

GNOJIDBA POLJOPRIVREDNIH POVRŠINA PRIMJENOM GIS-a I NAČELA ELEKTROVODLJIVOSTI TLA

FERTILIZATION OF AGRICULTURAL LAND USING GIS AND PRINCIPLES OF ELECTRIC CONDUCTIVITY OF SOIL

Ž. Barač, M. Jurišić, P. Marić, I. Plaščak

SAŽETAK

Godine 2011. i 2014. na pokušalištu tvrtke Belje obavljena su znanstvena istraživanja o elektrovodljivosti tla i njenoj važnosti pri inventarizaciji. Kreirane su karte elektrovodljivosti i karte hraniva za mineralnu gnojidbu (KCl, MAP). Ovim istraživanjem potvrdila se hipoteza o važnosti primjene načela elektrovodljivosti pri utvrđivanju svojstava tla i izradi karata hraniva za mineralnu gnojidbu uporabom skenera EC. U pogledu primjene metoda prema načelu elektrovodljivosti tla, evidentno je da standardno (ili konvencionalna) korištena randomizirana metoda sadrži uzorke koji nisu dovoljno homogeni i precizni, dok je prediktivna metoda naprednija a uzorci su homogeniji i bolje reprezentiraju stanje proizvodne površine. Usporedbom randomizirane metode i „Z sheme“ pri izradi karata hraniva vidljivo je da je utrošak mineralnog gnojiva KCl kod „Z sheme“ značajno veći. Pri izradi karata hraniva MAP te njihovom usporedbom utvrđeno je značajno smanjenje utroška mineralnog gnojiva kod „Z sheme“. Uporabom „Z sheme“ prekrivena je cijela površina, a uzorci su homogeniji i precizniji. Za istu metodu je utvrđeno da je količina apliciranog mineralnog gnojiva KCl dvostruko veća dok je količina apliciranog mineralnog gnojiva MAP-a dvostruko manja. Tijekom provedenih istraživanja metodom „Z sheme“ izbrojane su 324 GPS točke, dok su pri uporabi randomizirane metode izbrojane 252 GPS točke s time da primjenom ove metode nije potrebno prekriti cijelu površinu. Ove činjenice ukazuje na to da je pri izradi karata hraniva metoda „Z sheme“ posebno pouzdana pri predikciji i određivanju količine gnojiva. Primjenom načela elektrovodljivosti, odnosno kreiranjem karata elektrovodljivosti postignuto je preciznije uzorkovanje, a kreiranjem karta hraniva i znatnije veća preciznost i učinkovitost gnojidbe.

Ključne riječi: biljna proizvodnja, elektrovodljivost, karta hraniva, skener EC

ABSTRACT

In 2011 and 2014 on the experimental fields of Belje scientific research was conducted on the electrical conductivity of the soil and its importance in inventory making. Maps of conductivity and maps of nutrients for mineral fertilization (KCl, MAP) were created. This study has confirmed the hypothesis on the importance of applying the principle of electrical conductivity in determining the properties of the soil and creating a map of nutrients for mineral fertilization using an EC scanner. In terms of application of the methods in accordance with electrical conductivity of the soil, it is evident that standardly (or conventionally) used randomized method contains patterns that are not sufficiently homogeneous and precise, while the predictive method is more advanced and the samples are more homogeneous and better represent the state of the production area. Comparison of randomized method and “Z scheme” when making a map of nutrients shows that the consumption of mineral fertilizers KCl with “Z scheme” is significantly higher. When creating a map of nutrients (MAP) their comparison shows a significant reduction in consumption of fertilizer with the “Z scheme” method. With the use of “Z scheme” the entire area is covered and the samples are more homogenous and more precise. For that method it has been found that the amount of the applied KCl fertilizer is twice as large while the amount of the applied MAP fertilizer is twice as small less. During the research using “Z scheme” method 324 GPS points were counted, while using randomized method 252 GPS points were counted so that using this method it is not necessary to cover the entire area. This fact indicates that in the mapping of nutrients the “Z scheme” method is particularly reliable in predicting and determining the amount of fertilizer. The application of the principle of electrical conductivity or the creation of electrical conductivity charts achieves a more precise sampling, and the creation of forage charts allows for a more significant precision and effectiveness of fertilization.

Keywords: vegetable production, electroconductivity, map of nutrients, EC scanner

UVOD

GIS tehnologije daju pravi okvir za prikupljanje, analizu i interpretaciju kompleksnih prostornih i tabličnih podataka. Kartografija i prostorni koncept neophodni su za uporabu i upravljanje resursima - Land Use Management (Jurišić i suradnici 2013.). Jurišić i Plaščak (2009., 2010.) navode da preporuka

gnojidbe mora imati za podlogu fizikalno-kemijske podatke analize tla, a izračun potrebne doze mora uvažavati profitabilnost, realno mogući prinos, specifične potrebe biljne vrste i potencijal plodnosti tla.

Corwin i Lesch (2005. a i b) su pomoću električne vodljivosti prostorno okarakterizirali promjene fizikalno-kemijskih svojstava tla. Terenska mjerenja elektrovodljivosti tla korištena su za kartiranje prostornih varijacija nekoliko edafskih svojstava: slanosti tla, sadržaja gline ili dubine do glinom bogatih slojeva, sadržaja vode u tlu, debljine poplavom deponiranog pijeska i količine organske tvari.

Omran (2012.) navodi kako se kartiranje tla može izvoditi pomoću metode utemeljene na znanju i metode utemeljene na podatcima. Metoda konvencionalnog (randomiziranog) kartiranja tla utemeljenog na podatcima okarakterizirana je kao previše kvalitativna. Navedene dvije metode mogu se kombinirati u mješoviti pristup. Prediktivno (digitalno) kartiranje tla ima za cilj prostorno predviđanje svojstava tla kombinirajući prostorne podatke tla i podatke dobivene daljinskim istraživanjima.

Uzorci se mogu uzimati na cijeloj parceli (slučajno ili randomizirano, dijagonalno, Z-shema, mreža) ili na kontrolnoj parcelici (reprezentativnoj i fiksno lociranoj) - benchmark uzorkovanje kada se predviđa višekratno uzimanje uzoraka radi utvrđivanja trenda (Grubeša 2014.).

Breviki i suradnici (2006.) na pet su vrsta tala uz pomoć elektrovodljivosti mjerili količinu vode u tlu te su potvrdili utjecaj promjene količine vode za buduće kartiranje tla te navode kako je najveća razlika u očitanjima nastupila pri vlažnijem tlu.

Ryšan i Šarec (2008.) su pomoću skenera izvršili mjerenje na četiri površine i to na dvije dubine 0,3 m i 0,9 m s ciljem utvrđivanja povezanosti elektrovodljivosti tla i prinosa usjeva te je utvrđeno da nije bilo izravnog utjecaja na prinos. Nadalje, Brevik i suradnici (2004.) utvrdili su da i dnevne promjene u temperaturi također nisu signifikantno utjecale na očitavanja električne vodljivosti tla.

Fraisse i suradnici (2001.) proveli su nenadziranu klasifikaciju topografskih obilježja i električne vodljivosti tla te su utvrdili da su visina i električna vodljivost tla najvažniji čimbenici pri obavljanju nenadzirane klasifikacije.

Provedeno je mjerenje sa šest diskova (elektroda). Analizirana je povezanost izmjerene električne vodljivosti tla i bonitetne vrijednosti očitane s postojeće karte. Rezultati su pokazali pozitivnu korelaciju te je zaključeno da se mjerenje elektrovodljivosti tla pokazalo kao brz i jeftin postupak utvrđivanja varijabilnosti tla. Utvrđene bonitetne vrijednosti mogu se koristiti u preciznoj poljoprivredi kao tehnička potpora (Mimra i suradnici 2008.).

CILJ ISTRAŽIVANJA

Provedenim istraživanjem potvrdit će se hipoteza o značaju primjene načela elektrovodljivosti pri utvrđivanju svojstava tla uporabom skenera te izradi karata hraniva, potrebnih za gnojidbu (KCl, MAP). Nadalje, potvrđeno je da je nova metoda uzorkovanja tla („Z shema“) učinkovitija i preciznija glede kvalitetnije pokrivenosti površine, odnosno značajno točnije primjene gnojiva.

MATERIJAL I METODE

Obavljana su istraživanja (2011. i 2014.) na pokušalištu tvrtke Belje (tlo je eutrično smeđe i lesivirano) i to o elektrovodljivosti tla i njenoj važnosti za gnojidbu poljoprivrednih površina uz izradu karte elektrovodljivosti, karte hraniva uz izračun gnojidbene preporuke mineralnim gnojivima (KCl i MAP).

Prije upotrebe karte kao osnove za upravljanje, potrebne su informacije o prostornoj raspodjeli svojstava. Od osnovne su važnosti informacije o raspodjeli hraniva na parceli. Ove informacije bitno određuju ekonomski i ekološki uspjeh uzgoja bilja. Veliku važnost imaju i informacije koje prethode raspodjeli hraniva, a to su rezultati kemijskih analiza, podatci o strukturi i teksturi tla, elektrovodljivosti, te nivelaciji terena. Elektrovodljivost tla je neizravna mjera koja dobro korelira s nekoliko fizičkih i kemijskih svojstava tla. Različite vrste čestica koje čine tlo imaju različitu elektrovodljivost, pa tako, primjerice, glina ima visoku elektrovodljivost, a pijesak nisku. Pomoću elektrovodljivosti moguće je odrediti teksturu i veličinu čestica tla. Moguće je i utvrditi razlike u sadržaju organske tvari u tlu te kapacitet izmjene kationa. Mjeri se i sadržaj vode u tlu, postotak gline i organska tvar, dubina tla iznad sloja gline ili kamena, poroznost, salinitet i temperatura tla (Grisso i sur. 2009.). Postoje dvije vrste senzora za mjerenje elektrovodljivosti tla: kontaktni i beskontaktni senzori. Kontaktni senzori dolaze u kontakt s tlom da bi se očitala elektrovodljivost. Obično se koriste dva do tri para crtala - elektroda koja ulaze

u tlo svega nekoliko centimetara. Jedan par provodi električnu struju u tlo dok ostali mjere pad napona među njima i na taj se način dobiva veličina elektrovodljivosti. Kontaktni senzori mjere elektrovodljivost na dvije dubine, plitko (do 30 cm) i duboko (do 90 cm). Za dobre rezultate skeniranja od velike važnosti je trenutačna vlažnost tla koja bi trebala biti minimalno oko 10% iznad točke venuća.

Skener elektrovodljivosti tla Veris EC Surveyor 3150 - bio je agregatiran traktorom FENDT 412. Prije uporabe potrebno je isprobati da li se svaki disk lagano rotira bez ikakvih naglih zaustavljanja te očistiti naslage zemlje, a kućište diska podmazati.



Slika 1. Skener elektrovodljivosti tla Veris EC Surveyor 3150

Figure 1. Veris EC Surveyor 3150 EC scanner, a complete soil mapping system

Brzina kretanja skenera je od 12 do 20 kmh-1a pri okretanju stroja na uvratinama skener je potrebno podići na vučene kotače kako pri zakretanju ne bi dolazilo do savijanja nosača diska ili samog diska. Radni zahvat stroja je od 16 do 24 m. Prije rada treba procijeniti uvjete na površini, te ako nije u ravnomjernom stanju tj. ako je djelomično obrađena ili navodnjavana skenira se svaki dio površine posebno zbog razlike u dobivenim vrijednostima prilikom skeniranja. Ako je gornjih 7 do 8 centimetara suho provodnost može biti otežana te očitavanja neće biti dosljedna. Radna dubina je od 3 do 7 centimetara.

Preporuka gnojidbe se izrađuje pomoću petogodišnje bilance kreirane u Microsoft Excel tablici koja na temelju unesenih parametara (rezultati analize

tla, iznošenje hraniva, ostvareni i planirani prinosi) prethodno konfiguriranim formulama daje preporuku gnojidbe. Preporuka gnojidbe se iz Excel zapisa izvodi u csv zapis koji se učitava u SMS Advanced software. Prilikom rada sa skenerom (slika 1) u traktor je ugrađen dlanovnik Ag Leader Mesa s pripadajućim SMS Mobile softwareom. Isti služi za identifikaciju parcele te prikupljanje podataka dobivenih od skenera u realnom vremenu. Na kraju rada se preko USB memorije podaci prenose u SMS Advanced software na stolnom računalu na daljnju obradu. U program SMS unosi se karta elektrovodljivosti tla te uporabom randomizirane metode i prediktivne metode („Z sheme“ ili digitalne metode) pristupa se izradi karata uzorkovanja. Prije interpolacije potrebno je pregledati neobrađene zapise kako bi se uočila potencijalna kriva očitavanja uzrokovana ljudskim radom.

Uzimanje uzoraka tla - analiza tla zasniva se na tome kako usjev reagira na gnojidbu sukladno količini raspoloživih hraniva u tlu pa analiza tla ovisi o reprezentativnom uzorku. Uzorkovanje se mora temeljiti na poljskim varijacijama, topografiji parcele i tipu tla. Uzorci za usjeve uzimaju se do dubine 30 cm, u trajnim nasadima 0-30 i 30-60 cm, a u zaštićenim prostorima 0-15 cm (Vukadinović i sur. 2009.).



*Slika 2. Uzimanje uzoraka tla sondom Nietfeld Duoprob
priključenom na traktor Fendt 412*

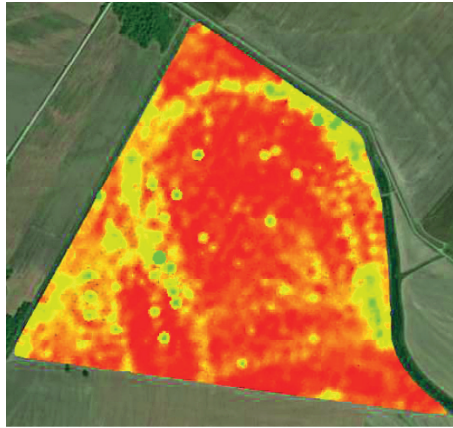
*Figure 2. Sampling of the soil by probe Nietfeld Duoprob
attached to the tractor Fendt 412*

Pri uzimanju uzoraka tla u traktoru mora biti povučena ručna kočnica, jer u protivnom sonda neće funkcionirati. Na sondi (slika 2) se nalaze po dvije male ladice za spremanje uzoraka pri radu, a sa sondom se upravlja uz pomoć daljinskog upravljača koji ima mogućnost spremanja u jednu ili drugu ladicu. Traktor na koji se priključuje sonda trebao bi na polugama hidraulike imati klipove za stabiliziranje zbog velikog otpora sonde pri bušenju u tlo. U protivnom sonda neće u potpunosti obaviti svoju funkciju. S gornje bočne desne strane sonde nalazi se mjerni utor koji prikazuje dubinu prodiranja sonde u tlo te se pomoću njega određuje dubina uzimanja uzoraka tla. Svaki uzorak označen je nazivom poslovnog subjekta, oznakom poljoprivredne površine i pripadajućim jedinstvenim brojem, radi lakše daljnje manipulacije u laboratoriju i povezivanja dobivenih laboratorijskih rezultata. Uzorcima se utvrđuje sadržaj hraniva u tlu, identificira manjak ili višak hraniva, procjenjuje reakcija usjeva na dodana hraniva i procjenjuje plodnost.

REZULTATI

Izrađene karte elektrovodljivosti tla (slika 3) prikazuju teksturu i salinitet tla te služe za bolje određivanje mjesta uzorkovanja. Kartiranje elektrovodljivosti poljoprivredne površine obavlja se jednom, osim u slučajevima značajnijeg pomicanja tla (ravnanjem depresija na parceli).

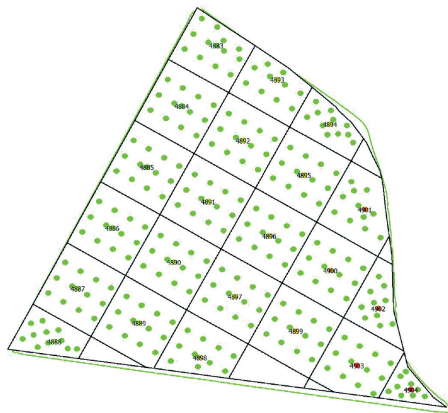
Karte elektrovodljivosti prikazuju se kao poligoni bez prekida, koji su podijeljeni u razrede a prikazani u različitim bojama. Svrstavanjem vrijednosti elektrovodljivosti u razrede po načelu jednakih vrijednosti proizvoljno se određuje broj razreda. Opći uzorak teksture tla vidljiv je već s tri razreda: prvi razred – zelena boja (EC od 500 do 38), drugi razred – žuta boja (EC od 37 do 16) i treći razred – crvena boja (EC od 15 do -100).



Slika 3. Karta elektrovodljivosti tla na poljoprivrednoj površini T05-20

Figure 3. Map of electroconductivity (EC) of soil on agricultural area T05-20

Randomizirana metoda uzorkovanja predstavlja konvencionalnu metodu. Nedostatak je u tome što većina površina nije kvadratnog oblika (slika 4) te broj uzoraka na cijeloj površini nije pravilan i jednak. Uzorci nisu u odnosu na pripadajući poligon dovoljno homogeni i precizni. Prosječan uzorak čini oko 12 uboda sondom na površini od 5 ha, odnosno oko 1 kg nativnog tla.

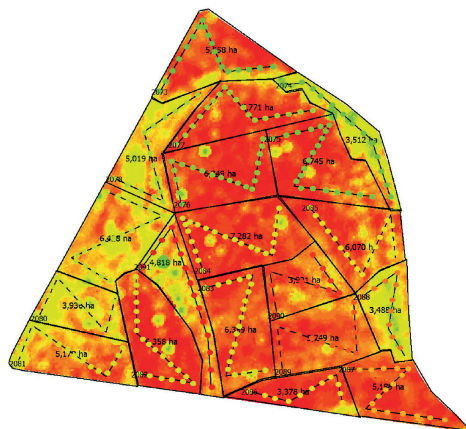


Slika 4. Plan uzorkovanja poljoprivredne površine T05-20 randomiziranom metodom

Figure 4. The sampling plan of agricultural land T05-20 by the randomized method

Prediktivna ili digitalna metoda uzimanja uzoraka naprednija je metoda pri kojoj se isctavaju poligoni nepravilnih oblika (slika 5) iz kojih se potom obavljaju uzorkovanja. Prednost je kvalitetnija pokrivenost cijele poljoprivredne površine. Za primjer prediktivne metode i provođenja uzorkovanja (slika 5) korištena je proizvodna površina T05-20. Određivanje i isctavanje poligona pojedinog uzorka načinjeno je na temelju prethodno izradene karte elektrovodljivosti. Kako su poligoni sa sličnom teksturom tla nepravilni, poligoni su različite veličine (3-7 ha), te je tako i broj uboda za pojedini uzorak različit.

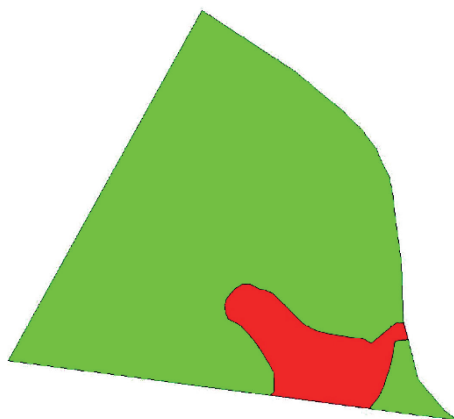
Tijekom istraživanja metodom „Z sheme“ izbrojane su 324 GPS točke, dok su pri uporabi randomizirane metode izbrojane 252 GPS točke ali, kako je vidljivo na karti broj 4, nije pokrivena cijela površina te su zato uzorci kod metode „Z sheme“ homogeniji i prikazuju veću točnost pri izradi karte za preporuku gnojidbe.



*Slika 5. Plan uzorkovanja površine T05 – 20 prema „Z shemi“
na temelju elektrovodljivosti tla*

*Figure 5. The sampling plan area T05 - 20 according to „Z scheme“
based on the EC of the soil*

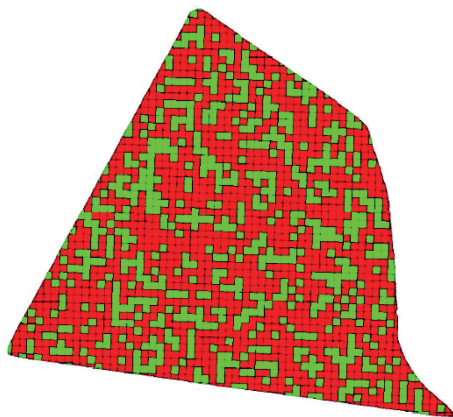
S obzirom na dobivene vrijednosti nakon provedene laboratorijske analize tla izrađena je karta raspodjele hraniva temeljem koje će se provesti gnojidba navedene parcele. Kao podlogu karte raspodjele hraniva SMS Advanced software koristi satelitski snimak odnosno Google Earth podlogu. Svaka improvizacija, uključujući subjektivnu vizualnu procjenu, najčešće rezultira smanjenjem prinosa i kvalitete usjeva te je stoga uporaba digitalne kartografije i sustava baze podataka o značajkama tla vrlo vrijedna. Kako je već navedeno izrađena je karta hraniva (KCl) uporabom randomizirane metode (slika 6) gdje je aplicirano 280,00 kg na 86,95 ha (zeleno) i 240,00 kg na 10,88 ha (crveno), a ukupni utrošak mineralnog gnojiva je 26.860,00 kg na 97,46 ha.



*Slika 6. Karta hraniva KCl na proizvodnoj površini T05 – 20
prema randomiziranoj metodi*

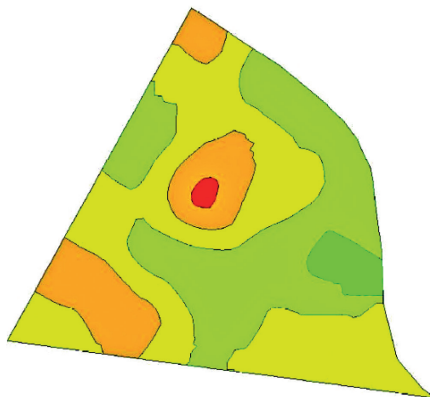
*Figure 6. Map of nutrients KCl on production area T05 - 20
according to randomized method*

Isto tako uporabom „Z sheme“ izrađena je karta (KCl) hraniva (slika 7) na kojoj je označena crvenom bojom količina apliciranog mineralnog gnojiva koja iznosi 395,00 kg na 65,41 ha i zelenom bojom 405,00 kg na 35,75 ha. U odnosu na randomiziranu metodu pri uporabi „Z sheme“ zabilježen je značajan porast utroška mineralnog gnojiva gdje je aplicirano 40.160,00 kg na 100,77 ha.



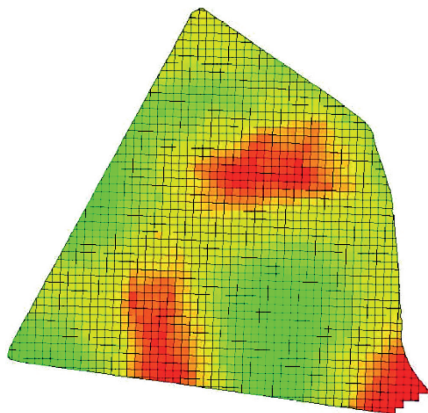
Slika 7. Karta za apliciranje KCl na proizvodnoj površini T05 – 20 koristeći „Z shemu“
Figure 7. Map of KCl application on a production area of T05 - 20
by using „Z scheme“

Randomiziranom metodom na slici 8 prikazana je preporuka za apliciranje MAP – a pri čemu je utrošeno 280,00 kg na 3,55 ha (zelena boja), 240,00 kg na 34,52 ha (svijetlo zelena boja), 200,00 kg na 43,11 ha (žuta boja), 160,00 kg na 15,97 (narančasta boja) i 120,00 kg na 0,68 ha (crvena boja). Ukupni utrošak mineralnog gnojiva iznosi 20.460,00 kg na 97,46 ha.



Slika 8. Preporuka za apliciranje MAP - a na proizvodnoj površini T05 – 20
prema randomiziranoj metodi
Figure 8. Recommendation for applying of MAP – the production area T05 - 20
according to randomized method

Karta hraniva MAP – a (slika 9) prikazuje uporabom „Z sheme“ koliki je predviđen utrošak mineralnog gnojiva od gornje granice 305,00 kg na ha (zelena boja) do donje granice 0,00 kg na ha (crvena boja), a gdje je ukupno utrošeno 17.500,00 kg na 99,79 ha. U odnosu na randomiziranu metodu značajno je smanjen utrošak mineralnog gnojiva po jedinici površine.



Slika 9. Karta hraniva MAP - a na proizvodnoj površini T05 – 20 uporabom „Z sheme“
Figure 9. Map of nutrients MAP - the production area T05 - 20 using the “Z scheme”

ZAKLJUČCI

U pogledu primjene metoda prema načelu elektrovodljivosti tla nova metoda uzorkovanja tla („Z shema“) učinkovitija je i preciznija glede kvalitetnije pokrivenosti površine. Evidentno je da randomizirana metoda uzorkovanja ima nedostatak u tome što većina proizvodnih površina nije kvadratnog oblika te broj uzoraka na cijeloj površini nije pravilan i jednak. Uzorci nisu u odnosu na pripadajući poligon dovoljno homogeni i precizni. Prediktivna metoda uzimanja uzoraka je naprednija gdje se isctavaju poligoni nepravilnih oblika iz kojih se potom obavljaju meritornija uzorkovanja. Prednost je kvalitetnija pokrivenost cijele poljoprivredne površine.

Tijekom istraživanja metodom „Z sheme“ izbrojane su 324 GPS točke, dok su pri uporabi randomizirane metode izbrojane 252 GPS točke s time da nije potrebno prekriti cijelu površinu te su zato uzorci kod metode „Z sheme“ homogeniji. Prikazuju veću točnost pri izradi karte namjene, posebno kao pouzdana preporuka za gnojidbu, zaštitu bilja, melioracije (odvodnja, navodnjavanje) i za niveliranje terena.

Usporedbom randomizirane metode i „Z sheme“ pri izradi karata hraniva vidljivo je da je utrošak mineralnog gnojiva KCl kod „Z sheme“ značajno veći. Dok pri izradi karata hraniva MAP – a uporabom randomizirane metode i „Z sheme“ te njihovom usporedbom utvrđeno je značajno smanjenje utroška mineralnog gnojiva kod „Z sheme“.

Uporabom „Z sheme“ prekrivena je cijela površina, a uzorci su homogoneji i precizniji te je istraživanje pokazalo kako je količina apliciranog mineralnog gnojiva (KCl) dvostruko veća dok je kod utroška mineralnog gnojiva (MAP) količina dvostruko manja.

LITERATURA

1. Brevik, E.C., Fenton, T.E., Horton, R. (2004.): Effect of Daily Soil Temperature Fluctuations on Soil Electrical Conductivity as Measured with the Geonics EM-38, *Precision Agriculture* 5: 145–152.
2. Brevik, E.C., Fenton, T. E., Lazari, A. (2006.): Soil electrical conductivity as a function of soil water content and implications for soil mapping, *Precision Agric* 7: 393–404.
3. Corwin, D.L., Lesch, S.M. (2005a.): Apparent soil electrical conductivity measurements in agriculture, *Computers and Electronics in Agriculture* 46: 11–43.
4. Corwin, D.L., Lesch, S.M. (2005b.): Characterizing soil spatial variability with apparent soil electrical conductivity: I. Survey protocols, *Computers and Electronics in Agriculture* 46: 103–133.
5. Fraisse, C.W., Sudduth, K.A., Kitchen, N.R. (2001.): Delineation of Site – Specific Management Zones by Unsupervised Classification of Topographic Attributes and Soil Electrical Conductivity, *American Society of Agricultural Engineer* 44(1): 155–166.
6. Grisso, R.B., Alley, M., Wysor, W.G., Holshouser, D., Thomason, W. (2009.): *Precision Farming Tools – Soil Electrical Conductivity*. Virginia Cooperative Extension, Virginia State University. Home page address: https://pubs.ext.vt.edu/442/442-508/442-508_pdf.pdf
7. Grubeša, D. (2014.): *Metode uzorkovanja tla i biljke*, završni rad, Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
8. Jurišić, M., Plaščak, I. (2009.): *Geoinformacijski sustavi*, Poljoprivredni fakultet u Osijeku.

9. Jurišić, M., Stanisavljević, A., Plaščak, I. (2010.): Application of geographic information system (GIS) in the selection of vineyard sites in Croatia, *Bulgarian Journal of Agricultural Science* 16(2): 235-242.
10. Jurišić, M., Frangeš, S., Plaščak, I., Šiljeg, A. (2013.): Methodology of Development of Purpose Maps in GIS Environment – Resource Management, *Geodetski list* 1(1): 1–12.
11. Mimra, M., Kroulik, M., Altmann, V., Kavka, M., Prošek, V. (2008.): The analysis of the relationship between the electrical conductivity values and the valued soil – ecological units values, *Research in Agricultural Engineering* 54(3): 130–135.
12. Omran, El.E. (2012.): On – the – Go Digital Soil Mapping for Precision Agriculture, *International Journal of Remote Sensing Applications* 2(3): 20–38.
13. Ryšan, L., Šarec, O. (2008.): Research of correlation between electric soil conductivity and yield based on the use of GPS technology, *Research in Agricultural Engineering* 54(3): 136–147.
14. Vukadinović, V., Matković, B., Vukadinović, V., Đurđević, B., Semialjac, Z. (2009.): Metodologija utvrđivanja pogodnosti za navodnjavanje krških polja. Zbornik radova 44. hrvatski i 4. Međunarodni simpozij agronoma, Opatija, Hrvatska, 16–20 February 2009, p. 33–34.

Adresa autora – Author's address:

Željko Barač, mag.ing.agr.,
Prof.dr.sc. Mladen Jurišić,
e-mail: mjurisc@pfos.hr,
Pavle Marić, univ. bacc. ing. agr.,
doc. dr. sc. Ivan Plaščak,
Poljoprivredni fakultet Osijek,
Sveučilište J. J. Strossmayera,
Kralja Petra Svačića 1d, 31000 Osijek, Hrvatska

Primljeno- received:

27.04.2016.