



**Serbia
organica**

НАЦИОНАЛНА АСОЦИЈАЦИЈА
ЗА ОРГАНСКУ ПРОИЗВОДЉУ

**ТЕХНИЧКО РЕШЕЊЕ
КОНЦЕПТУАЛНИ
МОДЕЛ ПРОЦЕНЕ
УКУПНЕ
ДЕГРАДАЦИЈЕ
ЗЕМЉИШТА**

2019.



Фотографија на корицама: др Владан Угровић „Пустинја у најави“

Назив техничког решења: „Концептуални модел процене укупне деградације земљишта“

Аутори: др Дарко Јарамаз, др Владан Угреновић, др Весна Мрвић, др Вељко Перовић, др Драгана Видојевић, др Биљана Сикирић, др Јелена Максимовић

За кога је решење рађено: органска производња

Година када је решење комплетирано: 2019.

Година када је почело да се примењује и од кога: 2019, Национално удружње за развој органске производње Србија Органика, Институт за земљиште Београд.

Реализатори резултата:  Институт за земљиште, Београд

Одговорно лице: др Дарко Јарамаз, научни сарадник, Институт за земљиште, Београд.

Пројекти: „Проучавање утицаја квалитета земљишта и вода за наводњавање за ефикаснију производњу пољопривредних култура и очување животне средине“ (бр. ТР37006), „Нови производи цереалија и псеудоцереалија из органске производње“ (бр. III 46005).

Категорија техничког решења: Ново техничко решење (метода) примењено на националном нивоу (М 82).

Област: Биотехника

Корисници резултата: Национално удружење за развој органске производње Србија Органика, Институт за земљиште Београд.

Почетак истраживања: новембар 2016. године.

Рецензенти: проф. др Снежана Белановић Симић, редовни професор, Шумарски факултет Универзитета у Београду и проф. др Снежана Ољача, Пољопривредни факултет Универзитета у Београду.

КОНЦЕПТУАЛНИ МОДЕЛ ПРОЦЕНЕ УКУПНЕ ДЕГРАДАЦИЈЕ ЗЕМЉИШТА

др Дарко Јарамаз, др Владан Угреновић, др Весна Мрвић,
др Вељко Перовић, др Драгана Видојевић, др Биљана Сикирић,
др Јелена Максимовић

Абстракт: Циљ предложеног техничког решења је процена укупне деградације земљишта базиране на више параметара, са применом у процесу контроле и сертификације приликом вредновања земљишта за потребе органске производње.

Деградирано земљиште представља земљиште које је изгубило природну или потенцијалну продуктивност услед природних и антропогених фактора који су довели до погоршања његових физичких, хемијских и биолошких особина. Развијени нови концептуални модел омогућава процену укупне деградације земљишта узимајући у обзир хемијске и физичке параметре (индекс загађења и индекс еколошког ризика земљишта у односу на потенцијално токсичне елементе, еродибилност и реакцију земљишта), као и тренутни начин коришћења земљишта. Иновативност предложеног модела је управо у одабиру наведених пет фактора, од којих су четири укључена у аналитичко хијерархијски процес (АХП), а који до сада нису на тај начин примењивани. Наведени фактори представљају најважније и најчешће ограничавајуће чиниоце производње на подручју наше земље (Стратегија „Сл. гласник РС“ 85/2014), а у органској производњи према Правилнику о контроли и сертификацији у органској производњи („Сл. гласник РС“, бр. 48/2011), представљају предмет контроле.

Техничко решење је између осталог примењено у околини Доњег Нерадовца, насељеног места града Враћа, на површини од 425.27 ha. Применом индекса загађења издвојена су подручја изнад МДК (57.06 ha) која због повишених концентрација As и Ni захтевају додатна теренска и лабораторијска истраживања (узорковање земљишта у гушћој мрежи и анализу биљног материјала). На осталом делу истраживаног подручја која је испод МДК (368.21 ha) урађена је детаљнија геостатистичка обрада података применом АХП методе над преостала четири параметра (индекс еколошког индекса, еродибилност земљишта, реакција земљишта, и начин коришћења

земљишта), и добијене вредности укупне деградације земљишта (од 1.00 до 1.60) сврставају подручје у слабо деградирано (категорија 1), и као такво погодно за органску производњу.

Модел је развијан за потребе чланова Националног удружења за развој органске производње „Србија органика”: органске произвођаче и овлашћене контролне организације за контролу и сертификацију органске производње. Нова метода има упориште у Закону о органској производњи и пратећем Правилнику, па представља добар алат који се користи за вредновање у процесу контроле и сертификације органске производње (SRPS EN ISO/IEC 17065:2016), али и као смернице произвођачима за испуњење критеријума овог стандарда везаних за земљиште. Предложено ново техничко решење на националном нивоу „Концептуални модел процене укупне деградације земљишта“ у складу је са Стратегијом пољопривреде и руралног развоја Републике Србије за период 2014-2024. године („Сл. гласник РС“, бр. 85/2014), па може да има и ширу примену за потребе Државне управе, локалних самоуправа и привредних субјеката, код доношења стратешких докумената и одлука везаних за коришћење пољопривредног земљишта.

КОНЦЕПТУАЛНИ МОДЕЛ ПРОЦЕНЕ УКУПНЕ ДЕГРАДАЦИЈЕ ЗЕМЉИШТА

Област на коју се техничко решење односи

Техничко решење припада области биотехничких наука, научна дисциплина: ратарство и повртарство, ужа научна дисциплина педологија, физика, хемија и биологија земљишта, сегмент: органска производња.

Проблем који се техничким решењем решава

Органска производња се као целовит систем управљања производњом хране, базира на еколошкој пракси, високом степену биодиверзитета и очувању природних ресурса (Угреновић и сар., 2012). Уредба Савета (ЕЗ) бр. 834/2007. од 28. јуна 2007. нарочито истиче рационално коришћење: земљишта, вода, органске материје, применом поступака који нису за њих штетни. Тако органска биљна производња треба да допринесе одржавању и повећању природне плодности земљишта, као и спречавању његове ерозије (Угреновић и Филиповић, 2017).

Треба истаћи да органска производња подлеже контроли и сертификацији, а Закон о органској производњи („Сл. гласник РС“, бр. 30/2010) и пратећи Правилник („Сл. гласник РС“, бр. 48/2011), дефинише критеријуме које органски произвођач мора да испуни у процесу контроле и сертификације за одржавање плодности земљишта, заштиту од ерозије, присуство тешких метала и очување биодиверзитета. Са друге стране сертификациона тела за органску производњу према стандарду SRPS EN ISO/IEC 17065:2016. морају да пропишу критеријуме за вредновање испуњености свих захтева стандарда.

Посебан проблем приликом вредновања земљишног простора и оцене погодности за органску производњу (и избора одговарајућег начина коришћења) је што се на једној производној парцели може јавити више видова деградације (ерозија, повећавање киселости, повећан садржај тешких метала, заслањивање, и др.). Процеси деградације су често комбиновани и међусобно зависни. У односу на испитивање појединачних процеса, одређивање збирне деградације земљишта даје потпунију слику о производној способности земљишта, изложености деструктивним процесима и погодности за разне начине производње укључујући и органску. Тиме се комплексије сагледава проблематика вредновања земљишног простора.

Имајући у виду све горе наведено, предложени нови модел треба да:

- омогући процену испуњености земљишних услова за увођење органске производње,
- дефинише критеријуме за оцену усаглашености коришћења земљишта са стандардом органске производње,
- олакша вредновање у процесу контроле и сертификације органске производње,
- омогући прибављање доказа о испуњености захтева стандарда у вези са коришћењем земљишта,
- омогући да се оцене мере за побољшање, или наложи искључивање из органске производње.

Стање решености тог проблема у свету

Земљиште је изложено различитим видовима деградације, који могу бити последица природних процеса, а нарочито антропогеног утицаја. Најчешћи видови деградације су: ерозија, збијеност, губитак органске материје, повећавање киселости, повећан садржај тешких метала, заслањивање. На простору Републике Србије 86,4% територије погођено је деградацијом земљишта различитог типа и интензитета (НАП, 2015).

У пракси се користе велики број метода и критеријума за оцену деградације земљишта. Индекс загађења се примењује ради издвојања подручја са концентрацијом ПТЕ испод или изнад МДК вредности. Над подручјима која су испод МДК вредности могуће је извршити даљу детаљнију класификацију применом методе Аналитичког хијерархијског процеса - АХП (енгл. *Analytic Hierarchy Process*), која је коришћења у већем броју истраживања у комбинацији са географским информационим системима за изучавање међусобних веза између еродибилности земљишта и других фактора (Banaí, 1993; Schmoldt, 2013; Yalcin, 2008; Komac, 2006; Nekhay et al., 2009; Tamene et al., 2017; Вулевић и Драговић, 2017). Предложеним новим моделом фактори: индекс еколошког ризика земљишта у односу на потенцијално токсичне елементе, еродибилност, реакцију земљишта, и начин коришћења истовремено су категорисани у оквиру АХП методе, за потребе процене укупне деградације земљишта. Предност методе је што омогућава комбинацију већег броја фактора и реалније сагледавање њиховог заједничког утицаја на испитиваном подручју. Избор појединачних фактора на којима се базира модел је извршен према критеријумима које произвођач, посебно онај у органској производњи, мора да испуни у процесу контроле и сертификације

органске произвође. Овај модел до сада није примењиван у Републици Србији, а није познато да је коришћен ни у свету изван земље. У том смислу исти или слични модели нису коришћени у процесу контроле и сертификације органске производње, или за потребе органских произвођача.

Објашњење техничког решења и детаљан опис са карактеристикама (укључујући пратеће илустрације и фотографије)

Суштина техничког решења је у новом приступу проучавања земљишта, који овај ресурс сагледава у ширем контексту. Иновативност предложеног модела је у томе што даје процену укупне деградације земљишта, сагледавајући заједно његове хемијске, физичке особине и начин његовог коришћења, посматрајући све то као једну нераскидиву целину. Финални резултат је оцена укупног стања земљишта, тако да предложено техничко решење представља добар алат за вредновање у контроли и сертификацији органске производње, а органским произвођачима даје смернице за побољшање да би се испунили потребни критеријуми.

Индекс загађења (Qingjie et al., 2008; Hu et al., 2013; Ogunkunle и Fatoba, 2013) се користи у сврху издвајања подручја чије су концентрације тешких метала изнад максимално дозвољених концентрација, МДК (Правилник („Службени гласник РС”, бр. 23/94)). На осталом делу подручја која је испод МДК вредности се примењује додатна геостатистичка обрада података применом АХП метода, математичке методе за одређивање важности фактора који су у међусобној вези у оквиру хијерархијске структуре (Saaty, 1980). Иновативност предложеног модела је у одабиру четири фактора који су укључени у АХП анализу:

- Индекс еколошког ризика; збирно указује на ризик од тешких метала у површинском слоју земљишта (Hakanson, 1980; Qingjie et al., 2008; Hu et al., 2013; Ogunkunle и Fatoba, 2013).
- Еродибилност земљишта; представља осетљивост земљишта према ерозионим агенсима (Lal, 2001). Земљишта се разликују у отпорности на ерозионе процесе, што је функција низа особина земљишта као што су текстура, структура, (пропустљивост) влажност земљишта, садржај органске материје и друго (Перовић, 2015).
- рН вредност земљишног раствора; утиче на успевање биљака, индиректно је у вези са еродибилношћу земљишта, пошто ацидификација земљишта за последицу има нарушавање

структуре земљишта (Jancauskas et Fullen, 2009), односно са растворљивошћу и капацитетом адсорпције елемената, као и са садржајем и квалитетом фракције глине и органске материје, што је многим студијама раније објашњено.

- Начин коришћења земљишта; препознат је као индикатор који значајано утиче на ерозију земљишта (Ursic и Dendy, 1965; Wolman, 1967; Hooke, 2000).

Наведени фактори представљају најважније и најчешће ограничавајуће чиниоце производње на подручју наше земље (Стратегија „Сл. гласник РС“, бр. 85/2014), а у органској производњи према Правилнику о контроли и сертификацији у органској производњи („Сл. гласник РС“, бр. 48/2011), представљају предмет контроле. Тиме је разрађен концептуални модел за оцену процене укупне деградације земљишта. Вредности наведених фактора су претворене у класе, чиме је омогућена њихова примена у оквиру модела.

Детаљан опис поступка рада (методе лабораторијских анализа и геостатистичке методе) Примена техничког решења захтева теренске и лабораторијска истраживања, као и обраду података приликом одређивања индекса загађења и индекса еколошког ризика, еродибилности земљишта и рН вредности, док за одређивање начина коришћења земљишта, у односу на број обрађиваних узорака, потребно је извршити или теренске радове или обраду података. Уколико се приликом процене користи десет или више узорака земљишта корисник примењује геостатистичку интерполације података *Inverse distance weighting* (IDW) методом.

а) Индекс загађења

Лабораторијским анализама се одређују укупне форме најважнијих тешких метала: As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn и Hg (методом екстракције са HNO₃ и H₂O₂ и мерењем на AAS или ICP). Добијени резултати се користе за одређивање индекса загађења, као и за одређивања индекса еколошког ризика.

Индекс загађења (енгл. Pollution index - PI) представља степен загађења према граничним вредностима у законској регулативи (Qingjie et al., 2008; Hu et al., 2013; Ogunkunle и Fatoba, 2013):

$$PI = \frac{Ci}{Si}$$

PI параметри представљају следеће вредности:

- C_i - измерена концентрација метала у узорку земљишта,
- S_i - референтна гранична вредност метала („Сл. гласник РС“, бр. 23/1994).

Модел користи вредности максимално дозвољене концентрације елемената (МДК) из наше законске регулативе (Правилник о дозвољеним количинама опасних и штетних материја у земљишту и води за наводњавање и методама њиховог испитивања („Сл. гласник РС“, бр. 23/1994)): As до 25 mg/kg, Cd до 3 mg/kg, Cr до 100 mg/kg, Cu до 100 mg/kg, Ni до 50 mg/kg, Pb до 100 mg/kg, Zn до 300 mg/kg, и Hg до 2 mg/kg.

Индекс загађења је потребно применити само ако лабораторијски резултати прелазе МДК за одређене тешке метале, тада је потребно на подручјима која имају вредности $PI > 1$ урадити додатна теренска и лабораторијска истраживања (узорковање земљишта у гушћој мрежи у случајевима ако један композитни узорак покрива површину већу од 5 ha, као и анализу биљног материјала).

б) Индекс еколошког ризика

Индекс еколошког ризика (енгл. Ecological risk index - E_i) представља однос садржаја појединачног елемента и његовог природног фона, при чему се укључује и токсичност датог елемента, која је дефинисана фактором токсичности, T_i (Hakanson, 1980; Luo и сар., 2007; Qingjie и сар., 2008; Ну и сар., 2013; Ogunkunle и Fatoba, 2013). Индекс еколошког ризика одређује се на основу формуле:

$$E_i = T_i \frac{C_i}{B_i}$$

E_i параметри престављају следеће вредности:

- T_i - фактор токсичности за i метал (Hg -40, Cd-30, As-10, Ni-5, Cu-5, Pb-5, Cr-2, and Zn-1)
- C_i - измерена концентрација тешког метала у узорку земљишта,
- B_i - background концентрација тешког метала.

Background концентрације потенцијално токсичних елемената (геохемијске границе, границе природног фона) дефинисане су као разлика између природне и антропогене концентрације елемента. У овом техничком решењу су коришћене background вредности тешких метала (mg/kg) које се односе на територију источне Србије (пројекат: Природни фон, 2018, 2019, <https://www.ekologija.gov.rs/dokumenti/>):

- Западна Србија: As (14,69), Cd (1,29), Cr (96,73), Cu (31,3), Ni (80,85), Pb (63,88), Zn (79,84), и Hg (0,193).
- Источна Србија: As (17,78), Cd (0,55), Cr (58,19), Cu (30,88), Ni (46,68), Pb (26,91), Zn (89,88), и Hg (0,17).

Класификација вредности индекса еколошког ризика је представљена у оквиру табеле бр.1 (Luo и сар., 2007).

в) Еродибилност земљишта

Приликом одређивања еродибилности земљишта неопходно је извршити следеће лабораторијске анализе: механички састав земљишта (пипет методом, са припремом узорка Е варијантом пирофосфатне методе) и садржај органске материје (методом Kotzman-a).

Термин еродибилност земљишта се јасно суштински разликује од термина ерозија земљишта. Овај термин указује на значај особина земљишта у спречавању, односно, повећавању ерозионих процеса. Обично земљиште бива мање еродирано са смањењем садржаја фракције праха у земљишту, без обзира повећава ли се садржај глине или песка. Други битан индикатор еродибилности је садржај органске материје у земљишту. Земљишта са већим садржајем органске материје су мање подложна ерозији у истој констелацији осталих ерозионих фактора, у поређењу са земљиштима са мањим садржајем органске материје. Такође, величина структурних агрегата, хидрауличка проводљивост земљишта, и садржај скелета, су остала три фактора која уз текстуру и садржај хумуса, утичу на еродибилност неког земљишта. Еродибилност земљишта (К фактор) се израчуната применом формуле Wischmeier и Smit (1978):

$$K = (2.1 \cdot 10^{-7} \cdot M^{1.14} \cdot (12 - OM) + 4.3 \cdot 10^{-3} \cdot (s - 2) + 3.3 \cdot (p - 3)) \cdot 0.1317$$

Наведени параметри у оквиру формуле представљају следеће:

- M - величина земљишних честица,
- OM - органска материја,
- s - структура земљишта,
- p - пропустљивост земљишта, и
- 0,1317 – представља вредност за конверзију у SI јединицу.

Добијене растерске вредности K фактора су подељене са 0,1317 да би се прилагодили USDA класификацији (1983), табела број 2.

г) Реакција земљишта

Супституциона киселост - pH у nKCl се у лабораторији одређује електрометријском методом. Реакција земљишта има велики утицај на особине и процесе у земљишту. Јако кисела реакција неповољно делује на успевање и исхрану биљака, утиче на повећање растворљивости већине тешких метала и мању способност земљишта за адсорпцију катјона, на лошу структуру, па тиме и на лошије водно-ваздушне особине и еродибилност земљишта.

Класификација вредности супституционе киселости земљишта је представљена у оквиру табеле бр.3.

д) Начин коришћења земљишта

Одређивање начина коришћења земљишта даљинском детекцијом (Милановић и Љешевић, 2009; Перовић и сар., 2012; Barsi et al., 2014) врши се на основу сателитских снимака, где се у првом кораку формира композитни сателитски приказ (RGB), а затим применом методе надзиране класификације издвајају подручја са истим вредностима (начином коришћења) којима се на крају додељују одговарајућа класа. Класификација вредности начина коришћења земљишта је представљена у оквиру табеле бр.4.

Процена укупне деградације земљишта се добија као резултат примене претходно наведених фактора, графикон бр.1. Индексом загађења се издвајају подручја изнад МДК за које су неоподна детаљнија теренска и лабораторијска истраживања. На осталом делу подручја које је испод МДК вредности се врши даља процена применом АХП анализе, при чему се факторима додељују следећи тежински коефицијенти: индекс

еколошког ризика (т.к. - 1), еродибилност земљишта (т.к. - 2), реакција земљишта (т.к. - 3), и начин коришћења земљишта (т.к. - 4). Тежински коефицијенти су одређени на основу ранијих сличних истраживања на светском нивоу (Kachouri и сар., 2015; Farrokhian и Ghosheni, 2016), мада до сада нису извршена истраживања на светском или домаћем нивоу која су користила исте ове параметре употребљене у овом техничком решењу.

Сврставање земљишта у категорије према предложеном моделу омогућава процену испуњености земљишних услова за увођење органске производње, а када је оно у органском статусу олакшава вредновање од стране овлашћене контролне организације у процесу контроле и сертификације. Примена категоризације на тај начин омогућава да се оцене мере за побољшање, или наложе детаљнија теренска и/или лабораторијска истраживања.

Резултати техничког решења

Техничко решење је између осталог примењено у околини Доњег Нерадовца, насељеног места града Врања, на истраживаном подручју површине 425.27 ха. При томе је коришћен део података (10 узорак земљишта) из студијско-истраживачког пројекта (Институт за земљиште, 2018).

Узорци земљишта су узети са дубине од 25 cm. Локације узорковања су приказане у табели бр. 6 и на карти бр. 1. Лабораторијске анализе хемијских особина земљишта, гранулометријског састава, као и садржаја укупних форми опасних и штетних материја у земљишту, су приказане у табелама бр. 7, 8. и 9.

а) Индекс загађења

Вредности изнад МДК детектована су за As (локација бр. 6 - 26.27 mg/kg) и Ni (локација бр. 2 - 52.60 mg/kg и бр. 6 - 53.35 mg/kg), на основу чега су израђене PI карте интерполованих вредности и издвојена подручја $PI > 1$ за As (17.41 ха приказано на карти бр. 2) и Ni (57.06 ха приказано на карти бр. 3). Пошто подручје са високим концентрацијама As се у потпуности преклапа са подручјима са високим концентрацијама Ni, можемо закључити да 57.06 ха, од укупно 425.27 ха, има $PI > 1$ и захтева додатна теренска и лабораторијска истраживања (узорковање земљишта у гушћој мрежи, као и анализу биљног материјала). Треба узети и у обзир да у овом случају повишене вредности тек незнатно одступају од МДК.

На осталом делу истраживаног подручја која је испод МДК вредности, а које износи 368.21 ha, примењена је додатна геостатистичка анализа података АХП методом на основу четири преостала фактора (индекс еколошког ризика, еродибилност земљишта, реакција земљишта, и начин коришћења земљишта).

б) Индекс еколошког ризика

Интерполоване вредности индекса еколошког ризика (енгл. Ecological risk index - Ei) се крећу у распону од 3.93 до 14.55 (карта бр. 4), можемо закључити да преостало истраживано подручје (368.21 ha) има вредности испод < 40, што га сврстава у категорију број 1.

в) Еродибилност земљишта

Интерполоване вредности за К фактор се крећу у распону од 0.02 до 0.05 t ha h ha⁻¹ MJ⁻¹ mm⁻¹ (карта бр. 5), са просечном вредношћу од 0,032 t ha h ha⁻¹ MJ⁻¹ mm⁻¹, што је у рангу са европским вредностима (Panagos et al. 2014).

Класе су приказане на карти бр.6 која указује да од 368.21 ha: 54.76 ha (14.87%) истраживаног подручја припада класи број 1 која карактерише земљиште отпорно на водну ерозију, 251.93 ha (68.42 %) класи бр. 2 која приказује слабу осетљивост на водну ерозију, док 61.52 ha (16.71%) спада у класу бр. 3 која карактерише земљиште средње осетљиво на водну ерозију.

г) Реакција земљишта

Интерполоване вредности рН у KCl се крећу у распону од 4.90 до 7.20, приказано на карти бр. 7.

Класе су приказане на карти бр.8 која указује да од 368.21 ha: 212.03 ha (57.59%) истраживаног подручја припада класи број 1 која указује на слабу деградираност, 150.73 ha (40.94 %) класи бр. 2 која указује на средњу деградираност, док 5.44 ha (1.48%) спада у класу бр. 3 која карактерише значајно деградирана подручја.

д) Начин коришћења земљишта

Начин коришћења земљишта је приказан на карти бр.9, која приказује да од 368.21 ha: 60.85 ha (16.52%) чине шуме (класа 1), 37.07 ha (10.07%) покривају ливаде и пашњаци (категиорија 2), 243.79 ha (66.21%) су њиве (класа 3), док 26.51 ha (7.20%) истраживаног подручја сачињавају урбана и деградирана подручја (класа 4).

Финални резултат представља процену укупне деградације земљишта на истраживаном подручју површине 425.27 ha.

Применом индекса загађења издвојена су подручја изнад МДК са повишеним концентрацијама As и Ni, површине 57.06 ha, која захтевају додатна теренска и лабораторијска истраживања (узорковање земљишта у гушћој мрежи, као и анализу биљног материјала), поготово ако се узме у обзир да повишене вредности тек незнатно одступају од МДК. Над остатком истраживаног подручја које је испод МДК, површине 368.21 ha, урађена је детаљнија геостатистичка обрада података АХП методом над четири преостала фактора (индекс еколошког индекса, еродибилност земљишта, реакција земљишта, и начин коришћења земљишта), и добијене су вредности укупне деградације земљишта од 1.00 до 2.00 (карта бр. 10).

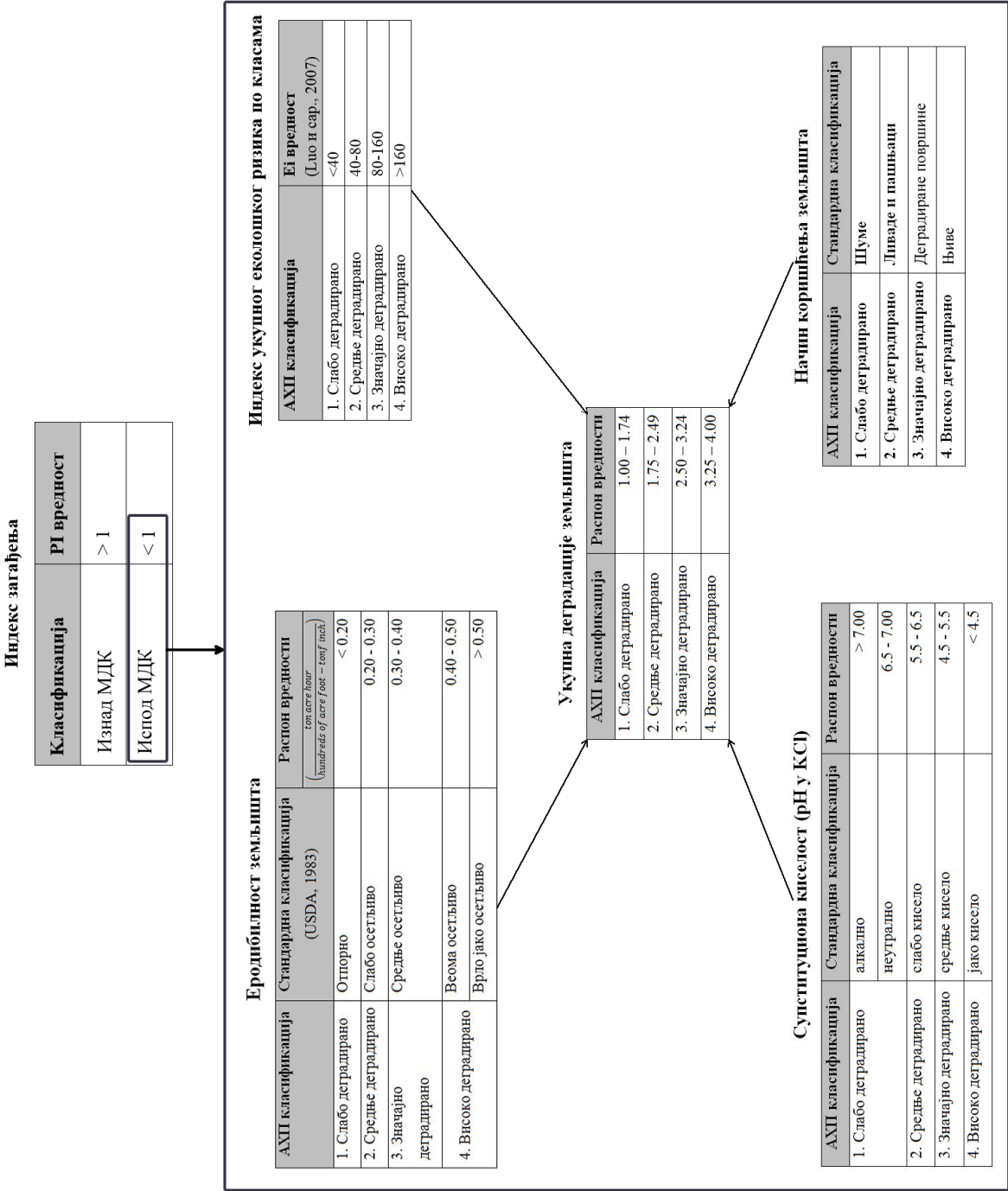
Класирањем добијених вредности укупне деградације (карта бр. 11) указује да од 368.21 ha: 365.65 ha (99.30 %) се сврстава у слабо деградирано подручје (категорија 1) и као такво погодно за органску производњу, док се 2.56 ha (99.30 %) сврстава у средње деградирано подручје (категорија 2) под утицајем високих вредности К фактора које указују на подложност земљишта ерозионим процесима.

Примена техничког решења

Предложена ново техничко решење (метода) омогућава процену укупне деградације земљишта узимајући у обзир хемијске и физичке параметре, као и тренутни начин коришћења земљишта, при чему сваки од параметара представља потенцијални ризик. Модел је развијан за потребе чланова Националног удружења за развој органске производње „Србија органика“: органске произвођаче и овлашћене контролне организације за контролу и сертификацију органске производње. Нова метода има упориште у Закону о органској производњи („Сл. гласник РС“, бр. 30/2010) и пратећем Правилнику („Сл. гласник РС“, бр. 48/2011), па представља добар алат који се користи за вредновање у процесу контроле и сертификације органске производње (SRPS EN ISO/IEC 17065:2016), али и као смернице произвођачима за испуњење критеријума овог стандарда везаних за земљиште.

Предложено ново техничко решење на националном нивоу „Концептуални модел процене укупне деградације земљишта“ у складу је са Стратегијом пољопривреде и руралног развоја Републике Србије за период 2014–2024. године („Сл. гласник РС“, бр. 85/2014), па може да има и ширу примену за потребе Државне управе, локалних самоуправа и привредних субјеката, код доношења сртатешких докумената и одлука везаних за коришћење пољопривредног и шумског земљишта.

Предлог техничког решења приказан графиконима, табелама и тематским картама



Графикон бр. 1. Концептуални модел процене укупне деградације земљишта

Табела бр. 1. Индекс укупног еколошког ризика по класама

АХП класификација	Е _i вредност (Luo и сар., 2007)
1. Слабо деградирано	<40
2. Средње деградирано	40-80
3. Значајно деградирано	80-160
4. Високо деградирано	>160

Табела бр. 2. Еродибилност земљишта по класама

АХП класификација	Стандардна класификација (USDA, 1983)	Распон вредности
		$\left(\frac{\text{ton acre hour}}{\text{hundreds of acre foot - tonf inch}} \right)$
1. Слабо деградирано	Отпорна на водну ерозију	< 0.20
2. Средње деградирано	Слабо осетљива на водну ерозију	0.20 - 0.30
3. Значајно деградирано	Средње осетљива на водну ерозију	0.30 - 0.40
4. Високо деградирано	Веома осетљива на водну ерозију	0.40 - 0.50
	Врло јако осетљива на водну ерозију	> 0.50

Табела бр. 3. Супституциона киселост (pH у KCl) по класама

АХП класификација	Стандардна класификација	Распон вредности
1. Слабо деградирано	алкално	> 7.00
	неутрално	6.5 - 7.00
2. Средње деградирано	слабо кисело	5.5 - 6.5
3. Значајно деградирано	средње кисело	4.5 - 5.5
4. Високо деградирано	јако кисело	< 4.5

Табела бр. 4. Начин коришћења земљишта по класама

АХП класификација	Стандардна класификација
1. Слабо деградирано	Шуме
2. Средње деградирано	Ливаде и пашњаци
3. Значајно деградирано	Њиве
4. Високо деградирано	Урбана и деградирана подручја

Табела бр. 5. Укупна деградација земљишта по класама

АХП класификација	Распон вредности
1. Слабо деградирано	1.00 – 1.74
2. Средње деградирано	1.75 – 2.49
3. Значајно деградирано	2.50 – 3.24
4. Високо деградирано	3.25 – 4.00

Табела бр. 6. Локације узорковања

Редни број	X	Y	Надморска висина
1	571827	4707477	414
2	572856	4707300	392
3	572101	4706657	400
4	571551	4706350	427
5	571355	4706220	422
6	573000	4706040	381
7	572379	4705742	390
8	571821	4705637	390
9	572784	4705521	390
10	571913	4705300	391

Табела бр. 7. Хемијске особине земљишта

Редни број	pH у KCl	pH у H ₂ O	Хумус %	P ₂ O ₅ mg/100g	K ₂ O mg/100g	CaCO ₃ %	Укупни N %
1	5.50	6.80	1.98	34.36	10.01	0.00	0.115
2	6.10	6.80	3.02	2.53	62.78	0.00	0.183
3	7.20	7.95	1.99	43.47	34.82	2.09	0.153
4	6.50	7.20	2.84	4.01	51.96	2.05	0.219
5	4.90	6.65	2.38	1.80	51.90	0.00	0.174
6	6.70	7.70	2.69	10.16	38.55	0.44	0.201
7	6.90	7.90	1.62	5.43	14.98	0.21	0.101
8	6.55	7.50	2.33	3.39	22.31	0.22	0.160
9	7.00	7.80	2.42	7.43	23.32	0.21	0.150
10	7.20	7.95	1.06	12.69	18.67	4.25	0.118

Табела бр. 8. Гранулометријски састав

Редни број	Крупни песак % >0,2mm	Ситан песак % 0,2-0,02mm	Прах % 0,02- 0,002mm	Глина % <0,002mm	Укупан песак % >0,02mm	Прах + глина % <0,02mm	Текстурна класа
1	19.1	36.6	16.7	27.6	55.7	44.3	PG
2	2.8	22.4	11.8	63.0	25.2	74.8	TG
3	36.8	37.0	10.8	15.4	73.8	26.2	PI
4	6.6	21.8	17.5	54.1	28.4	71.6	TG
5	7.3	22.3	17.7	52.7	29.6	70.4	TG
6	0.4	26.2	36.5	36.9	26.6	73.4	LG
7	3.8	20.4	22.9	52.9	24.2	75.8	TG
8	3.6	40.2	27.6	28.6	43.8	56.2	LG
9	2.6	35.8	33.3	28.3	38.4	61.6	GI
10	44.3	39.0	7.3	9.4	83.3	16.7	PI

Табела бр. 9. Садржај укупних форми опасних и штетних материја у земљишту

Редни број	As (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Hg (mg/kg)
1	4.39	0.25	37.40	21.02	30.76	13.00	68.90	0.018
2	9.64	0.31	53.17	25.22	52.60	26.79	77.20	0.040
3	6.86	0.26	33.58	22.30	24.96	8.18	64.80	0.063
4	6.54	0.07	49.43	36.78	47.51	24.08	72.00	0.034
5	5.69	0.29	50.53	24.05	44.57	19.67	68.10	0.003
6	26.27	0.97	63.03	32.90	53.35	85.88	183.80	0.131
7	16.55	0.61	30.98	15.83	30.36	61.98	113.90	0.057
8	20.30	0.94	53.43	27.18	50.00	99.70	173.90	0.077
9	23.77	0.94	52.43	29.10	48.06	87.63	171.00	0.093
10	14.54	0.48	26.30	12.56	22.68	50.03	97.60	0.018

Карта 01 - Локације узорковања



Локације узорковања



Карта 02 - PI - As



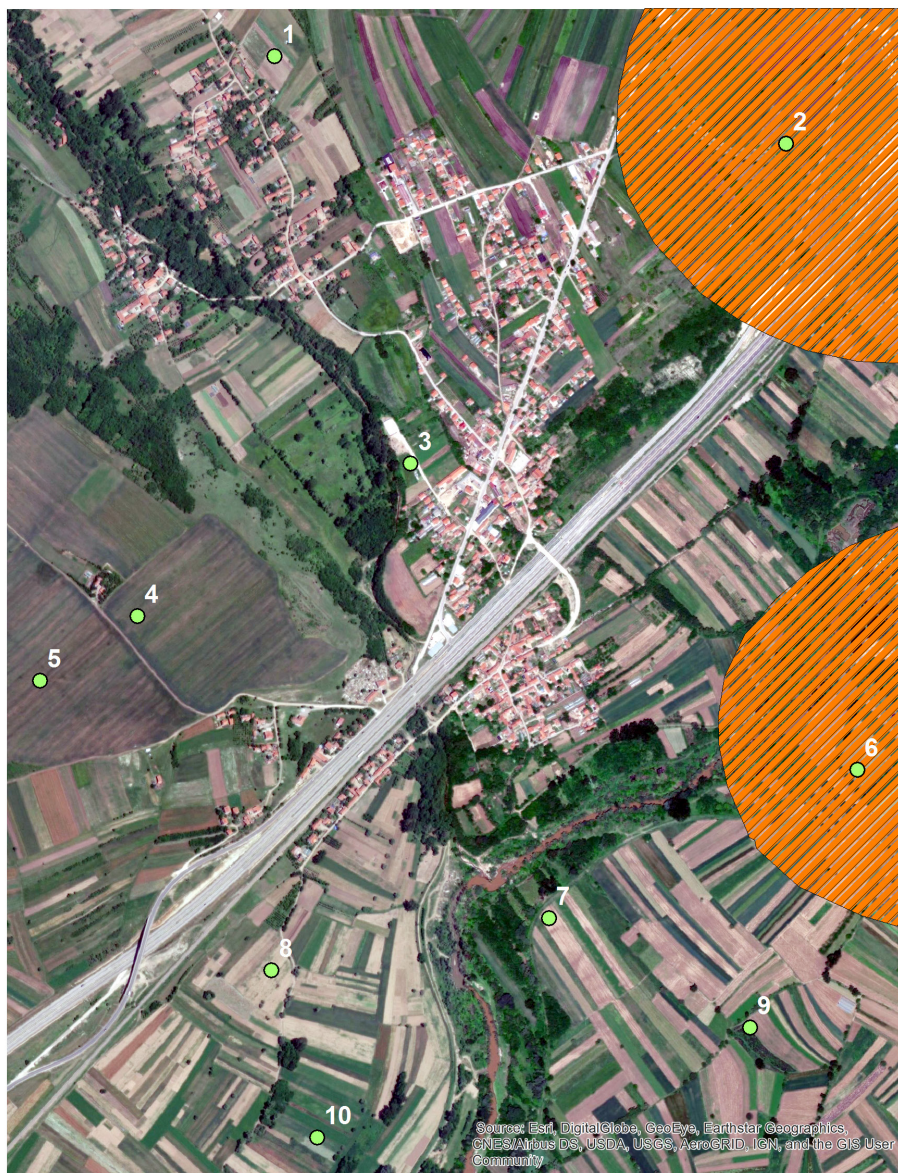
Локације узorkовања



As (PI > 1)



Карта 03 - PI - Ni



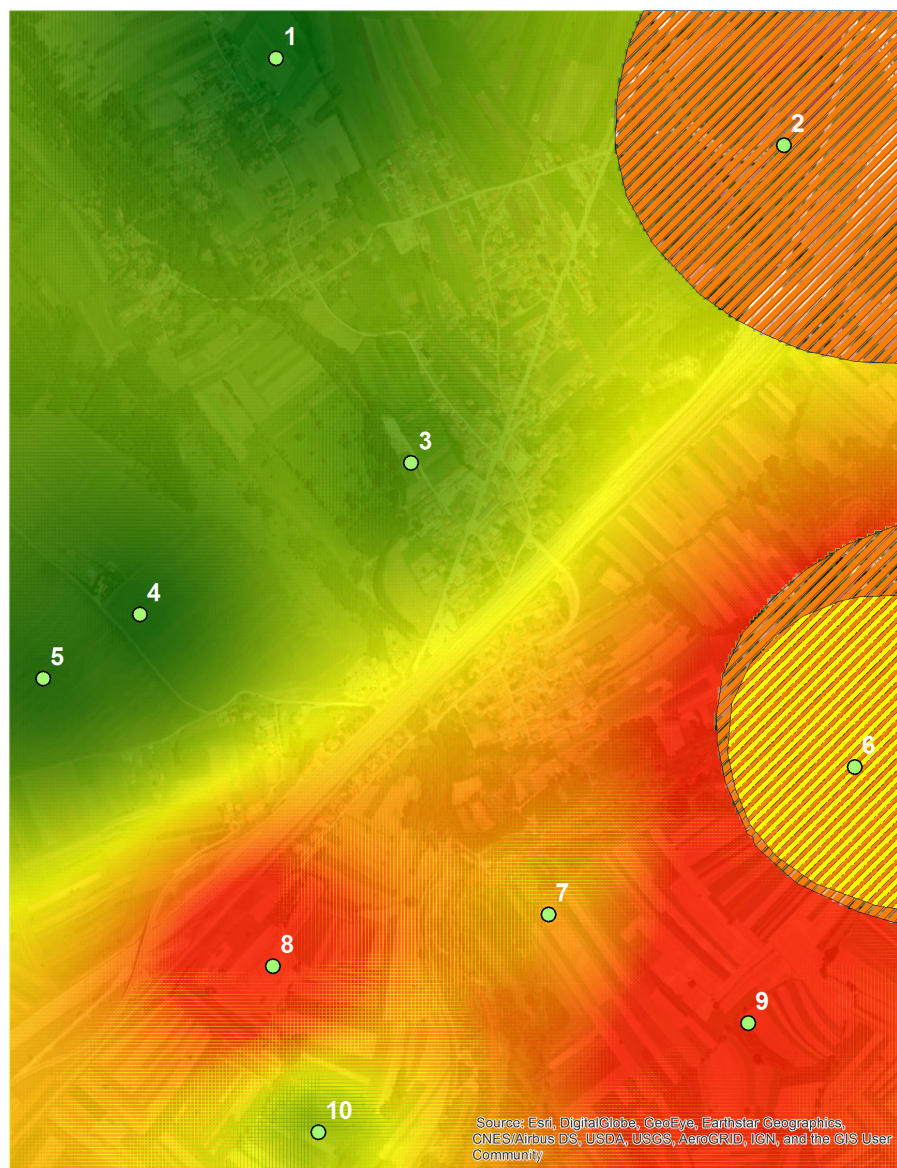
Lokacije uzorkovanja



Ni ($PI > 1$)



Карта 04 - Интерполоване вредности - Индекс еколошког индекса



Локације узorkовања



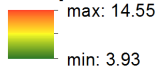
As (PI > 1)



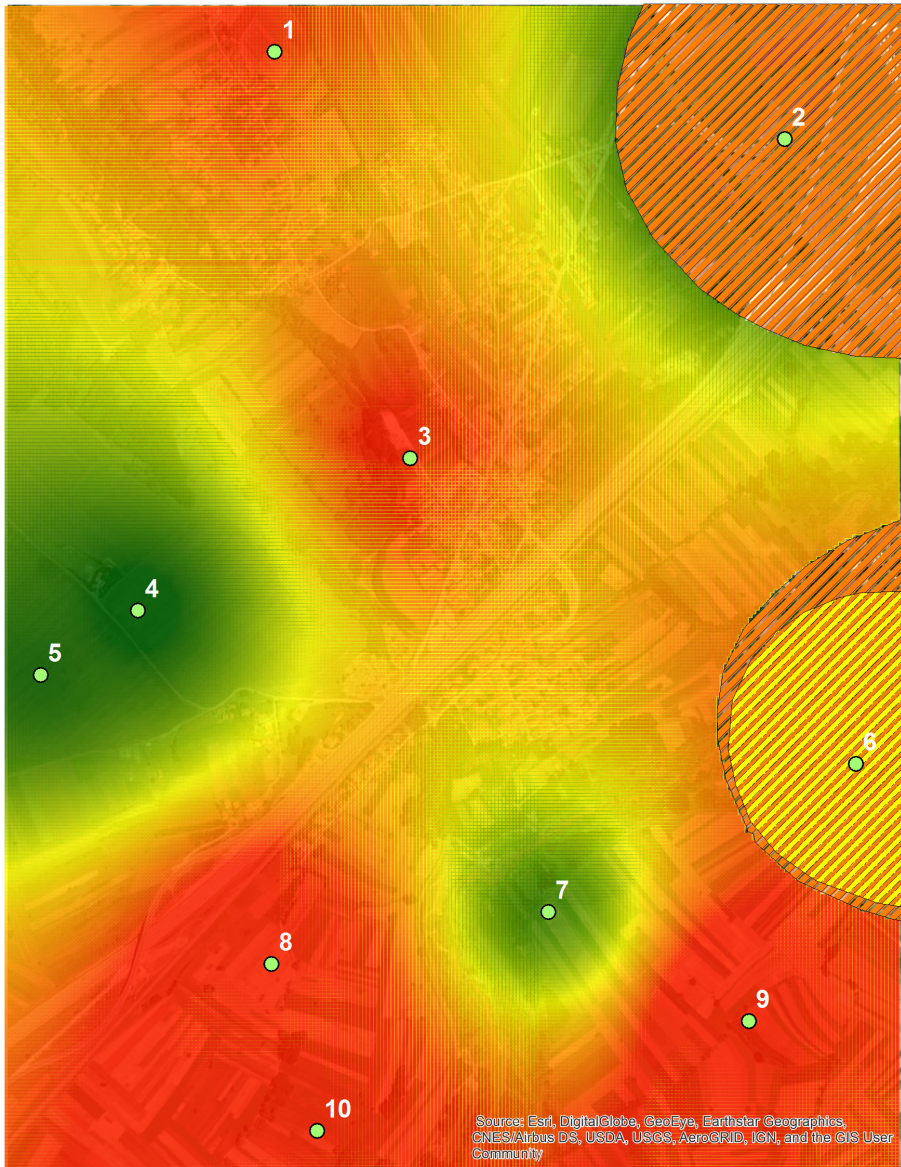
Ni (PI > 1)



Интерполоване вредности - Индекс еколошког индекса



Карта 05 - Интерполоване вредности - K фактор



Lokacije uzorkovanja



As (PI > 1)



Ni (PI > 1)



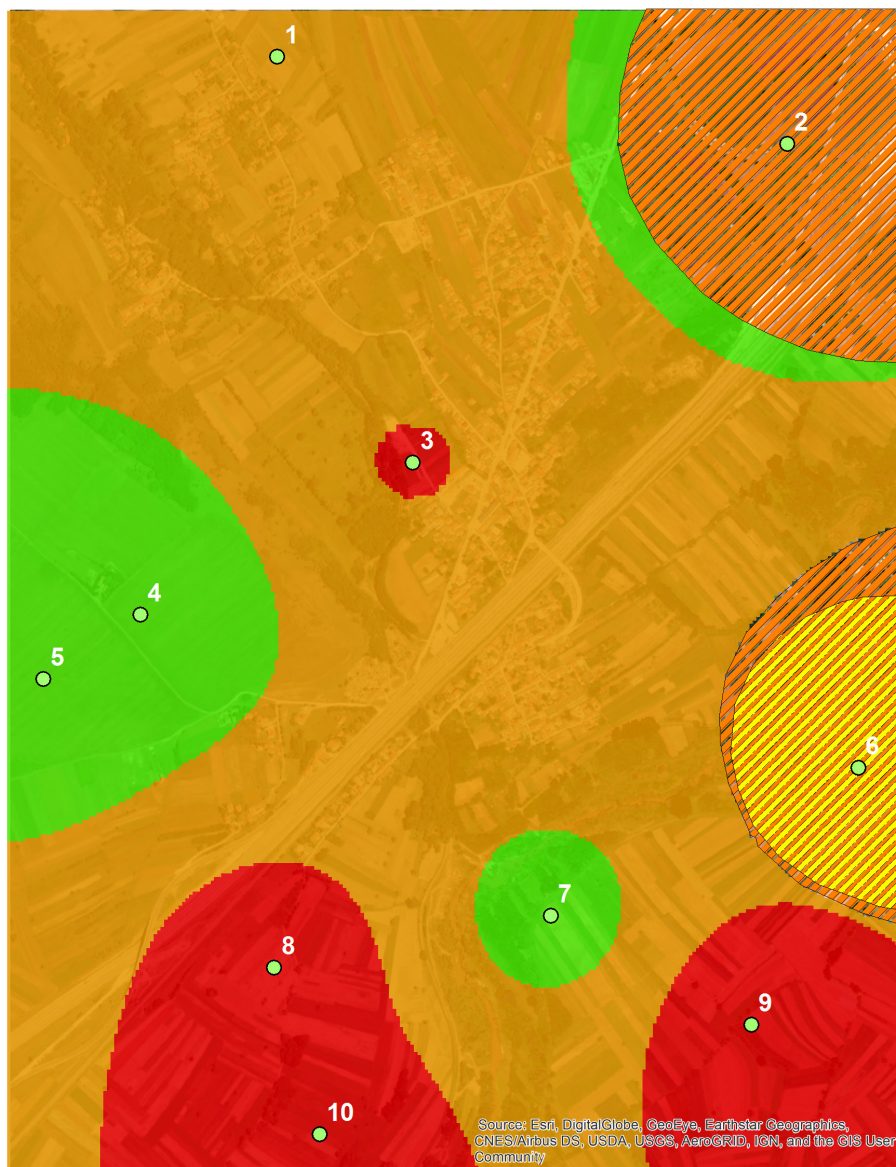
Interpolovane vrednosti - K faktor



max: 0.05

min: 0.02

Карта 06 - Класе - К фактор



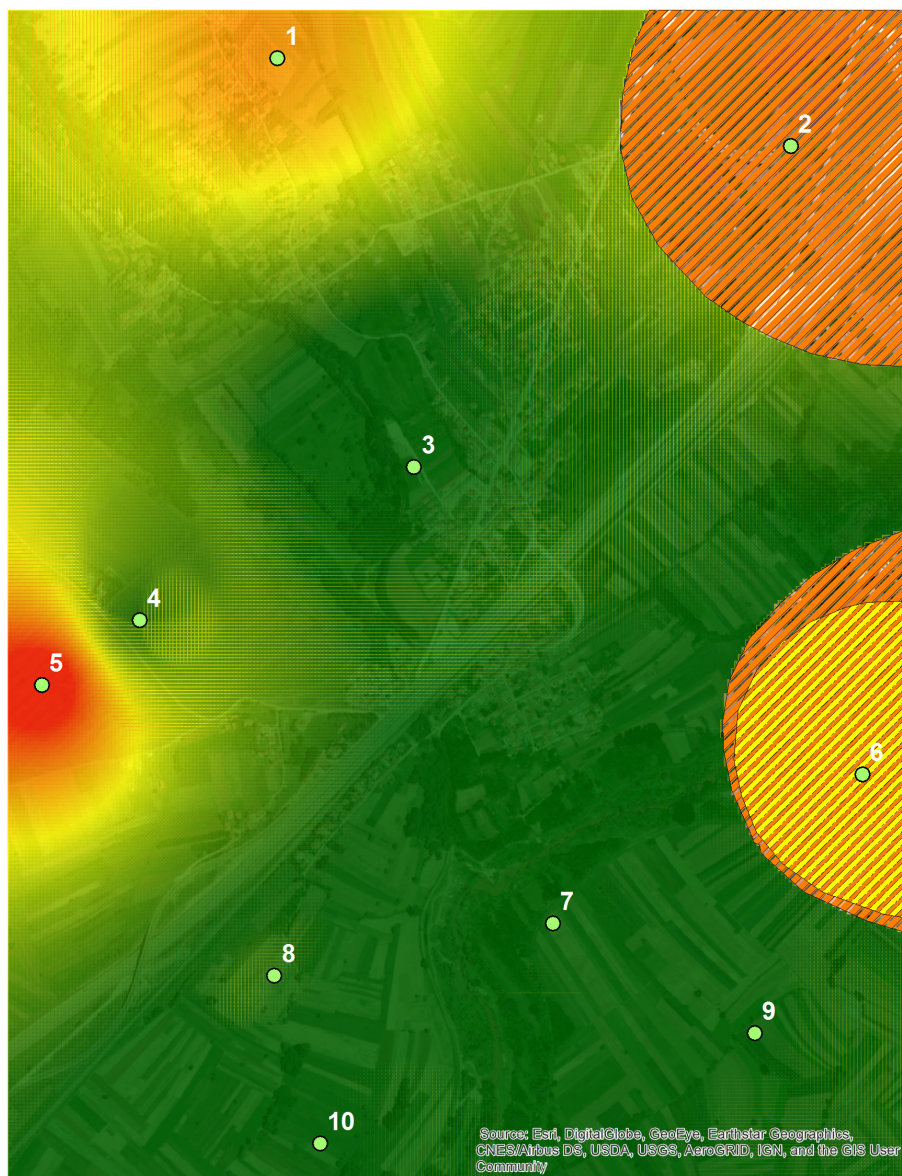
Lokacije uzorkovanja

-  Lokacije uzorkovanja
-  As ($PI > 1$)
-  Ni ($PI > 1$)

Klase - K фактор

-  Klasa 1 (< 0.20)
-  Klasa 2 ($0.20 - 0.30$)
-  Klasa 3 ($0.30 - 0.40$)

Карта 07 - Интерполоване вредности - pH и KCl



Lokacije uzorkovanja



As (PI > 1)



Ni (PI > 1)



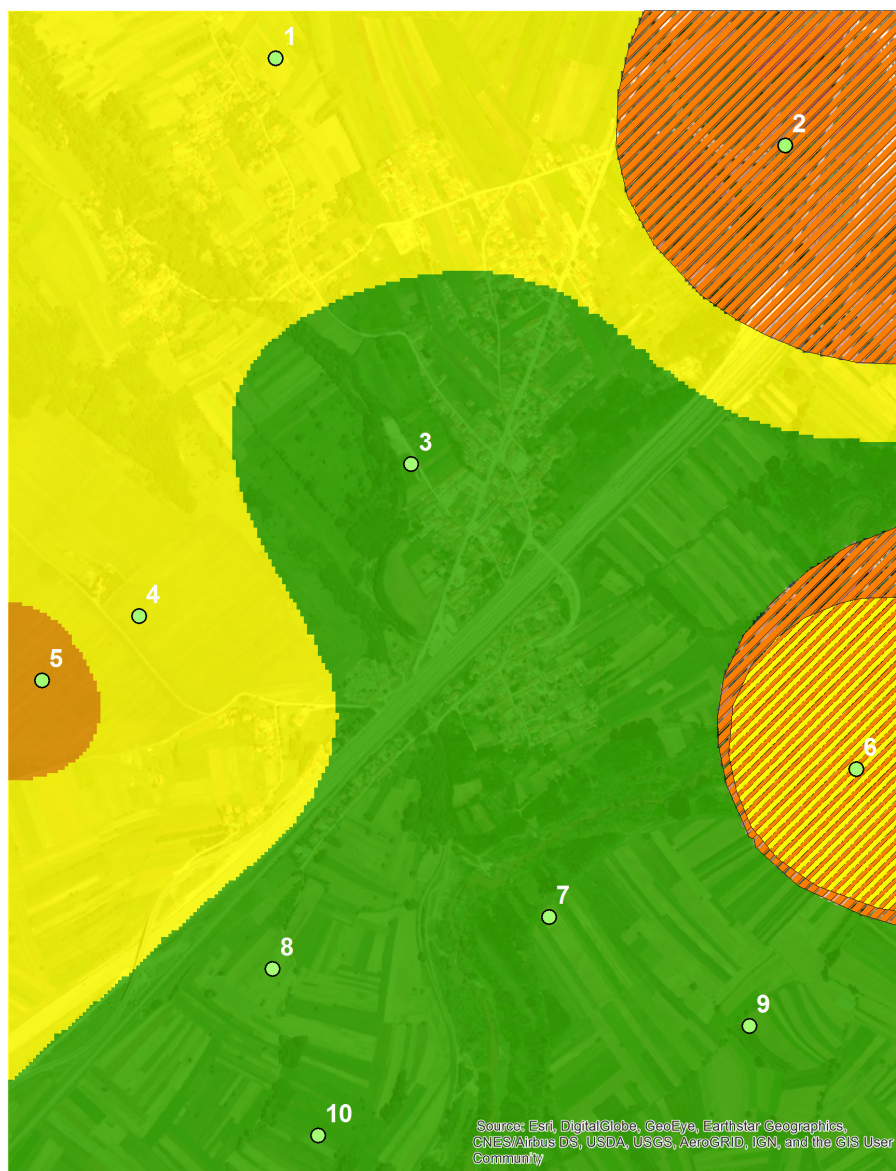
Interpolovane vrednosti - pH u KCl

max: 7.20



min: 4.90

Карта 08 - Класе - pH и KCl



Локације узorkовања



As (PI > 1)



Ni (PI > 1)



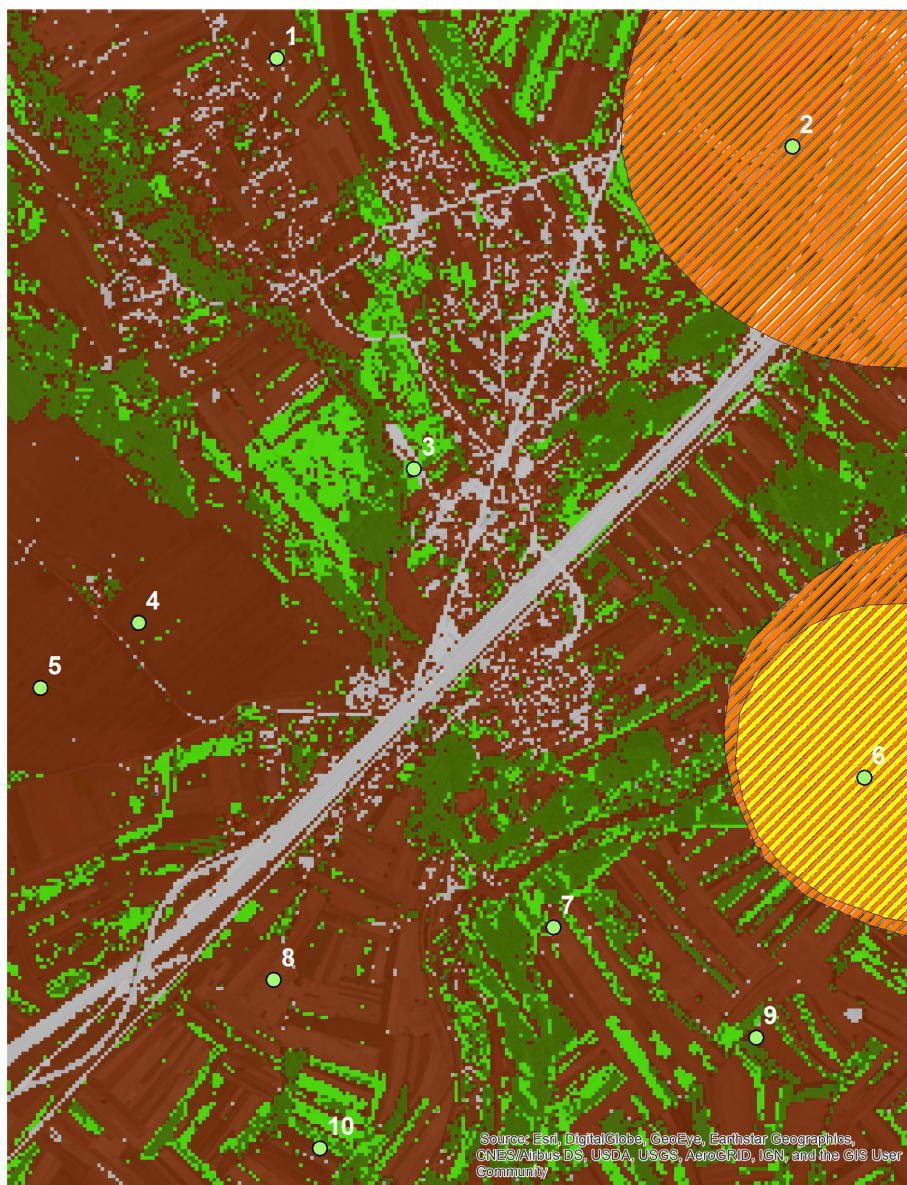
Класе - pH у KCl

Klasa 1 (> 6.5)

Klasa 2 (5.5 - 6.5)

Klasa 3 (4.5 - 5.5)

Карта 09 - Класе - Начин коришћења земљишта



Lokacije uzorkovanja

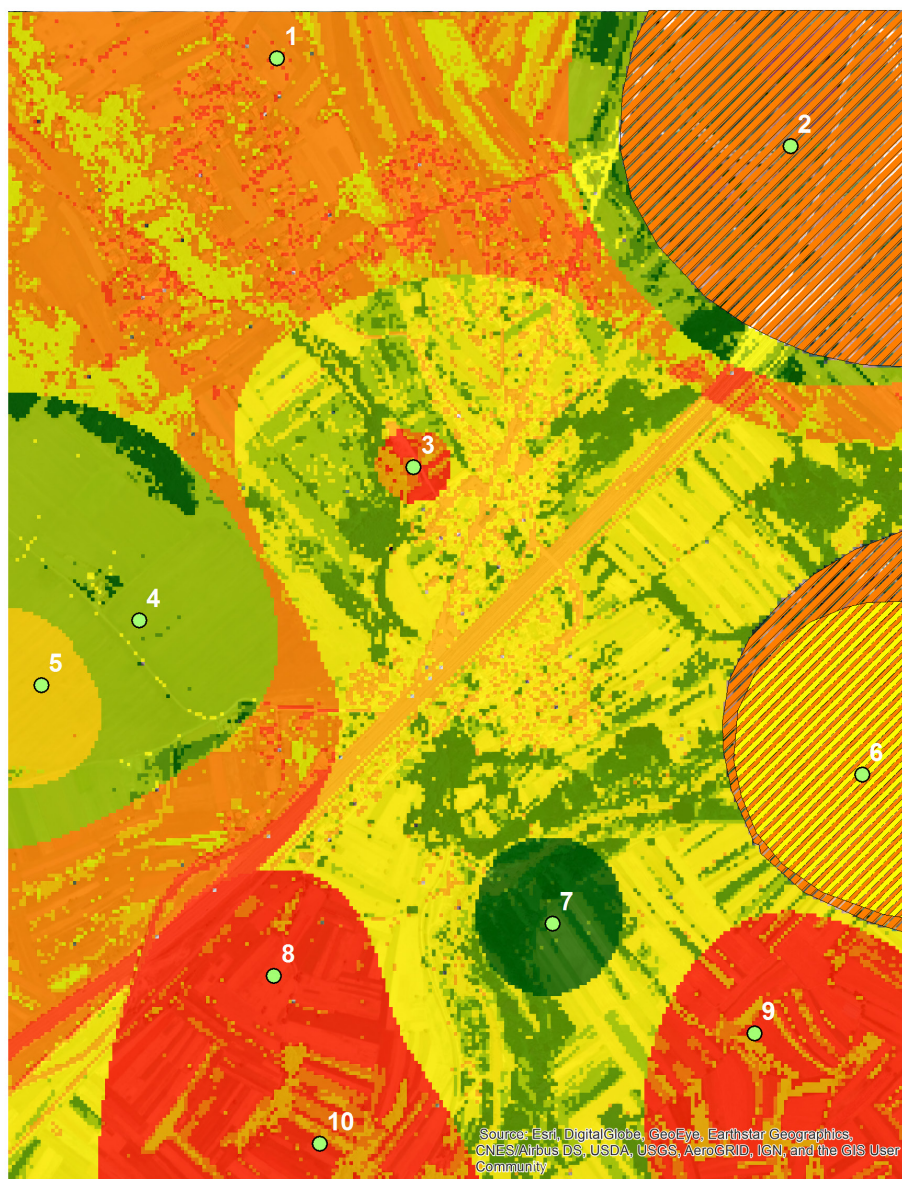
-  Lokacije uzorkovanja
- As (PI > 1)**

- Ni (PI > 1)**


Klase - Način korišćenja zemljišta

-  Klasa 1 (Šuma)
-  Klasa 2 (Livada i pašnjak)
-  Klasa 3 (Njiva)
-  Klasa 4 (Urbana i degradirana područja)

Карта 10 - Укупна деградација земљишта



Lokacije uzorkovanja



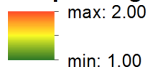
As (PI > 1)



Ni (PI > 1)



Ukupna degradacija zemljišta



Карта 11 - Класе - Укупна деградација земљишта



Lokacije uzorkovanja

-  As ($PI > 1$)
-  Ni ($PI > 1$)
- 

Klase - Ukupna degradacija zemljišta

-  Klasa 1 (Slabo degradirano)
-  Klasa 2 (Srednje degradirano)

ЛИТЕРАТУРА:

- Banai, R. (1993): Fuzziness in geographical information systems: Contributions from the analytic hierarchy process. *International Journal of Geographical Information Science*, 7, 315–329.
- Barsi, J.A., Lee, K., Kvaran, G., Markham, B.L., Pedelty, J.A. (2014): The Spectral Response of the Landsat-8 Operational Land Imager. *Remote Sens.*, 6, 10232–10251. doi:10.3390/rs61010232
- Council Regulation (EC) No 834/2007 of 28 June 2007 on organic production and labelling of organic products and repealing Regulation (EEC) No 2092/91.
- Farrokhan, F., Ghosheni, M. (2016): Applying The Analytical Hierarchy Process To Sand Mining Regarding Environmental Impacts. 2016 International Conference on Clean Water, Air & Soil, 26th–28th August 2016, Beijing, China.
- Hakanson, L. (1980): An Ecological Risk Index for Aquatic Pollution Control: A Sedimentological Approach. *Water Research*, 14: 975–1001.
- Hooke, R.L. (2000): *Geology*. 28:843–846.
- Hu, Y., Liu, X., Bai, J., Shih, K., Zeng, E.Y., Cheng, H. (2013): Assessing heavy metal pollution in the surface soils of a region that had undergone three decades of intense industrialization and urbanization. *Environ Sci Pollut Res*, vol. 20(9), pp. 6150–6155.
- Institut za biološka istraživanja „Siniša Stanković“, Univerzitet u Beogradu (2018): Utvrđivanje prirodnog fona pojedinih štetnih i opasnih materija u zemljištu na teritoriji zapadne Srbije. Finans. Ministarstvo zaštite životne sredine Republike Srbije, pristupačno na: <https://www.ekologija.gov.rs/dokumenti/>.
- Institut za zemljište, Beograd (2018): Sadržaj opasnih i štetnih materija u poljoprivrednom zemljištu i gajenim kulturama u Vranjskoj kotlini. Finans. Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede Republike Srbije.
- Institut za zemljište, Beograd (2019): Utvrđivanje prirodnog fona pojedinih štetnih i opasnih materija u zemljištu na teritoriji istočne Srbije. Finans. Ministarstvo zaštite životne sredine Republike Srbije, pristupačno na: <https://www.ekologija.gov.rs/dokumenti/>.
- Jankauskas, B., Fullen, M. A (2009): Soil degradation by acidification and erosion and the thematic strategy of soil protection in Europe, International Conference 2009, Riga.
- Kachouri, S., Achour, H., Abida, H., Bouaziz, S. (2015): Soil erosion hazard mapping using Analytic Hierarchy Process and logistic regression: a case study of Haffouz watershed, central Tunisia. *Arab J Geosci*, vol. 8, pp. 4257–4268.
- Komac, M. (2006): A landslide susceptibility model using the analytical hierarchy process method and multivariate statistics in peria-Ipine Slovenia. *Geomorphology*, 74(1), 17–28.
- Lal, R. (1997): Degradation and resilience of soils, *Phil. Trans.R.Soc.Lond.B* 352, pp. 997 – 1010.
- Lal, R. (2001): Soil degradation by erosion. *Land Degradation & Development* 12 (6): 519–59.
- Luo, W., Lu, Y., Giesy, J.P., Wang, T., Shi, Y., Wang, G., Xing, Y. (2007): Effects of land use on concentrations of metals in surface soils and ecological risk around Guanting Reservoir, China. *Environmental Geochemistry and Health*, Vol. 29, Issue 6, pp. 459–471.
- Milanović, M., Lješević, M. (2009). Teledetekcione metode istraživanja životne sredine. Beograd: Geografski fakultet, Univerzitet u Beogradu.
- NAP, Nacionalni akcioni plan ublažavanja posledica suše i degradacije zemljišta (2015) Ministarstvo poljoprivrede i zaštite životne sredine Republike Srbije.
- Nekhay, O., Arriaza, M., & Boerboom, L. (2009): Evaluation of soil erosion risk using Analytic Network Process and GIS: A case study from Spanish mountain olive plantations. *Journal of Environmental Management*, 90, 3091–3104.
- Ocenjivanje usaglašenosti - Zahtevi za tela koja sertifikuju proizvode, procese i usluge (SRPS EN ISO/IEC 17065:2016).
- Ogunkunle, C.O., Fatoba, P.O. (2013): Pollution Loads and the Ecological Risk Assessment of Soil Heavy Metals around a Mega Cement Factory in Southwest Nigeria. *Pol. J. Environ. Stud.*, Vol. 22, No. 2, pp. 487–493.
- Panagos, P., Meusburger, K., Ballabio, C., Borrelli, P., Alewell, C. (2014): Soil erodibility in Europe: A high-resolution dataset based on LUCAS. *Science of the Total Environment* 479–480 (2014) 189–200.
- Perović, V. (2015): Procena potencijalne erozije zemljišta primenom USLE i PESERA modela na području sliva akumulacije Prvonek, doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu - Šumarski fakultet, Beograd, 180 str.
- Perovic, V., Djordjevic, A., Zivotic, Lj., Nikolic, N. Kadovic, R, Belanovic Simic, S. (2012): Soil Erosion Modelling in the Complex Terrain of Pirot Municipality. *Carpathian Journal of Earth and Environmental sciences*, (2012), vol. 7, no. 2, pp. 93–100.
- Pravilnik o dozvoljenim količinama opasnih i štetnih materija u zemljištu i vodi za navodnjavanje i metodama njihovog ispitivanja („Službeni glasnik RS“, br. 23/1994).
- Pravilnik o kontroli i sertifikaciji u organskoj proizvodnji i metodama organske proizvodnje. („Službeni glasnik RS“ br. 48/11 i 40/12).

- Qingjie, G., Juna, D., Yunchuanb, X., Qingfeib, W., Liqiangb, Y. (2008): Calculating Pollution Indices by Heavy Metals in Ecological Geochemistry Assessment and a Case Study in Parks of Beijing. *Journal of China University of Geosciences*, Vol. 19, Iss. 3, pp. 230–241.
- Saaty, T.L. (1980): *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*, ISBN 0-07-054371-2, McGraw-Hill.
- Tamene, L., Adimassu, Z., Betemariam, E., Yaekob, T. (2017): Estimating landscape susceptibility to soil erosion using a GIS-based approach in Northern Ethiopia. *International soil and water conservation Research*, volume 5, Issue 3, pp. 221–230.
- Ugrenović V., Filipović, V., Glamočlija, Đ., Subić, J., Kostić, M., Jevđović, R. (2012): Pogodnost korišćenja morača za izolaciju u organskoj proizvodnji. *Ratarstvo i povrtarstvo / Field and Vegetable Crops research*. Novi Sad. 49(1), 126–131.
- Ugrenović, V., Filipović, V. (2017): Cover Crops: Achievement of Sustainability in the Ecological Systems of Agriculture. In: A. Jean-Vasile & D. Nicolò (Eds.) *Sustainable Entrepreneurship and Investments in the Green Economy*, IGI Global, USA, 255–278.
- Ursic, S.J., Dendy, F.E. (1965) in *Proceedings of the Federal Inter-Agency Sedimentation Conference, 1963* (US Department of Agriculture, Washington, DC), pp. 47–52.
- USDA (1983): *Natl. Soil. Surv. Handbook*, Depart. Agr. 430.
- Vulević, T., Dragović, N. (2017): Multi-criteria decision analysis for sub-watersheds ranking via the PROMETHEE method. *International Soil and Water Conservation Research*, Volume 5, Issue 1, pp. 50–55.
- Wischmeier, W.H., Smith, D.D., (1978): *Predicting rainfall erosion loss: A guide to conservation planning*. *Agricultural Handbook No. 537*. US Department of Agriculture. - Agricultural Research Service, Washington, DC.
- Wolman, M.G. (1967): *Geogr Ann.* 49A:385–395.
- Yalcin, A. (2008): GIS-based landslide susceptibility mapping using analytical hierarchy process and bivariate statistics in Ardesen (Turkey): Comparisons of results and confirmations. *Catena*, 72, 1–12.
- Zakon o organskoj proizvodnji („Službeni glasnik RS“ br. 30/2010).



Serbia
organica

НАЦИОНАЛНА АСОЦИЈАЦИЈА
ЗА ОРГАНСКУ ПРОИЗВОДЊУ

