

Системи прецизне пољопривреде и њихова примена на ратарским прскалицама

Станко Опарница

РЕЗИМЕ

Прецизна пољопривреда се заснива на неколико принципа: рационализација трошкова, максимизирање приноса, ефикасност производње и висока профитабилност.

Техничка исправност прскалица има пресудан утицај на правилну дистрибуцију средства за заштиту биља (сзб). Анализом података је установљено да, је током експлоатације долазило до промена протока и норме третирања код праћених прскалица. Због тога је на 403 ha јечма у једној сезони је потрошено за 3,350 € (10%) више сзб.

Анализом података је установљена и потрошња сваког појединачног сзб. Приликом третирања на парцели површине 90 ха, танк микс се састојао од 4 сзб. Остварена просечна норма третирања је била 176 l/ha (повећање од 17,33% у односу на планирану), те је због тога потрошња сзб прве варијанте била већа за 26,96 l од планираног, односно за 304,09 €. Укупно повећање утрошка, за танк микс, је било 695.45 €.

Кључне речи: прецизна пољопривреда, норма третирања, трошкови

Precision agriculture systems and their application on field crop sprayers

Stanko Oparnica

SUMMARY

Precision agriculture is based on several principles: cost rationalization, yield maximization, production efficiency and high profitability.

The technical correctness of sprayers has a decisive influence on the proper distribution of plant protection product (ppp). The analysis of the data showed that, during operation, there were changes in the flow and treatment rate in the monitored sprayers. Therefore, on 403 ha of barley in one season, € 3,350 (10%) more funds were spent.

The analysis of the data also established the consumption of each individual ppp. When treated on a plot of 90 ha, the tank mix consisted of 4 ppp. The achieved average norm was 176 l / ha (increase of 17.33% compared to the planned), and therefore the consumption of the first variant ppp was higher by 26.96 l than planned, ie by € 304.09. The total increase in consumption, for whole tank mix, was € 695.45.

Key words: precision agriculture, treatment rate, costs



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ



Департман за Пољопривредну технику

Кандидат

Станко Опарница

Ментор

Александар Седлар

**СИСТЕМИ ПРЕЦИЗНЕ ПОЉОПРИВРЕДЕ И ЊИХОВА
ПРИМЕНА НА РАТАРСКИМ ПРСКАЛИЦАМА**

МАСТЕР РАД

Нови Сад, 2020



**УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПОЉОПРИВРЕДНИ ФАКУЛТЕТ**

Департман за Пољопривредну технику



Станко Опарница

дипл. инж. пољопривреде

**СИСТЕМИ ПРЕЦИЗНЕ ПОЉОПРИВРЕДЕ И ЊИХОВА
ПРИМЕНА НА РАТАРСКИМ ПРСКАЛИЦАМА НАСЛОВ
РАДА**

МАСТЕР РАД

Нови Сад, 2020

САДРЖАЈ

1. УВОД.....	1
1.1. Системи прецизне пољопривреде, перспектива и развој.....	2
1.2. Технологије прецизне пољопривреде	8
1.2.2 Технологије навођења.....	11
1.2.3 Прикупљање података	20
2. ЗАДАТАК И ЦИЉ РАДА.....	22
3. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА.....	23
4.1 Место и методологија извођења огледа.....	23
4.2 Механизација коришћена у огледу	24
4. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА СА ДИСКУСИЈОМ.....	27
5.1 Утврђивање утицаја одступања од норме прскања	30
5.2 Утицај руковаоца на процес хемијске заштите.....	37
5.3 Анализа трошкова у производњи јечма по третираној болести /штеточини ..	38
5. ЗАКЉУЧАК.....	42
6. ЛИТЕРАТУРА	45

1. УВОД

Примена високе технологије и технике у пољопривреди је обједињена и названа прецизна пољопривреда. Прецизна пољопривреда је једна од 10 револуција у пољопривреди која се и даље развија. Укључује бољи менаџмент инпута као што су минерална ђубрива, средства за заштиту биља (сзб), семе, гориво (коришћеног током обраде, сетве или апликације сзб). Бољи менаџмент значи да ће се инпут користити на правом месту, у право време и тачно одређене количине (Вишацки, 2018).

С прецизном пољопривредом превазилази се примена униформне дистрибуције минералних ђубрива, средстава за заштиту биља, наводњавања, семена итд. Тачније, производне парцеле се деле на парцеле, са више управљачких зона у којима ће се у зависности од земљишта, терена и претходне производње употребити различита количина инпута. Подела по зонама нуди повећање продуктивности усева и одрживост фарме кроз побољшање управљања инпутима што доводи до боље заштите животне средине.

Посматрано са стране фармера, предности прецизне пољопривреде су: правилан избор хибрида према информацијама о квалитету и плодности земљишта, правилна дистрибуција минералног ђубрива, смањена употреба средстава за заштиту биља, смањена потрошња горива и на крају смањење сабијања земљишта.

Предности прецизне пољопривреде за друштво подразумевају примену: различитих хардвера и софтвера, уређаја за навођење машина, сензора земљишта и усева, информационог менаџмента, система одлучивања. Наведено утиче на ублажавање загађења животне средине које произилази из прекомерне примене сзб, азота и фосфора као ђубрива.

и развоју технологије сензора која се користи у комбинацији са процедурама у вези мапирања

варијабле у одговарајућој агротехничкој мери на производном простору, као што су орање, сетва, ђубрење, апликација сзб, жетви....

Техничку подршку као основу спровођења горе наведеног пружа примена савремених решења навођења машина по правим и кривим путањама, током обављања агро–техничких операција.

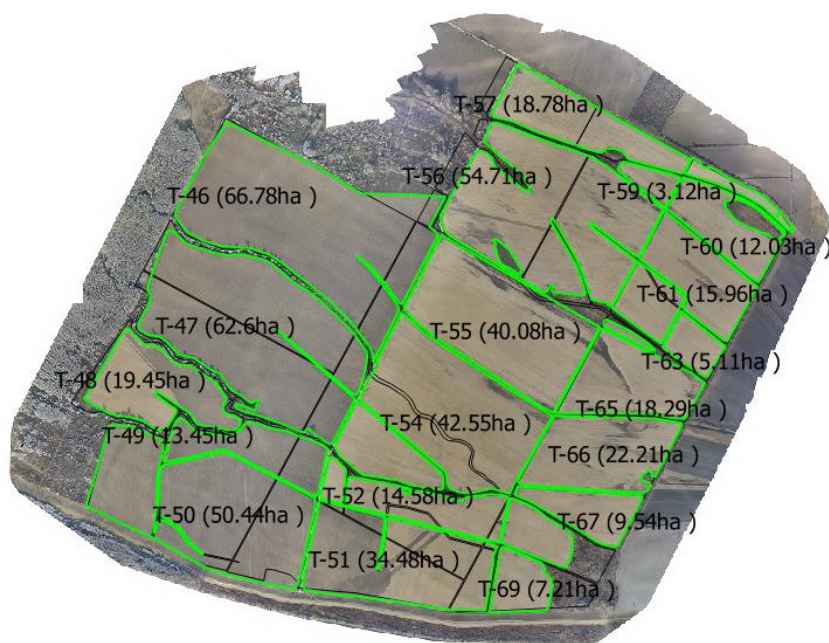
1.1. СИСТЕМИ ПРЕЦИЗНЕ ПОЉОПРИВРЕДЕ, ПЕРСПЕКТИВА И РАЗВОЈ

Прикупљањем података о обављеним операцијама и њиховим графичким приказом у софтверу, уочено је да на великом броју парцела долази до значајног одступања од граница и облика парцела по катастру и добијеног записа о обављеној операцији из машина. Преклапањем катастарских и сателитских снимака, дошло се до закључка да су подаци из катастра застарели и нетачни, да постоји драстична разлика на неким парцелама, између стања у катастру и стања на парцели и да се као такви подаци не могу користити у навигационим системима.

Ова информација је значила да у великом броју случајева не постоје тачни подаци са колико хектара се заиста располаже и којег су облика парцеле. Треба напоменути да у овим ситуацијама се и набавка инпута потребних за производњу обавља према нетачним информацијама. Закључак је да се на првом месту подаци о парцелама, тамо где има великих одступања, морају средити, па тек онда приступити имплементацији увођења технологија прецизне пољопривреде. На Сл. 1 је као илустрација, приказана мапа на којој су катастарске границе парцела укупне површине 2500 хектара приказане црном линијом док су реалне границе парцела приказане зеленом линијом, а ортофотографија терена је у позадини.

Након учртавања парцела први корак имплементације прецизне пољопривреде је био само употреба навигације у самоходним машинама. Затим се увидело да навигациони системи сакупљају велику количину података о извршеним операцијама и да је велика штета не користити тако добијене податке. Ти подаци су складиштени у навигатору и чекали су да се употребе за даље анализе. Због великог броја машина са навигационим системима било је непрактично ићи од машине до машине и преузимати податке. Закључено је да је потребна веза између машина и канцеларије преко које ће се пренос података обављати у два смера. Зато су све

самоходне машине опремљене са модемом и на тај начин је комплетиран хардвер. Да би слање/примање података било могуће потребна је и употреба софтвера. Софтверска апликација омогућава исцртавање граница парцела, организацију и систематизацију парцела, цртање “АБ” линија за вођење машина, означавање препрека на парцели, зона изузећа итд. Слање граница парцела и “АБ” линија, скраћује време почетка радова, поставља све машине у једну мрежу и омогућава брзу размену уочених промена на парцели. Коришћење истих “АБ” линија на једној парцели убрзава и олакшава извођење свих радних операција које се изводе са различитим машинама.



Слика 1. Разлика између катастарских и реалних граница парцела –
 Црна линија – катастарске границе
 Зелена линија – реалне границе

Сва даља примена доступних технологија везаних за прецизну пољопривреду омогућују уштеде производних инпута, мање коришћење механизације и људства, брже и лакше обављање планираних операција, правовремено и ефикасно доношење одлука, и што је најважније, доношење одлука на основу детектованих и доказивих информација које нам до сада нису били доступне.

Класична пољопривреда има само 2 процеса (Сл. 2), а то су:

1. Рад у пољу
2. Управљачке одлуке

Подаци се прикупљају у форми папирних радних налога или често и без било каквог бележења. Ти папири се складиште и нико не обрађује податке који се налазе у њима, односно ти подаци су „мртви“.

Међутим, процес примене прецизне пољопривреде се састоји из четири фазе у којима се користе различите технологије и који се надовезују једна на другу. Када се затвори цео круг, завршена је једна производна година. Фазе у раду прецизне пољопривреде су:

- Рад на пољу – у овом сегменту се користи технологија прецизне навигације. Да би имали мање преклапања, спроводимо сетву у правим линијама са прецизношћу од 2,5 cm. Таква сетва нам олакшава операције као што је међуредна култивација и прскање код ширококоредих култура.
- Прикупљање података – чим се користи технологија прецизне навигације, систем сам бележи неколико врста података (брзину кретања, покривеност, надморску висину, квалитет ГПС сигнала итд). Ако се прикључним машинама додају различити сензори, дијапазон прикупљених података је много шири (нпр. сензори протока код прскалице, сензори приноса код комбајна итд). Важно је истаћи да се прикупљање података врши у дигиталном формату, потпуно је аутоматизовано и подаци не подлежу утицају човека у негативном смислу.



Слика 2. Поређење процеса примене традиционалне и прецизне пољопривреде

- Анализа података – прикупљени подаци ништа не значе ако се не обраде и анализирају. Након анализе подаци постају информације и знање. То је корак где почиње значајна разлика између класичног начина рада у пољопривреди и прецизне пољопривреде. Креирањем мапа од података који су добијени од сензора и њиховим преклапањем са мапама добијеним нпр. скенирањем земљишта, добијају се много прецизнији одговори на кључна питања, слика 3.

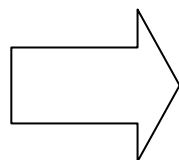
Кључна питања су на пример:

- Зашто сам имао принос на овом нивоу?
- Колика је профитабилност моје производње?
- На основу закључака добијених у анализи доносе се управљачке одлуке, али у овом случају много прецизније јер за основу имају више тачних података. Не треба мислити да ће се одмах прве године правити 100% тачне анализе и доносити 100% исправне одлуке. Важно је започети са процесом, а корисник ће сваке године бити све искуснији у тумачењу анализа и одабиру правих одлука. Анализом података ће се отворити многа питања, којих произвођачи нису ни били свесни јер нису поседовали податке нити радили анализе. Нису постајале тачне информације колико је тачно биљака посејано по површини, колико је заиста било празних места, колико је биљака заиста никло, каква је равномерност ницања и пораста усева, колико су усеви изложени различитим стресовима (недостатак воде, хранива, појава корова ...), колики је био принос

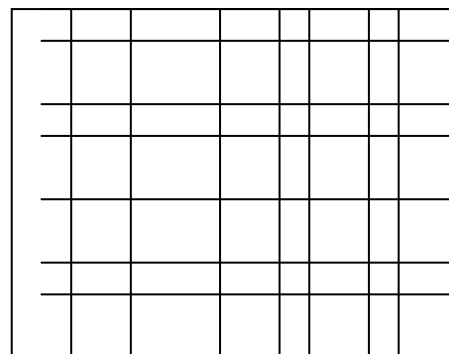
Традиционално



100



Прецизно



1/10-1100

на свакој зони парцеле итд.

Слика 3. Разлика између традиционалног поимања парцеле и у прецизној пољопривреди

Код прецизне пољопривреде ради се о суштинској промени начина управљања земљиштем и операцијама. Код класичног начина, основа је била једна цела парцела, за коју се претпостављала површина, претпостављало да је земљиште униформно на целој површини и улаган је максимални труд да се дистрибуција семена, ђубрива и средстава за заштиту биља изврши што униформније. На крају се добијао просечан принос по хектару и није се обраћала пажња на варирање приноса по површини парцеле јер није било начина да се варијација установи.

Прецизно управљање је супротно (Сл. 3). Површина парцеле се дели на више мањих зона и треба покушати да се испоштују разноликости између зона варијабилном дистрибуцијом семена, ђубрива и средстава за заштиту биља. Може се рећи да у оквиру једне парцеле имамо више мањих парцела (менаџмент зона) које је потребно различито третирати. Не примењују се исте количине инпута него варијабилне количине, а све у циљу покушаја што већег изједначавања приноса међу зонама и смањења трошкова производње. Питања на које у овом случају треба дати одговор су:

- Зашто давати исту количину инпута зони са приносом од 1 t/ha пшенице и другој зони која је дала 12 t/ha?
- Колика је профитабилност производње у првој зони а колика у другој?

Треба имати идеју како употребити ове нове информације.

У конвенционалној пољопривреди се „говори о добрим и лошим парцелама,“ а у прецизној пољопривреди се прича о зонама са већим или мањим приносом и тражи се одговор на питање зашто постоји разлика. Када се нађе одговор онда се могу планирати мере за побољшање приноса и смањење трошкова.



Слика 4. Темељи прецизне пољопривреде

Сл. 4 показује технологије које треба комбиновати у систему прецизне пољопривреде. Као што је већ напоменуто, потребно је комбиновати различите технологије како би се добили жељени резултати, али основа свега је Географски информациони систем (ГИС). ГИС даје основне информације о границама парцела, површини и покривености површине кретањима различитих машина. Простим речима дигитализоване мапе наших парцела.

На ГИС се наслања систем глобалног позиционирања (ГПС). Те две технологије су нераздвојиве и оне су темељ за све друге технологије које се могу примењивати. Без

ГИС-а и ГПС-а нема ни прецизне пољопривреде.



На ову основу се надограђују све остале технологије као мониторинг приноса, варијабилна дистрибуција ђубрива, сзб и семена, даљинска детекција итд.

Високи трошкови производње и смањење приноса утичу на смањење профита. На основу непрецизних процена или погрешних препорука бацају се претеране количине ми-нералних ђубрива што знатно повећава

трошкове производње, а у неким случајевима смањује и принос због претераног присуства неког елемента спречава усвајање дру-гих

Слика 5. Утицај прецизне пољопривреде на профит који

микроелемената. Слично је и са сзб. Различитим технологијама прецизне пољопривреде смањују се трошкови производње односно потрошња горива, минералног ђубрива, семена, сзб (Сл. 5). Технологијама прецизне пољопривреде се повећава принос, а самим тим и профит. Овде се не говори о великим процентима, него о малим уштедама на сваком материјалу и свакој операцији. Исто тако говори се о малим процентима повећања приноса али сви они у збиру дају позитивне резултате.

1.2. ТЕХНОЛОГИЈЕ ПРЕЦИЗНЕ ПОЉОПРИВРЕДЕ

Најсвеобухватнија типологија технологије прецизне пољопривреде подељена је у три главне категорије: технологије снимања, технологије навођења и технологија реаговања.

Технологије снимања (сензори, ваздушне или сателитске платформе, прикупљање просторних информација), укључују мапирање тла, мапирање влаге у тлу, мапирање облика, мапирање приноса итд. Технологије снимања су потребне да би се добијале информације из парцеле (пре, за време и након периода вегетације, обрада – сетва – апликација сзб и ђубрива - жетва). Након обраде ових података добијају се информације неопходне за било коју врсту апликације прецизне пољопривреде.

Технологије навођења, односно компоненте и софтвер који наводе, обухватају све облике аутоматског управљања/смерница за кретање трактора или самоходне пољопривредне машине. Оне обезбеђујући помоћ возачу, машинско вођење и контролисано (ограничено) кретање. Технологије навођења могу се користити у пољопривредној пракси (укључујући и традиционалну производњу), фокусирајући се на прецизно кретање машина унутар и између парцеле с опипљивим резултатима у смањеном преклапању, што узрокује мању употребу семена, ђубрива и сзб уз истовремено смањење експлоатације машина и потрошње горива.

Технологија реаговања користи податке система за снимање и омогућава минимизирање свих инпута (семе, ђубриво, пестициди, вода) у оптималној количини која одговара врсти усева и унапређује начин раста и развоја биљке. Очекује се да ће права комбинација ове три категорије повећати или барем задржати принос са предностима вишег квалитета и минималног утицаја на животну средину.

1.2.1 Технологија снимања у прецизној пољопривреди

Важан корак имплементације прецизне пољопривреде јесте просто речено сакупљање података са парцеле. Првенствено се мисли на податке о приносу јер је то почетак даљег процеса одлучивања. На Сл. 6 су бојама означени приноси на различитим деловима парцелама. Дати приноси су снимљени приликом вршидбе комбајна. Комбајн садржи систем за мерење приноса и константно га приказује на монитору комбајна. Уколико се ти подаци повежу са навигацијом у приказаном претходном делу, добија се дата мапа приноса.



Слика 6 Мапа приноса на монитору комбајна

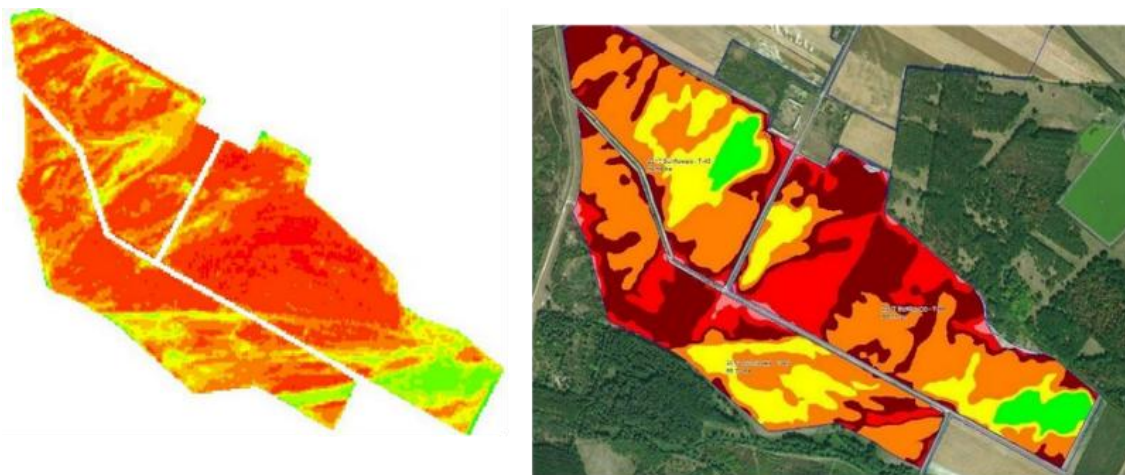
Мапа приноса се користи за даље агротехничке операције (Franzen, 2008). Тако се на пример на местима где је принос испод 2 t/ha одобрава повећано ђубрење у износу од 20%. Тамо где је принос на парцели био већи од 4.4 t/ha, норма ђубрења смањује за 20%. Ова расподела норме ђубрења се може урадити још прецизније (Biermacher, 2009, Lawes, 2011.). Осим датих ограничења, уводе се још категорије као што су места где се неће вршити уопште ђубрење, а то је на пример на местима где је принос био преко 6,5 t/ha. У областима где је принос био између 1 и 2 t/ha, норма ђубрења се повећава за 50%.

Поред мерења приноса и физичких карактеристика земљишта у технологију снимања прецизне пољопривреде укључени су још неки индекси који се добијају коришћењем других система.

Употребом мултиспектралних сателитских снимака, добијених од сателита или дрона, у могућности смо да пратимо стање усева на даљину.

Културе се разликују, чак и на истом пољу. Технологије прецизне пољопривре омогућава бољу идентификацију, анализу и управљање временском и просторном варијабилношћу у пољу. Када се говори о даљинском сензору у прецизној пољопривреди, одмах се мисли на сензоре о индексима вегетације. Вегетација или вегетативни индекс израчунава се помоћу различитих спектралних опсега, обично у зависности од врсте стреса биљака што је циљ да се визуализује. Здравствено стање биљке могуће је испитати, проверити, снимити, а затим и процесуирати уз помоћ различитих индекса као што су: NDVI, NDRE, VARI, TGI, SIPI2, LCI, BNDVI, GNDVI (Mazzetto, F, 2010).

NDVI је један од десетина вегетационих индекса који се могу израчунати. Он нам омогућава да видимо стрес на биљкама две недеље пре него што буде видљив голим оком што нам даје могућност интервенције, било да је стрес изазван недостатком хранива или воде. Пуни потенцијал мапе добијају преклапањем два и више параметра. Поређењем NDVI и мапе приноса види се пропорционално поклапање зона. Црвене NDVI зоне показују биљке које су или под великим стресом или су већ завршиле вегетацију. Оне се поклапају са зонама ниског приноса (Сл. 7). Насупрот томе зелене NDVI зоне се поклапају са зонама вишег приноса.



Слика 7 Поређење мапе NDVI и мапе приноса на истим парцелама, лево NDVI 03.08.2017, десно мапа приноса

NDVI мапе се могу користити и у каснијој фази развоја биљака. На мапи се јасно види неуједначеност сазревања усева на различитим парцелама и у различитим зонама исте парцеле.

Индекс нормиране разлике вегетације - У прецизној пољопривреди, НДВИ се користи за мерење биомасе. Док се у шумарству користи за квантификацију индекса шумске разноврсности и листа.

NDRE - Нормализована разлика црвеног спектра - Индекс осетљив на садржај хлорофила у лишћу супротно од ефеката позадине, тла. Овај индекс се може формулисати само ако је доступан црвени спектар.

SIPI2 - Индекс интензивне пигментне структуре 2 - Индекс који се користи у подручјима са високом варијабилношћу у структури крошње (нпр. Шумарство).

LCI - Leaf Chlorophyll Index - Индекс за процену садржаја хлорофила у подручјима потпуне покривености листова.

TGI - Индекс троугластог зеленила - RGB индекс за осетљивост хлорофила. TGI индекс се ослања на вредности рефлексације на видљивим таласним дужинама. То је прилично добар показатељ за садржај хлорофила у подручјима са великом густином лишћа.

VARI - Видљиви атмосферски отпорни индекс - RGB индекс за покривање листова. Овај индекс се користи за процену дела вегетације у слици са ниском осетљивошћу на атмосферске ефекте.

BNDVI - Индекс плавог индексираног разликовања - је индекс без доступности црвених канала који користи видљиве плаве, за подручја осетљива на садржај хлорофила.

GNDVI - Индекс зелене нормализоване разлике вегетације - користи видљиве зелене уместо видљиве црвене и близу инфрацрвене. Корисно за мерење брзине фотосинтезе и праћења стреса биљака.

Сваки индекс има другачију употребу и другачији визуелни излаз. Њихова сврха јесте та да се преко тих индекса врши провера тренутног стања биљке. Проверава се потреба за водом и различитим хранљивим материјала или чак утврђује присуство болести или инсеката на биљци (степен заражености).

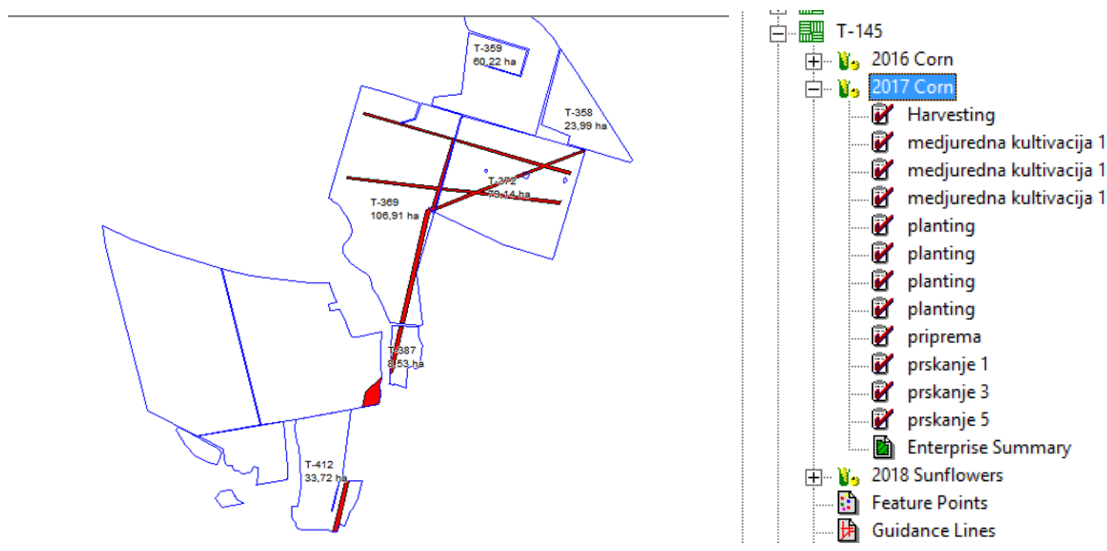
1.2.2 Технологије навођења

1.2.2.1 Аутоматско вођење машине по правцу

Употребом Ауоттрака, машине се воде у правцу са прецизношћу од 2,5 цм. Да би се добила таква прецизност вођења, није довољан само ГПС сигнал са сателита. Сигнал са сателита пролази кроз различите слојеве атмосфере, где се прелама и губи на прецизности. Такав сигнал је довољан за навигационе системе у возилима али за потребе пољопривреде није. Мора да постоји и корекциони сигнал. Корекциони сигнал може да се добија са геостационарних сателита или са земаљских станица. Суштина је да су то тачке са тачно дефинисаном и непроменљивом локацијом.

Употребом Ауоттрака (AutoTrac) смањује се преклапање, нарочито ако се користе широкозахватне машине, као што су расипачи минералног ђубрива, прскалице, пољски култиватори и сл. Уштеда у гориву због смањеног преклапања може да износи и до 10% (Griffin, 2005).

Поред наведенога, повећан је и квалитет радова јер када се сетва изведе праволинијски, следеће операције се много брже и ефикасније изводе. Самим тим повећава се продуктивност.

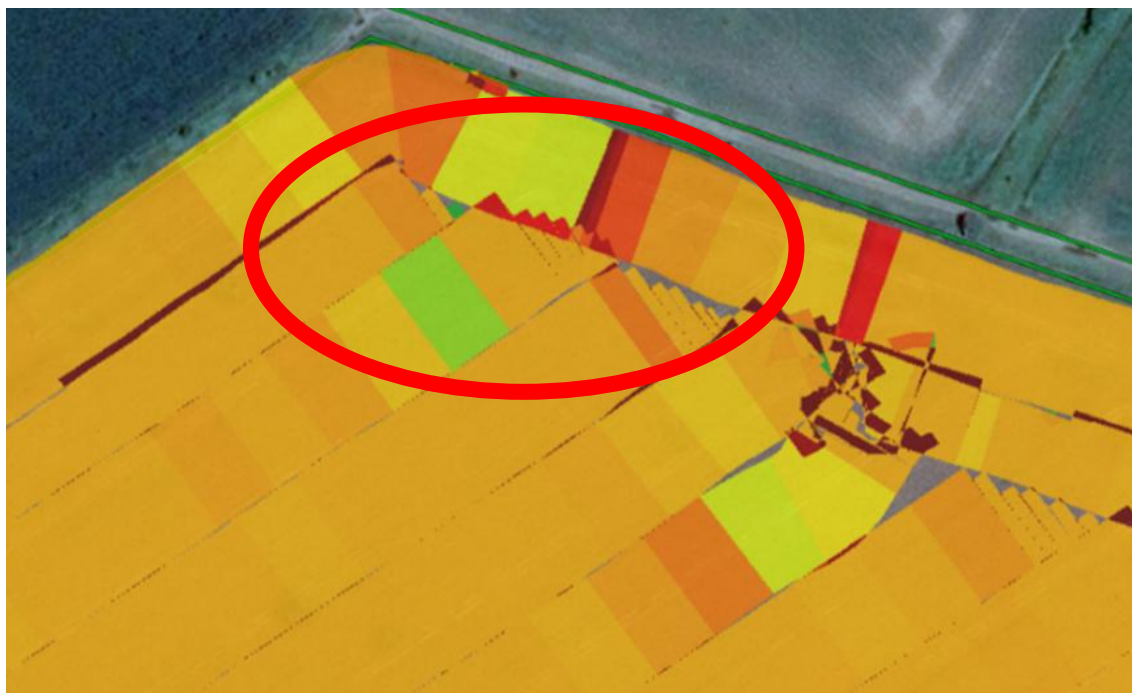


Слика 8. Дигитализоване парцеле са дигиталном књигом парцеле

Током операција на парцели, креирају се различити подаци везани за операцију – брзина кретања, преклоп, принос, количина исејаног семена итд. Добијени подаци се могу пребацити у програм за обраду путем УСБ меморије или што је много практичније, путем модема. Ако на машинама постоји модем, комуникација машина – канцеларија је двосмерна. У програму се налазе дигитализоване парцеле са својим обликом и површином (Сл. 8). На сваку парцелу се надовезују информације потребне за навигацију машина као што су АБ линије, зоне изузећа, препреке на парцели итд. Све то чини дигиталну инфраструктуру парцеле. Те информације се путем модема прослеђују у навигациони систем машине.

Када је у питању апликација сзб аутоматска контрола секција је пример технологије навођења. Аутоматска контрола секција прскалице штеди до 5% у примени сзб (Сл. 9). Прскалице већ на себи имају мерач протока. Он је повезан са навигацијом и добија се запис о избаченој количини течности по површини (l/ha). На тај начин се може видети квалитет дистрибуције сзб, а индиректно се могу установити неке неисправности на прскалици. У црвеном кругу је приказан запис искључивања секција прскалице при наиласку на већ прскану зону.

Осим уштеде треба напоменути и еколошки утицај. Смањена је употреба сзб, нема великих преклапања прсканих зона и дуплирања избачене количине сзб на истима и



Слика 9. Контрола секција прскалице и запис норме прскања

не прска се мимо граница парцела.

1.2.2.2. РТК корекција

Ако се сетва, као прва операција, обави веома прецизно, онда се све следеће операције, као што је и прскање, могу обавити са већом брзином кретања јер су редови прави. То повећава продуктивност и смањује оштећења на биљкама.

За израчунавање позиције пријемника користи се тачна позиција сателита и тачно време између емитовања и пријема сигнала. Пошто се то време установљава поређењем сигнала са сателита и интерног сигнала, садашња електроника у то уноси непрецизност од око 10 наносекунди, што одговара грешци од 3 m у мерењу удаљености.

Остали извори непрецизности су атмосферски ефекти који утичу на брзину простирања радио-сигнала, вишеструке путање сигнала, непрецизност сателитских часовника, непрецизност података о позицији сателита, нумеричке грешке при израчунавању, брзина сателита и гравитација Земље. Када се сви ови фактори

заједно узму у обзир, и поред метода корекције, укупна грешка одређивања позиције је око 15 m.

ГПС пријемници могу бити под утицајем другог радио-зрачења и како је ГПС сигнал слаб, они постају неупотребљиви. Извори ометајућег радио-зрачења су природни, као зрачење са Сунца и геомагнетне олује, или вештачки, као што су снажне ТВ и друге антене у близини.

Све копнене масе на свету се налазе на различитим тектонским плочама које се стално померају. На неким местима тектонска плоча се помера свега неколико центиметара годишње, док се на другим местима, тектонска плоча се помера и до 8 cm годишње.

Пријемник СтарФире 6000 са СФЗ сигналом има сезонску поновљивост (9 месеци), иако је корекциони сигнал примљен од геостационарних СтарФире сателита. Савршен је за одређене произвођаче којима је потребна сезонска тачност, али не и дугорочна поновљивост.

На дугим пољима или по повратку на парцелу након паузе/следећег дана, може се догодити да оператери морају да користе „померање АБ линије“ као би се вратили на претходну линију операција. Међутим, „Померање линије“ за границе не ради и стога, поготово ако се користи контрола секције прскалице, релативни помак између линија навођења и граница се увек јавља.

РТК је облик диференцијалне корекције који користи сателитску навигацију и референтну базну станицу и пружа поновљива прецизност од $\pm 2,5$ cm ($1''$) за возило, где је скоро све померање елиминисано. Локалне референтне станице могу бити самосталне или умрежене, а постоји и неколико уобичајених начина за испоруку РТК сигнала:

- Локална базна станица која преноси РТК корекциони сигнал машини путем РТК радија (нпр. 869 MHz, 450 MHz).
- Преко интернета путем мобилне везе. Ово се често назива сћелијска РТК зато што је најчешћи начин добијања приступа интернету коришћење мобилног модема на возилу.

1.2.2.3. Пријемник СтарФире 6000

СтарФире 6000 пријемник је глобални сателитски навигациони систем (ГНСС) пријемник са интегрисаном 3-осном компензацијом терена (Сл. 10). СтарФире 6000 пријемник пружа три различита нивоа тачности. Може се надоградити на више нивое прецизности без куповине новог пријемника како се потребе мењају. Постоје три нивоа сигнала: СФ1, СФ3 и РТК. СФ3 обезбеђује поновљивост у сезони све док



Слика 10. СтарФире 6000 пријемник

индикатор тачности показује 100%. СтарФире 6000 је способан да прати и обрађује сигнале до три сателита диференцијалне корекције. У оним ситуацијама када је примарни сигнал блокиран или осенчен са пријемника дуже од 50 секунди, СФ6000 се аутоматски пребацује на следећи најбољи расположиви сигнал. СтарФире 6000 стално прати сва три сателита, бира онај

са најбољим сигналом и користи тај сигнал. Како се перформансе једног сателита деградирају, он се аутоматски пребацује на следећи најбољи сигнал. Ово повећава продуктивност. Ова трострука СтарФире прецизност је одлична за кориснике који раде у областима засенченог сигнала од дрвећа, зграда, брда и планина. За разлику од СтарФире 6000, СтарФире 3000 прати један сателитски сигнал за корекцију диференцијала. Када СФ3000 наиђе на област засенченог сигнала, СФ3000 тражи нови сателит четири минуте након што је изгубио сигнал корекције. За то време, корекциони сигнал почиње да плута и деградира се. Једном кад поново добије сателит, прецизност се поново успоставља. Проблем је у томе што СтарФире 3000 није селективан за сигнал. Могао је да изабере сателит са бољим сигналом или би могао да повуче сигнал који је слаб или изван домета. Ако је тренутни сателит блокиран из видокруга, пријемник надгледа информације од других сателита и бира онај који има најбоље перформансе. Сателитске перформансе се проверавају неколико пута у минути како би се осигурала најбоља могућа тачност. Пријемник може да прати сигнале глобалног система позиционирања (ГПС) и глобалног

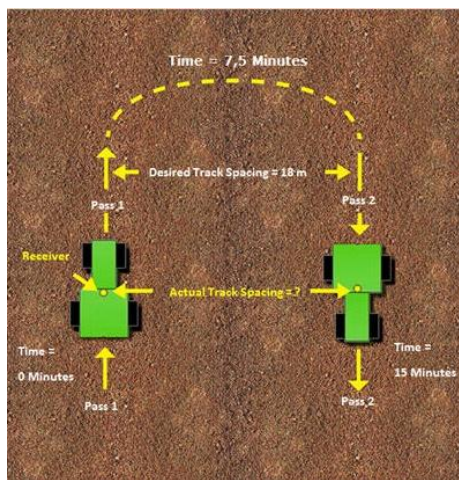
навигационог сате–литског система (ГЛОНАСС). Пријемник има УСБ прикључак за брже ажурирање софтвера и записивање података у возилу.

Поновљивост СтарФире 6000 одређује колико тачно пријемник може да израчуна своју позицију у релативно дугом временском прозору. Поновљивост се мери на пријемнику и не узима у обзир додатне изворе грешака, као што је АутоТрак (AutoTrac) грешка у контролном систему, услови на земљи или заносење примене. Поновљивост у сезони је критична када се користи АутоТрак (AutoTrac) за вишеструке послове током сезоне раста. Један пример би био стварање АутоТрак (AutoTrac) линија за навођење током сетве, затим коришћење истих линија вођења за комплетирање накнадних послова као што су расипање вештачког ђубрива, прскање након ницања и жетва. Дугорочна поновљивост је критична када се мапирају унутрашње и спољне границе за каснију употребу као што су контрола секција на сејалици, прскалицы и расипачу.

Спецификације понављања се заснивају на 95% интервалу поузданости, јасном погледу на небо, без сметњи сигнала и идеалним атмосферским условима (без соларних сметњи и других јоносферских / тропосферских активности). Перформансе могу варирати у зависности од ГНСС констелације.

РТК спецификације поновљивости се заснивају на исправно инсталираној РТК базној станици и позицији базне станице која није модификована након почетног подешавања.

1.2.2.4 Пролаз на пролаз тачност



израчунате позиције пријемника.

Прецизност „прелаз на пролаз“ одређује колико је пријемник тачан при израчунавању своје позиције у релативно кратком (15-минутном) временском прозору (Сл. 11).

За сваку тачку у току тог периода од 15 минута, вредност „прелаз на пролаз“ се израчунава на основу разлике између жељеног размака стазе на пријемнику и стварног размака путање на основу

Вредности гре–

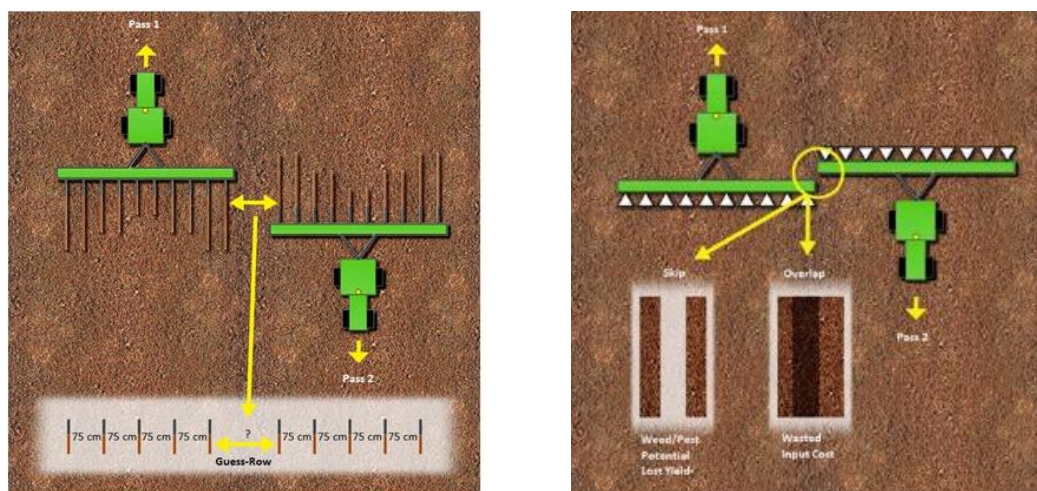
Слика 11. Тачност "пролаз на пролаз"

шке за цео период од 15 минута се комбинују и вредност тачности прелаз на пролаз дефинише се као интервал поузданости од 95 процената скупа података, што значи да је 95 процената вредности грешке мање или једнако спецификацији.

Тачност прелаз на пролаз се мери на пријемнику и не узима у обзир додатне изворе грешака као што су АутоТрак (AutoTrac) грешка у контролном систему, услови на тлу или помак при имплементацији. Тачност прелаз на пролаз има директан утицај на размак између редова при раду као што је сетва или прскање, што може имати директан утицај на потенцијал приноса.

1.2.2.5 Размак између редова

Тачност „прелаз на пролаз“ такође има директан утицај на количину прескакања или преклапања која се јавља током операција као што су прскање, расипање ђубрива или конвенционална обрада земљишта, што има директан утицај на потенцијал приноса и улазне трошкове (Сл. 12). СтарФире 6000 пријемник нуди вишеструке нивое диференцијалних корекцијских сигнала који одговарају перформансама пријемника и потребама операције.



Слика 12. Размак између прохода

1.2.2.6 Линије вођења

Сателитски пријемник континуирано пружа тренутну позицију преко CAN-а (Controller Area Network). Ово је скуп података који садрже тренутну географску ширину, дужину, надморску висину, курс, брзину и време. Руковаоц дефинише жељену линију кретања преко монитора, одлучује начин вођења (праволинијски,

криволинијски ...) и радну ширину. Монитор генерише вишеструке линије за



Слика 13 Одређивање АБ линије вођења

праћење на основу геометрије и димензија погонске и прикључне машине (Сл. 13)

Због тога се увек чува једна базна тачка са информацијама о географској ширини и дужини. Праволинијске линије вођења се генеришу са углом који се креће од севера као 0° а затим према истоку, југу и западу. За криву линију вођења, континуирани скуп тачака бележи се географском ширином и дужином. Следећи и претходни пролази се израчунавају са жељеном дужином стазе у правцу 90° тренутне линије вођења. Ово јасно показује да криве линије вођења захтевају много више рачунарске снаге од праволинијских. Тренутни положај машине се израчунава на основу положаја пријемника и помака пријемника који су унети на страници за подешавање машине. Монитор израчунава стварни помак положаја од жељене позиције и означава смер управљања како би минимизирао помак положаја.

1.2.2.7 Права путања

Режим праве путање помаже руковоацу да прави праве паралелне пролазе уз помоћ приказа и звучних тонова који га упозоравају када је машина ван путање.

Права путања омогућава руковоацу да направи почетну праву путању за поље користећи више опција за почетну путању. Када је дефинисана нулта путања

(референтна), генеришу се сви остали пролази за поље. Сваки пролаз је идентичан првобитно направљеном пролазу да би се спречиле грешке приликом управљања на целом пољу.

1.2.2.8 АБ криве

АБ криве омогућавају руковаоцу да вози кривом линијом у пољу са две крајње тачке (почетак и крај). Проласци паралелни са путањом у било којем смеру су генерисани на основу почетне извезене путање. Сваки пролаз се генерише на основу првобитно направљеног пролаза да би се спречиле грешке приликом управљања на целом пољу.

Првобитно снимљена АБ крива мора да буде дугачка најмање 3 m да би била важећа АБ крива која се користи за вођење. Када се крива АБ (путања 0) сними, генерише се десет додатних путања (по пет пролаза на обе стране путање 0). Када машина прође пету путању у односу на путању 0, генерише се десет додатних путања у том смеру. Систем наставља да генерише додатне пролазе када машина направи последњи пролаз приказан на монитору. Машина се мора налазити унутар растојања од 400 m од последње генерисане линије да би систем почео да генерише криве стазе. Ако се машина налази на спољној граници, за генерисање стаза у близини машине која се приказује на монитору може бити потребно неколико минута. У режиму АБ криве путање могу се појавити поруке за оштру криву и крај стаза. АБ криве стазе се генеришу са праволинијским продужетком од 91 m на крају стварних снимљених стаза. Поред аутоматског додавања 91 m, праволинијски продужеци ће се настављати пре и после снимљене линије како би се машина поравнала или наставила стаза.

Када се изабере померање путање, тренутна путања се подешава и поново се генерише пет пролаза на обе стране путање. АБ крива се може користити након генерисања почетних путања. Додатне путање се генеришу током рада. Дугме за померање путање ка средини је онемогућено са АБ кривама.

1.2.2.9 Вођење по правој и кривој путањи

Приликом коришћења путање, није потребна возња по путањама одређеним редоследом. Најближа путања је означена дебљом белом линијом. Број путање се приказује испод индикатора тачности стаза и аутоматски ажурира приликом приближавања новој путањи. Број путање означава број линија удаљених и

усмерених од нулте путање. Правац путање је приказан у односу на нулту путању (север, југ, исток или запад). Број путање се мења када машина дође на пола пута између две путање.

Индикатор тачности стазе приказује грешку одступања од путање. Грешка одступања од путање показује удаљеност од најближе путање до машине. Број грешака се повећава док машина не дође на пола пута између две путање. Након доласка у средњу тачку, број грешака се смањује како се машина приближава следећој путањи.

Уређај за предвиђање заокретања приказује растојање до краја пролаза. Растојање се смањује до предвођеног заокретања и машина се оглашава 10 секунди пре тачке заокретања и поново након доласка у предвиђену тачку заокретања.

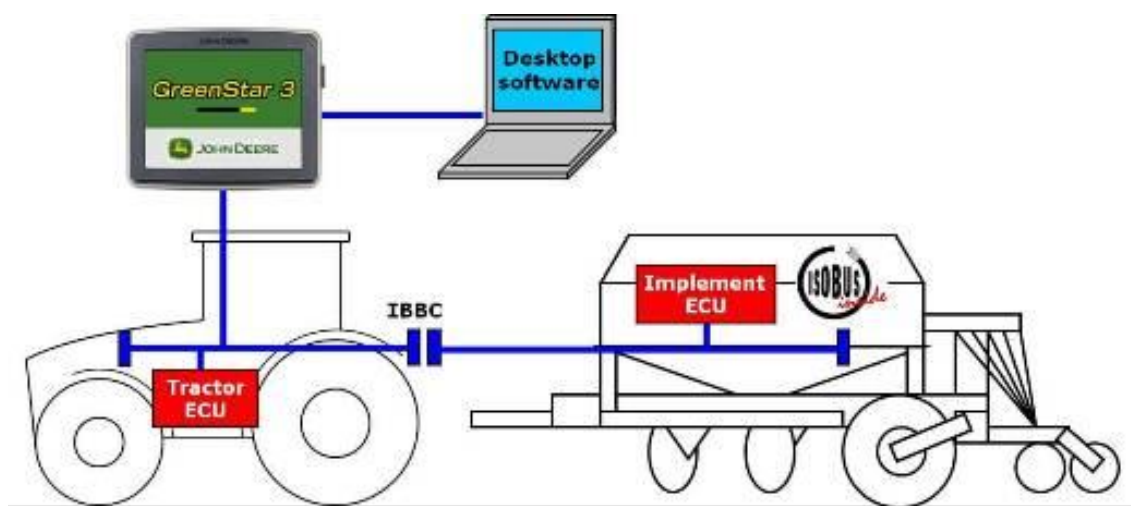
Једна од првих операција у којима је коришћена навигациона опрема и у којој су се бенифити исте видели одмах, је била операција прскања. Увођењем линија вођења, нестала је потреба за маркирантима, престала је потреба за бројањем редова при уласку, постали су непотребни уређаји за обележавање прохода (нпр. прављење лопти од пене). Једном нацртана линија вођења се користи за све операције, па тако након сетве може да се прска већом брзином без оштећивања усева, а самим тим расте и продуктивност.

1.2.3 ПРИКУПЉАЊЕ ПОДАТАКА

ИСОБУС (ISOBUS) је индустријски стандард који се односи на мрежу отворене комуникације за повезивање електронских уређаја на пољопривредној и шумарској опреми. ИСОБУС (ISOBUS) је уобичајени језик који усклађује (податке) комуникацију између трактора, прикључне машине и рачунара на монитору, као и десктоп рачунара. ИСОБУС (ISOBUS) стандардизује хардвер (конекторе и каблове) и софтвер (врста размењених података). Ови стандарди стварају основу за компатибилност између различитих комбинација машина различитих произвођача. Ова технологија омогућава да се машине и уређаји употребљавају, комбинују и координишу ван нивоа појединачних произвођача (Сл.14).

Контролор задатака ИСОБУС (ISOBUS) је софтвер уграђен у Грeenстар монитор како би се омогућила двострана комуникација између монитора и било којег ИСОБУС (ISOBUS) уређаја који подржава функцију контролера задатака.

Захваљујући функцији контролера задатака, монитор је у стању да изврши тачну документацију стварних количина (семе, ђубриво, пестициди), као и да покрене варијабилне мапе за апликацију сзб, семена и ђубрива са променљивом нормом. Поред контроле машина, документација постаје све важнија, због тога ИСОБУС (ISOBUS) подржава тачнију документацију која омогућава боље праћење, испуњавање прописа и уштеду максималне количине на уносима, попут уноса сзб.



Слика 14. Шема ИСОБУС (ISOBUS) повезивања прикључне машине и трактора

2. ЗАДАТАК И ЦИЉ РАДА

Циљ рада јесте дефинисање могућности доношења одлуке о уштеди инпута при апликацији сзб на основу добијених директних реалних информација са терена (парцеле) о току апликације сзб, грешкама које је прате и вредности експлоатационих параметара. Редуковањем експлоатационих грешака током апликације сзб, као што су:

- двострука апликација сзб,
- повећана норма третирања,
- прекомерна употребе сзб,
- неодговарајућа брзина кретања,
- неодговарајући план рада сходно временским условима,

ће довести до успостављања пољопривредне производње у оквирима одрживе пољопривреде и у складу са начелима добре пољопривредне праксе.

Задатак рада је управо да идентификује и искаже експлоатациону, економску и еколошку добит редуковања поменутих експлоатационих грешака примене сзб.

3. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

4.1 МЕСТО И МЕТОДОЛОГИЈА ИЗВОЂЕЊА ОГЛЕДА

Место експерименталног истраживања Катастарска општина Сивац, Црвенка, Сонта и Гајдобра. Експериментално истраживање је спроведено на више различитих парцела са својим диференцијалним карактеристикама микро и макро рељефа, временским условима и усевом. Производна поља припадају компанији Алравафед Србија, где су прикупљени подаци добијени из производње више ратарских култура, док је репрезентативна анализа рађена за производњу јечма која се обављала на површини од 454 ha.

Пратила се апликација сзб по систему тестирања на макро огледу. Више различитих прскалица (по типу и начину рада) са различитим руковаоцима је вршило апликацију сзб према датом плану. Подаци о брзини, норми и реалним временским условима били су забележени за сваку апликацију засебно, а затим бежичним путем послати на процесуирање података по датим експлоатационим показатељима.

Уз помоћ “Trimble Ag software”, верзија десктоп, извршена је прелиминарна анализа података. Извршено је креирање мапа квалитета дистрибуције сзб за сваку обрађену парцелу и припремљен је графички приказ анализираних података

Да би се графички приказало одступање од норме третирања, коришћени су дбф (dbf) датотеке, које су саставни део шејп (shp) датотека. У дбф (dbf) датотекама су забележени сви бројчани подаци о операцији, времену, локацији, брзини кретања, оствареној норми итд. У зависности од величине парцеле и радног захвата машине, број записа је био и до неколико хиљада. За парцеле величине око 100 ha и прскалица радног захвата од 36 m, број записа је од 1300 до 1600.

Сви сакупљени подаци су обрађени статистичким методама уз примену софтверског пакета СПСС 17.0.

Анализа трошкова примењене мешавине сзб је урађена у софтверу MS Excel.

Цене сзб су реалне набавне цене у време истраживања и по условима набавке које су добијани од добављача.

4.2 МЕХАНИЗАЦИЈА КОРИШЋЕНА У ОГЛЕДУ

У истраживању је коришћена прскалица Hardi Alfa радног захвата 36 m (прскалица А), и прскалица Hardi Commander радног захвата 30 m (прскалица Б).

Техничке карактеристике Hardi Alfa :

- мотор Deutz, 6 цилиндара, снаге 128 KW (175 KS)
- SprayCenter
- HC 9500 управљачка јединица
- аутоматско управљање
- EasyDrive трансмисија са 3 начина вожње
- пуњење прскалице великог капацитета и једноставне употребе
- клиренс 165 cm
- аутоматска регулација висине крила
- аутоматска секцијска контрола
- крила, распон 36 m
- резервоар од 3.500 l

Техничке карактеристике Hardi Commander

- резервоар од 3.300 l
- пуњење прскалице великог капацитета и једноставне употребе
- оптимални филтери
- ињекторско мешање
- распон крила до 30 m
- сви радни вентили су постављени на једном месту

- аутоматско испирање
- сигурносни ормарић
- ормар за хемикалије - запечаћен
- интегрисана електроника
- централно подмазивање
- управљање крилима
- хидраулички амортизери
- регулација течности системом са 4-сензора
- нови компјутер с повећаним капацитетом

Самоходне прскалице и тракторски агрегати праћени у овом истраживању били су са инсталираним навигационим системима РТК прецизности 2,5 cm, које су подржавале примену технике “контрола секција”. Сва праћена средства пољопривредне механи–зације су опремљена модемима, као стандардним делом навигационе опреме. Модем омогућава двосмерну комуникацију између машине и централног рачунара, посред–ством облака података (cloud), на коме се касније вршила обрада и анализа прикуп–љених података.

Тракторски агрегат за апликацију сзб се састоји од трактора који има уграђени систем за навигацију и од прскалице са потпуно аутоматским системом за контролисање норме третирања. На прскалицама је интегрисан систем за аутоматско подешавање притиска у зависности од брзине кретања тракторског агрегата како би се одржала задата норма. Реакција система је усклађена на улазне параметре као што су задата норма и брзина кретања, док је излазни параметар радни притисак који се подешава уз помоћ електронски контролисаног пропорционалног вентила. Свака прскалица је опремљена са контролом секција, аутоматским укључивањем/искључивањем рада секција у зависности од граница парцела и већ третиране површине.

Због аутоматизованог подешавања норме прскања, прскалице као стандардну опрему имају мерач протока ка распрскивачима, Подаци који се добијају од мерача протока се шаљу у електронску контролну јединицу (ЕЦУ) прскалице. ЕЦУ прскалице је повезан са монитором навигације, који служи како за управљање

навигацијом тако и за контролу рада прскалице. Овим повезивањем, је омогућено географско лоцирање постигнуте норме на деловима парцеле. Једна “тачка” записа остварене норме је дужине 20 m дужине и ширине једнаке радном захвату прскалице. У случају самоходне прскалице то је 20 m x 36 m а у случају вучене прскалице 20 m x 30 m. Сви радни подаци су бележени у монитор Trimble TMX2050, и бежичним путем преношени на клоуд.

4. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА СА ДИСКУСИЈОМ

Растућа потреба за храном, довела је до развоја пољопривреде која се превасходно ослања на механизовану примену сзб. Прекомерна, неконтролисана и нестручна употреба заштитних сзб у конвенционалној производњи је чест случај. У циљу остваривања што виших приноса и профита, примењују се неодговарајуће норме третирања и не поштују се основна начела хемијске заштите биља. Наведено за узрок има умањење квалитета и плодност земљишта, при чему се занемарује утицај такве праксе на квалитет и безбедност хране по здравље људи и животиња (Пајић, 2018).

Као један од одговора на устаљену праксу у области хемијске заштите биља, прецизна пољопривреда је понудила више различитих техника и технологија чијом се применом могу успешно превазићи вишедеценијски проблеми. Прецизна пољопривреда као концепт, темељи се на евидентирању и селективном третману мањих површина унутар неке парцеле као и на примени информатичких технологија, сателитске навигације, софистицираних управљачких алата и могућности усклађивања пољо–привредне механизације са жељеним правцем менаџмента производње. Помоћу различитих сензора се могу у реалном времену утврдити и евидентирати параметри производних процеса, на основу којих се прецизно могу утврдити разлози ефи–касног/неефикасног деловања. Прикупљене информације се користе за израду карата (мапа) које показују варијације посматраних параметара попут приноса, закоров–љености, плодности земљишта, развоја болести и сл. Циљ прецизне пољопривреде је створити оптималне услове за раст и развој гајених биљка, на сваком од делова парцеле појединачно. Таквим приступом се поред подизања производних резултата утиче и на смањење негативних утицаја на животну средину од прекомерне употребе сзб. Потпуни ефекат примене прецизне пољопривреде видљив је кроз економичност производње,

оптимизацији трошкова ангажованих инпута у производњи, и рационализацији ангажовања средстава пољопривредне механизације и људске радне снаге.

Хемијска заштита биља је једна од веома важних, можда и пресудних агротехничких мера на квалитет и квантитет ратарских култура. Добром и правилном хемијском заштитом може се у значајној мери утицати на појаву и интензитет болести на гајеном усеву, па тиме и на обим хемијске заштите. Што је хемијска заштита изведена боље и правовремено, мање су потребе за додатним хемијским мерама, а сама заштита је успешнија. Хемијска заштита ратарских култура даје добре ефекте ако фаворизује раст и развој гајених биљака, а омета или не доприноси развоју коровских биљака, патогена, односно болести. Пресудан фактор на ефекат хемијске заштите ратарских култура јесте одабир одговарајућег сзб и његова правилна примена у смислу норме, квалитета распореда по површини, квалитета распршивања и временских услова примене. При свему овоме, потребно је имати у виду штетно дејство сзб на животну и радну околину. Због свега изнетог, пестициди се морају рационално користити чиме се елиминише или у знатној мери умањује њихово штетно дејство. Рационално коришћење сзб подразумева примену у тачно задатој норми третирања.

Устаљена пракса подешавања и контролисања прскалица приликом хемијске заштите ратарских усева, подразумева „одокативну“, визуелну проверу исправности свих распрскивача, као и подешавање радних параметара прскалице (избор распрскивача, радни притисак, брзина кретања агрегата) приликом започињања процеса хемијске заштите. У пракси често долази до одступања од жељених или подешених вредности које пре свега зависе од: техничке исправности прскалице, (не)одговорности руко-ваоца тракторског агрегата и начина вођења операције прскања одговорног лица. Управо су у овом раду анализирани ови утицајни фактори, где су уз помоћ различитих техника мерења, сакупљања и обраде података утврђена одређена одступања. При-меном различитих техника прецизне пољопривреде омогућено је евидентирање ових аномалија у производном процесу, као и предузимање мера за његово брзо и ефикасно отклањање.

Као и код сејалица, код прскалица се користи контрола секција. Осим уштеде сзб због смањеног преклопа, ова технологија има и позитиван утицај на екологију јер се не врши прскање ван граница парцеле и по већ третираној површини. Такође, подаци о тренутној норми се добијају од мерача протока прскалице и користе се за израду

мапе квалитета прскања. У случају прскања, квалитетније и прецизније информације се добијају на монитору рачунара у канцеларији него када се стоји на увратинама, јер је визуелно тешко проценити брзину кретања прскалице, а скоро немогуће проценити норму. Мапа нам даје увид у распоред сзб, односно приказује одступање од задате норме. Одговарајући софтвер омогућава употребу „танк микса“ који за направљену комбинацију сзб одмах одреди цену коштања по литри мешавине за задату норму. Предуслов за добијање ових информација је да у бази података постоји информација о врсти сзб, цени, норми, каренци и патогену за чије сузбијање је намењена. Осим стручних информација о усеву и пестициду, инжењер заштите биља сада има увид и у економски фактор који утиче на избор сзб (Сл. 15).

Tank Mix Properties

Name * Acanto mix1

Form * Liquid

Carrier water

Default Rate 200.00 L / ha

☒ Define mix as rates
☐ Define mix as quantities

Mix Rate * 220.00 L / ha

Mix Cost €0.13 / L

Ingredient	Cost	Rate	
Acanto plus	€33.86 / l	0.70 l / ha	✕
Alteox T Prima	€4.10 / l	0.20 l / ha	✕
Cerealis	€136.50 / kg	25.00 g / ha	✕

+ ADD INGREDIENTS TO RECIPE

Слика 15. Пример „танк микса“ са ценама састојака и ценом за 1 l мешавине при норми третирања од 200 l/ha

Временске прилике у значајној мери утичу на извођење операција у пољопривреди. Једна од најосетљивијих операција је хемијска заштита, и на њу утиче и температуре ваздуха као и брзина ветра. Софтвер повезује податке за временску прогнозу и даје

Product Application

Application Type Ground

Protective Area ☒ No ☐ Yes

Indicator Name Slavko 114

Indicator Comments

Crop Stage

Spray Volume l

Applicator License No

Product	Cost/Unit	Rate	Cost/Hectare	Material	Comments	Target Pest	PHI	REI
ks mustang alteoks	0 l	194 l/ha	16395.79	l				hours
seum mix	0 l	203 l/ha	17153.98	l				hours

ID	Field Name	LLD	Date - Start	Date - End	Hectares	Weather	Temp	Wind Sp	Wind Dir
120	T-606		5/17/2018	5/18/2018	84.15	Partly cloudy	10 °C	19 km/h	W

Update Delete Close Window Get Weather Condition

LISMAN MIX 0.00 l 886.17 l/ha

предвиђање развоја болести и напасти за одређене културе.

Слика 16. Додавање временских прилика у радни налог за прскање

Осим тога, сваки радни налог се може повезати са временским условима који су владали на датој парцели за време извођења операције прскања (Сл. 16). Добијају се информације о температури, брзини и правцу ветра. То је врло важно за контролу особља којем је поверено извођење операције као и за извођење закључка о општем квалитету хемијске заштите. Након завршене хемијске заштите, могу се креирати различити извештаји о: хектарима, употребљеној количини течности и појединих сзб, трошковима хемијске заштите итд.

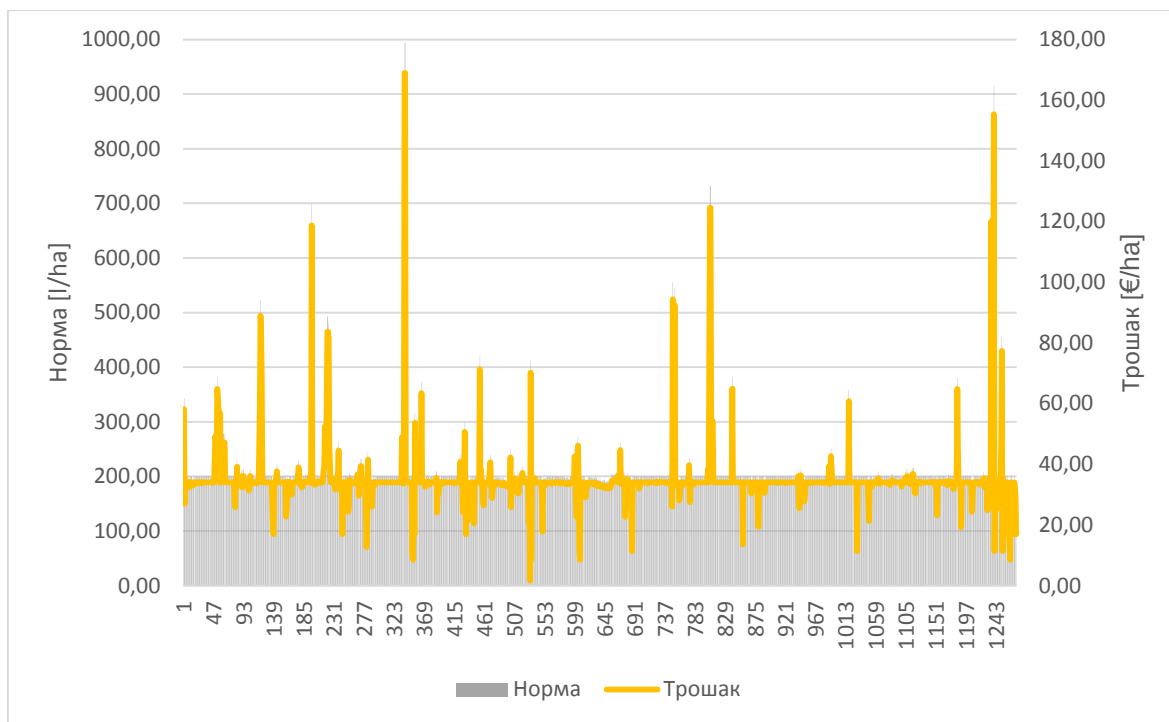
5.1 УТВРЂИВАЊЕ УТИЦАЈА ОДСТУПАЊА ОД НОРМЕ ПРСКАЊА

Техничка исправност прскалица има пресудан утицај на правилну дистрибуцију и ефикасност хемијске заштите гајених усева. Праћењем података је установљено да и поред калибрисања и провере техничке исправности прскалица, током експлоатације долази до одређених промена протока, а са тиме и промене норме третирања. Ова одступања нису изазвана људским фактором, већ су чисто техничке природе, јер су праћени вишедневни подаци коришћења оба типа прскалице са истим и различитим руковаоцима. Утврђено је да прскалица А остварује већа одступања норме третирања од задатих у односу на прскалицу Б.

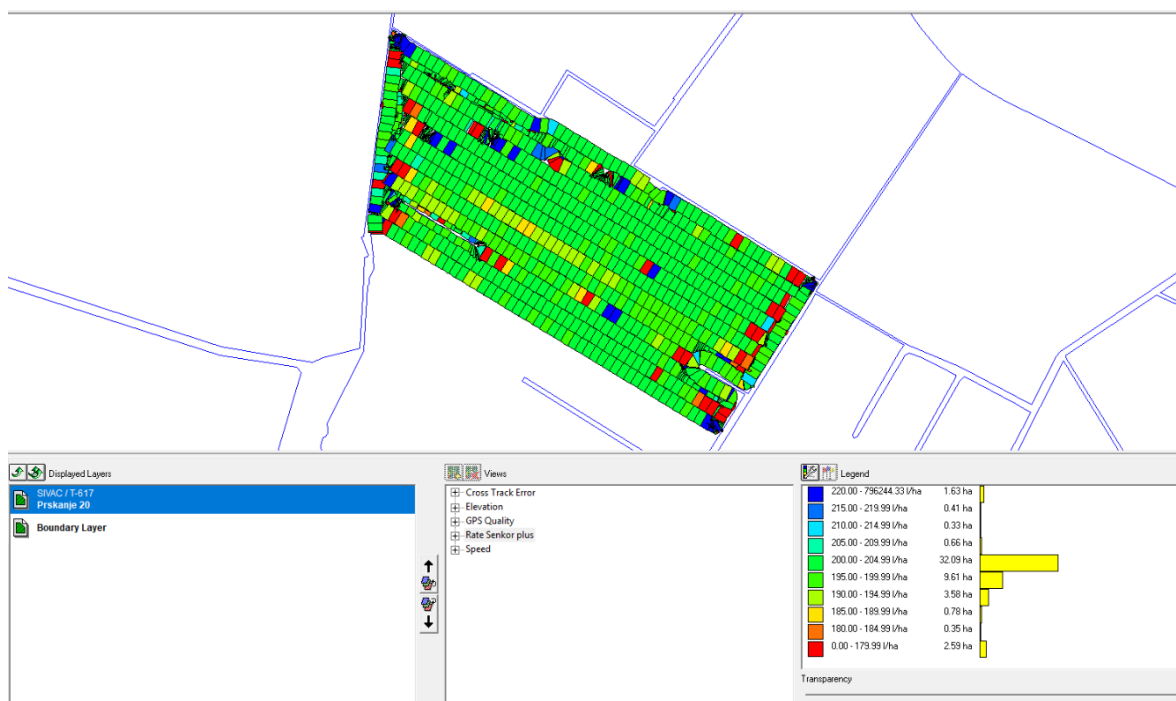
На графиконима је на Х оси приказан број записа из дбф (dbf) датотеке, (Сл.17). На примарној Y оси је дата норма а на секундарној је приказан трошак, односно за дату тачку се зна колико је била норма прскања и позната је цена 1 литра танк-микса. Множењем остварене норме са ценом танк-микса добија се трошак за дату тачку.

За прскалицу А је карактеристично да има велике промене норме прскања, после промене радне брзине, приликом успоравања и убрзавања код увратина. То показује да систем за аутоматску регулацију норме не функционише исправно.

Обе прскалице су радиле у идентичним условима и задатим параметрима рада, на парцели величине 52 ha. Задата норма третирања је била 200 l/ha, док су током експлоатације измерена често мања, док у појединим моментима значајно већа одступања. Ове осцилације су више биле изражене код прскалице А (Сл. 17 и 18).



Слика 17. Дистрибуција нормe третирања и трошка коришћеног микса сзб код



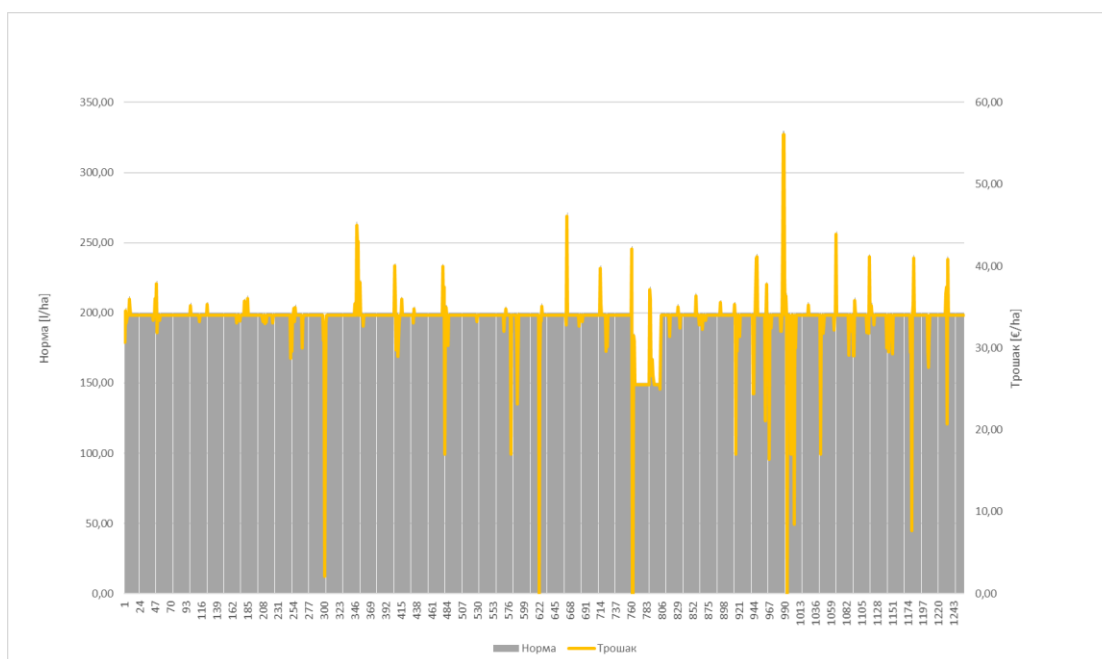
Слика 18 Мапа квалитета прскања прскалице А

прскалице А

Поред осцилација у реализованој норми третирања, израчунате су и осцилације трошкова коришћених сзб у задатом миксу. Наиме, цена коришћене мешавине сзб

(танк мих-а) је износила 0,17 €/l заштитне течности, што је према задатој норми третирања од 200 л/ха износило 34 €/ha. Пратећи осцилације норме третирања, прскалица Б је остварила значајно мање трошкове сзб (Сл. 19). Код прскалице Б, осцилације трошкова танк микса се кретао у границама од 0-56,04 €/l, док су се код прскалице А те осцилације кретале у распону од 0-168,96 €/l.

Пратећи ефикасност наношења одабраног танк микса помоћу ангажованих прскалица, утврђена је следећа расподела норми третирања на површини од 52 ha (Сл. 19 и 20). Узевши у обзир дозвољена одступања од задате норме третирања, од



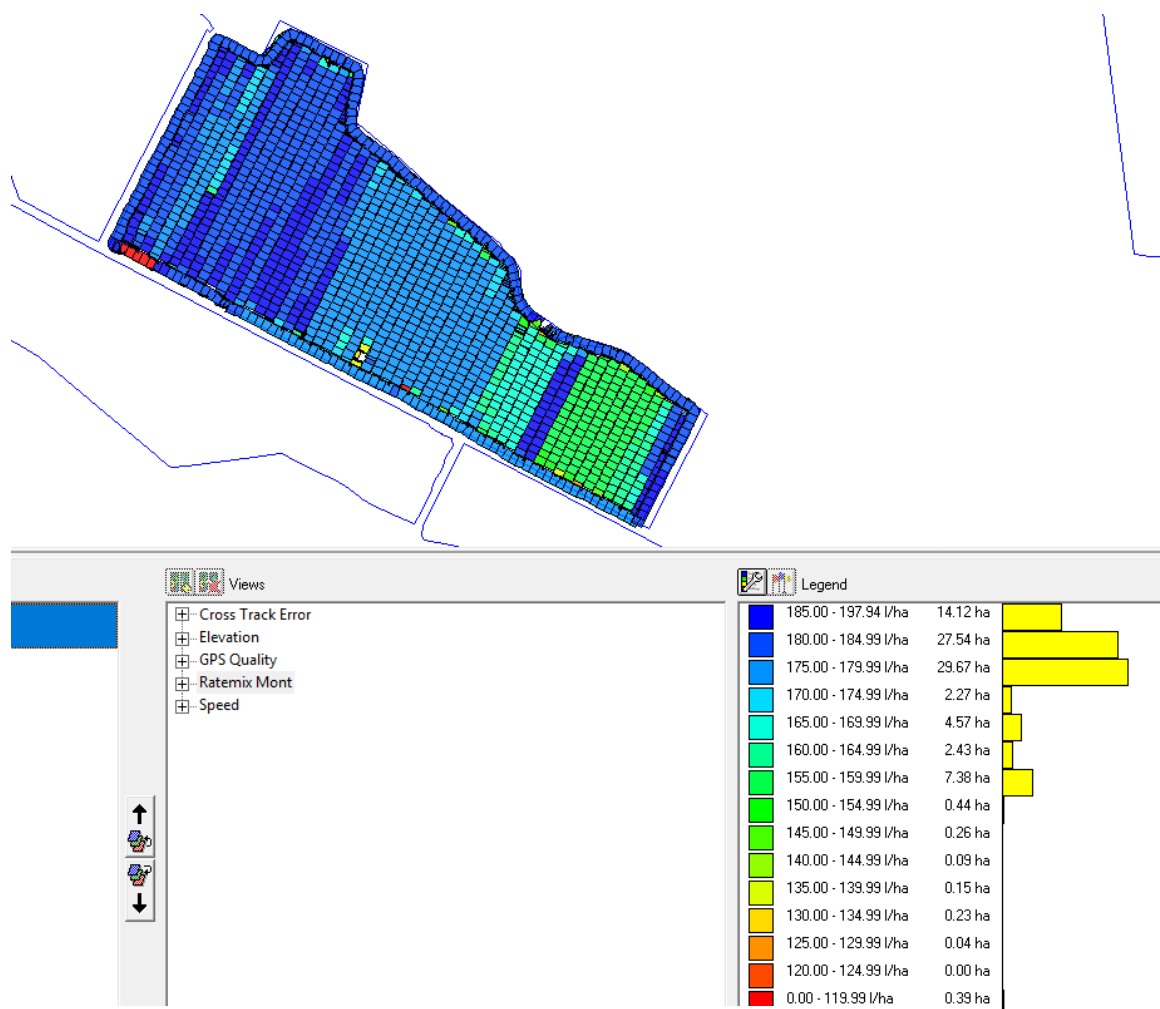
Слика 19. Дистрибуција норми третирања и трошка коришћеног микса пестицида код прскалице Б

52 ha третиране површине, 3,61 ха (7%) је третиран са недовољном или прекомерном нормом.

У Табела 1 је дат пример једног третирања на парцели површине 90 ha. Планирана норма је била 150 l/ha и танк-мих се састојао од 4 сзб. У колонама два и три је дата планска потрошња сзб по једном хектару односно укупна планирана потрошња за површину од 90 ha. Остварена просечна норма је била 176 l/ha (17,33% већа), па је у колонама три и четири приказана остварена потрошња пестида по хектару као и укупна потрошена количина за 90 ha прскања. Тако се дошло до прорачуна да је средства А потрошено више за 26,96 l од планираног, односно 304,09 €. За третираних 90 ха, укупно повећање утrophка сзб је било 695.45 €.

Табела 1. Утицај повећања норме прскања на повећање трошкова прскања

Препарат	Планирана доза препарата по ha [l/ha]	Планирана потрошња препарата за 90 ha [l]	Стварна доза препарата по ha [l/ha]	Стварна потрошња препарата за 90 ha [l]	Разлика [l]	Цена хем. средства [€/l]	Повећање трошка [€]
А	1,70	152,80	2,00	179,75	26,96	11,28	304,09 €
Б	3,50	314,58	4,12	370,08	55,50	2,40	133,20 €
Ц	1,20	107,86	1,41	126,89	19,03	10,00	190,29 €
Д	1,00	89,88	1,18	105,74	15,86	4,28	67,87 €
						Сума	695,45 €



Слика 20. Мапа квалитета прскања прскалица Б

Осим сзб који су скуп, са непланским повећањем норме прскања повећава се и потрошња воде. Само снабдевање великим количинама воде представља логистички проблем, а велики број пуњења прскалица са водом изазива смањење

У хемијској заштити јечма на преко 454 ха прекорачене су задате норме у 15 случајева од 22 третирања, Повећање норме се кретало од 2,5% до максималних 29%, што је повећало трошкове употребљених сзб за 10,33%.

Норма [л/га]	Б782	Б783	Б784	T-10	T-11	T-12	T-13	T-3	T-4	T-5	T-6
Површина [ha]	53.53	109.2	10.13	9.81	50.29	77.18	9.78	104.36	25.02	21.06	15.46
205		62,93 €			25,02 €						
213											22,40 €
216											29,38 €
227						353,60 €		487,56 €			
228		340,74 €									
235			70,08 €								
237										257,34 €	
238									175,72 €		
242					464,97 €						
243				106,85 €							
244	480,94 €										
245							89,68 €				
257	383,13 €										
Тотал	864,07 €	403,67 €	70,08 €	106,85 €	489,98 €	353,60 €	89,68 €	487,56 €	175,72 €	257,34 €	51,79 € 3.350,34 €

35

закључак да се ради о немару приликом одржавања прскалица, односно да су прскалице неисправне али да нико на то не обраћа пажњу или се примети али нико не реагује, нити руковаоц, нити техничар који води операцију прскања нити заштитар. Овим начином праћења операција и прикупљања података, такве ситуације могу да се предупреду.

Свакодневним праћењем мапираног квалитета рада прскалице може се установити која је прскалица неисправна и предузети мере за отклањање кvara.

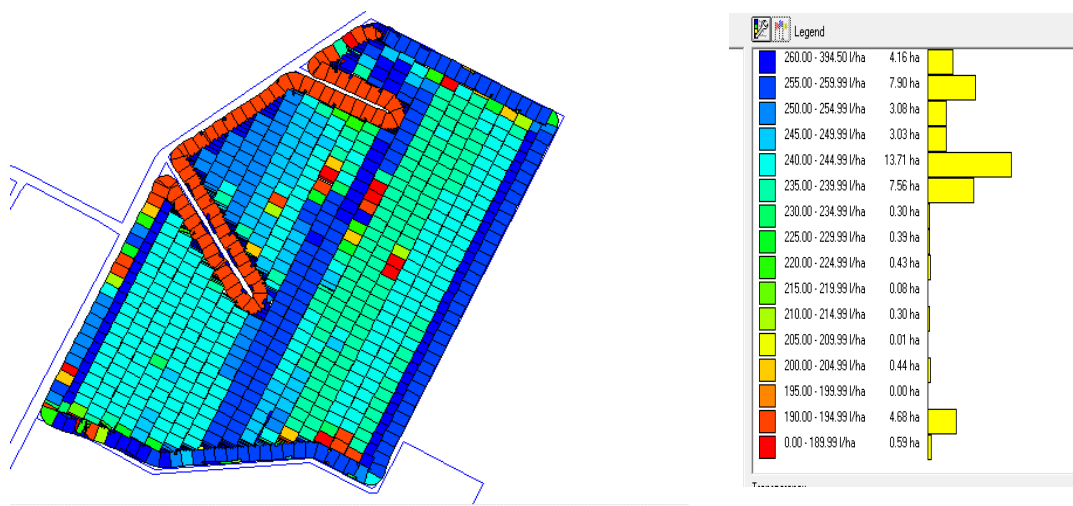
Овај пример нам такође показује да у операцији прскања лежи огроман потенцијал за уштеде смањењем утrophка средстава само једноставним одржавањем задате нормe прскања. То би требало да је најнормалнија и најлогичнија ствар, одржавати норму, међутим стање у пракси све то демантује. У пракси се даје предност квантитету у односу на квалитет изведене операције. Квалитет изведене операције се ни не разматра као важна ставка. Најважније је да се забележи да је одређена површина истретирана без обзира на:

1. одступање од нормe,
2. квалитет дистрибуције,
3. висину температуре ваздуха,
4. брзину ветра,
5. врсту примењеног распрскивача,
6. стање распрскивача,
7. исправност прскалице.

Претходно набројани параметри који утичу на квалитет прскања се уопше не разматрају. Са анализом података се могу изразити прекомерни трошкови у примењеним сзб али је немогуће тачно израчунати утицај горе наведених параметара на смањење приноса. Колико је смањен принос ако средсво није доспело на коров или колики је био утицај прскања хербицидима на +35°C и при ветру брзине 30 km/h? Могу се само дати претпоставке.

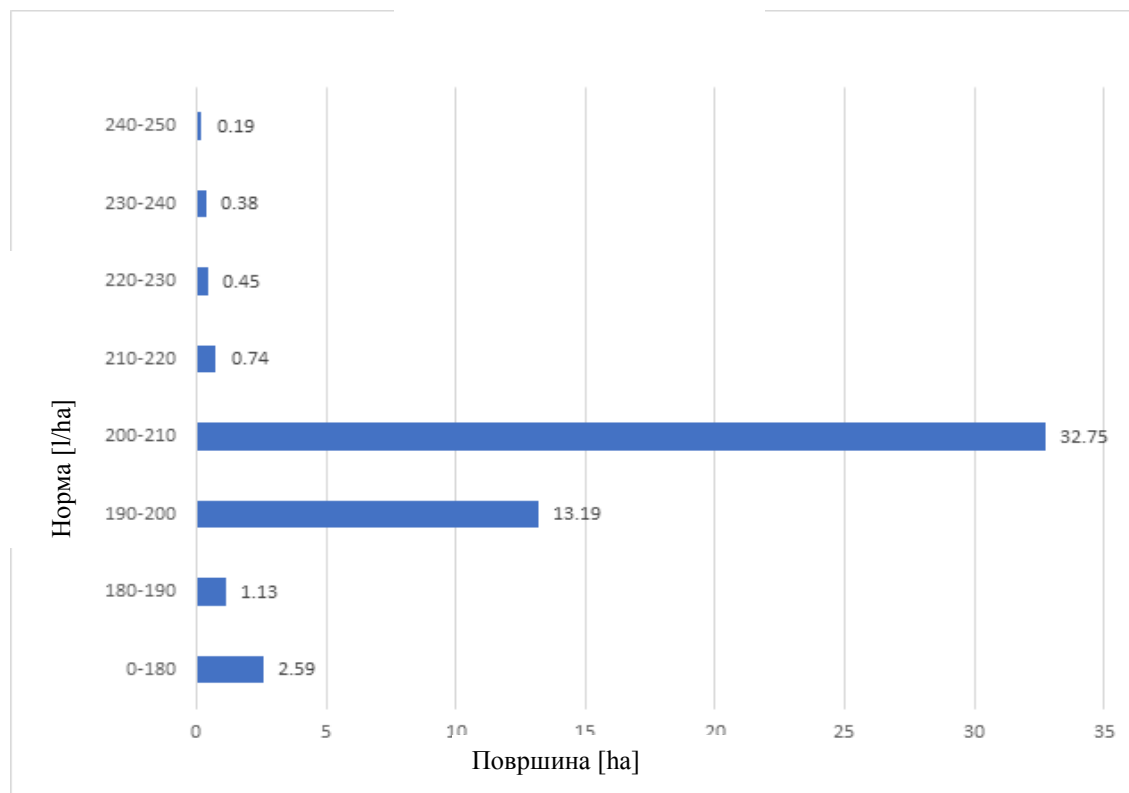
Комплет различитих распрскивача за прскалицу радног захвата од 36 m, кошта око 1500 €. И то представља проблем у набавци јер је “скупо” а истовремено се десетине пута веће своте свакодневно бацају у ветар и нико није свестан те чињенице.

Еволуција је показала да не опстају најјачи него најприлагодљивији и да је промена начина рада и неопходна и неминовна ако било који бизнис жели да опстане.



Слика 21. Пример мапе норме прскања

На Сл. 21 дат је пример мапе норме прскања као и хистограм распореда норми по хектару. Уочава се велико одступање од задате норме (200 l/ha) као и велик број остварених различитих норми (Сл. 22). Узрок овако лошег распореда сзб може бити неисправност прскалице, односно отказивање аутоматске контроле норме прскања или погрешно руковање.



Слика 22. Хистограм остварене дистрибуције норме третирања на парцели величине 52 ha (задата норма третирања 200 l/ha)

5.2 УТИЦАЈ РУКОВАОЦА НА ПРОЦЕС ХЕМИЈСКЕ ЗАШТИТЕ

Утицај руковаоца на процес хемијске заштите није мали. У овом истраживању је утврђено да руковаоци имају различит однос према хемијској заштити, у истим производним и експлоатационим условима. У већини третмана на којима је радио руковаоц А, уочене су веће норме третирања у односу на задате, а самим тим потрошено је и више заштитних средстава. Руковаоц Б, је у већини хемијских третмана избацивао норму третирања која је приближна задатој норми и тиме рационално трошио веома скупа средства за заштиту биља (Табела 3).

Табела 3. Потрошња сзб у зависности од спретности руковаоца

	Руковаоц		Задата норма
Танк МИХ -1	А	Б	
Пестицид Х	0,23	0,17	0,2
Сзб Y	0,70	0,52	0,6
Сзб Z	1,40	1,04	1,2
	Руковаоц		Задата норма
Танк МИХ - 2	А	Б	
Сзб О	3,07	1,67	1,50
Сзб X	0,41	0,22	0,20
	Рукаваоц		Задата норма
Танк МИХ - 3	А	Б	
Пести Х	0,34	0,18	0,2
Сзб К	1,02	0,84	0,8
Сзб G	1,73	1,47	1,5

5.3 АНАЛИЗА ТРОШКОВА У ПРОИЗВОДЊИ ЈЕЧМА ПО ТРЕТИРАНОЈ БОЛЕСТИ /ШТЕТОЧИНИ

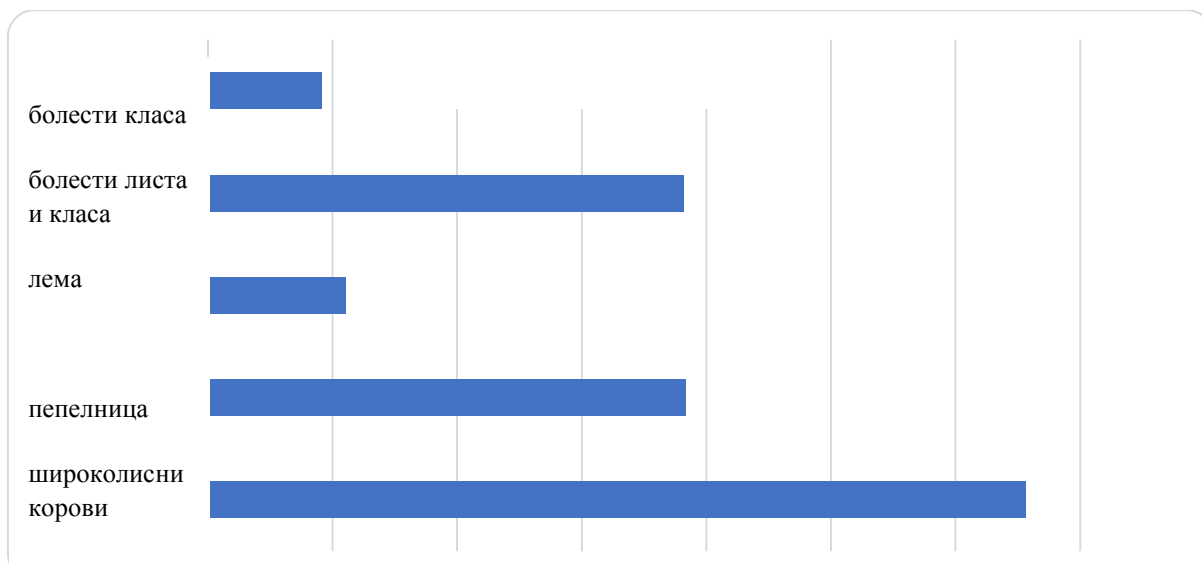
Истраживање је спроведено на 403 ха под јечмом. У Табела 4 је приказана система-
тизација по патогену који је сузбијан. Болести класа са 13.121,24 € су имале највећи
трошак а против леме је прскана највећа површина.

Табела 4. Распоред трошкова прскања по штеточини

Штеточина	Трошак укупан [€]	Просек трошак [€/ha]	Урађена површина [ha]
болести класа	13,121.24 €	34.29 €	369.68
болести листа и класа	7,659.69 €	17.87 €	403.00
лема	2,207.27 €	4.40 €	514.77
пепелница	7,620.32 €	35.80 €	239.56
широколисни корови	1,821.46 €	3.61 €	497.47
Тотал	32,429.98 €	16.43 €	2024.47

Добијени подаци омогућавају да буду систематизовани и сортирани по основу бо-
лести/штеточина против којих су обављана прскања. Тако се може видети која бо-
лест/штеточина је узроковала највеће трошкове али и против које је боле-
сти/штеточине прскана највећа површина за једну културу. На примеру у таб 4. се
види да су средства која су коришћена против пепелнице најскупља 35,8 €/ха иако
није прскана целокупна површина 239,56 ха. Овакав систем прикупљања података
нам даје увид у тачну површину која је прскана и не базира се на основу површине
парцеле и процене руковаоца.

У таб. 5 је дата структура трошкова сзб по парцелама и објекту третирања. Исти
подаци се могу разложити на употребу по свакој парцели. Тако се могу уочити
парцеле које су најпроблематичније без обзира на њихову површину. У нашем
случају коришћен је назив за групу корова као што је „широколисни корови“ али се
може користити у појединачни називи за нпр. болест као што је „пепелница“, што
зависи од ситуације и да ли желимо да је посебно истакнемо и видимо њен утицај.



Слика 23. Укупан трошак сзб по штеточини

Табела 5. Трошкови хемијских редстава по парцели и третману

Табла	болести класа	болести листа и класа	лема	пепелница	широколисни корови	Тотал
Б782	1.927,21 €	1.036,82 €	250,72 €		208,71 €	3.423,46 €
Б783	6.546,72 €	1.877,11 €	453,91 €		684,54 €	9.562,28 €
Б784	328,15 €		48,42 €	341,09 €	35,49 €	753,15 €
Т-10	444,86 €	112,03 €	27,10 €		46,55 €	630,54 €
Т-11	1.951,89 €	771,80 €	186,63 €		211,44 €	3.121,76 €
Т-12	277,60 €		316,70 €	2.230,84 €	30,03 €	2.855,17 €
Т-13	318,81 €	307,38 €	74,34 €		33,31 €	733,84 €
Т-3		2.527,92 €	436,66 €	3.075,95 €	363,91 €	6.044,44 €
Т-4	808,19 €		111,82 €	787,68 €	84,49 €	1.792,18 €
Т-5		477,53 €	168,19 €	1.184,76 €	68,80 €	1.899,28 €
Т-6		549,10 €	132,78 €			681,88 €
Т-8	517,81 €				54,19 €	572,00 €
Тотал	13.121,24 €	7.659,69 €	2.207,27 €	7.620,32 €	1.821,46 €	32.429,98 €

Исто тако подаци се могу дати у виду структуре прскане површине по парцелама и третману. Са овом табелом се може видети колика је површина и на којој парцели захваћена нападом болести, инсеката или корова. Из табеле се види да је против

леме прскана највеће површина (514,77 ha) док је против пепелнице прскано само 239,56 ha. Укупна третирана површина је 5 пута већа од посејане површине (Табела 6).

Табела 6. Прскана површина по парцели и патогену

Табла	болести класа [ha]	болести листа и класа [ha]	Лема [ha]	Пепелница [ha]	широколисни корови [ha]	Тотал [ha]
Б782	53,99	54,20	54,20		53,99	216,37
Б783	183,69	110,12	110,12		183,69	587,62
Б784	10,36		11,35	11,35	10,36	43,42
Т-10	10,90	9,97	9,97		10,90	41,73
Т-11	51,07	50,23	50,23		51,07	202,60
Т-12	8,88		76,76	76,76	8,88	171,29
Т-13	9,97	16,70	16,70		9,97	53,35
Т-3		107,81	105,93	105,93	107,81	427,48
Т-4	24,97		25,92	25,92	24,97	101,77
Т-5		19,98	19,60	19,60	19,98	79,15
Т-6		33,99	33,99			67,98
Т-8	15,86				15,86	31,72
Тотал [ha]	369,68	403,00	514,77	239,56	497,47	2024,47

Табела 7У Таб. 7. је дата структура утrophка сзб по парцелама на основу садржаја „танк микса“ и реално употребљене количине течности на парцели. На овај начин је увек доступна информација која су средства и у којој количини коришћена у прошлости на свакој парцели да не би дошло до негативног утицаја средстава на нову културу као и на све већи проблем стварања резистентних корова на одређену групу активне материје.

Табела 7. Укупна потрошња сзб по врсти корова и парцели

Табла	Acanto plus [l]	Alteox T Prima [l]	Amistar extra [l]	Cerealis [kg]	Cytrin [l]	Excorta plus [l]	Priaxor [l]	Zantara [l]	Тотал [l]
Б782		26.08		1.53	13.85	41.56	61.16		144.18
Б783		45.14		5.02	25.08	75.24		240.69	391.15
Б784		4.76	10.03	0.26	2.68		10.41		28.14
Т-10		2.86		0.34	1.50	4.49		16.36	25.54
Т-11		22.70		1.55	10.31	30.93	61.95		127.44
Т-12		19.26	65.61	0.22	17.50		8.81		111.40
Т-13		5.08		0.24	4.11	12.32		11.72	33.48
Т-3	74.66	45.46	90.47	2.67	24.13				237.37
Т-4		8.65	23.17	0.62	6.18			29.71	68.33
Т-5	14.10	13.32	34.85	0.50	9.29				72.07
Т-6		7.34			7.34	22.01			36.68
Т-8		1.59		0.40				19.04	21.02
Тотал	88.76	202.23	224.13	13.34	121.95	186.54	142.33	317.51	1296.80

5. ЗАКЉУЧАК

Савремена пољопривредна производња се заснива на неколико битних принципа: рационализација трошкова, максимизирање приноса, ефикасност производње и висока профитабилност.

Сви запослени у пољопривреди су сведоци новог квантног скока у пољопривреди, названог Прецизна Пољопривреда. Он је интензивније започео пре десетак година. Да би се дошло до позитивних ефеката примене прецизне пољопривреде морају се савладати различити изазови како материјалне природе тако и психолошке природе. Материјални изазови су врло дефинисани: дигитализација парцела, тип машине који ће се користити, имплементација технологија прецизне пољопривреде и на крају анализа резултата и доношење одлука на основу исте. Изазове психолошке природе је најтеже савладати. Људи тешко мењају навике и тешко их је померити из њихове „зоне комфора“. Иако су предности примене новог концепта врло јасне, ствара се ирационални отпор код људи који треба да их примењују у пракси. У великим пољопривредним фирмама постоји више слојева менаџмента изнад непосредног руковођа и сваки тај ниво представља посебан изазов и другачији начин приступа да би се убедио да промени досадашњи начин рада.

Модерне прскалице су опремљене са аутоматским уређајима за одржавање задате норме и њиховим повезивањем са навигационим системом, омогућено је мапирање норме прскања. Било је за очекивати да техничка исправност има велики утицај на норму прскања, односно на повећање утrophка сзба, а самим тим и на трошкове хемијске заштите и та претпоставка је потврђена са анализом прикупљених података. Међутим, прикупљени подаци за свако третирање, омогућили су да се квантификује и утицај сваког појединачног руковођа прскалице, био он позитиван или негативан.

Примена технологија прецизне пољопривреде у сегменту заштите биља нам омогућава контролу квалитета прскања и контролу квалитета рада руковаоца на начин који до сада није био могућ.

Утицај руковаоца на процес хемијске заштите није мали. У овом истраживању је утврђено да руковаоци имају различит однос према хемијској заштити, у истим производним и експлоатационим условима.

Временске прилике у значајној мери утичу на извођење операција у пољопривреди. Једна од најосетљивијих операција је хемијска заштита, и на њу утиче и температуре ваздуха као и брзина ветра. Софтвер повезује податке за временску прогнозу и даје предвиђање развоја болести и штеточина за одређене културе. Осим тога, сваки радни налог се може повезати са временским условима који су владали на датој парцели за време извођења операције прскања. Добијају се информације о температури, брзини и правцу ветра. То је врло важно за контролу особља којем је поверено извођење операције као и за извођење закључка о општем квалитету хемијске заштите. Након завршене хемијске заштите, могу се креирати различити извештаји о: хектарима, употребљеној количини течности и појединих хемијских средстава, трошковима хемијске заштите итд.

Техничка исправност прскалица има пресудан утицај на правилну дистрибуцију и ефикасност хемијске заштите гајених усева. Праћењем података је установљено да и поред калибрисања и провере техничке исправности прскалица, током експлоатације долази до одређених промена протока, а са тиме и промене норме третирања. Ова одступања нису изазвана људским фактором, већ су чисто техничке природе, јер су праћени вишедневни подаци коришћења оба типа прскалице са истим и различитим руковаоцима. Утврђено је да прскалица А остварује већа одступања норме третирања од задатих у односу на прскалицу В. Због значајног одступања од задате норме, 200 l/ha, само на 403 ha заштите јечма у једној сезони је потрошено 3,350 € (10%) више него што је било потребно. Такође је установљено да прскалица А има техничких проблема са одржавањем норме приликом промена брзине кретања.

Потрошња се може раздвојити и на појединачна хемијска средства и установити повећање потрошње за свако од њих. Приликом третирања на парцели површине 90 ха, планирана норма је била 150 l/ha и танк-мех се састојао од 4 хемијска средства. Остварена просечна норма је била 176 l/ha (17,33%), Тако се дошло до прорачуна да

је средства А потрошено више за 26,96 l од планираног, односно 304,09 €, а за третирањем 90 ha повећање утrophка за сва 4 хемијска средства је било укупно 695.45 €.

Ово истраживање показује да у операцији прскања лежи огроман потенцијал за уштеде смањењем утrophка средстава само једноставним одржавањем задате норме прскања. То би требало да је најнормалнија и најлогичнија ствар, одржавати норму, међутим стање у пракси све то демантује. У пракси се даје предност квантитету у односу на квалитет изведене операције. Квалитет изведене операције се ни не разматра као важна ставка. Најважније је да се забележи да је одређена површина истретирана без обзира на:

1. одступање од норме,
2. квалитет дистрибуције
3. висину температуре ваздуха
4. брзину ветра
5. врсту примењеног распрскивача
6. стање распрскивача
7. исправност прскалице

Претходно набројани параметри који утичу на квалитет прскања се уопште не разматрају. са анализом података се могу изразити прекомерни трошкови у применом сзбима али је немогуће тачно израчунати утицај горе наведених пара-метара на смањење приноса.

6. ЛИТЕРАТУРА

1. Anselin, L., R. Bongiovanni, Lowenberg-DeBoer, J., (2004), A spatial econometric approach to the economics of site-specific nitrogen management in corn production. *American Journal of Agricultural Economics* 86(3), pp. 675-687, <http://issuu.com/farmersguardian/docs/dairy-farmer-digital-edition-nov-20/46>
2. Atzori A.S., Tedeschi L.O., Armenia S., (2013), Farmer Education Enables Precision Farming of Dairy Operations, The 31st International Conference: System Dynamic Society July 21 – 25, 2013, Cambridge, Massachusetts USA
3. Bajkin A, Ponjičan O, Sedlar A, Zoranović M, Turan J. (2014): Ekološki i energetski parametri primene poljoprivredne mehanizacije. Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet – 379 str. ISBN 978-86-7520-232-5
4. Bewley, J.M., Russell, R.A., (2010), Reasons for slow adoption rates of precision dairy farming technologies: evidence from a producer survey, In: *Proceedings of the First North American Conference on Precision Dairy Management 2010*.
5. Biermacher, J.T., Epplin, F.M., Brorsen, B.W., et al., (2009), Economic feasibility of sitespecific optical sensing for managing nitrogen fertilizer for growing wheat, *Precision Agriculture* 10, pp. 213-230.
6. Bowman, K., (2008), Economic and environmental analysis of converting to controlled traffic farming, In *6th Australian Controlled Traffic Farming Conference*, pp. 61-68.
7. Boyer, C. N., Wade Brorsen, B., Solie, J. B., et al., (2011), Profitability of variable rate nitrogen application in wheat production, *Precision Agric.* 12, pp. 473-487.
8. Bugarin, R., Bošnjaković, A., Sedlar, A. (2015) *Mašine u voćarstvu i vinogradarstvu*. Novi Sad: Poljoprivredni fakultet, Univerzitetski udžbenik. ISBN 978-86-7520-329-2
9. Bullock, D. and Lowenberg-DeBoer, J., (2007), Using Spatial Analysis to Study the Values of Variable Rate Technology and Information”, *Journal of Agricultural Economics*, 58(3), p. 517-535.
10. Busse, M., Doernberg, A., Siebert, R., et al., (2013), Innovation mechanisms in German precision farming, *Precision Agric.* pp. 1-24.
11. Dave Franzen, Francis Casey. *Yield Mapping and Use of Yield Map Data*. NDSU Publication; 2008.
12. Dammer, K.-H. and R. Adamek, (2012), Sensor-Based Insecticide Spraying to Control Cereal Aphids and Preserve Lady Beetles, *Agron. J.* 104(6), pp. 1694-1701.

13. Doruchowski, G., Balsari, P., Zande, J.C. van de, (2009), Precise spray application in fruit growing according to crop health status, target characteristics and environmental circumstances; Proc. of 8th Fruit, Nut and Vegetable Production Engineering Symposium, 5-9.01.2009, Concepcion-Chile, INIA 2009, pp. 494-502.
14. Fereres, E., Soriano, A., (2007), Deficit irrigation for reducing agricultural water use, *Journal of Experimental Botany*, Vol. 58, No. 2, pp. 147–159. Foresight, (2011), *The Future of Food and Farming*, Foresight Programme, Govt Office for Science, London.
15. Frank, H., Gandorfer, M., Noack, P. O., (2008), Ökonomische Bewertung von Parallelfahrssystemen, In: Müller, R.A.E., Sundermeier, H.-H., Theuvsen, L., Schütze, S., Morgenstern, M.: *Referate der 28. GIL-Jahrestagung in Kiel 2008*. Referate der 28. GILjahrestagung in Kiel 2008, pp. 47-50.
16. Fritz B K, Hoffmann W C, Bagley W E, Hewitt A. Field scale evaluation of spray drift reduction technologies from ground and aerial application systems. *Journal of ASTM International*, 2011; 8(5): 1–11.
17. Gebbers, R. and Adamchuk, V.I., (2010), Precision Agriculture and Food Security, *Science* Vol. 327 no. 5967, pp. 828-831, DOI: 10.1126/science.1183899.
18. Griffin, T., Bongiovanni, R., Loweberg-DeBoer, J., (2010), Worldwide Adoption of Precision Agriculture Technology: The 2010 Update, Paper Presented to the 10th International Conference of Precision Agriculture, July 18–21, 2010, Denver, Colorado, USA.
19. Griffin, T., D. Lambert, J. Lowenberg-DeBoer, (2005), Economics of Lightbar and Auto- Guidance GPS Navigation Technologies, in *Precision Agriculture '05*, J.V. Stafford, ed. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, Netherlands.
20. Griffin, T.W., Lambert, D.M., Lowenberg-DeBoer, J.M., (2004), Testing appropriate onfarm trial designs and statistical methods for precision farming: A simulation approach, *ICPA 2004*.
21. Heege H. (Editor), (2013), *Precision in crop farming*, Springer, Dordrecht, 356 pages.
22. Huang Y B, Thomson S J, Hoffmann W C, Lan Y B, Fritz B K. Development and prospect of unmanned aerial vehicle technologies for agricultural production management. *Int J Agric & Biol Eng*, 2013; 6(3): 1–10.
23. Kleijn, D., Rundlöf, M., Scheper, J., et al., (2011), Does conservation on farmland contribute to halting the biodiversity decline? *Trends in Ecology & Evolution*, 26(9), pp. 474-481.
24. Knight, S.; Miller, P.; Orson, J., (2009), An up-to-date cost/benefit analysis of precision farming techniques to guide growers of cereals and oilseeds. *HGCA Research Review 2009* No. 71, pp. 115.
25. Lan Y B, Chen S D, Fritz B K. Current status and future trends of precision agricultural aviation technologies. *Int J Agric & Biol Eng*, 2017; 10(3): 1–17.
26. Lawes, R. A., Robertson, M. J., (2011), Whole farm implications on the application of variable rate technology to every cropped field, *Field Crops Research*, 124, pp. 142-148.
27. Mazzetto, F., Calcante, A., Mena, A., et al., (2010), Integration of optical and analogue sensors for monitoring canopy health and vigour in precision agriculture, *Precision Agriculture*, 11(6), pp. 636-649.

28. McCallum, M., Sargent, M., (2008), The economics of adopting PA technologies on Australian farms. Proceedings of the 9th International Conference on Precision Agriculture, Denver, Colorado, USA, 20-23 July, 2008.
29. Micković G.: EFIKASNOST GPS AutoTrak (AutoTrac) k SISTEMA ZA AUTOMATSKO NAVOĐENJE TRAKTORA Diplomski – master rad Poljoprivredni fakultet Novi Sad 2011.
30. Meyer-Aurich, A., Gandorfer, M, Heißenhuber, A., (2008), Economic analysis of precision farming technologies at the farm level: Two german case studies, In O. W. Castalongo: Agricultural Systems: Economics, Technology, and Diversity, Hauppauge NY, USA: Nova Science Publishers, pp. 67-76.
31. Meyer-Aurich, A., Weersink, A., Gandorfer, et al., (2010), Optimal site-specific fertilization and harvesting strategies with respect to crop yield and quality response to nitrogen, Agricultural Systems 103, pp. 478-485.
32. Pajić, M., Oparnica, S., Oljača M., et al Mapiranje tretmana hemijske zaštite u proizvodnji ječma korišćenjem tehnika precizne poljoprivrede, Poljoprivredna tehnika, vol. 44, br. 2, str. 47-55, 2019
33. Pierpaolia E., Carlia G., Pignattia E., et al., (2013), Drivers of Precision Agriculture Technologies Adoption: A Literature Review, Procedia Technology 8 (2013), pp. 61 – 69.
34. Oparnica S. Primena precizne poljoprivrede u proizvodnji soje: Deo 1– Efekat suše i đubrenja na prinos. Savr polj tehn. 2017;43(1):7–16.
35. Oparnica S. Primena precizne poljoprivrede u proizvodnji soje: Deo 2– Mapiranje parcele i pokazatelji prinosa. Savr polj tehn. 2017;43(2):75–84.
36. Oparnica S., Pajić M. Efekti primene precizne poljoprivrede u ratarskoj proizvodnji – primer dobre prakse Poljoprivredna tehnika, 2018
37. Oparnica S. Advanced use of crop yield maps and histograms. Adv Agr Environ Sci. (2018);1(2): 65–68. DOI: 10.30881/aaeo.00012
38. Osvaldo Guedes Filho, Sidney Rosa Vieira, Marcio Koiti Chiba, et al. Geostatistical analysis of crop yield maps in a long term no tillage system. Bragantia. 2010;69:9–18.
39. Robertson, M. J., R. S. Llewellyn, Mandel, R., et al., (2012), Adoption of variable rate fertiliser application in the Australian grains industry: Status, issues and prospects, Precision Agriculture 13(2), pp. 181-199.
40. Schieffer, T., Dillon, T., (2013), Precision agriculture and agro-environmental policy, in: Precision agriculture '13, Ed Stafford J., Wageningen Academic Publishers, ISBN: 978-90-8686-224-5.
41. Sedlar A, Bugarin R, Đukić N. (2014). Tehnika aplikacije pesticida. Poljoprivredni fakultet. Novi Sad: Univerzitet u Novom Sadu - Poljoprivredni fakultet. ISBN 978-86-7520-328-5
42. Shockley, J., Dillon, C. R., Stombaugh, T., et al., (2012), Whole farm analysis of automatic section control for agricultural machinery, Precision Agric. 13, pp. 411-420.
43. Tilman, D., Balzer, C., Hill, J., et al., (2011), Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. Proceedings of the National Academy of Sciences, 108(50), 20260-20264.
44. Tinker, D.B., Morris, J. (2011), An assessment of the potential impacts of the 2013 CAP reform on the Agricultural Machinery Industry, Report prepared for CEMA – European Agricultural Machinery Association (restricted circulation).

45. Turan, J. (2009) Eksploatacija proizvodnih sistema. Poljoprivredni fakultet. Novi Sad: Univerzitet u Novom Sadu - Poljoprivredni fakultet, 105-128; ISBN 978-86-7520-168-7
46. Višacki, Vladimir, Sedlar Aleksandar, Bugarin Rajko, Mašan Vladimir, Turan Jan, Janić Todor, Ponjičan Ondrej: Primena precizne poljoprivrede u ratarskoj proizvodnji: koncept i implementacija, Savremena poljoprivredna tehnika, vol. 44, br. 3, str. 93-128, sept. 2018
47. Trimble Ag software user guide, Version 2017 Revision A. 2017.
48. John Deere 4640 Monitor upotustvo za rukovanje, 2019
49. John Deere Prijemnik Star Fire 6000 uputstvo za rukovanje, 2019
50. John Deere materijal sa obuke AMS techical systems, 2019