena LBN već donosi prednost, zbog manjeg utroška biocida i hraniva, od 0,5 \$/acre godišnje, ili za postavljeni slučaj od oko 750 \$. Viša cena za slučaj kombinovane primene sa GPS već danas je verovatno anulirana, jer su u međuvremenu snižene cene uređaja i omogućeno, u mnogim slučajevima, besplatno korišćenje korektivnog signala (stavka trošak za dGPS).

Drugi primer «low cost» rešenja je korišćenje klatna za utvrđivanje prinosa biomase u toku kretanja traktora i uređaja, (Ehlert, Voelker, Martinov, Konstantinović, 2004). Klatno, cev ovešena na dva užeta postavljeno je ispred traktora. U zavisnosti od prinosa biomase menjaće se otklon klatna. Na osnovu tog podatka dozira se, odgovarajućim uređajem za primenu, količina biocida, odnosno hraniva, a u zavisnosti od prenosne funkcije. To

omogućava uštede inputa, a primer rezultata konkretnog merenja za distribuciju mineralnog hraniva dat je u tab. 2.

Tab. 1 Poređenje ekonomičnosti markiranja penom, LBN sa GPS i LBN za primenu na 1.500 akri (oko 700 ha) godišnje, (Medlin, Lowenberg-DeBoer, 2000, delimično prerađeno)

Tab.1 Comparison of costs for using of foam marker, lightbar with GPS and only lightbaar for farming on 1500 acre per year, (Medlin, Lowenberg-DeBoer, 2000, partly changed)

Trošak Cost	Markiranje penom Foam marker	LBN i GPS Lightbar and GPS	LBN Only lightbar
Cena nabavke, (\$) Purchase price, (\$)	1.000	7.000	3.000
Vreme korišćenja, (god.) Useful life, (yr)	5	3	3
Trošak pene, (\$) Foam, (\$)	336	-	-
Trošak za dGPS, (\$) Differential correction, (\$)	-	800	-
Godišnji troškovi, (\$/a) Annual costs, (\$/a)	636	3.833	1.300
Preklapanje površine, (%) Area overlapped, (%)	10	5	5
Dodatna količina biocida i hraniva, (\$/a) Extra pesticide and fertilizer, (\$/a)	3.000	1.500	1.500
Neto korist LBN, (\$/acre·a) Lightbar net benefit, (\$/acre·a)		- 0,35	0,50

Ovaj uređaj može da se primenjuje i bez GPS, ali je neophodno da se koristi mašina koja u toku rada menja količinu distribuiranog hraniva u skladu sa potrebama biljaka, a one su danas dostupne na tržištu.

Traktori

U praksi dominiraju takozvani standardni traktori, mada se na tržištu pojavljuju i pojedine nove varijante, prilagođene posebnim uslovima za rad. To je najčešće traktor sa pogonom na sva četiri točka, sa prednjim upravljačkim manjim točkovima i kabinom u sredini.

Motori se zatim razvijaju radi povećanja stepena iskorišćenja, i zadovoljenja sve strožijih ekoloških zahteva. Takođe, unapređuju se karakteristike uz postizanje što povoljnije karakteristike obrtnog momenta, što se posebno očituje kod motora sa takozvanom konstantnom snagom. Tehnička sredstva koja omogućavaju ostvarenje ovih ciljeva su:

Primena dizel-motora sa direktnim ubrizgavanjem.

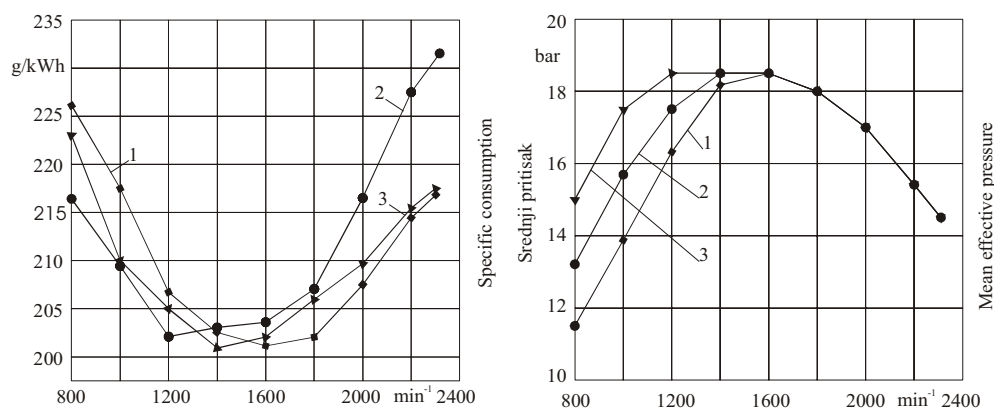
Tab. 2 Uštedeđene količine azotnog đubriva i promena prinosa ozime pšenice pri lokacijski specifičnoj distribuciji mineralnog hraniva, uz upotrebu mernog klatna, (Ehlert, Voelker, Martinov, Konstantinović, 2004)

Tab. 2 Amount of nitrogen savings and yield of Winter wheat by using of pendulum-meter site-specific fertilising, (Ehlert, Voelker, Martinov, Konstantinović, 2004)

Godina Year	Broj ispitanih parcела Number of tested fields	Površina, (ha) Area, (ha)	Upotrebljeno azota, (kg/ha) Nitrogen used, (kg/ha)	Promena prinosa, (dt/ha) Yield change, (dt/ha)
2000.	1	50	- 5	+ 1,1
2001.	2	90	- 13	+ 1,1
2002.	3	174	- 14	+ 1,0
2003.	2	111	-15,5	+ 3,9
Ukupno/Prosek Total/Average	8	425	- 13	+ 1,8

Primena elektronski kontrolisanog ubrizgavanja, uz korišćenje common rail sistema sa visokim pritiskom, sada već 1.600 bara, a u razvoju 1.800 bara i piezo podešavanjem iglica dizni, (Anonim 1, 2003).

Razvoj novih rešenja turbo punjača, na primer, «wastgate (sa malom masom turbine) i sa turbinom promenljive geometrije (VTG – Variable Turbine Geometry). Karakteristike ovih turbo punjača u poređenju sa standardnom izradom prikazane su na sl. 1.



Sl. 1 Poređenje karakteristika turbo punjača za dizel motore: 1– standardni, 2– «wastgate», 3– VTG, izvor Deutz, (Renius, Martinaus, 2004)

Fig. 1 Comparison of exhaust gas turbocharger for diesel engines: 1– standard, 2– «wastgate», 3– VRT, source Deutz, (Renius, Martinaus, 2004)

Uz ove mere postiže se minimalna potrošnja 200 g/kWh, a nivo NOx 6g/kWh.

Poslednjih godina pojavili su se i prvi dizel-motori sa kombinacijom common rail i četiri ventila po cilindru. Gotovo svi standardni dizel motori prilagođeni su korišćenju metilestra ulja repice bez ograničenja, osim zahteva za učestaliju zamenu motornog ulja.

Efikasnost motora, uključujući i opremu, povećana je primenom inteligentnog pogona ventilatora, na primer, viskog pogona. To je omogućilo brzo zagrevanje motora, naročito pri nižim temperaturama, i održavanje radne temperature u željenom opsegu.

Razvoj savremenih transmisija traktora odvija se ka ostvarenju prenosnika promenom stepena prenosa bez prekida toka snage (Poweshift), prenosnika sa kontinualnom promenom stepena prenosa (VCT – Vario) i prenosnika s automatskom promenom stepena prenosa u skladu sa operacijom koja se obavlja i zadatim kriterijumima. Kada se prvi put pojavio Powershift prenosnik imao je znatno niži koeficijent korisnog dejstva, nego konvencionalni prenosnik sa sinhronima. Danas je to svedeno na razliku od 4-6% što se lako nadoknađuje omogućavanjem lakog izbora najpovoljnijeg stepena prenosa u radnoj oblasti.

Senzacionalno pojavljivanje vario prenosnika na traktorima sredinom devedesetih proširilo se, pa ga nude svi renomirani proizvođači traktora. Tendencija je danas da se ugrađuju i na traktore niže snage, a postignuta su i unapređenja u upravljanju, pre svega, sa stanovišta ostvarenja minimalne potrošnje, odnosno maksimalnog učinka, (Renius, Martinus, 2004).

Dobar kompromis predstavlja primena prenosnika, sa powershift, kod kojeg se u određenim oblastima, na osnovu zadatih kriterijuma i promena uslova na terenu, stepen prenosa menja automatski – inteligentno elektronsko upravljanje.

Većina današnjih traktora koristi pneumatike, a svi veći proizvođači nude različite varijante, posebno širokih pneumatika za rad sa niskim pritiskom, koji omogućavaju smanjenje sabijanja zemljišta, nižu potrošnju goriva i bolje vučne karakteristike. Za traktore koji se redovno koriste i u transportu preporučuje se uređaj za podešavanje pritiska u pneumatiku iz kabine. Utvrđeno je da je utrošak goriva pri kretanju traktora i prikolice njivom sa niskim pritiskom u pneumaticima 17,6% niži nego ukoliko je pritisak visok, a obrnuto, pri kretanju tvrdim putevima, potrošnja je pri niskim pritiscima u pneumaticima veća za 6,6%, (Seufert et al, 2002).

Jedna renomirana kompanija proizvodi poljoprivredne traktore samo sa gumenim gusenicama, a nekoliko drugih imaju u proizvodnom programu i takve tipove. Tržište za guseničare, osim prednosti u boljim vučnim karakteristikama i manjem sabijanju zemljišta, ipak je ograničeno, pre svega, zbog nemogućnosti primene takvih traktora u transportu.

Hidraulični sistemi traktora primenjuju sve novine u ovoj oblasti. Najznačajnija novina poslednje dve decenije je primena elektronski upravljanih podiznog sistema traktora EHR (elektronische Hubwerkregelung, na engleskom području EHC – Electronic Hitch Control). U početku je cena takvog uređaja, koji omogućava podešavanje rada pri mnogim operacijama, bila visoka. Danas se on, pre svega, zahvaljujući značajnom sniženju cene, ugrađuje na svim traktorima renomiranih proizvođača snage 74-88 kW, na 94-98% onih snaga iznad te. Čak i u najnižoj kategoriji, snage 30-44 kW ugrađen je na 34% novoprodučenih traktora, (Anonim 2, 2003).

Razvoj hidraulike praćen je primenom elektronskog upravljanja, pa i digitalizacijom signala. Stalno se povećava radni pritisak fluida, što doprinosi povećanju snage i/ili smanjenju mase elemenata i sklopova. Upravljanje se olakšava, jer se razvodni ventili aktiviraju pritiskom na dugme, a ne pomeranjem ručice. Novina je i primena «load sensing» hidraulike, odnosno rad pumpe podešava se prema potrebama korisnika, koji je aktivan.

Tako su smanjeni gubici koji nastaju pri konstantnom radu hidrauličkog sistema, kada nema aktivnog korisnika. Novost predstavlja elektronicizacija servo upravljača, kojom je omogućeno, naročito pri malim brzinama, da se olakša upravljanje traktorom, (Buus Jensen, Thomsen, 2002).

Ergonomičnost traktora posebna je tema. Ugradnja ergonomskih sedišta uobičajena je na svim većim traktorima, pri čemu postoje mnoge mogućnosti podešavanja prema težini i željama korisnika. Ostvarenje neke vrste ogibljenja prednje osovine redovna je pojava na gotovo svim traktorima sa maksimalnom brzinom 40 ili 50 km/h. Nekoliko proizvođača sprovelo je ogibljenje na sva četiri točka, ili to kupcima nudi kao opciju. Ogibljenje sva četiri točka znatno smanjuje vertikalne vibracije, (Bowman, Woods, 2002).

Na svim većim traktorima renomiranih proizvođača ugrađuje se board computer kojim se kontroliše i upravlja funkcijama traktora, ali i priključne mašine. Nakon dužeg vremena i premišljanja, proizvođači poljoprivrednih mašina dogovorili su se da se kao presečano mesto između traktora i priključnih mašina koristi ISO BUS. CAN (Control Area Network) komunikacijski protokol za kontrolere definisan ISO standardima i već dugo vremena primenjivan u automobilskoj industriji, našao je potpunu primenu i na traktorima. To je, takođe, omogućilo da se očekuje potpuno ili skoro potpuno unificiranje komunikacije traktora i priključne mašine, tako da pri kupovini ponuda neće biti ograničena i vezana za jedan elektronski sistem, koji zahteva proizvođač traktora. U ovoj oblasti postoje mnoga savremena rešenja i vrlo praktične primene, a u bliskoj budućnosti očekuju se i nove.

Obrada zemljišta i setva

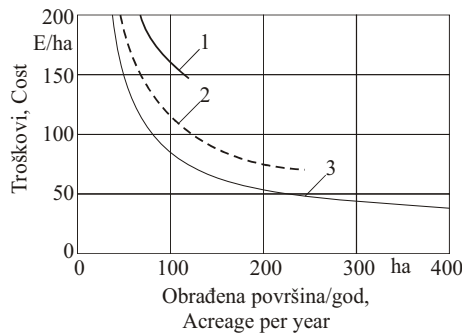
U diskusiji je još uvek da li zemljište uopšte obrađivati, a ako se već obrađuje da li to treba činiti sa prevrtanjem ili bez. Definisana su tri dominantna sistema obrade: konvencionalni – sa prevrtanjem plastice (oranje kao prva operacija), konzervacijski – površinska obrada bez prevrtanja plastice i sistem direktne setve – bez obrade. Dva poslednja direktno i indirektno doprinose biodiverzitetu, jer omogućavaju razvoj zemljišne flore i faune. U SAD-u je primena konzervacijske obrade i direktne setve dominantna, dok se u Evropi širi, zauzimajući po pojedinim zemljama 30-50%. Više se koristi konzervacijska obrada, koja podrazumeva da je bar 30% površine polja prekriveno biljnim ostacima. Ovi ostaci doprinose poboljšanju strukture zemljišta, vodno-vazdušnog režima, smanjenju sabijanja, povećanju humusa, ali su i dobra podloga za razvoj korova i biljnih štetočina.

Konzervacijska obrada u uslovima visoke cene radne snage doprinosi smanjenju troškova obrade, ali i očuvanju zemljišta. Na sl. 2 prikazani su troškovi obrade za sva tri sistema, a na sl. 3 upoređen broj i biomasa kišnih glista, (Köller, Linke, 2001).

Konzervacijska obrada najčešće se obavlja u jednom proходу, a primenjuju se npr. razrivači ili mašine s aktivnim radnim organima (na primer, rotaciona drljača), kombinovani sa raznim tipovima valjaka. U velikom broju slučajeva primenjuje se obrada zemljišta i setva u jednom proходу. Tipična širina zahvata je 3, odnosno 6 m.

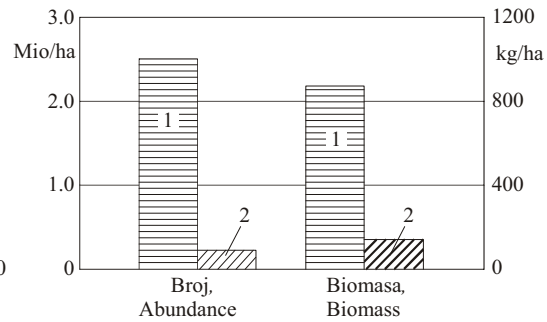
Sejalice su razvijane radi ostvarenja što tačnijeg polaganja semena, po dubini i odstojanju. To je, na primer, postignuto pogonjenjem pojedinih sekcija sejalice za okopavine elektromotorom. Sejalice su, takođe, prilagođene novim uslovima za obradu zemljišta. Osim konvencionalnih postoje sejalice za malč setvu (za setvu u malču ili biljnim ostacima nakon konzervacijske obrade), i za direktnu setvu. Ugrađeni su snažni nožasti ili diskosni otvarači brazdica, a težina sekcije, odnosno sila pritiska na zemljište, prilagođena je tim potrebama (najčešće je moguće podešavanje).

Vrhunac povećanja učinka očituje se u ostvarenju prve samohodne sejalice, sa vlastitim pogonom, koja može da se kombinuje sa mnogim oruđima za obradu zemljišta.



Sl. 2 Troškovi različitih sistema obrade zemljišta i setve za 1– konvencionalnu, 2– konzervacijsku obradu, 3– direktnu setvu, (250 radnih sati/god.)

Fig. 2 Costs for 1– conventional, 2– conservati-on tillage, 3– no till (250 h per year)



Sl. 3 Broj i biomasa kišnih glista za 1– dugogo-dišnju primenu direktne setve i 2– konvencionalnu obradu

Fig. 3 Number and biomass of earth worms for long term application of 1– no till and 2– conventional tillage

Distribucija hraniva

Primena mineralnih hraniva u potpunosti se ostvaruje na osnovu analize zemljišta i potreba biljne vrste koja se gaji. Pri tome je zahtev da se azotna đubriva distribuiraju pravovremeno kako bi se smanjili gubici, usled transformacije i ispiranja. Dominiraju centrifugalni rasipači, najčešće sa dva diska, koji su u međuvremenu usavršeni u pogledu tačnosti norme i ujednačenosti distribucije. U ovoj oblasti se najdalje dospelo u lokacijski specifičnoj primeni. U tab. 3 prikazani su najčešće primenjivani sistemi merenja količine distribuiranog hraniva. Savremene mašine imaju mogućnost za podešavanje količine koja se distribuirira u toku rada, u skladu sa mapiranim potrebama, a promenom se upravlja odgovarajućim GIS software, koji se povezuje sa GPS sistemom traktora. Aktuatorima se u toku vožnje menja norma, najčešće različito za levu i desnu stranu.

Poslednjih godina razvijeno je više sistema za online identifikaciju potreba za azotnim đubrivom, na bazi boje ili «bogatstva» biomase, tab. 4.

Postoje i rešenja stvaranja mešavina hraniva u toku kretanja njivom i zadovoljavanja lokacijski specifičnih potreba.

Sa stanovišta zaštite životne sredine u pripremi je EN standard koji će definisati zahteve rubnog rasipanja, a mnogi proizvođači su već razvili postupke i sredstva za ispunjavanje tog zahteva, (Martinov, Konstantinović, 2002).

Savremeni rasturači stajnjaka imaju mogućnost za podešavanje norme, odnosno brzine podnog transportera, zahvaljujući primeni hidrostatskog pogona. Evropskim propisima definisana je neophodnost postavljanja podizne rampe ispred organa za rasipanje. U

kombinaciji sa potisnom stranicom, koja je u razvoju, (Döhler, Gronauer, 2001), ostvarile bi se mogućnosti, tačnije distribucije i doziranja na osnovu lokacijski specifičnih potreba. Na bazi radnog organa za distribuciju kalcijuma razvijeno je rešenje za izuzimanje stajnjaka sa vertikalnim valjcima i diskovima za razbacivanje, čime radna širina višestruko premašuje širinu prikolice.

Tab. 3 Senzori za merenje količine distribuiranog minerarnog hraniva, (Marquering, Scheufler, 2002)

Tab. 3 Sensors for determination of the application rate, (Marquering, Scheufler, 2002)

Merni sistem Measuring system	Princip merenja Measuring principle	Tip senzora Sensor type	Br. senzora No. of sensors	Odreživanje sadržaja koša Hopper content det.	U primeni Available
Merne ćelije integrisane u koš Hopper integrated weighing cells	Merenje težine Weight det.	Merne trake Strain gage	1-4	da yes	da yes
Ram sa mernim ćelijama Frame with weighing cells	Merenje težine Weight det.	Merne trake Strain gage	1-4	da yes	da yes
Merenje masenog protoka preko obrtnog momenta (EMC) Mass flow measuring though torque (EMC)	Utvrđivanje mase hraniva Mass flow determination	Senzor pritiska merač br. obt. Pressure sensors RPM sensors	2+2	ne no	najavljeno scheduled
Vaga na priključnom polužju Three-point balance	Merenje težine Weight det.	Senzor pritiska i položaja Pressure and position sensor	1+1	da yes	ne no

Zaštita bilja

Ova oblast je posebno usmerena na preduzimanje mera za zaštitu životne sredine. Težeći ka redukciji ili potpunom eliminisanju primene biocida razvijaju se novi postupci:

Biološka borba sa štetočinama.

Primena termičkog uništavanja, vruća voda, plamen, pena i infracrveni zraci.

Nova mehanička sredstva za borbu sa korovima, četke, plevilice i drugo.

Prskalice za površinsku primenu ili za voćnjake i vinograde unapređene su radi smanjenja sredstava koja se primenjuju i tačnosti dispozicije. Primenjuju se novi

rasprskivači, ili set rasprskivača od kojih se lako odgovarajući dovodi u radni položaj, sa punom kontrolom pritiska i mogućnosti za uključenje i isključenje pojedinih sekcija u skladu sa potrebama. Pored toga razvijeni su rasprskivači sa redukcijom drifta i više od 90%, a i postupci za njihovo testiranje, (Ganzelmeier, 2000). Takođe se u mnogim zemljama uvodi obavezno testiranje novih i korišćenih mašina za zaštitu bilja.

Tab. 4 Online senzori potreba N

Tab. 4 Online sensoric for N need

Senzor Sensor	Princip merenja Measuring principle	Dostupnost Market avilibility	Izvor svetlosti Light source
Hydro-N-Sensor	Refleksija sunčeve svetlosti Refection of sunlight	Od 1999. Since 1999	Sunce Sunlight
Planto-N-Detector	Podsticanje fluerscencije laserom Fluorescence stimalation by laser	Kompanija prekinula rad Company closed	Laser
Green-Seeker	Refleksija infra crvenih zraka Reflection of infrared light	Od 2002. in SAD Since 2002 in USA	Infra crvene diode Infrared diodes
ATB-Pendel Sensor	Mehanički otpor biljaka Mechnical plant resistance	Uvodi se u proizvodnju Prepared for entering market	–

Sve savremene mašine za zaštitu bilja imaju mogućnost za elektronsko upravljanje i praćenje postupka rada, dodatni rezervoar za razređivanje preostale tečnosti po završetku rada. Postoji više rešenja mašina sa vazdušnom podrškom, koja omogućava bolje nanošenje sredstva na biljku, posebno ispod lista. Velika pažnja posvećuje se stabilnosti krila prskalice, da bi se smanjilo oscilovanje u vertikalnoj i horizontalnoj ravni i tako umanjilo odstupanje količine distribuiranog sredstva. Poseban pravac predstavlja razvoj automatske regulacije norme i doze tretiranja. Sistem nazvan green omogućava doziranje jednog do tri preparata neposredno ispred rasprkivača, (Đukić, Sedlar, 2002).

Značaj mašina za zaštitu bilja, posebno uticaja na životnu sredinu, ilustruje se brojem standarda za ovu oblast. Međunarodna organizacija za standardizaciju ISO definisala je 14 standarda. Pored toga ovu oblast pokrivaju još četiri evropska EN standarda, a dva su u pripremi, (Ganzelmeier, 2002).

Lokacijski specifična primena je u fazi razvoja. Još uvek se istražuju mogućnosti za identifikovanje korova, online, najčešće pomoću kamera, (Böttger, Langner, 2003). Ručno mapiranje biljnih štetočina i korova takođe se primenjuje, ali je ono u razvijenim zemljama preskupo. Ukoliko se ostvari bilo koji sistem mapiranja štetočina, uz primenu GPS, ostvaruje se, na već postojećim rešenjima, lokalno specifično tretiranje (Đukić, Ponjičan, Sedlar, 2001).

U fazi je razvoja sistem sa direktnim ubrizgavanjem biocida u tok vode u skladu sa potrebama na pojedinoj lokaciji za površinsku primenu. Ovaj sistem se već primenjuje u voćarstvu, tako da se biocidi ne distribuiraju u prostoru između dva stabla.

Ubiranje

Silaža, seno, slama

Savremene kosačice uglavnom su rotacione sa diskovima ili bubnjevima. Razvoj je usmeren ka ostvarenju veće trajnosti, lakše zamene istrošenih radnih organa i što boljem poprečnom i podužnom kopiranju terena. Vrhunac razvoja predstavljaju nova rešenja samohodnih kosačica sa radnim zahvatom do 9,4 m, a u završnoj fazi je razvoj samohodne kosačice širine zahvata 14 m. Ovakve mašine uslovile su i razvoj odgovarajućih grablji, pa su realizovane i prve samohodne, sa radnim zahvatom 12,5 m, sl. 4, (Ligocki, 2004).

Savremeni silažni kombajni imaju mogućnost za oštrenje noževa i podešavanje zazora protivnoža iz kabine, dok se kreće na uvratini. To značajno smanjuje energiju za seckanje. Svi savremeni kombajni imaju procesore zrna, tako da se silaža seče na veću dužinu, a zrno ipak ošteti. To doprinosi smanjenju potrebne energije i ostavlja vlaknaste materijale u formi pogodnijoj za ishranu preživara. Snaga motora i učinak i dalje rastu. Najnoviji primer je silažni kombajn zahvata 9 m, sa motorom snage 574 kW.

Potvrđeno je da su, posebno sa stanovišta troškova transporta i manipulacije, velike četvrtaste bale najpovoljnije. Na manjim imanjima se još koriste valjkaste bale. Trend je primena umotavanja materijala za silažu, a pojavilo se i prvo rešenje mašine koja obavlja i presovanje i umotavanje, (Haffert, Harms, 2002).

Zrno

I za kombajne za žetvu zrna težnja je povećanje snage i učinka. Tako je prosečna snaga kombajna porasla sa oko 100 kW sredinom osamdeseth na oko 190 kW 2002. Danas najsnajzniji motor kombajna ima preko 350 kW, (Kutzbach, 2004). Adekvatno je rastao učinak kombajna i širina kosionog uređaja. Danas se na tržištu razvijenih zemalja gotovo ne mogu naći rešenja sa kosionim uređajem širine manje od 6 m. Da bi se obavio kvalitetan vršaj, a posebno izdvajanje zrna iz slame, često se primenjuju novi sistemi. Iako dominira uređaj za vršaj tangencijalnog tipa, sve više se primenjuju modifikovani aksijalni uređaji, kod kojih je smanjen efekat intenzivnog usitnjavanja slame. Isplativost takvih kombajna je za žetvu obavljenu na više od 600 ha godišnje, što zahteva i odgovarajuću strukturu imanja.

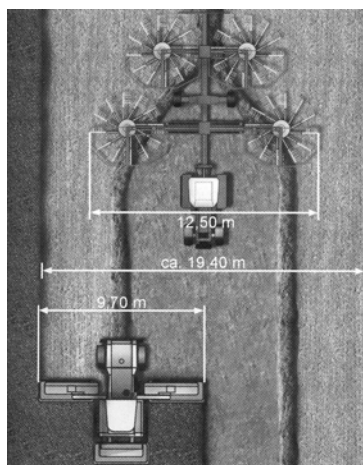
Elektronsko upravljanje i ergonomski uslovi na kombajnim slični su onima koje se primenjuju na traktorima. Specifičnost je što se merenjem protoka na pojedinim mestima automatski ili manuelno regulišu parametri pojedinih radnih organa. Na sl. 5 prikazan je primer mesta postavljanja merenja protoka na jednom savremenom kombajnu, (Kutzbach, 2004).

Druga specifičnost primene ICT na kombajnim je kontinualni merač prinosa. U primeni je više uređaja zasnovanih na raznim principima rada, pri čemu svi daju približno istu tačnost. U kombinaciji sa definisanjem lokacije, GPS/dGPS, to omogućava kartiranje prinosa. Kartiranje prinosa omogućava raspodelu useva po vlasnicima, ukoliko se žetva obavlja na više njiva, i relevantne podatke za, na primer, distribuciju hrarniva u narednoj godini.

Repa

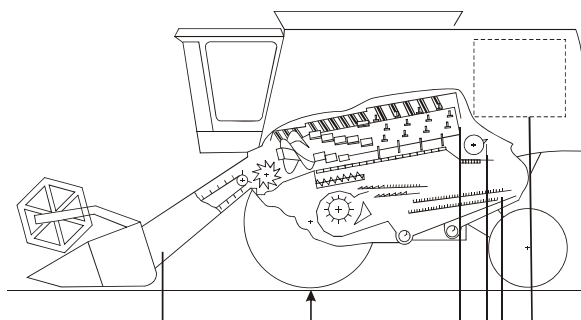
Višefazna tehnika spremanja repe u potpunosti je napuštena. Dominiraju šestoredni kombajni sa međubunkerom. Dobro obavljeno odstranjivanje lišća i vođenje noževa za odsecanje glava omogućava da se u proseku dobija 82,8 do 88,3% korektno odsečenih glava, pri radnoj brzini 6 do 6,5 km/h, (Schulze Lammers, 2004). Za vađenje se najčešće

koriste samopodesivi raoni radni organi. Hidraulički se postavljaju na međuredno rastojanje 42 do 50 cm. Posebna pažnja posvećena je što potpunijem odstranjenju zemlje, tako da se u dobrim uslovima dobija manje od 10%. Gotovo svi kombajni imaju mogućnost ostvarenja posmaknutih tragova točkova, da bi se izbegao multi passing efekat i sabijanje zemljišta.



Sl. 4 Kombinovanje samohodne kosačice i roto grablji

Fig. 4 Combination of self-propelled mower and four-rotor rake



Sl. 5 Mesta na kojima se meri protok mase na jednom savremenom kombajnu

Fig. 5 Location of feedrate measuring on contemporary combine harvester

Već su razvijeni sistemi za kontinualno merenje prinosa repe, zasnovani na merenju udarnog impulsa korena, ali još ne daju dovoljno dobru tačnost za uspešno mapiranje. U postupku je razvoj radarskog sistema za merenje prinosa.

PRIMENLJIVOST U DOMAĆIM USLOVIMA

Domaća poljoprivreda posluje pod znatno drugačijim uslovima od onih u razvijenim zemljama. Subvencioniranje proizvodnje, bilo direktno ili preko inputa, sprovodi se samo po izuzetku. U tim uslovima mnoge mere koje se primenjuju u razvijenim zemljama nisu primenljive. Poslednju dekadu karakteriše promena vlasničke strukture, sa pozitivnim i negativnim efektima. Negativno je razbijanje kompleksa velikih kombinata i usitnjavanje poseda, a pozitivno konstantan rast privatnih farmi. Posledica je fragmentiranje poseda, što napredni poljoprivrednici ocenjuju kao najveći problem, (Martinov, Lazić, Turan, Popović, 2004).

Mada ne postoji opšte usvojena definicija može se, u sadašnjim okolnostima, smatrati da je posed koji se bavi ratarskom proizvodnjom mali ukoliko ima ispod 30 ha, a srednji sa 30-200 ha. U tom svetlu treba posmatrati i primenljivost poljoprivredne mehanizacije. Sledeća karakteristika je visoka cena kapitala i mala kupovna moć, što značajno utiče na procenu ekonomičnosti primene savremene, ali i skupe mehanizacije i zahteva kompromisna rešenja.

Savremena mehanizacija koja se primenjuje u razvijenim zemljama nalazi ekonomski opravdanu primenu na velikim farmama. Može da se primenjuje i na srednjim, ukoliko su parcele velike, ali tada mehanizacija mora da se koristi i izvan vlastitog imanja, da bi njena primena bila isplativa.

Dominira konvencionalna obrada zemljišta uz primenu pluga, ali i težnjom povećanja udela konzervacijske obrade. Taj postupak je usporen i zbog potrebe nabavke novih mašina, a predviđa se da će u narednih 10 godina udeo konzervacijske obrade prevazići 30%. Visoka cena herbicida i njihove primene je, takođe, ograničavajući činilac primene ovog postupka obrade zemljišta.

Analiza zemljišta i definisanje potreba u hranivima je već u toku, uz primenu GPS za definisanje mesta uzorkovanja. Ipak, nedostaju savremene mašine za distribuciju mineralnog hraniva, kao i hraniva odgovarajućeg kvaliteta.

Većina velikih farmi koristi savremenu tehniku za zaštitu bilja, ali još uvek ne uz poštovanje svih ekoloških zahteva. Poseban nedostatak je odsustvo testiranja mašina. Na malim posedima se zaštita bilja sprovodi uglavnom na ekonomski i ekološki niskom nivou. Nedostaje obuka farmera, ali i odgovarajuća prelazna rešenja jednostavnijih i jeftinijih mašina, koje bi bile ipak korak napred u odnosu na postojeće stanje.

U oblasti ubiranja proizvoda situacija je slična. Velike farme primenjuju savremene mašine, i to na ekonomski opravdan način, uz vođenje računa o zaštiti životne sredine. Nedostaju dovoljno kvalitetna rešenja mašina za ubiranje na malim i srednjim posedima. Uslužno obavljanje žetve savremenim mašinama otežano je zbog fragmentacije poseda i velikih transportnih rastojanja. To otežava i primenu, na primer, savremenih kombajna za vađenje repe, koji bi bili u vlasništvu šećerana, jer su veliki gubici pri premeštanju sa jedne na drugu lokaciju. Tek ukрупnjavanjem parcela, ili dogovorne proizvodnje nekoliko vlasnika steći će se uslovi za ekonomski opravdanu primenu i veći dohodak.

LITERATURA

- [1] Böttger, H, Langner, H-R: Neue Technik zur variablen Spritzmitteldosierung. Landtechnik, 2003, (58)3, 142-143
- [2] Bowman, D.A, Woods, T: John Deere Quad Wheel Suspension™. In: Tagung Landtechnik 2002, Halle. VDI Verlag GmbH, Düsseldorf, 75-78
- [3] Buus Jensen, K, Thomsen, S: New ways with electro hydraulic steering concepts. In: Kolloquium Mobilhydraulik, TU Braunschweig, 2002, 99-112
- [4] Döhler, H, Gronauer, A: Fertilizing. In. Yearbook Agricultural Engineering, Band 13, red. Matthies, H.J., Meier, F. VDMA Landtechnik, VDI-MEG, KTBL, Münster, 2001, 99-103
- [5] Đukić, N, Ponjičan, O, Sedlar, A: Novo u tehnici za zaštitu bilja. Savremena poljoprivredna tehnika, 2001, (27)2-4, 122-130
- [6] Đukić, N, Sedlar, A: Savremene prskalice. Biljni lekar, 2002, 6, 520-521
- [7] Ehlert, D, Voelker, U, Martinov, M, Konstantinović, M: Precizna poljoprivredna proizvodnja – Klatno za merenje prinosa biljne mase – Savremena poljoprivredna tehnika, 2004, 30(1-2), 9-20
- [8] Ganzelmeier, H: Drift, drift reducing sprayers and sprayer testing. AAB-workshop Pesticide Application, Warwick, Book of Proceedings, Capitel: Aspects of Applied Biology, 2000, 57, 1-10

- [9] Genzelmeier, H: European and International Developments in the Plant Protection Equipment. In. Yearbook Agricultural Engineering, Band 14, red. Matthies, H.J., Meier, F. VDMA Landtechnik, VDI-MEG, KTBL, Münster, 2002, 95-103
- [10] Haffert, A. Harms, H-H: Crop Collection. In. Yearbook Agricultural Engineering, Band 14, red. Matthies, H.J., Meier, F. VDMA Landtechnik, VDI-MEG, KTBL, Münster, 2002, 124-130
- [11] Köller, K, Linke, C. Erfolgreiche Ackerbau ohne Pflug (2. izdanje). DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt am Main, 2001.
- [12] Kutzbach, H.D: Grain Harvesting. In. Yearbook Agricultural Engineering, Band 16, red. Matthies, H.J, Meier, F. VDMA Landtechnik, VDI-MEG, KTBL, Münster, 2004, 129-136
- [13] Ligocki, A: Crop Harvesting. In. Yearbook Agricultural Engineering, Band 16, red. Matthies, H.J., Meier, F. VDMA Landtechnik, VDI-MEG, KTBL, Münster, 2004, 117-123
- [14] Ludowicz, C, Schwaiberger, R, Leithold, P: Precision Farming, Handbuch für Praxis, DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt am Main, 2002.
- [15] Marquering, J, Scheufler, B.: Mineral Fertilizing. In. Yearbook Agricultural Engineering, Band 14, red. Matthies, H.J., Meier, F. VDMA Landtechnik, VDI-MEG, KTBL, Münster, 2002, 105-110
- [16] Martinov, M, Konstantinović, M: Pravilna raspodela mineralnog hraniva. Revija agronomska saznanja, 2002, (12)6, 12-14
- [17] Martinov, M, Schulze Lammers, P, Konstantinovic, M: Traceability of Agricultural Products – Chance or Obstacle for Developing Countries. Agricultural Engineering, 2002, 8(3-4), 29-33
- [18] Martinov, M, Lazić, V, Turan, J, Popović, V: Napredni poljoprivrednici o budućnosti poljoprivrede. Revija agronomska saznanja, 2004, 14 (1-2), 46-48.
- [19] Medlin, C, Lowenberg-DeBoer, J: Increasing cost effectiveness of weed control. In: Precision Farming Profitability, SSM-3, editor: K. Erickson. Purdue University, West Lafayette, 2000, 44-51
- [20] Renius, K.Th, Martinous, M: Tractor Engines and Transmissions. In: Yearbook Agricultural Engineering, Band 16, red. Matthies, H.J., Meier, F. VDMA Landtechnik, VDI-MEG, KTBL, Münster, 2004, 60-66
- [21] Sarig, Y: Ethical Aspects in Manufacturing Agricultural Machines, uvodno predavanje, Club of Bologna, Tsukuba, 2000.
- [22] Schön H., M. Tesic, M: Informacione tehnologije i trendovi u modernoj poljoprivredi - prvi deo, Revija agronomska saznanja, 2003, (13)1-2, 38-43
- [23] Schön H., Tesic, M: Informacione tehnologije i trendovi u modernoj poljoprivredi -prvi deo, Revija agronomska saznanja, 2003, (13)3 , 18-20
- [24] Schulze Lammers, P: 2004. Root Crop Harvesting. In. Yearbook Agricultural Engineering, Band 16, red. Matthies, H.J., Meier, F. VDMA Landtechnik, VDI-MEG, KTBL, Münster, 137-142
- [25] Seufert, H. et al: Fahreigenschaften unterschiedlicher Anhängerbereifung. Landtechnik, 2002, (57)6, 356-357
- [26] Anonim 1: Common Rail geht in die nächste Runde. Automobilwoche, 2003, (2)44, 17
- [27] Anonim 2: Traktoren. dlz, 2003, (53)13, 52-115