

Primjena precizne gnojidbe u ratarstvu koncerna Agrokor

Krešimir GRGIĆ

Vupik d.d., Sajmište 113C, 32000 Vukovar, Hrvatska, (e-mail: kresimir.grgic@vupik.hr)

Sažetak

Cilj uvođenja precizne poljoprivrede, odnosno varijabilne osnovne gnojidbe bio je racionalna primjena mineralnih gnojiva, ujednačavanje potencijala plodnosti tla u skladu sa principima održive i konkurentne poljoprivredne proizvodnje i smanjenje troška proizvodnje. Dosadašnji rezultati potvrdili su ova očekivanja. Uvođenje varijabilne prihrane dušičnim mineralnim gnojivom dalo je poticaj smanjenju varijabilnosti usjeva, povećanju prosječnog prinosa, te smanjenju rizika od polijeganja. Precizna poljoprivreda zbog relativno visokih troškova investicija, potrebnog znanja za njezinu primjenu, te većih površina na kojima su uočljive varijabilnosti kojima se bavi, danas pronalazi put do većih poljoprivrednih proizvođača, ali uz kvalitetnu i dostupnu stručnu podršku za očekivati je njezin prodor i prema ostalim proizvođačima.

Ključne riječi: precizna poljoprivreda, varijabilna gnojidba, NDVI, elektrovodljivost

Application of precision fertilization in crop farming of Agrokor corporation

Abstract

The aim of introducing precision farming, i.e. variable basic fertilization was rationalization of the fertilizer application, equalization of the soil fertility potential in accordance with the principles of sustainable and competitive agriculture and production cost reduction. The results so far confirm this expectation. The introduction of variable nitrogen mineral fertilizer top-dressing gave impetus to crop variability reduction, increasing the average yield and reducing the lodging risk. Because of the relatively high costs of investment, the necessary application know-how, as well as large areas needed in which the apparent variability is dealt with, precision agriculture now finds its way to the major agricultural producers, but with the availability of high quality professional support it is expected to spread to the other producers.

Key words: precision farming, variable rate fertilization, NDVI, electroconductivity

Uvod

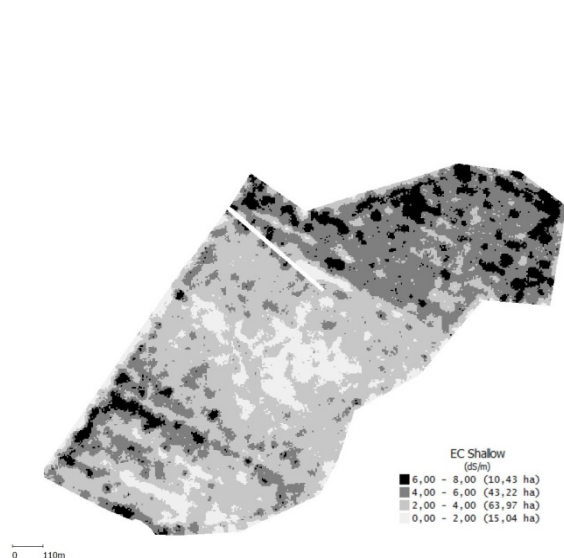
Poljoprivredne tvrtke koncerna Agrokor sustavno provode geokodirano uzorkovanje tla s pripadajućim analizama više od 10 godina. Uvidom u rezultate ovih analiza uočena je značajna heterogenost u zalihama makroelemenata, kiselosti tla i količini organske tvari. Ove heterogenosti prisutne su već i unutar manjih prostornih površina kakve su proizvodne parcele i blokovi, neovisno o tipu tla. Tehnika osnovne gnojidbe usjeva koja se primjenjivala do 2010., a koja kao i danas koristi razdvojene komponente fosfornih i kalijevih gnojiva, nije mogla ostvariti varijabilnu gnojidbu prema potrebama kultura i različitim zalihama u tlu. Informacije o prostornoj varijabilnosti ostvarenih prinosa prikupljene mapiranjem prinosa na kombajnima

ukazivale su na njihovu veliku varijabilnost unutar istih površina, koja nije nužno bila u korelaciji sa zalihama hranjiva, ali je ostavljala veliki prostor za podizanje ostvarenih prosječnih prinosa kroz njihovo ujednačavanje na cijeloj proizvodnoj površini. Zbog svega toga, nakon preliminarnih pokusa koji su rađeni 2009. godine, od 2010. godine u poljoprivredne tvrtke u sustavu Agrokora počinju sa korištenjem varijabilne gnojidbe i primjenom precizne poljoprivrede u širem smislu. Od 2012. godine u sustav precizne gnojidbe uključeno je skeniranje elektrovodljivosti tla, a od ove godine, nakon 3 godine pokusnog rada, sve tvrtke počele su koristiti varijabilnu prihranu dušičnim gnojivima korištenjem NDVI metode.

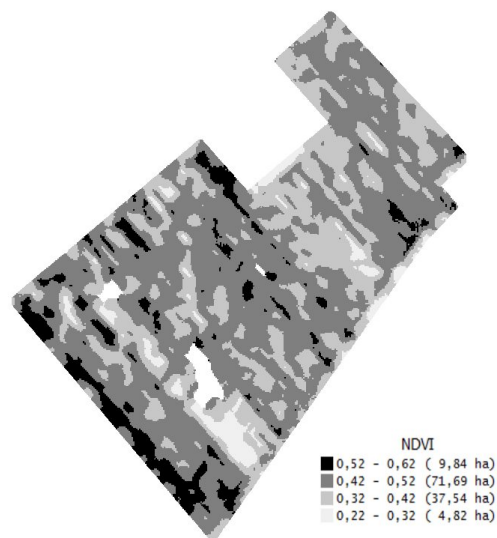
Materijal i metode

Metodologija precizne osnovne gnojidbe može se podijeliti u nekoliko koraka: skeniranje elektrovodljivosti tla, prostorna interpretacija elektrovodljivosti i određivanje točaka uzorkovanja tla, uzorkovanje tla, analiza tla, bilanciranje gnojidbe i izrada karte gnojidbe, raspodjela gnojiva prema generiranim kartama, te provjera ostvarene gnojidbe prema podacima prikupljenima za vrijeme rada raspodjeljivača.

Skeniranje elektrovodljivosti tla ostvaruje se mobilnom senzorskom platformom Veris 3150 MSP-EC, koji koristi kontaktnu metodu određivanja elektrovodljivosti putem jednog para emiserskih i dva para prijemnih elektroda, koje mjereći električni otpor i njemu recipročno proporcionalnu električnu vodljivost registriraju promjene u teksturi i salinitetu tla, odvojeno na dubinama od 45 cm i 90 cm (Slika 1). Ovaj uređaj planiramo u budućnosti nadograditi sa optičkim senzorima koji daju osnovnu informaciju o teksturi i organskoj tvari tla, te sa pH elektrodama za generiranje pH karti visoke rezolucije.



Slika 1. Heterogenost EC u korelaciji s teksturom, snimka table T-159



Slika 2. Razlike u biomasi (NDVI) snimane 20.3.2015. na pšenici T-119

Prostorna interpretacija GPS/EC podataka koje MSP prikuplja učestalošću 1 Hz odvija se u desktop programskom rješenju AgLeader SMS Advanced. Nastale interpolacije koriste se kao podloga za određivanje poligona uzorkovanja tla čija veličina i oblik ovise o uočenoj varijabilnosti EC unutar promatrane parcele, a koji ograničavaju područja homogene elektrovodljivosti u sloju do 45 cm. Unutar poligona homogene elektrovodljivosti određuje se i geokodira 15 do 20 točaka uzorkovanja tla koje leže na zamišljenoj „Z“ liniji reprezentativnoj obliku i karakteristikama elektrovodljivosti samog poligona.

Tlo se uzorkuje do dubine od 30 cm pomoću hidraulične sonde Nietfeld Duoprob 60, pri čemu se točna geokodirana mjesta uzorkovanja pronalaze koristeći ručno GPS/EGNOS računalo Juniper Systems Archer 2 ili Mesa sa Windows Mobile OS i SMS Mobile aplikacijom koja se prethodno sinkronizira sa SMS Advanced programom na osobnom računalu, te iz koje se po obavljenom uzorkovanju vraćaju točna mjesta uzorkovanja u istoimenu desktop aplikaciju. Uzorci tla po svim točkama unutar istog poligona homogene elektrovodljivosti prikupljaju se u jedan uzorak mase do 1 kg, te se označavaju i šalju na analizu.

Uzorci tla šalju se na analizu u Odjel za praćenje stanja poljoprivrednog zemljišta Agencije za poljoprivredno zemljište u Osijeku, gdje se nakon sušenja, mljevenja i homogenizacije tla rade analize na pH u KCl, pH u H₂O, P₂O₅ i K₂O po Al metodi, te na sadržaj humusa, uz eventualne dodatne analize hidrolitičke kiselosti ili CaCO₃, te mikroelemenata u slučaju postojanja potrebe. Rezultati analiza u elektronskom obliku se importiraju u GIS bazu podataka SMS Advanced, gdje se pridružuju odgovarajućim prostornim pozicijama.

U bilanciranju gnojidbe kao ulazne varijable koriste se očekivana iznošenja hranjiva potrebna za ostvarivanje planiranog prinosa promatrane kulture, bazirano na laboratorijskim analizama sadržaja fosfora i kalija u jedinici prinosa uzoraka kultura uzetih u tvrtkama na kojima se provodi gnojidba, kao i na dostupnim podacima iz stručne literature (Vukadinović i Vukadinović, 2011). Pored toga, ulazne varijable su specifična težina tla do dubine od 30 cm, kao i sadržaj makroelemenata fosfora i kalija utvrđen u analizama uzoraka tla, kao i pH tla koji utječe na bilanciranje fosfora (Lončarić i Karalić, 2015). Bilanciranje osim toga uzima u obzir količinu i vrijeme primjene organskih gnojiva (stajnjak, gnojovka), kao i sadržaj fosfora i kalija u organskim gnojivima primijenjenima na promatranoj lokaciji, te ukupnu mineralnu gnojidbu ostvarenu od godine posljednje analize do godine na koju se odnosi bilanciranje, kao i ukupno ostvarene prinose svih kultura u promatranom razdoblju. U bilanciranju gnojidbe pored toga uzimaju se u obzir ograničenja primjene fosfornih i kalijevih mineralnih gnojiva, proizašla iz tehnoloških uputa za integriranu proizvodnju ratarskih kultura u petogodišnjoj bilanci, kao i stupanj iskorištenja mineralne gnojidbe koji proizlazi iz bilanciranja ponovljenih analiza na istim površinama u višegodišnjem razdoblju unošenja i iznošenja organskih i mineralnih hranjiva. Konačno, kroz bilanciranje vodi se računa o očuvanju razine plodnosti tla, sprječavajući spuštanje zalihe fosfora i kalija u tlu ispod dopuštene razine (Lončarić i Karalić, 2015). Bilancirane potrebne količine fosfornih i kalijevih gnojiva prenose se na kartu parcela u programu SMS Advanced, a potom se radi interpolacija gnojidbe za cijelu proizvodnu površinu, te transformacija ove karte u komandnu datoteku za upravljačku jedinicu raspodjeljivača gnojiva u traktoru.

Raspodjela gnojiva prema generiranim kartama ostvaruje se korištenjem profesionalnih preciznih Bogballe M3W Plus centrifugalnih raspodjeljivača, koji zahvaljujući četverostrukom preklapanju imaju homogenost distribucije i koeficijent varijacije po širini radnog zahvata od 24 metra koji se približuje onome od pneumatskih raspodjeljivača, a zahvaljujući primjeni kontinuiranog vaganja težine spremnika za cijelo vrijeme rada u kombinaciji sa upravljačkom jedinicom i servomotorima koji otvaraju izlazne otvore gnojiva iz spremnika, omogućavaju vrlo precizno promjenjivo doziranje gnojiva za cijelo vrijeme rada. Traktori su opremljeni AgLeader GPS/RTK Paradyne antenom u sprezi sa Integra kontrolnom jedinicom, u koju se putem USB sticka unose komandne datoteke za gnojidbu, a koja putem serijske RS-232 veze prenosi naloge upravljačkoj jedinici raspodjeljivača, a od njega dobiva povratnu informaciju o stvarno ostvarenoj količini gnojidbe. Pored toga, ovaj sustav preko elektrohidrauličkih ventila upravlja kotačima traktora te autonomno održava zadani smjer kretanja i razmak između prohoda.

Provjera osnovne gnojidbe odvija se prenošenjem podataka o realiziranoj gnojidbi sa kontrolne jedinice Integra na desktop program SMS Advanced, gdje se preklapa planirani i realizirani sloj gnojidbe.

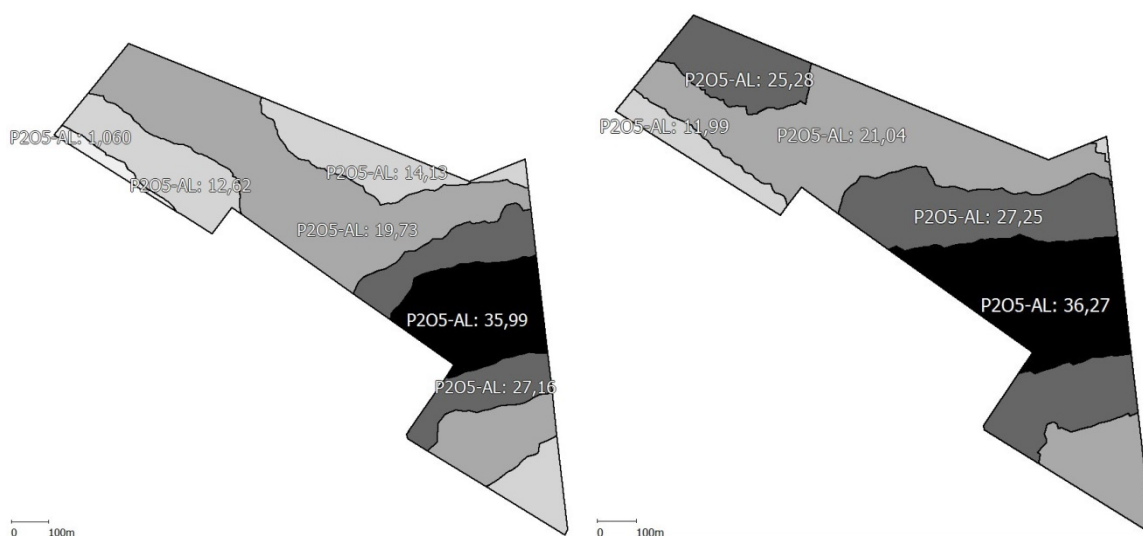
U varijabilnoj prihrani po NDVI metodi koristi se sva već navedena oprema za osnovnu gnojidbu (raspodjeljivač Bogballe, AgLeader Paradyne & Integra), uz dodatne senzore NDVI varijabilnosti proizvođača AgLeader OptRx, koji za vrijeme rada snimaju varijabilnost u količini reflektirane svjetlosti u vidljivom i bliskom infracrvenom dijelu spektra, te na bazi kalibracijske krivulje za konkretnu kulturu i fenofazu, referentne trake snimljene na parceli pred samu prihranu, te potrebne ukupne količine dušika u prihrani, za vrijeme rada raspodjeljivača prilagođavaju apliciranu količinu dušičnog mineralnog gnojiva (Slika 2).

Rezultati i rasprava

Prosječna zaliha P₂O₅ prema Al metodi na poljoprivrednim površinama koncerna iznosi 21,25 mg 100 g⁻¹, dok je zaliha K₂O 21,69 mg 100 g⁻¹. Distribucija frekvencija u slučaju P₂O₅ ukazuje da je 30% površina analize iznad 25 mg 100 g⁻¹, 16% površina ima analizu 20-25 mg 100 g⁻¹, dok 54% površina ima analizu ispod 20 mg 100 g⁻¹ tla. U slučaju K₂O 34% površine je iznad 25 mg 100 g⁻¹, 26% nalazi se u rasponu 20-25 mg 100 g⁻¹, dok je 40% površine ispod 20 mg 100 g⁻¹ tla.

Struktura sjetve na površinama koncerna varira, no najčešće se radi o 35-40% ozimih strnih žitarica, 30-35% kukuruza, 10-15% šećerne repe, 10-15% uljarica, te 5-8% višegodišnjih leguminoza.

Prije uvođenja precizne gnojidbe, na temelju gore navedene strukture sjetve, prosječan utrošak mineralnih gnojiva bio je cca 125 kg ha⁻¹ P₂O₅ i 165 kg ha⁻¹ K₂O.



Slika 3. Utjecaj precizne gnojidbe na smanjenje heterogenosti zaliha hranjiva na T_{112/2} između 2013. i 2015. godine

Iako su analize tla bile georeferencirane, gnojidba na razini parcele određivala se bilo prema prosječnoj analizi parcele, ili prema dijelu parcele koji je imao najmanju zalihu hranjiva, ukoliko je veličina i deficit tog dijela parcele bio značajno ispod 20 mg 100 g⁻¹ tla. Parcele prosječne zalihe oko 20 mg 100 g⁻¹ tla prihranjivane se na bazi potreba planirane kulture i prinosa, kiselosti i strukture tla, dok su parcele prosječnih zaliha slabijih od 20 mg 100 g⁻¹ tla, ili parcele većeg dijela površine zalihe slabije od 20 mg 100 g⁻¹, dodatno korigirane u slučaju fosfora za +35%, odnosno u slučaju kalija za +20%, što je u konačnici dalo gore navedene prosječne količine. Kod heterogenih parcela moralo se birati između pretjerane prihrane jednog dijela table, kako bi dio parcele sa slabijom zalihom dobio potrebnu količinu hranjiva za planiranu kulturu i prinos, ili pothranjivanja nedovoljno opskrbljenog dijela parcele u varijanti prihrane po prosječnoj analizi parcele.

Uvođenje precizne gnojidbe ostvarilo je dva učinka: smanjenje heterogenosti u zalihama fosfora i kalija unutar parcela i smanjenje potrošnje mineralnog gnojiva (Slika 3).

Prosječno smanjenje potrošnje mineralnog fosfora iznosi cca 30%, a mineralnog kalija cca 40% u odnosu na situaciju prije uvođenja precizne gnojidbe, iskazano na ukupne hektare proizvodnje. Pri tome cca 35% površina bogatih zaliha fosfora i kalija dobivaju male količine mineralnih gnojiva u prihrani, čime se količina prihrane po apliciranom hektaru značajnije ne mijenja u odnosu na prijašnju situaciju, ali se značajno mijenja sama distribucija apliciranog mineralnog gnojiva, gdje se osobiti naglasak stavlja na površine sa zalihama ispod 15 mg 100 g⁻¹ tla.

Zaključak

Dosadašnje neposredno iskustvo poljoprivrednih tvrtki koncerna je da uvođenje precizne gnojidbe ima snažan utjecaj na ujednačavanje heterogenosti zaliha makroelemenata u tlu, na smanjenje troška ratarske proizvodnje, odnosno na racionalnu primjenu mineralnih gnojiva. U slučaju varijabilne prihrane dušikom (NDVI), korist je pored toga u smanjenju rizika polijeganja, ujednačavanju kvalitete, ujednačavanju varijabilnosti prinosa unutar table, te smanjenom onečišćenju okoliša kroz smanjenje gubitka dušika ispiranjem (Sloot, 2013). Širu popularizaciju ove tehnologije sprječava dostupnost odgovarajuće stručne podrške koja bi pratila na tržištu dostupna tehnička rješenja brojnih proizvođača.

Od iduće godine u primjenu kreće nova ESRI GIS baza koja će sve postojeće i novo prikupljene podatke distribuirati prema ovlaštenim korisnicima putem web sučelja, a u kojoj će biti moguće osim same gnojidbe, pretraživati, vizualizirati i analizirati plodosmjenu, sortiment i prostorna opažanja (scouting), te u

budućnosti i sve ostale elemente koje će se kroz spregu telemetrije sa GPS/GSM tehnologijom automatizirano puniti u GIS bazu podataka direktno sa traktora i kombajna.

Daljnji razvoj precizne poljoprivrede u koncernu ići će u smjeru prikupljanja dodatnih informacija kroz skeniranja visoke razlučivosti, upotrebu dronova u NDVI skeniranju prije real-time aplikacije u prihrani, varijabilnih sklopova u sjetvi ovisnih o bonitetu tla, te primjeni precizne poljoprivrede u zaštiti usjeva.

Literatura

- Lončarić Z., Karalić K. (2015). Mineralna gnojidba i gnojidba ratarskih usjeva. Poljoprivredni fakultet u Osijeku. p. 102-116
- Sloot W. (2013). Balancing agricultural productivity, environmental protection and using the precautionary principle, ELO Conference Brussels
- Vukadinović V., Vukadinović V. (2011). Ishrana bilja. Sveučilišni udžbenik. Volumen (III). Poljoprivredni fakultet u Osijeku. p. 305-406

sa2016_po504