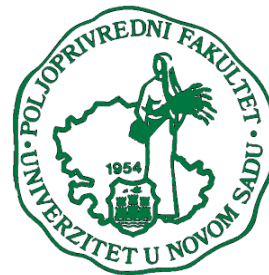




**UNIVERZITET U NOVOM SADU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET**



Milica Vranešević, dip. inž. - master

**BIOTEHNIČKE MERE KAO MOGUĆNOST ZA
POVEĆANJE EFIKASNOSTI SISEMA ZA ODVODNJAVANJE**

- Doktorska disertacija -

Novi Sad, 2015.

**UNIVERZITET U NOVOM SADU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET**

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

Redni broj: RBR	
Identifikacioni broj: IBR	
Tip dokumentacije: TD	Monografska dokumentacija
Tip zapisa: TZ	Tekstualni štampani materijal
Vrsta rada (dipl., mag., dokt.): VR	Doktorska disertacija
Ime i prezime autora: AU	Milica Vranešević, dipl. inž. – master
Mentor (titula, ime, prezime, zvanje): MN	dr Srđan Kolaković, redovni profesor
Naslov rada: NR	Biotehničke mere kao mogućnost za povećanje efikasnosti sistema za odvodnjavanje
Jezik publikacije: JP	Srpski
Jezik izvoda: JI	Srpski / Engleski
Zemlja publikovanja: ZP	Republika Srbija
Uže geografsko područje: UGP	AP Vojvodina
Godina: GO	2015.
Izdavač: IZ	autorski reprint
Mesto i adresa: MA	21000 Novi Sad, Poljoprivredni fakultet, Trg D. Obradovića 8.
Fizički opis rada: FO	10 poglavlja / 179 strana / 29 tabela / 48 slika / 193 navoda literature / 3 priloga
Naučna oblast: NO	Biotehničke nauke
Naučna disciplina: ND	Uređenje, zaštita i korišćenje voda

Predmetna odrednica, ključne reči: PO	Uređenje, zaštita i korišćenje voda; melioracije; biotehničke mere; sistemi za odvodnjavanje; efikasnost odvodnjavanja; geografski informacioni sistem, pogodnost lokaliteta
UDK	628.2.631(043.3)
Čuva se: ČU	Biblioteka poljoprivrednog fakulteta Novi Sad
Važna napomena: VN	Nema
Izvod: IZ Pojave ekstremnih padavina dovode do stvaranja viška vode koji utiče na odvijanje stabilne poljoprivredne proizvodnje, ali i na životnu sredinu, ekonomiju i društvo u celini. Uvođenjem biotehničkih mera u melioracionu praksu, kao dopunske mere na sistemima za odvodnjavanje, posledice prevlaživanja zemljišta mogle bi biti značajno umanjene. Sagledavanjem vremenske i prostorne pojave viška vode na sistemima za odvodnjavanje primena biotehničkih mera može služiti, pored primarnog cilja, za postizanje povećanja efikasnosti sistema za odvodnjavanje, stabilizaciju obala, poboljšanje kvaliteta vode u vodotocima, zatim za ostvarivanje optimalne šumovitosti, povećanje i stabilizaciju prinosa poljoprivrednih kultura, kao i povećanje biodiverziteta. U radu primenjena je metodologija na osnovu koje je prikazano kako biotehničke mere mogu povećati efikasnost sistema za odvodnjavanje kroz smanjenje vremena potrebnog za evakuaciju sakupljenih i dovedenih viškova vode. Postupak određivanja povećanja efikasnosti podrazumeva odeđene korake. Prvi korak zasniva se na određivanju ključnih kriterijuma koji utiču na odabir lokaliteta za primenu biotehničkih mera. Da bi se dobili pouzdani i realni podaci potrebno je isključivanje subjektivnih ocena. To je postignuto primenom entropije odnosno objektivne metode za određivanje težinskih koeficijenata na osnovu kojih su kriterijumi za odabir pogodnosti lokaliteta izračunati. Sledeći korak podrazumeva određivanje vremena odvodnjavanja na osnovu merodavnih viškova vode koji se formiraju na sistemima pri različitim povratnim periodima. Poslednji korak odnosi se pre svega na zasnivanje biotehničkih mera na osnovu kojih se stvaraju uslovi za povećanje efikasnosti sistema za odvodnjavanje. Rezultati pogodnosti lokaliteta za primenu biotehničkih mera, vreme odvodnjavanja, kao i povećanje efikasnosti svih sistema za odvodnjavanje na teritoriji Vojvodine, izraženo kroz smanjenje potrebnog vremena odvodnjavanja, prikazani su korišćenjem geografsko informacionog sistema u vidu karata. Primenom biotehničkih mera sprovodi multidisciplinarn pristup koji teži da zadovolji zainteresovane strane koje su u teoriji komplementarne, ali u realnosti obično u konfliktu. Donošenje odluka gde, kakve i koji obim ovih mera primeniti trebalo bi da bude, od globalnog do lokalnog pristupa, što stručnije bez ili sa minimalnim uticajem subjektivnih ocena, kao i sveobuhvatno i objektivno sagledavanje konkretnih i specifičnih problema koji vladaju na svakom sistemu za odvodnjavanje. Iako imaju mane, prednost uvođenja ovih mera ogleda se kroz jednostavnost primene u praksi u okvirima postojeće zakonske regulative, a na osnovu načela integralnosti, prevencije i predostrožnosti, očuvanja prirodnih resursa, održivog razvoja i primene podsticajnih mera.	
Datum prihvatanja teme od strane Senata: DP	17.01.2013.
Datum odbrane: DO	

Članovi komisije: KO	dr Sima Belić, redovni profesor n.o. Uređenje, zaštita i korišćenje voda, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, predsednik: dr Srđan Kolaković, redovni profesor, n.o. Hidrotehnika, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, mentor, član: dr Ratko Kadović, redovni profesor n.o. Erozijska i konzervacija zemljišta, Šumarski fakultet, Beograd, član:
---------------------------------	--

**UNIVERSITY OF NOVI SAD
FACULTY OF AGRICULTURE**

KEY WORD DOCUMENTATION

Accession number: ANO	
Identification number: INO	
Document type: DT	Monograph documentation
Type of record: TR	Textual printed material
Contents code: CC	PhD thesis
Author: AU	Milica Vranešević, M.Sc.
Mentor: MN	Srđan Kolaković, PhD, Full Professor
Title: TI	Biotechnical measures as a possibility to increase the efficiency of drainage systems
Language of text: LT	Serbian
Language of abstract: LA	Serbian / English
Country of publication: CP	Republic of Serbia
Locality of publication: LP	AP Vojvodina
Publication year: PY	2015.
Publisher: PU	Author's reprint
Publication place: PP	Novi Sad, Faculty of Agriculture, Trg D. Obradovica 8
Physical description: PD	10 chapters / 179 pages / 29 tables / 48 figures / 193 references/ 3 appendix
Scientific field SF	Biotechnology
Scientific discipline SD	Water Resources Management
Subject, Key words SKW	Water resources management, land reclamation, biotechnical measures, drainage systems, drainage efficiency, geographic

	information system, suitability of localities
UC	628.2.631(043.3)
Holding data: HD	Library of the Faculty of Agriculture of the University of Novi Sad
Note: N	None
Abstract: AB Occasional extreme rainfall leads to the accumulation of excessive amount of water, which affects the course of the stable agricultural production, as well as the environment, economy and the society as a whole. Introducing biotechnical measures into the land reclamation procedure, as an additional measure in drainage systems, could significantly reduce the consequences of waterlogging. By perceiving the temporal and spatial appearance of excessive amount of water in drainage systems, the application of the biotechnical measures could, in addition to its primary goal, help achieve increased efficiency of drainage systems, stabilization of banks, improved water quality in watercourses, but also in achieving optimal density of area under forests, increase and stabilization of the agricultural crops' yield, as well as increased biodiversity. The methodology applied in this paper, based on which it was displayed how biotechnical measures could increase the efficiency of the drainage systems through reduction of the time needed for the evacuation of collected and imported excessive amount of water. Defining the procedure of efficiency increase includes certain steps. The first step is based on defining key criteria that influence the choice of locality for the biotechnical measures application. In order to obtain reliable and accurate data it is necessary to exclude subjective estimations. That is achieved with the application of the Entropy, an objective method for defining weight coefficients based on which the criteria for determining the suitability of the locality are calculated. Next step is defining the drainage time based on design excessive amount of water formed in systems with different return periods. The last step refers primarily on establishing biotechnical measures on the basis of which the conditions are created for increasing drainage systems' efficiency. The results of suitability of the locality for the application of biotechnical measures, the time of drainage, as well the increase the efficiency of all the drainage systems on the territory of Vojvodina, expressed through the reduction of the necessary drainage time, are shown using Geographical Information System in forms of maps. Application of biotechnical measures means implementing a multidisciplinary approach that strives to please interested parties which are complementary in theory, but in reality are usually conflicted. Deciding where, what kind and in which extend to apply these measures, from global to local approach, should be as professional as possible, without or with the minimal influence of subjective estimations, as well as comprehensive and objective overview of specific and particular problems that command over every draining system. Even though they have certain flaws, the advantage of introducing these measures is reflected in simplicity of practical application within the frame of existing legal regulation, and based on the principle of integrity, prevention and precaution, conservation of natural resources, sustainable development and implementation of incentive measures.	
Accepted on Senate on: AS	Janury, 17 th ,2013.
Defended: DE	

Thesis Defend Board: DB	Sima Belić, PhD, Full Professor Scientific Field – Water Management, Faculty of Agriculture, Novi Sad, president: Srđan Kolaković, PhD, Full Professor Scientific Field – Hydrotechnic, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad menthor, member: Ratko Kadović, PhD, Full Professor Scientific Field – Erosion and soil conservation, Faculty of Forestry, Beograd, member:
------------------------------------	--

Sadržaj

1. Uvod	1
2. Pregled literature	3
3. Cilj i svrha istraživanja	32
4. Radna hipoteza	33
5. Materijal i metod rada	34
5.1. Efikasnost odvodnjavanja	34
5.2. Pregled istraživanog područja	37
5.2.1. Reljef i geomorfološke karakteristike	37
5.2.2. Pedološke karakteristike	40
5.2.2.1. Drenažne klase	43
5.2.2.2. Proizvodne osobine zemljišta	44
5.2.3. Način korišćenja zemljišta	46
5.2.3.1. Postojeće šume	48
5.2.4. Hidrografska mreža	49
5.2.5. Sistemi za odvodnjavanje	51
5.2.6. Putna mreža	52
5.2.7. Zaštićena prirodna dobra	53
5.3. Statistička analiza viška vode na sistemima za odvodnjavanje	54
5.4. Prostorna analiza i donošenje odluka	57
5.5.1. Geografsko Informacioni Sistem (GIS)	58
5.5.2. Entropija u GIS-u	61
5.5. Biotehničke mere	64
5.5.1. Određivanje koeficijenta smanjenja dotoka do crpne stanice	66
6. Rezultati rada	68
6.1. Pogodnost lokaliteta za primenu biotehničkih mera	68
6.1.1. Kriterijumi koji određuju pogodnost lokaliteta za primenu biotehničkih mera	69
6.1.2. Objektivno određivanje težinskih koeficijenata kriterijuma	75
6.1.3. Ocena pogodnosti lokaliteta za primenu biotehničkih mera	77
6.2. Dobijanje viškova vode na sistemima za odvodnjavanje	80
6.2.1. Statistička analiza	82
6.3. Određivanje vremena odvodnjavanja	86
6.4. Povećanje efikasnosti sistema za odvodnjavanje	92

7. Diskusija rezultata	105
8. Zaključak	114
9. Literatura	118
10. Prilozi	132

1. UVOD

Melioracije imaju značajnu ulogu, jer omogućavaju zaštitu zemljišta, uređenje vodno-vazdušnog režima zemljišta, korišćenje voda i odbranu od spoljnih i unutrašnjih voda. Značaj odvodnjavanja kao dela melioracija u Vojvodini se ističe, jer je ovo područje pretvoreno, od stalno ili sezonski ugroženog zemljišta viškom vode, u plodno poljoprivredno zemljište. Pored toga što odvodnjavanje podrazumeva pravilno i pravovremeno sakupljanje, odvođenje i evakuaciju suvišnih voda sa područja, teži se da ono obuhvati i višenamensko korišćenje kanalske mreže, multifunkcionalno uređenje zemljišne teritorije, restauraciju kanalske mreže, korišćenje bioloških metoda održavanja kanalske mreže, korišćenje alternativnih izvora energije za pumpanje vode itd. Obuhvatajući nabrojane aktivnosti odvodnjavanje može postati održivo, obezbeđujući približavanje ove tehničke mere poljoprivredi i zaštiti životne sredine bez umanjenja efikasnosti.

Efekti odvodnjavanja u direktnoj su vezi sa kapacitetima (dimenzijama) sistema, planiranim režimom rada evakuacionih organa (crpnih stanica), stanja drugih objekata na sistemu, intenziteta poljoprivredne proizvodnje, uređenja zemljišne teritorije itd. Smatra se da promenom namene zemljišta određenih delova sistema za odvodnjavanje tj. prelazak iz poljoprivrednog u šumsko zemljište, sam sistem za odvodnjavanje može da postane efikasniji. Povećanje efikasnosti sistema za odvodnjavanje moguće je pravilnim i pravovremenim održavanjem kanalske mreže, obraćajući pažnju na izraslu vegetaciju i zamuljenje profila, i korekcijom režima rada evakuacionih organa tako da se postigne kontinualna evakuacija viška vode. Pre navedenih konvencionalnih metoda treba pomenuti i mogućnost povećanja efikasnosti odvodnjavanja kroz uređenje zemljišne teritorije. Primena biotehničkih mera na sistemima za odvodnjavanje predstavljala bi dopunsku meliorativnu meru koja može doprineti povećanju efikasnosti rada sistema za odvodnjavanje.

Primenom biotehničkih mera na sistemima za odvodnjavanje stvorili bi se i drugi pozitivni uticaji. Ove mere bi se sprovodile na sistemima za odvodnjavanje, ali na onim lokalitetima koji bi se dobili detaljnom analizom određenih kriterijuma. Analiza pogodnosti zemljišta u ovom radu sprovedena je primenom geografsko informacionog sistema (GIS). Da bi se mogla primenjivati u praksi, u analizi je potrebno izuzeti subjektivno donošenje odluka, što se primenom objektivnih metoda odlučivanja prevazilazi. Jedna od često korišćenih metoda objektivnog donošenja odluka je Entropija. Ovakva metodologija doprinosi preglednijem i realnijem dobijanju rezultata na osnovu kojih se može pristupiti primeni biotehničkih mera.

Biotehničke mere podrazumevaju širok pojam, ali one u ovom radu obuhvataju primenu biodrenažnih zasada i zasnivanje zaštitnih pojaseva. Primenom ovih mera, pored regulisanja vodno-vazdušnog režima zemljišta, smanjuje se pritisak na crpne stanice koje evakušu određenu količinu vode. Korišćenjem dela viška vode sa niželežućih površina na sistemima za odvodnjavanje, koji su posebno ugroženi, primenjeni zasadi direktno utiču i na povećanje biodiverziteta posmatranog područja. Pored viših prihoda koji se ostvaruju sa ovako uređene parcele u odnosu na neku ratarsku proizvodnju treba istaći da se stvaraju uslovi koji su od značaja za zaštitu životne sredine. Takođe, ističe se i pozitivan uticaj na šumarstvo, jer se ostvaruje veća pošumljenost područja, promena brzine vetra, temperature vazduha, isparavanja, vlažnosti vazduha, razmeštaj snega, vlažnosti zemljišta itd.

Izvršena prostorna analiza Vojvodine za potrebe određivanja pogodnih lokaliteta za primenu biotehničkih mera koristila se za određivanje smanjenje broja dana za odvodnjavanje. Na ovaj način moguće je bolje planiranje režima rada crpnih stanica čime se teži optimizaciji troškova utrošenih za energiju, odnosno efikasnost samog rada sistema za odvodnjavanje se povećava.

2. PREGLED LITERATURE

Prvi melioracioni radovi na području Vojvodine, još u doba Rimske vladavine u II veku pre Hrista, odnosili su se na odvodnjavanje zemljišta u Sremu gde su iskopana dva otvorena kanala koji su u modifikovanoj formi i danas u funkciji (Jaračka i Progarska Jarčina). Međutim, izvođenje radova na odvodnjavanju u širim razmerama počinje u prvoj polovini XVIII veka (Stojšić, 1987). Odvodnjavanje Stojšić (1977) definiše kao meliorativnu meru za regulisanje vodno-vazdušnog režima zemljišta odvođenjem viška vode. Imajući u vidu da je suvišnim vodama ugroženo 80% površina, bez ove mere nije lako realizovati visoke i stabilne prinose. Dragović et al., (2005) ističu da se danas u Vojvodini, za potrebe poljoprivrede, može koristiti oko 2 miliona ha, odnosno oko 92% ukupne teritorije. Tradicija odvodnjavanja u Vojvodini stara je nekoliko stotina godina, što je za posledicu imalo da se na značajnoj površini razvije poljoprivredna proizvodnja. Ovom hidrotehničkom merom bavili su se brojni autori, kako na području Srbije i Vojvodine tako i u svetu, obazirući se na njene različite aspekte, od tehničkih uslova samog projektovanja odnosno dimenzionisanja i izgradnje, uslova eksploatacije odnosno režima rada pa sve do njenog uticaja na okolinu (Belić i Savić, 2005; Kolaković i Trajković, 2006; Pavić, 2012; Oosterbaan, 1994, Van der Molen, 2007; Shaoli et al., 2007). Izgrađenost sistema za odvodnjavanje predstavlja jedan od preduslova za odvijanje stabilne biljne proizvodnje (Škorić, 2002).

Odvodnjavanje kao meliorativna mera koja se sprovodi iziskuje velika ulaganja zaključuju Potkonjak i Škorić (2007), kako u radu tako i u materijalnim sredstvima, i njen efekat mora da se temelji na dobro proučenim hidrološkim, tehničkim i poljoprivredno-ekonomskim osnovama. Analize koje se sprovode da bi se utvrdila ugroženost površina suvišnim vodama trebalo bi da obuhvati klimatske, hidrološke, pedološke, geomorfološke i brojne druge činioce, nakon čega sledi izgradnja sistema za odvodnjavanje koji mora: da odvodi višak vode u optimalnim rokovima na zahtevani nivo podzemne vode; da kapaciteti svih elemenata budu u skladu sa vladajućim hidrološkim uslovima tako da vek eksploatacije bude ekonomski opravdan; i da sa aspekta poljoprivrede sistem bude funkcionalan (pravovremena obrada zemljišta, optimalni rokovi za setvu, zauzimanje najmanje poljoprivredne površine).

Analizom klimatskih, zemljišnih i hidroloških uslova koji vladaju na određenom području određuje se višak vode koji treba da se odvede primenom odvodnjavanja. Višak vode koji se evakuiše predstavlja količinu vode u određenom periodu koja se javlja kao ostatak nakon proračuna vodnog bilansa, a nastaje od efektivnih padavina, površinskog doticaja kao i doticaja od podzemnih voda. Negativna posledica viška vode na poljoprivrednom zemljištu je kompleksna pojava koja se najčešće naziva vodoleža. Belić i Zdravić (2004) ističu da je ova

pojava uslovljena geološkim, hidropedološkim, hidrološkim, agrobiološkim i tehničkim faktorima. Zdravić et al. (2002) ukazuje da se višak vode obično sakuplja u nižim delovima sistema ili mikrodepresijama na najnižim geomorfološkim jedinicama stvarajući prevlažena područja odnosno vodoleže.

Prema dugogodišnjem praktičnom iskustvu i opsežnom naučnom radu u oblasti odvodnjavanja Belić et al. (1995) zaključuju da se za dimenzionisanje elemenata sistema za odvodnjavanje kao merodavna vrednost koristi višak vode formiran u zimskom periodu. Treba istaći da se višak vode iz zimskog perioda ne mora poklapati sa maksimalnom količinom vode koja može da se javi na sistemu. Višak koji se obično formira od padavina velikog intenziteta u vegetacionom periodu se ne koristi za dimenzionisanje sistema, jer u vegetacionoj sezoni u nadizdanskoj zoni postoji prostor za prijem značajnih količina vode, nasuprot zimskog perioda kada je zemljište zasićeno vodom i nivo prve izdani visok. Primer stvaranja velikog viška vode u vegetacionoj sezoni javlja se u Banatu, gde je zemljište sa većim sadržajem gline, i pri ekstremnim količinama padavina javlja se problem spore infiltracije vode, a samim tim i efikasnog odvođenja viška vode.

Određivanje merodavne količine vode koja se odvodnjava vrši se bilansiranjem vode posmatranog područja (Prohaska et al., 2007). Rajić i Rajić (2004) ukazuju da se obično se koristi najjednostavniji oblik jednačine vodnog bilansa u kojoj su komponente prihoda padavine, a rashoda evapotranspiracija. Bilansiranje bi trebalo da se vrši za svaku godinu za koju postoje podaci, a broj godina ne bi trebao biti manji od 30. Imajući u vidu složenost problema određivanja evapotranspiracije, jer postoji mnogo metoda za njeno računanje (Turc, Thornthwaite, Penman, Alpatjev, itd.), jedan od faktora koji utiče na odabir metoda jeste raspoloživost merenih podataka neophodnih za primenu izabranog metoda ističu Škorić et al. (1995).

Često prisutna koincidencija velikih voda, odnosno visokih vodostaja recipijenta i viška vode na poljoprivrednom zemljištu, uslovlili su početak gradnje sistema za odvodnjavanje, a samim tim i crpnih stanica krajem XIX veka. Prema podacima koje navode Belić i Savić (2005) na teritoriji Vojvodine one počinju da se grade u poslednjoj deceniji XIX veka. Crpne stanice predstavljaju istoriju vodoprivrede, melioracija i poljoprivrede Vojvodine. Ovi objekti su omogućili, zajedno sa ostalim objektima na sistemima za odvodnjavanje, da nekada močvarno zemljište, stalno ili povremeno ugroženo viškovima vode, postane plodno poljoprivredno, obradivo zemljište. Belić i Savić (2004) ukazuju na jedno od veoma aktuelnih i važnih pitanja, da li ovakav pristup koji podrazumeva osvajanje i održavanje zemljišta za poljoprivrednu proizvodnju, treba da bude i dalje osnovna težnja i jedini cilj melioracionih radova. Belić i Gostović (1991), Masilamani et al. (2003), Dash et al. (2005) kao i Delić et al. (2011) ukazuju da

noviji principi sve više uključuju ekološke aspekte i potrebu za izmenom ovog osnovnog, klasičnog pristupa, u pravcu povećanja biodiverziteta i stvaranju drugačijih uslova koji bi trebali da garantuju poboljšanje kvaliteta poljoprivrednih proizvoda i životne sredine uopšte.

Monumentalni objekti kao što su crpne stanice na sistemima za odvodnjavanje, zajedno sa ostalim delovima sistema omogućavaju da se sakupljena i dovedena suvišna voda blagovremeno i efikasno evakuiše u recipijent. Time je funkcija sistema za odvodnjavanje ispunjena tj. odvodnjavano poljoprivredno zemljište je zaštićeno od nepovoljnog delovanja viška vode. U to smislu u literaturi Belić i Savić (2005) navode se da ukupne dimenzije i dimenzije svakog od agregata treba da budu optimizovane u cilju snižavanja troškova eksploatacije i održavanja. Problematikom racionalizacije troškova eksploatacije koja bi podrazumevala, pre svega, manji utrošak energije namenjene za evakuaciju jedinične zapremine vode bavili su se Belić i Stojšić (1985) i Kolaković i Trajković (2006).

Sve češće pojave ekstremno velikih količina suvišne vode sa jedne strane i potreba za intenziviranjem poljoprivredne proizvodnje sa druge strane, stvara potrebu i za povećanje efikasnosti rada sistema za odvodnjavanje u celini. Da bi se postigao cilj odvodnjavanja neophodno je postojanje plana evakuacije vode po određenim intervalima. Rajković i Bezdan (2009) kao i Bezdan et al. (2010) analizirali su uticaj različitih režima pumpanja crpnih stanica zaključivši da režim kontinualnog pumpanja viška vode direktno utiče na poboljšanja efikasnosti rada sistema za odvodnjavanje i dobijanje informacije o propusnoj moći kanala. Smanjenje utroška energije po jedinici količine sakupljenog ili evakuisanog viška vode kao i vreme za koje je potrebno evakuisati vodu takođe je povezano sa povećanjem efikasnosti sistema za odvodnjavanje.

Mountford i Sheail (1984) su zaključili da se prilikom uvođenja bilo koje tehnike odvodnjavanja moraju uključiti različite struke iz oblasti koje je su direktno vezane za odvodnjavanje (melioracije, hidrotehnika, pedologija, hidrologija, agroekonomija itd.) da bi se postigli najbolji efekti na određenom lokalitetu. Tehnike odvodnjavanja koje se koriste za održavanje hidrološke ravnoteže na poljoprivrednim površinama predstavljaju konvencionalne inženjerske tehnike koje podrazumevaju uklanjanje suvišne vode sa sistema. One bi trebale da ispunje zahteve kao što je blagovremeno i efikasno sakupljanje, odvođenje i evakuaciju viška vode, tako da se ne remeti stanje parcele niti aktivnosti koje se sprovode na njoj. Belić et al. (2007) ukazuju da konvencionalne inženjerske tehnike podrazumevaju sezonske kanale, zatvorene sezonske kanale, horizontalnu cevnu drenažu, vertikalnu drenažu, krtačnu drenažu, kao i otvorene kanale. Svaka od navedenih tehnika ima svoje prednosti i mane.

Zdravić i Belić (1999) navode da su kod sezonskih kanala, koji se najčešće koriste za regulisanje prevlaženog zemljišta odnosno stvaranja vodoleža, prednosti što se obrazuju priručnom mehanizacijom i izvode bez prethodnih radova tj. bez obeležavanja trase. Osnovni nedostaci su stvaranje prepreka za kretanje mehanizacije, kao i havarije koje se javljaju na mehanizaciji pri kretanju preko tih prepreka, zatim gustina kanala ako se na parceli javi više vodoleža, obnavljanje kanala svake godine i unošenje određene količine nanosa u kanal za odvodnjavanje.

Zatvoreni sezonski kanali su konceptualno isti kao sezonski kanali samo što se nakon iskopa oni ispunjavaju vodopropusnim materijalom (reciklirani i/ili biorazgradljivi materijali i žetveni ostaci) i nakon toga iskopana zemlja se vraća tako da površina zemljišta ostaje neporemećena (Belić i Zdravić, 2004). Dobre osobine ove tehnike odvodnjavanja ogledaju se u tome da je površina parcele bez prepreka, ne unose se produkti erozije u kanal za odvodnjavanje, međutim mana je što se koriste specijalizovane mašine za izvođenje ovih kanala što iziskuje dodatna ulaganja.

Smedema (2007) ističe da horizontalna cevna drenaža treba se kombinuje sa meliorativnom obradom koja podrazumeva otklanjanje manje propusnog potpovršinskog sloja zemljišta, jer se u suprotnom uvođenje ove mere dovodi u pitanje. Ova tehnika je našla dobru primenu, jer kontroliše povećanje nivoa podzemnih voda i omogućava produktivnu poljoprivredu i predstavlja najintenzivniju metodu sakupljanja i odvođenja suvišne vode. Relativno je skupa za postavljanje (velike investicije za nabavku i polaganje cevi), upotrebu i održavanje (problemi koji se javljaju kod uništavanja izliva drenskih cevi prilikom košenja vegetacije u kanalu i prilikom izmuljenja kanala, kao i čišćenje drenskih cevi). Još jedna mana je problem odvođenja drenažnog efluenta koji može da zagadi površinske vode, na šta se poslednjih decenija posebno obraća pažnja.

Tabakov i Benka (2002) navode da se vertikalna drenaža koristi u slučajevima kada se nivo prve izdani za vreme prevlaživanja zemljišta odn. pojave vodoleža nalazi na odgovarajućoj dubini. Osnovnu manu predstavlja mogućnost primene na relativno malim površinama. Postoje različiti tipovi vertikalne drenaže. Tako, kod samoizlivnog tipa vertikalne drenaže podrazumeva se obezbeđivanje odvodnog kanala ili nekog drugog recipijenta, dok upojni tip vertikalne drenaže podrazumeva da je nivo prve izdani na većim dubinama. Takođe, vertikalni drenovi mogu imati i različite konstrukcije sa različitim filtracionim materijalom kao ispunom. Tabakov (2002) na osnovu eksperimentalnog ispitivanja ističe da, primena vertikalne drenaže sa snopovima trske kao ispunom, može biti efikasno, ekonomski i ekološki opravdano rešenje. Međutim, sam proces odvodnjavanja na ovaj način, sa aspekta funkcionalnosti i trajnosti trebalo bi bolje istražiti.

Krtična drenaža iako se svrstava u agromelioracione mere, primenjuje se kao konvencionalna tehnika odvodnjavanja zemljišta težeg mehaničkog sastava, i to najčešće uporedo sa horizontalnom cevnom drenažom. Kako navode Radojević et al., (2010) krtična drenaža, na odgovarajućem zemljištu i ispravno izvedena (u vreme optimalne vlažnosti zemljišta) može da pomogne u smanjenju problema prevlaživanja, a radni vek koleba od nekoliko nedelja do nekoliko godina.

Prema Stojšiću (1977) i Bos-u (1994) dimenzionisanje otvorenih kanala pored određivanja hidrauličkih karakteristika svodi se na određivanje njihovog razmaka, vodeći računa o dužini puta koji suvišna voda prelazi od najudaljenije tačke na parceli do kanala. Na taj način kanalisnost je jedan od pokazatelja intenziteta odvodnjavanja na određenoj površini, ali ne mora odražavati i efikasnost odvodnjavanja.

Problem prevlaženog zemljišta i zaslanjivanja zemljišta uzrokuju probleme koji se javljaju kako kod nas tako i širom sveta. Navedene konvencionalne metode odvodnjavanja su dobro, ali po pravilu, skupo rešenje koje u određenim slučajevima može da prati i problem efluenta čije ispuštanje uglavnom uzrokuje probleme u životnoj sredini. Upravljanje vodom koja se odvede sa sistema za odvodnjavanje predstavlja važno pitanje širom sveta (Rajković i Belić, 2008a, Scheumann i Freisem, 2002). Primenom biotehničkih mera može se ukloniti višak vode koje će biljke usvajati i na taj način rešiti problem efluenta. Biodrenažni zasadi i zaštitni pojasevi se inače koriste u područjima gde se rešava problem zaslanjene prve izdani. Svetska iskustva ukazuju da bi ove mere mogle da se koriste i u uslovima koje vladaju na području Vojvodine.

U procesu odvodnjavanja, biološke mere bi mogle dobiti značajno i višestruko korisno mesto, jer ograničenja i nedostaci konvencionalnih metoda odvodnjavanja iziskuju alternativne pristupe kako bi poljoprivreda bila održiva na duže vreme. Alternativne tehnike moraju biti efikasne, pristupačne, društveno prihvatljive i povoljne za životnu sredinu, a da ne dovode do degradacije prirodnih resursa (Hupreman et al., 2002). Falkenmark (2007) ističe da bi, kroz različite uloge vode (slika 1), vodoprivreda mogla biti okvir za uvođenje multidisciplinarnog pristupa za upravljanje prirodnim resursima. Tako bi kroz uvođenje biotehničkih mera vodoprivreda uključila i pomirila strane koje su obično u konfliktu iako se smatra da su sa njom komplementarne (šumarstvo, poljoprivreda i zaštita životne sredine).

Dash et al. (2005), Khamzina et al. (2006) i Letić (2002) prikazuju mogućnosti primene biotehničkih mera, pored konvencionalnih metoda odvodnjavanja, radi obezbeđivanja kvalitetnijih uslova za održivu poljoprivredu, kao i za postizanje optimalne šumovitosti koja u Srbiji, naročito u Vojvodini predstavlja problem. Osnovna ideja smanjenja doticaja suvišne vode u kanalsku mrežu je primena biodrenaže i zaštitnih pojaseva kao dopunske meliorativne mere

na određenim površinama (Rajković, 2009). Te površine bi bile pod zemljištem niže potencijalne plodnosti tj. produktivnosti, zemljištem koja su na nižim nadmorskim visinama, zemljištem lošije dreniranosti i zemljištem koje se nalazi uz melioracione kanale i puteve. Primenom ovih mera pored primarnog cilja, smanjenje količina suvišne vode na sistemu za odvodnjavanje, moguće je ostvariti prirodno uređenje vodotoka, zatim povećanje biodiverziteta poljoprivrednog predela, itd. Uvođenjem biotehničkih mera bi se postigao sklad između funkcionalnih, ekoloških, socijalnih, estetskih i drugih kriterijuma koje postavlja svaka zainteresovana strana.

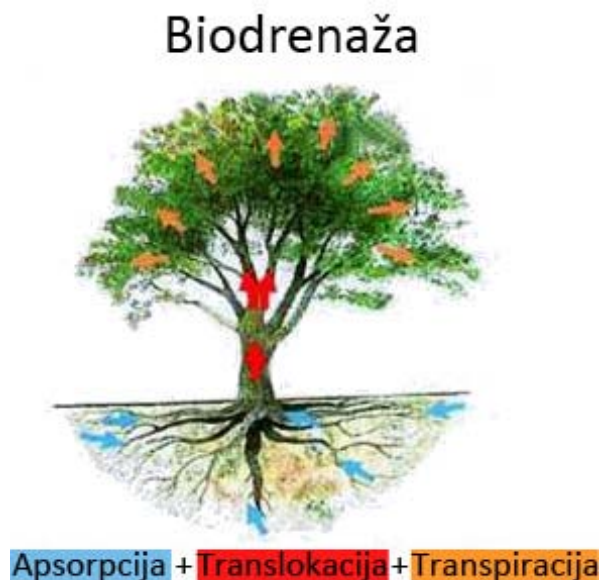


Slika 1. - Različite uloge vode (Falkenmark, 2007)

Termin biodrenaža je relativno nov, iako je korišćenje vegetacije za isušivanje pedološkog profila poznato od davnina. Prvo dokumentovano korišćenje termina biodrenaža se pripisuje se Gafni-u (1994) koji se bavio problematikom rekultivacije zaslanjenih zemljišta. Pre toga Heuperman (1992) je koristio termin bio pumpanje kako bi opisao korišćenje drveća za kontrolu nivoa vode. Drugi termin vezan sa "bio" aspektom odvođenja vode iz zemljišta je biološko uklanjanje, a koristio ga je Denecke (2000), ukazujući na korišćenje biljaka za konačno odvođenje viška vode.

Ram et al. (2008) biodrenažu definišu kao „korišćenje bioenergije duboko ukorenjenih biljaka za pumpanje viška vode iz zemljišta“. Isti autori navode da biodrenažne sisteme sačinjavaju vrste brzorastućih zasada, koje apsorbiraju kapilarnu vodu, koja se dalje translocira kroz biljku, da bi se na kraju više od 98% te vode transpirisalo kroz stome. Kombinovani proces

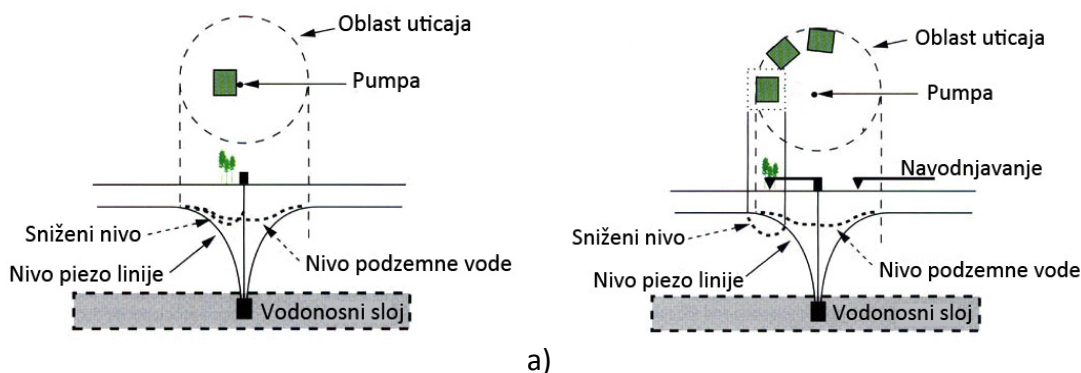
apsorpcije, translokacije i transpiracije viška vode u atmosferu, a prema ovim autorima predstavlja i mehanizam delovanja biodrenažnih zasada koji je prikazan na slici 2.



Slika 2. – Delovanje biodrenažnih zasada (Ram et al., 2008)

Cilj biodrenaže je uklanjanje suvišne podzemne vode kroz proces transpiracije. Ovo je postignuto povećanjem transpiracionog kapaciteta predela uvođenjem biljaka koje koriste mnogo vode u dovoljno velikoj oblasti kako bi se održala ravnoteža procesa doticaja i oticaja vode u datom području i održavanje nivoa podzemnih voda ispod rizosfere gajenih biljaka. Princip biodrenaže, kao jedna od alternativnih metoda odvodnjavanja, može predstavljati jedno od mogućih rešenja, a kako navode Singh i Bhati (2008) odsustvo efluenta čini ovaj sistem još privlačnijim. Postoje različita mišljenja o tome da li biodrenaža može ili ne može biti efikasna i da li je postojana na duže vremenske periode, ali je sigurno da se može koristiti kao dopunska mera pri konvencionalnom odvodnjavanju dodatno snižavajući nivo podzemne vode na lokalitetima gde postoji potreba kao što je to prikazano na slici 3. a) i b) (Heuperman et al., 2002. Shakya i Singh, 2010, Toky et al., 2011).

Prema Hupreman et al., (2002), Akram, (2008), Ram et al., (2011) i Silberstein et al., (2002) kod planiranja biodrenažnog sistema treba razmotriti i faktore kao što su vodni bilans, oblast uticaja biodrenažnog zasada, toleranciju biljaka na soli, opadanje nivoa prve izdani, kao i ekonomske i društvene faktore koji takođe utiču na uvođenje ove metode. Pored tehničkog aspekta uticaj biodrenaže treba dopuniti posrednim i neposrednim pozitivnim uticajima na životnu sredinu.



Slika 3. – Korišćenje biodrenaže kao dopunske mere pri konvencionalnom odvodnjavanju
a) biodrenažni zasad formiran uz pumpu,
b) biodrenažni zasad formiran na rubu oblasti uticaja pumpe (Heuperman et al., 2002)

Prema Chowdhury et al. (2011) prednosti biodrenažnih zasada su dodatni prihodi za poljoprivredu od proizvoda ovih zasada kao što su krmno bilje, drvo za ogrev ili za građu, manja ulaganja za održavanje sistema koje je kod konvencionalnih sistema značajno više nego kod biodrenaže i povećanje produktivnosti na zemljištima niske proizvodne sposobnosti. Međutim isti autori navode da postoje i mane prilikom uvođenja ove mere. Da bi se ova mera koristila neophodno je pravilno odabrati vrstu drveća za dati klimat, zemljište i salinitet vode u zemljištu, pojava bolesti na drveću može izazvati negativne efekte kako na samo „bio-pumpanje“ tako i na gajene kulture koje se nalaze u neposrednoj blizini. Takođe, jednu od mana navode i ograničenu udaljenost do koje se oseća efekat uklanjanja viška vode. Još jedna od mana, možda i ključna, jeste da prilikom uvođenja postoji nedostatak znanja, motivacije i stručnosti za planiranje i razvoj zasada među poljoprivrednicima.

Područja koja se odvodnjavaju međusobno se mogu razlikovati u fizičko-geografskim i klimatskim uslovima. Važne karakteristike oblasti za koju se odlučuje da li je biodrenaža prikladna ili ne, jesu vlažnost zemljišta i nivo zaslanjenosti podzemne vode. Sledi kratak opis četiri moguća scenarija koja se odnose na određene oblasti koje navodi Kapoor (2003).

Humidna područja sa podzemnom vodom dobrog kvaliteta. Obično u ovim područjima ne postoji problem zaslanjene podzemne vode, jer vodeni talog spira soli iz zemljišta koja se odvodnjava na prirodan način. Zemljište i podzemna voda su dobrog kvaliteta i time omogućuju poljoprivredu koja podrazumeva visoke prinose. Imajući u vidu da se padavine ne moraju poklopiti sa zahtevima useva, uvođenje navodnjavanja će možda biti potrebno. Ovo dalje za posledicu može imati porast nivoa podzemne vode i opasnost od zabarivanja. U ovakvim slučajevima biodrenažni zasadi mogu biti povoljno rešenje.

Vlažna područja sa zaslanjenom podzemnom vodom. Postoji vrlo malo područja koja imaju ravnomerno taloženje soli, ali i uprkos tome imaju zaslanjenu podzemnu vodu. Ovo stanje može da se javi u lokalnim depresijama gde se u sloju ispod površine zemljišta javlja povećana koncentracija soli. Voda koja se infiltrira rastvara i prenosi soli u podzemne vode. U ovakvim područjima biodrenaža putem plantaža drveća koje će usvajati određenju količinu soli takođe može da predstavlja održivu mogućnost.

Polusušna i sušna područja sa podzemnom vodom dobrog kvaliteta. Na suvim područjima voda je uglavnom u deficitu i često se pribegava navodnjavanju tako što se uzima površinska voda sa drugih područja. Obnavljanje zbog navodnjavanja narušava prethodnu ravnotežu podzemne vode i nivo podzemne vode počinje da raste. Podzemna voda može da se ispumpa i iskoristi zajedno sa površinskom vodom kako bi se vršilo navodnjavanje. Međutim, postoje mnogi primeri suviše upotrebe površinske vode za navodnjavanje i slabe upotrebe podzemne vode uprkos njenom dobrom kvalitetu. Razlozi za ovakvu nepravilnu upotrebu su prevelika dostupnost površinske vode u toku ranijih godina ili mali troškovi koje korišćenje površinske vode nosi poljoprivrednicima u poređenju sa troškovima koje iziskuje upotreba podzemne vode. Ovakva situacija može da se spreči putem ispravnih tehnika gazdovanja. Jedan od načina da se spreči ili prevaziđe sekundarno zaslanjivanje ili zabarivanje bi trebalo da bude sadnja drveća na određenom delu parcele.

Polusušna i sušna područja sa zaslanjenom podzemnom vodom. U ovakvim područjima potreba za vodom za navodnjavanje dostiže maksimum. Voda je resurs koji je u deficitu, dok je s druge strane zemljište koje je uglavnom neplodno. Zabarivanje i sekundarna zaslanjenost je vrlo čest problem kada se zemljište navodnjava. U tim slučajevima bi horizontalna drenaža bila najbolja i najefikasnija mera, pri čemu bi se zaslanjena drenažna voda morala bezbedno evakuisati u recipijent ili tankove za isparivanje za prikladnu cenu i to bez zagađivanja prirodnih recipijenata i/ili izazivanja problema u vezi sa prirodnim okruženjem. Mogućnosti i ograničenja biodrenaže i relativne prikladnosti sa konvencionalnim metodama odvodnjavanja su rezimirane u sledećoj tabeli 1.

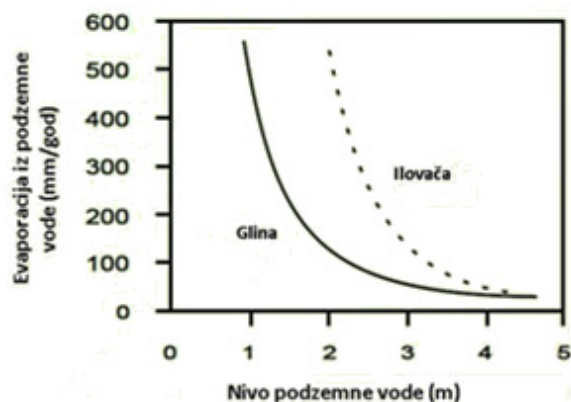
Prilikom planiranja biodrenažnih zasada, kako navode Hupreman (2002), Kapoor (2003) i Ghaffer et al. (2004), treba voditi računa o toleranciji drveća u uslovima zaslanjenosti i zabarenosti, zaslanjenosti podzemne vode, uticaju biodrenaže na snižavanje nivoa podzemne vode, zatim o zemljištu koje je potrebno za biodrenažne sadnice i uticaju na biodiverzitet.

Tabela 1. Mogućnosti i ograničenja biodrenaže i njeno rangiranje u odnosu na druge mere odvodnjavanja (Kapoor, 2003)

Karakteristike područja	Mogućnost i ograničenje biodrenaže			Rangiranje drenažnih mera	
	Izvodljivost	Zasluge	Ograničenja		
Humidno područje sa podzemnom vodom dobrog kvaliteta	Izvodljivo	Najmanje košta, prikladno za prirodno okruženje	Potrebno je zemljište za plantažu drveća	Oblasti sa viškom vode	Oblasti koje nemaju višak vode
				1. Biodrenaža 2. Horizontalna drenaža 3. Vertikalna drenaža	1. Vertikalna drenaža 2. Biodrenaža 3. Horizontalna drenaža
Humidno područje sa podzemnom vodom lošeg kvaliteta	Izvodljivo gde zaslanjenost podzemne vode nije više od 12dS/m	Najmanje košta, prikladno za prirodno okruženje	Potrebno je zemljište za plantažu drveća	U obalnim područjima	U unutrašnjosti
				1. Horizontalna drenaža 2. Biodrenaža 3. Vertikalna drenaža	1. Biodrenaža 2. Vertikalna drenaža 3. Horizontalna drenaža
Aridna do semiaridna područja sa podzemnom vodom dobrog kvaliteta	Izvodljivo	Najmanje košta, prikladno za prirodno okruženje	Skoro da nema	1. Vertikalna drenaža 2. Biodrenaža 3. Horizontalna drenaža	
Aridna do semiaridna područja sa podzemnom vodom lošeg kvaliteta	Izvodljivo gde zaslanjenost podzemne vode nije više od 12dS/m	Najmanje košta, prikladno za prirodno okruženje	Prirodna rečna voda (nezagađena) se koristi za navodnjavanje useva	U obalnim područjima	U unutrašnjosti
				1. Horizontalna drenaža 2. Biodrenaža 3. Vertikalna drenaža	1. Biodrenaža 2. Vertikalna drenaža 3. Horizontalna drenaža

Tolerancija drveća u uslovima zaslanjenosti može biti neodrživa ako se prilikom transpiracije određena količina zadržava u zemljištu i na taj način preći granicu tolerancije drveća. Opstanak drveća bi bio ugrožen samo u slučaju da nivo zaslanjenosti u kapilarnoj zoni, kao i na nivou podzemne vode, premaši granicu tolerancije.

Thornburn i George (1999) navode da se u aridnim do semiaridnim klimatskim uslovima isparavanje iz zemljišta odvija iz sloja do 4m dubine (slika 4). Sa aspekta gajenja biljaka, različiti tipovi zemljišta utiču na proizvodnu sposobnost, stoga se procesi zabarivanja i sekundarnog zaslanjivanja moraju kontrolisati u tom sloju da bi se postigli optimalni prinosi kako useva tako i biodrenažnih zasada.



Slika 4. – Odnos evaporacije i nivoa podzemne vode u različitim vrstama zemljišta (Thornburn i George, 1999)

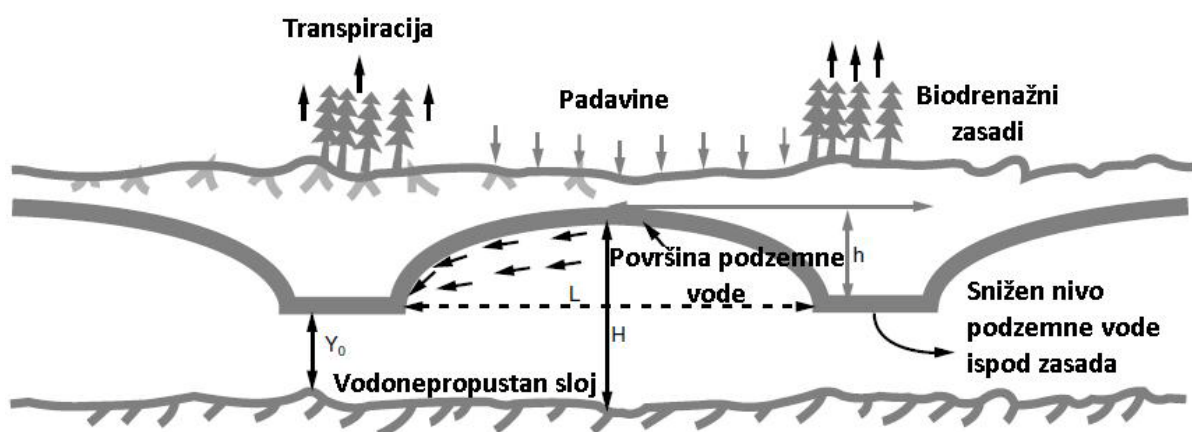
Da bi se kontrolisali pomenuti procesi Ram et al. (2011) ističu da se biodrenažni zasadi mogu primenjivati dvojako, kada postoji permanentan proces zabarivanja i preventivno kada se problem zabarivanja zemljišta javlja povremeno. Isti autori ističu da ovakvi zasadi predstavljaju ekonomski opravdano rešenje u odnosu na konvencionalne tehnike, jer zahtevaju samo investicione troškove i nakon zasnivanja postoji ekonomska dobit u obliku krmnog bilja i drvne građe.

Zaslanjenosti podzemne vode ispod poljoprivrednog područja koje se navodnjava može da se poveća tokom vremena. Brzina kojom zaslanjenost podzemne vode može da se poveća zavisi od nivoa zaslanjenosti i količine obnovljene vode, od dubine nepropusnog sloja ispod nivoa podzemne vode, kao i od poroznosti nižih slojeva. Prilikom uvođenja biodrenaže treba voditi računa o zaslanjenosti podzemne vode, jer brzina transpiracije opada sa njenim porastom.

Uticaj biodrenaže na snižavanje nivoa podzemne vode treba da se postigne ne samo ispod zasada već ispod čitavog područja koje ima problem zabarivanja. Pored toga što se plantažama postiže vodni bilans i bilans soli, one bi takođe trebalo da budu u mogućnosti da pospeše efikasno kretanje podzemne vode iz čitavog područja prema plantažnom području. Na slici 5., prikazano je kretanje podzemne vode prema sniženom nivou ispod biodrenažnih zasada. Razmak između zasada je u funkciji hidrauličke provodljivosti (L), brzine obnavljanja vode (H), visine nivoa vode iznad sloja sa barijerom ispod plantaže (Y_0), dubine do vodonepropusnog sloja (h) i hidrauličke provodljivosti.

Zemljište koje je potrebno za biodrenažne zasade treba da se obezbedi tako da se uključe faktore koji od kojih zavisi ugroženosti zemljišta vodom, odnosno opterećenosti sistema

za odvodnjavanje. U okviru bioloških mera zaštite i drugih ekoloških poboljšanja prostornim planom (2010) je predviđeno: pošumljavanje plitkih i erodibilnih oranica, pošumljavanje niskoproduktivnih pašnjaka, isključivanje nekih površina iz poljoprivredne proizvodnje za podizanje šumskih zaštitnih pojaseva oko akumulacija, duž saobraćajnica i oko aerozagađivača, podizanje prigradskih šuma itd. Površine koje su ugrožene vodom, a koje nisu u zaštićenim zonama, predstavljaju potencijalne lokacije za primenu biodrenaže. Identifikacijom ključnih faktora i njihovim adekvatnim vrednovanjem može se izvršiti klasifikacija i kartiranje najpogodnijih površina za primenu biotehničkih mera.



Slika 5. - Prikaz toka prema sniženom nivou podzemne vode ispod biodrenaže (Kapoor, 2003)

Uticaj na biodiverzitet se pre svega ogleda u tome što se uvođenjem zasada koji bi trebali biti mešavina drveća, šiblja, žbunja i trave povećava biodiverzitet. Na taj način postojale bi visoke vrednosti malog biodrenažnog bloka koji privlači veliki broj vrsta ptica i divljači. Kako navode (Patil et al., 2005) biodrenaža se smatra ekološkim rešenjem ne samo za kontrolu i uređenje vodoleža, evakuacijom viška vode, i sonog režima kroz pražnjenje prve izdani, već imaju i dodatne prednosti. Isti autori ističu da su za retardaciju oticanja vode sa sistema za odvodnjavanje, redukciju erozionih procesa i smanjivanje količine vode koja dolazi na površinu zemljišta zadržavajući deo padavina na lisnoj masi, zaslužni ovi zasadi.

Kada se govori o izboru vrsta za pošumljavanje Tomić et al. (2011) navode da se, u dugoj i uspešnoj tradiciji pošumljavanja i melioracija u Srbiji, prednost davala obimu radova i unapređenje tehnologije, a najmanje samom problemu izboru vrsta, koje se u praksi obavljalo manje-više stihijski. Ovi autori smatraju da su se sadnice nabavljale u skladu sa raspoloživim materijalom u bliskim, još češće udaljenijim rasadnicima i da su najvažniji kriterijum za izbor vrsta su bili brzi rast i velika produkcija drvne mase. Posledica toga je veoma mali broj taksona domaćih i stranih vrsta zastupljenih u kulturama. To su pretežno četinari, a izbor lišćara je bio još oskudniji i uglavnom se svodio na euroameričke topole u aluvijumima i bagrem na svim

ostalim terenima. Posledica toga je vrlo neujednačen uspeh osnovanih kultura i znatan procenat propadanja onih u kojima izbor vrsta nije bio u skladu sa stanišnim uslovima. Letić (2002) smatra da je moguć izbor zajednice autohtonih vrsta npr. bademaste i bele vrbe, zatim bele vrbe i topole, kao i topole i poljskog jasena. Prema tolerantnosti na dužinu plavljenja izdvaja se vrba koja podnosi 30-60 dana u vegetacionom i 20-30 dana u vanvegetacionom periodu, zatim jova sa 20-30 dana u vegetacionom i 15-20 dana u vanvegetacionom periodu, i hrast, jasen i topola sa 15-20 dana u vegetacionom i vanvegetacionom periodu. Treba istaći da su na lokalitetima na kojima će se zasnivati biodrenažni zasadi prisutni surovi uslovi koji se u hidrološkom smislu kreću od poplave do suše. Ivanišević et al. (2013) ističu da se na kontaktnim površinama između najplodnijih primarnih poljoprivrednih i halomornih zemljišta mogu podizati šumski zasadi - biodrenaža. U zoni intenzivne poljoprivredne proizvodnje, sa aspekta zaštite od brojnih degradacionih procesa isti autori navode da bi se postigao i za vodoprivredu primaran cilj, sakupljanje i evakuacija viška vode.

Postoji brojna literatura koja ukazuje na različite aspekte efikasnosti i održivosti biodrenaže. Tako Chhabra i Thakur (1998) navode da dve vrste drveća (eukaliptus i bambus) mogu da se koriste za uklanjanje viška vode tako što ga absorbuju korenjem i transpirišu lišćem. Koristili su lizimetre kako bi pokazali koliko vode može da se evakuiše sa ove dve vrste drveća. Studija od 4 godine sa različitim uslovima zaslanjenosti podzemne vode (0.4, 3, 6, 9 i 12 dS/m) sa aluvijalnim zemljištem, pokazuje da transpiracija raste svake godine u svakom od lizimetara gde je dubina prve izdani bila 1, 1.5 i 2 m. Pokazano je da biopumpanje odnosno uklanjanje viška vode bilo najveće kada je salinitet podzemne vode bio najmanji, a drveće eukaliptusa i bambusa je snizilo nivo podzemne vode za oko 70 cm u toku četiri godine. U svom 14-ogodišnjem istraživanju Huperman (1999) pokazuje da je u slučaju ne navodnjavanja eukaliptusa, na ilovastom zemljištu, postoji lokalni uticaj na nivo podzemne vode ispod biodrenažnog zasada nakon sedam godina od zasnivanja. Međutim, ako se ovakvi zasadi navodnjavaju autor ističe da se nakon četiri godine od zasnivanja oseća uticaj na snižavanje nivoa podzemne vode. Ram et al. (2007) u istraživanju koje je trajalo 18 godina na aluvijalnom zemljištu sa semiaridnom klimom navode da je nivo podzemne vode snižen za 90 cm plantažama eukaliptusa. Takođe, ističu da ova vrsta drveća, ponašajući se kao biopumpe, stvaraju depresije, ali i promenu u salinitetu podzemne vode ispod plantaža. Orlović et al. (1997) u svom istraživanju ukazuju da je porošnja vode od strane zasada različitih klonova topole zavisi od vrste i gustine sadnje, i u uslovima Vojvodine kreće se od 1300 do 3700 m³/ha u vegetacionoj sezoni koja traje 210 dana. Prema istraživanjima koja su sprovedena na različitim lokalitetima širom sveta (Fischer et al., 2013), mogu se uočiti različite vrednosti koeficijenta (0,43-1,51) za topole u zavisnosti od vrste dužine vegetacione sezone i starosti drveća. Meiresonne et al. (1999) navode da se u zavisnosti od faktora koje navode i prethodni autori razlikuju i vrednosti transpiracije (od 1 do 8 mm/dan) na osnovu koje se računa porošnja vode

gde se i potvrđuje da se u zavisnosti od vrste, koeficijenata transpiracije i gustine sadnje drveće ponaša kao biopumpa.

Angrish et al. (2006) navode da uvođenjem kanalske mreže za navodnjavanje u semi aridnim do aridnim zonama nivo podzemne vode raste izazivajući probleme sekundarnog zaslanjivanja i zabarivanja zemljišta. U takvim situacijama biodrenaža predstavlja efikasno rešenje sa aspekta ulaganja i sa aspekta snižavanja zaslanjene podzemne vode na nivo ispod zone korenovog sistema na parcelama. Ovi autori navode i da se u odnosu na konvencionalne tehnike odvodnjavanja, koje zahtevaju redovno održavanje i imaju problema sa upravljanjem efluenta, problem kod biodrenaže svodi na pravilan odabir vrsta za određen agroeko sistem. Khamzina et al. (2005) su istraživali efikasnost biodrenažnih zasada, koji su zasnovani da bi snizili nivo podzemne vode, u odnosu na starost i vrste drveća. Ova grupa autora zaključuje da bi biodrenažni zasadi morali da budu sastavljeni od više namenskih vrsta (koje su otporne na zaslanjenu podzemnu vodu, sa visokim transpiracionim koeficijentom, prilagođene pejzažu i koje se uklapaju sa aspekta poljoprivrede). Ghaffer et al. (2004) u istraživanju navode da se u cilju proučavanja izvodljivosti biodrenaže moraju pratiti sledeći koraci. Prvo se određuju postojeće raspoložive površine na datoj lokaciji gde postoji problem prevlaživanja. Zatim se pristupa odabiru vrsta drveća za biodrenažne zasade u okviru datog klimata i zemljišnih uslova. Nakon toga treba ispitati količina i kvalitet suvišne vode koja treba da se evakuiše. Poslednji korak predstavljao bi procenu mogućnosti korišćenja biodrenaže na datom lokalitetu koja se uglavnom ocenjuje na osnovu tehničkih, ekonomskih i ekoloških uslova. Na slici 6. a), b) i c) prikazan je izgled biodrenažnih zasada na kojima su vršena istraživanja.



Slika 6. – Mogući izgledi biodrenažnih zasada (a) - Ram et al., 2008; (b) – Chowdhury et al., 2011; (c) – Hupreman et al., 2002

Na osnovu svih prednosti i mana koje ima sistem kao što je biodrenaža moraju se dodati ekonomski kriterijumi i kriterijumi koji se odnose na zaštitu životne sredine, na osnovu kojih se dalje donosi odluka da li uvoditi biotehničku meru kao što je biodrenaža (Kapoor, 2003). Hupreman et al. (2002) su razmatrali pomenute kriterijume i napravili poređenje biodrenaže i konvencionalnih tehnika odvodnjavanja koji su prikazani u tabeli 2.

Tabela 2. - Usporedni prikaz nekih svojstava konvencionalne i biodrenaže (Huperman, 2002)

Parametar	Konvencionalna – cevna drenaža		Biodrenaža
	Horizontalna	Vertikalna	
Efikasnost i zavisnost	* Dobro testirana metoda * Zahteva recipijent * Evaporacione površine su dale različite rezultate	* Dobro testirana metoda * Voda se ponovo može koristiti * Evaporacione površine su dale različite rezultate	* Sa uspehom isprobana i testirana u mnogim područjima * Trenutno se ne koristi na sistemima za navodnjavanje * Nije potreban recipijent
Cena/Troškovi	* Srednji	* Srednji	* Mali troškovi
Prednosti/mane	* Pojava nedovoljno zaštićenih površina * Kontrola nivoa prve izdani * Efikasna kontrola saliniteta	* Pojava nedovoljno zaštićenih površina * Kontrola nivoa prve izdani * Ostatak neodvedene vode se može koristiti * Efikasna kontrola saliniteta	* Pojava nedovoljno zaštićenih površina * Kontrola nivoa prve izdani * Obezbeđuje vetrozaštitne pojaseve * Obezbeđuje se drvena građa * Poboljšanje biodiverziteta * Zauzima zemljišne površine * Ograničena kontrola saliniteta
Održavanje	* Periodično održavanje cevi i izliva drenova * Evaporacione površine zahtevaju periodično uklanjanje soli	* Periodično održavanje cevovoda, pumpi itd. * Zahteva energiju ili gorivo	* Proređivanje, orezivanje, žetva * Kontrola bolesti
Zahtevi za: Zemljištem	* Nema zahteva	* Mali delovi zemljišne površine	* Potrebne su relativno velike površine zemljišta
Vodom dobrog kvaliteta	* Nikakvi	* Nikakvi	* Potrebna tokom zasnivanja
Zahtevi za energijom	* Pumpanje u recipijent	* Pumpanje i dalje odvođenje podzemne vode	* Nema ih
Uticaj na životnu sredinu	* Sakupljena voda može sadržati visoku koncentraciju rastvorenih soli * Evaporacioni bazeni mogu izazvati promene na životnu sredinu	* Sakupljena voda može biti lošijeg kvaliteta od vode u odvodnim kanalima	* Vršiti odvodnjavanje zemljišta transpiracijom * Potpuna kontrola soli se obavlja klasičnim sistemom za odvodnjavanje

Isti autor ističe da biodrenaža još uvek nije široko prihvaćen način odvodnjavanja iako postoje brojna iskustva u zemljama kao što su Australija, SAD, Indija, Pakistan, Izrael i Paragvaj, gde je korišćena da bi meliorisala zabarena zemljišta ili zemljišta gde je podzemna voda opterećena solima i privela ih uslovima koje zahteva poljoprivredna proizvodnja.

Možda glavni razlog neuvođenja ove mere predstavlja Ram et al. (2007) navodeći da postoji nedovoljno precizno planiranje, jer uključuje više naučnih oblasti koje su vezane za dobro poznavanje klimatskih i zemljišnih uslova, kao i poznavanje vrsta drveća koje su pogodne za gajenje na datom lokalitetu. Stoga je pre uvođenja neophodno sprovesti posebna istraživanja odabranog lokaliteta.

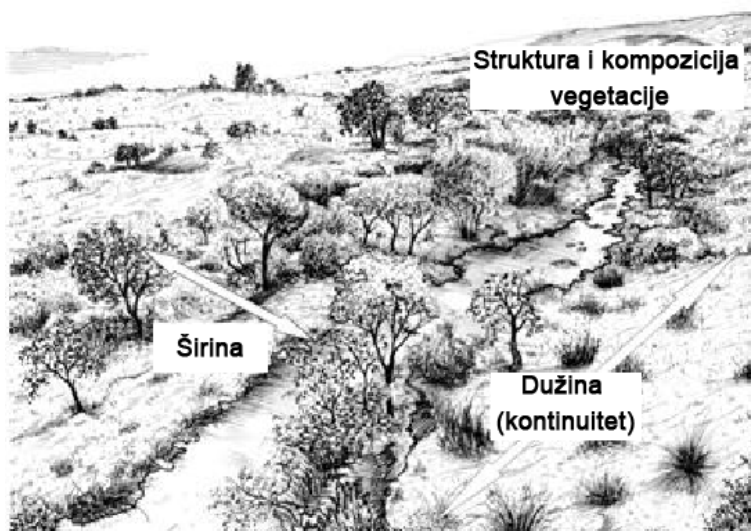
Zaštitni pojasevi su definisani kao područja sa različitim oblicima jednogodišnje i višegodišnje, sađene ili prirodne vegetacija, a nalaze se između izvora zagađenja i recipijenta. U odnosu na primarni cilj sastav samih zaštitnih pojaseva će varirati u odnosu na njegovu blizinu vodenom toku, stalnost vodenog toka, tip zemljišta itd. Ovo je ujedno i razlog zašto postoji mnogo različitih oblika ovih pojaseva. Postojanjem velikog broja različitih termina za relativno sličan pojam stvara se dodatni problem oko nedovoljno razjašnjenih termina, jer je teško pronaći odgovarajuće domaće termine prilikom prevoda iz strane literature. Belić i Rajković (2008) su predložili termine koji mogu doprineti razjašnjenju i polakom uvođenju u biotehničku praksu. Na osnovu brojne literature (Fryrear i Skidmore, 1985; Shaw, 1988; Finch, 1988; Gilley et al., 2000; Le Bissonnais et al., 2004; Schultz et al., 2004; Correll, 2005; Barr et al., 2005; Gonzalez del Tanago i Garcia de Jalon, 2006; Fiener i Auerswald, 2006; Fanti, 1997; Fox et al., 2010) dat je pregled predloženih prevoda sa izvornim terminima, samo nekih oblika zaštitnih pojaseva.

- Zaštitni pojas (buffer strip) – vegetacioni pojas formiran uz vodotok sa osnovnim ciljem da smanji unos zagađujućih materija u vodu. Može imati nekoliko formi tj. biti obrazovan od višegodišnje vegetacije ili zeljaste jednogodišnje vegetacije.
- Zaštitni obalni pojas (riparian strip) – predstavlja složen pojas vegetacije formiran na kosinama kanala i obalama vodotoka, sa ciljem da prihvati zagađujuće materije i erozione produkte, ali ujedno predstavlja i stanište divljih životinja i biljaka – povećanje biodiverzitet.
- Šumski zaštitni obalni pojas (riparian forest buffer) – formiran duž vodenog toka obično podrazumeva tri zone: Zona brzorastućeg drveća, zatim zona spororastućeg drveća i žbunja i treća zona trave. Uglavnom je namenjen zaštiti kvaliteta vode u vodotoku, unapređivanju akvatičnih i suvozemnih staništa, ali i ekonomskoj koristi vlasnika zemljišta na kojima se ovi pojasevi formiraju.
- Filtar pojas (filter strip) – vegetacioni pojas namenjen smanjenju transporta zagađenja do vodotoka i formiran na kosinama ili obalama.
- Travni vodoputevi (grassed waterways) – formiraju se na poljoprivrednom zemljištu u cilju redukovanja i kontrole oticaja.
- Vetrozaštitni pojasevi (field windbreaks shelterbelts) – predstavljaju poprečne vegetacione pojaseve koji su namenjeni ublažavanju efekata eolske erozije.

- Travni pojasevi (contour grass strip) – su konturni Travni pojasevi koji umanjuju efekte vodne erozije na zemljištima sa izraženim nagibom terena.
- Pojasevi uz linijske objekte (living snow fences) – vegetacioni pojasevi koji se formiraju uz puteve ili pruge u cilju smanjivanja uticaja vetra na njih (eolski nanos i sneg), kao i smanjenje kretanja zagađenja sa tih objekata na poljoprivredno zemljište.
- Travni pojasevi za zaštitu od vetra (cross wind trap grass strip) – predstavljaju poprečne travnate pojaseve za smanjenje efekata eolske erozije.
- Međe (hedgerows) – odnosno vegetacija koja se nalazi uz ivicu parcele i primarni ciljevi ovih zasada su smanjivanje eolske erozije i ako se parcela naslanja na saobraćajnicu smanjivanje aero zagađenja. Pored navedenog ovakvi zasadi takođe povećavaju površine odnosno stvaraju se koridori za kretanje divljih životinjskih vrsta.

Imajući u vidu složenost odnosa vode, zemljišta i vegetacije Correll (2005) i Syversen (2005) objašnjavaju da se principi projektovanja zaštitnih pojaseva uglavnom baziraju na određivanje širine pojaseva, količine vode koja kroz njih protiče (put vode od poljoprivrednih površina do vode u vodotocima), zatim sezonske fluktuacije i na kraju izbora vrste vegetacije koja će biti primenjena. Isti autori očekuju se da će se efikasnost zadržavanja sedimenata, hranljivih materija i pesticida povećati sa porastom širine pojasa, zatim da će biti efikasniji tokom leta (vegetacione sezone) i da će primena drvenaste vegetacije biti efikasnija od plitko ukorenjenih travnih vrsta. U njihovim istraživanjima nisu uključeni zemljišni uslovi (tip zemljišta) kao ni uticaj nagiba terena ili nagiba kosina obala koji takođe utiču na principe projektovanja. Ristić et al. (2004) navode da se za ravničarski deo Vojvodine obično se vezuje dejstvo eolske erozije i smatraju da je podizanje zaštitnih pojaseva jedino praktično sredstvo zaštite zemljišta i voda. Zona uticaja pojaseva protiv nepovoljnog dejstva vetra prostire se direktno proporcionalno visini pojasa, ali zavisi i od strukture pojasa (produvni, poluproduvni i neproduvni). Sa druge strane Gonzalez del Tanago i Garcia de Jalon (2006) navode da se planiranje zaštitnih pojaseva sprovodi definišući ključne atribute jednog pojasa, a to su dužinski kontinuitet vegetacije uz vodotok, širina vegetacionog pojasa, kao i kompozicija i struktura vegetacione zajednice (slika 7).

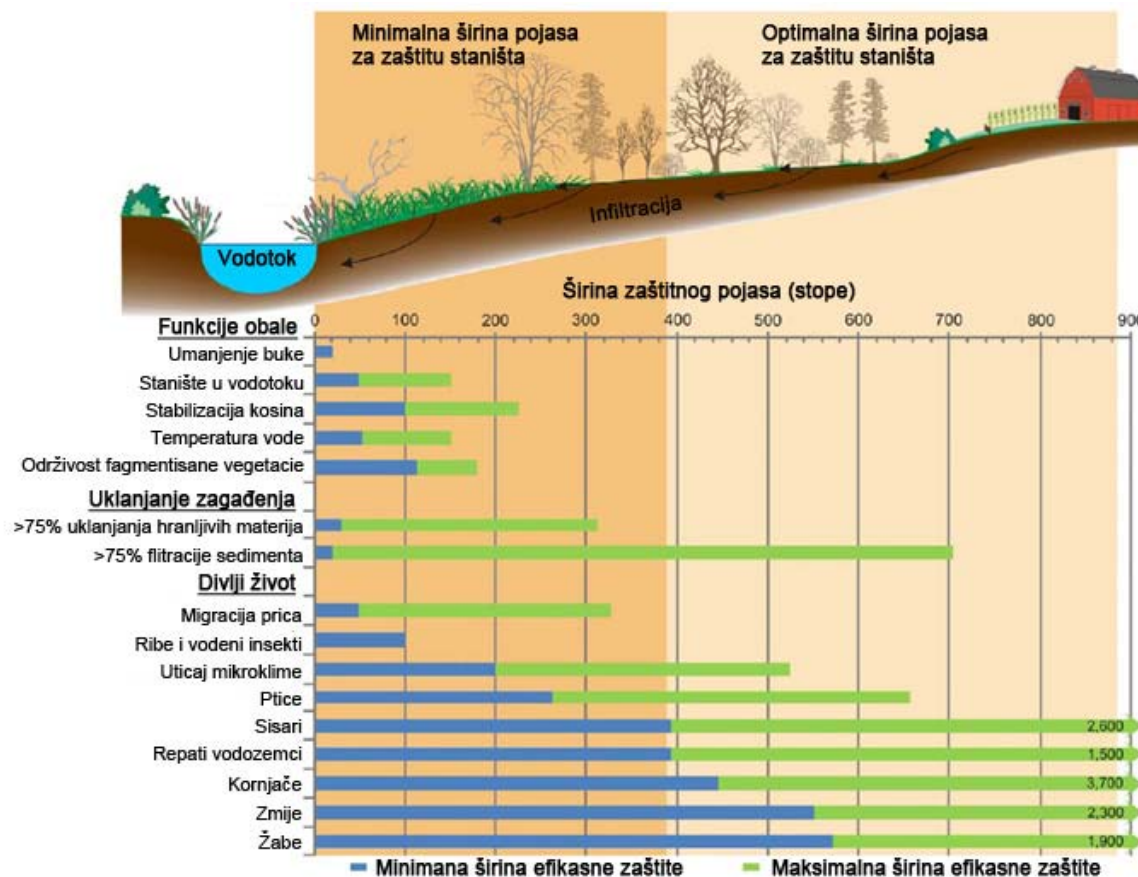
Pregledom literature (Schultz et al., 1996; Lee et al., 2004; Fischer i Fischenich, 2000; Parkyn, 2004; Mayer et al., 2005) ipak se uočava da se projektovanje, planiranje i zasnivanje zaštitnih pojaseva, od kojih će zavisiti i sama funkcionalnost pojaseva, svodi na određivanje ukupne širine (ili određenih zona u samom zaštitnom pojasu), dužine zaštitnog pojasa, kao i na izbor vrsta biljaka.



Slika 7. – Dimenzije zaštitnog pojasa (Gonzalez del Tanago and Garcia de Jalon, 2006)

Širina zaštitnih pojaseva značajno varira prema različitim autorima. Međutim, kako navode Hawes i Smith (2005) širina pre svega zavisi od namene zaštitnog pojasa (kontrola erozije, zaštita kvaliteta vode, obezbeđivanje staništa za kopneni ili vodeni živi svet), zatim od faktora koji utiču na samu širinu (nagib kosina, tip zemljišta i odabrane vegetacije) i od tipa zaštitnog pojasa (sa promenljivom širinom, fiksnom širinom i zoniranim zaštitnim pojasevima). Prema američkim iskustvima (Slawski *et al.*, 1997, Smith, 2000), u zavisnosti od namene, minimalna širina pojasa varira između 3 m i 7 m, dok maksimalna širina nije striktno određena, a može biti i više od 100 m, što je prikazano na slici 8.

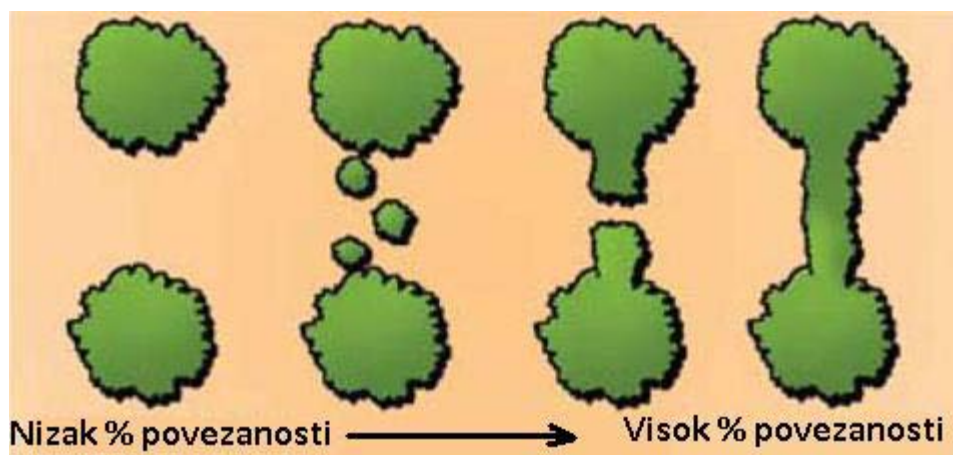
Dužina zaštitnih pojaseva pre svega se odnosi na povezanost vegetacije duž vodotoka. Ova dimenzija zaštitnih pojaseva je od značaja za održavanje biodiverziteta i funkcije koridora za kretanje divljih životinja. Nivo fragmentacije pojaseva može biti pokazatelj stepena degradacije ili nivoa rizika od gubitka određenih biljnih ili životinjskih vrsta. Kako navode Lovell i Sullivan (2006) kada je rastojanje između dva zaštitna pojasa duž vodotoka 150 m, postoji značajno smanjivanje broja vrsta na tom području. Isti autori ističu da je ekološki status odn. kvalitet strukture i funkcionisanje ovakvih ekosistema dobar ako odgovara visokom procentu dužine zaštitnog pojasa (više od 75%), a siromašan ako su drveće, žbunje i travni pojasevi izolovani i pokrivaju površinu manje od 25% dužine zaštitnog pojasa (slika 9).



Slika 8. – Širina zaštitnog pojasa u zavisnosti od namene (Slawski et al., 1997)

Izbor biljaka za zaštitne pojaseve prilikom projektovanja treba dobro razmotriti, jer svaka vrsta biljaka ima svoju funkciju u pojasu. Shultz et al. (2005) dali su tabelarni pregled funkcija grupe biljaka (tabela 3) u zaštitnom pojasu koje bi trebale, u smislu širine, da budu raspoređene kao na slici 10. Letić (2002) navodi da pored funkcija koje obavljaju biljke, važno je istaći da se njihov sastav razlikuje od vodotoka do vodotoka kao i duž istog vodotoka. Isti autor navodi da se prostorni raspored, tip, obim, struktura i stabilnost biljne zajednice zavisi od opštih faktora (klime, podloge, reljefa itd.) i od posebnih kao što su morfološki, hidrološki i antropogeni.

U disertaciji se neće posvetiti pažnja na odabir biljnih vrsta, jer je to posebna oblast čiji značaj je potvrđen velikim brojem domaćih i stranih radova na ovu temu. Ipak treba napomenuti da se prilikom izbora biljaka na prostoru Srbije izbegavaju invazivne vrste (jasenoliki javor, bagremac, koprivić, bagrem, gledičija i dr.). Prema Orlović et al. (1997) u uslovima Vojvodine prednost se daje autohtonim vrstama kao što su hrast lužnjak, grab i jasen za područje Srema, lipa, kitnjak i bukva na Fruškoj Gori i različite vrste topole i vrbe koje se preporučuju za sadnju uz reke i kanale.



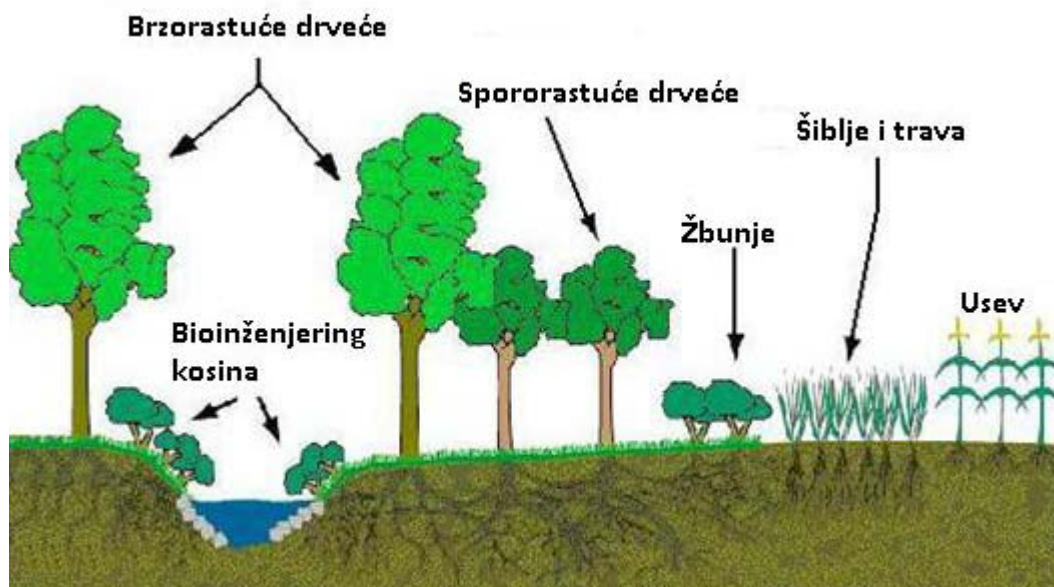
Slika 9. – Povezanost zaštitnih pojaseva (Slawski et al., 1997)

Prema svetskim iskustvima (Eastern Canada Soil and Water Conservation Centre, 1994; Bentrup, 2008; Veldman et al., 2007) korišćenje vegetacije, u zavisnosti od forme, može da se vrši u cilju poboljšanja kvaliteta vode u melioracionim kanalima potrošnjom suvišne vode i soli, smanjenjem sedimenta, hranljivih materija i pesticida u vodi koja otiče sa poljoprivrednog zemljišta, zatim stabilizacije obale i zaštiti zemljišta od erozije, kao i povećanja biodiverziteta pružajući stanište divljim životinjama i biljkama.

Tabela 3. – Funkcije delova biljaka u zaštitnom pojasu (Shultz et al., 2005)

Vrsta biljaka	Funkcija
Šiblje i trave	Spor ulazak vode u pojas
	Zadržavanje sedimenta i pridruženih pesticida i hranljivih materija
	Unos organskog ugljenika doprinoseći razvoju zemljišta
	Poboljšavanje strukture zemljišta i infiltracije
	Povećanje diverziteta divljih vrsta
	Obezbeđivanje krmnog bilja
Žbunje	Povećavanje stabilnosti obala
	Propuštanje samo fine čestice dalje u vodotok
	Davanje vertikalne strukture obezbeđujući stanište za divlje vrste
	Obezbeđivanje senke vodotoku
	Obezbeđivanje dekorativnih produkta i bobica
Drveće	Čvrstim i dubokim korenjem doprinosi stabilizaciji obale
	Usvajanje velike količine hranljivih elemenata iz površinskog oticaja
	Pružanje višegodišnje stanište za divlje vrste
	Obezbeđivanje značajne senke, smanjujući temperaturu vodotoka
	Obezbeđivanje drveta za građu i ogrev

Poboljšanje kvaliteta vode u melioracionim kanalima se, kako navode različiti autori (Osborne i Kovacic, 1993; Lowrance et al., 1997; Vought et al., 1995; Correll, 1996; Muscutt et al., 1993) odvija prolaskom vode kroz zaštitni pojas zadržavajući na taj način sediment, hranljive materije i pesticide.



Slika 10. – Raspored grupe biljaka u poprečnom preseku zaštitnog pojasa (Shulc et al., 2005)

Zadržavanje sedimenta se omogućava tako što se ograničava tok vode sa poljoprivrednih površina i povećava brzina infiltracije. Kako navodi Smith (1992) zaštitni pojasevi su najefikasniji kao sedimentaciona ili filterska područja kada je vodeni tok plitak. Međutim, kretanje vode u plitkom sloju je veoma retko, jer voda obično traži udubljenja, vododerine ili kanale na svom putu do recipijenta. Belt et al. (1992) ističe da slivajući se sa poljoprivrednih područja, kao što su oranice, vodeni tok može još više da se koncentriše, pomerajući tako sediment i hranljive materije na dugačke razdaljine. Ovo ukazuje da zaštitne pojaseve ne bi trebalo koristiti kao primarnu meru za kontrolisanje sedimenta, jer u slučajevima koncentrisanog toka vode neophodno je praviti humke kako bi se voda koja otiče preusmerila na razliveni mlaz ili postaviti pomoćne sisteme kao što su sedimentni baseni. Zaštitne pojaseve ne bi trebalo koristiti kao sistem za odstranjivanje sedimenta kada se nalaze na poplavnim područjima, jer ih sezonske poplave mogu poplaviti i preneti prethodno zadržan sediment u vodeni tok. Munoz-Carpena et al. (1999) su razvili model pomoću kojeg je simulirajući poljske uslove moguće predvideti efikasnost zaštitnih pojaseva. Prema uputstvu koje je dato od strane Vlade Virdžinije (2014) navodi se da je efikasnost vegetativnog filterskog pojasa je u direktnoj vezi sa raznim uslovima koji su specifični za određeno mesto na kojem će pojas biti izveden. Takođe se naglašava da pojasevi ne redukuju aktivnu eroziju, već samo zadržavaju određeni procenat sedimenta koji uđe u vodotok i prolazi kroz travnatu vegetaciju. Upravo zbog toga

definisali su metod za izračunavanje redukcije erozije za filterske pojaseve koja podrazumeva određivanje prvo veličine filtera i stope erozivnosti, a zatim efikasnosti zadržavanja zagađenja na filterskom području. Efikasnošću zaštitnih pojaseva bavili su se brojni autori među kojima su i Borin et al. (2005) koji predstavljaju da su zaštitni pojasevi efikasan i ekonomski opravdan način da se smanji rasuto zagađenje koje stvara poljoprivreda. Njihovo istraživanje zasniva se na četvorogodišnjem eksperimentu kojim su dokazali da se površinski oticaj kroz zaštitni pojas od samo 6m smanjuje za 78%, čime se povećava zadržavanje sedimenta. I Knight et al. (2010) navode da su zaštitni pojasevi jedan od najefikasnijih načina za ublažavanje/uklanjanje zagađenja od rasutih zagađivača kao što je poljoprivreda. Takođe, ističu da ovi pojasevi u različitim formama značajno doprinose poboljšanju kvaliteta vode u recipijentima zadržavajući ne samo sediment, već i hranljive materije i pesticide.

Odstranjivanje hranljivih materija koje su nošene vodom može se vršiti pomoću vegetacije zaštitnog pojasa dok se kreću po ili kroz zemljište. Šumski i travni zaštitni pojas može vrlo efikasno da skladišti velike količine hranljivih materija. Kako navodi Dosskey (2001) ograničenje u smislu odstranjivanja hranljivih materija može da se manifestuje tako što zemljište i biljke koje sačinjavaju zaštitni pojas imaju određen kapacitet da apsorbuju i obezbede kruženje hranljivih materija. Kapacitet sistema za apsorpciju ovih materija može da bude dostignut ili pređen ukoliko postoji konstantan unos i zato zasićeni sistem može postati izvor zagađenja. Kada se govori o odstranjivanju hranljivih materija najpre se misli na prisustvo fosfora i azota. Negativan uticaj suvišne količine fosfora se ogleda kroz eutrofikaciju vodenog toka Jordan et al. (1993). Blanco-Canqui et al. (2004) su istraživali uticaj pojaseva vegetacije na zadržavanje sedimenta, fosfora i azota i zaključili da se primenjeni fosfor i azot na poljoprivrednim površinama brzo vezuju za čestice zemljišta, a zatim lako prenose se do vodotoka sa erodiranim sedimentom. Iako rastvoreni fosfor predstavlja samo malu količinu prenesenog fosfora, on može biti glavni razlog za brigu oko kvaliteta vode. Azot koji se koristi u poljoprivredi kao đubrivo takođe može da predstavlja izvor zagađenja prenoseći se sedimentom do recipijenta. Međutim, korišćenjem određenih vrsta biljaka u zaštitnim pojasevima uključene su i bakterije koje prilikom procesa denitrifikacije odnosno redukcije nitrata ili nitrita u gasovit azot, mogu da vrate azot u atmosferu (Vidon i Hill, 2004). U zavisnosti od širine zaštitnih pojaseva nivo redukcije može da značajno varira i to u opsegu od 27% do 96% za fosfor i od 7% do 100% za azot (Schmitt et al., 1999; Lee et al., 2000; Uusi-Kamppa et al., 2000).

Eliminacija pesticida koji su vezani za čestice zemljišta vrši se sedimentacijom zemljišnih čestica. Patty et al. (1997) definišu značajnu ulogu zaštitnih pojaseva i u prevenciji zagađenja vodenih površina određenim vrstama pesticida. Arora et al. (1996) navode da vegetacija zaštitnog pojasa može biti pod uticajem prisustva određenih pesticida (herbicida) čija je glavna

funkcija kontrola trave u usevima. Prisustvo ovakvih herbicida u vodi koja dolazi do zaštitnog pojasa sa poljoprivrednih površina može da prouzrokuje nestanak trave iz zaštitnog pojasa i može značajno da smanji efikasnost pojasa.

Stabilizacija obale i zaštita od erozije kosina kanala je važna funkcija koju obavljaju različite biljne vrste u zaštićenom pojasu obezbeđujući tako i različite nivoe zaštite. Erozivna energija vodenog toka se troši iznad stabljika na zemlji, dok korenska masa poboljšava kompaktnost zemljišta i osigurava kosine od erozivnih posledica koje pravi voda. Erodირanjem obala postoji mogućnost obrušavanja kosina u kanal čime se dovodi u pitanje funkcionalnost kanala i sistema za odvodnjavanje jer je propusna moć značajno smanjena. Lyons et al. (2000) su razmatrali prednosti i mane korišćenja Travnih zajednica u odnosu na drvenaste zajednice. Prema ovim autorima u odnosu na šumovita područja, zatravljene površine su efikasnije u poljoprivrednim područjima, jer utiču na smanjenje erozionih procesa, zatim obezbeđuju stabilizuju obale kanala, zadržavajući sediment, hranljive materije, pesticide, itd. Oni ističu da je ova prednost data travnatoj vegetaciji zbog održavanja koje se svodi na kontrolisanu ispašu. Zaimes et al. (2006) istražujući uticaj zaštitnih pojaseva na eroziju kosina kanala i količine sedimenata koji se slivaju u melioracione kanale zaključili su da se u odnosu na kosine kanala bez zaštitnih pojaseva erozija obala smanjuje i do 97%. Takođe su utvrdili da se oko 90 % sedimenata koji se sliva sa poljoprivrednih površina može zadržati čak i u uskim pojasevima. Ovakva efikasnost ukazuje na neophodnost uvođenja ovakvih mera na deonicama kanala koje su izložene erozionim procesima.

Kada se govori o uticaju zaštitnih pojaseva na biodiverzitet Brookfield i Stocking (1999) navode da treba razlikovati agrodiverzitet od agrobiodiverzitet. Ovi autori ističu da je agrobiodiverzitet stariji pojam i odnosi se na biološku raznovrsnost (nekada i sinonim za biodiverzitet) na zemljištima koja se koriste za poljoprivrednu proizvodnju, dok agrodiverzitet podrazumeva različite načine na koje poljoprivrednici koriste prirodnu raznolikost životne sredine u ne samo biljnoj proizvodnji već i u načinu upravljanja zemljištem i vodnim resursima. Možda ove razlike izgledaju i nevažne, ali prilikom donošenja odluka za primenu biotehničkim mera svaki segment određivanja ciljeva bi trebalo definisati radi smanjivanja mogućnosti stvaranja konflikta između zainteresovanih strana. Identifikacijom i upravljanjem konflikta između poljoprivrede, šumarstva i očuvanja biodiverziteta bavili su se dve grupe autora Henle et al. (2008) i Niemela et al. (2005), naglašavajući da se moraju napraviti prihvatljivi kompromisi u načinu korišćenja zemljišta. Reidsma et al. (2006) pozivajući se na trenutno stanje ekosistema, prema njihovim istraživanjima, ukazuju da su najniže vrednosti kvaliteta agrobiodiverziteta u onim delovima Evrope koje intenzivno koriste poljoprivredne površine (Holandija, Francuska i Grčka), dok su visoke vrednosti kvaliteta agrobiodiverzitet u regionima koji se ne bave toliko intenzivnom poljoprivrednom proizvodnjom (Španija i nove članice EU –

Mađarska, Rumunija, Bugarska). U ovom kontekstu, intenziviranjem poljoprivredne proizvodnje i primenom biotehničkih mera moguće je ostvarivanje visokih vrednosti kvaliteta agrobiodiverziteta. Prema Altieri (1999) biodiverzitet u agroekosistemu može da ima dve komponente. Prva se odnosi na „planirani biodiverzitet“ koji je povezan sa usevima i zavisi od poljoprivrednika i između ostalog može da podrazumeva i širu primenu biotehničkih mera. Druga komponenta se odnosi na „povezan biodiverzitet“ odnosno floru i faunu koje okružuju planirano područje. Definisanje komponentata biodiverziteta neophodno je radi odabira najbolje prakse koja će održavati ili poboljšavati određenu komponentu. Deo planiranog agroekosistema su i melioracioni kanali za koje Herzon i Helenius (2008) navode da imaju veoma važan biološki značaj celokupnu floru i faunu. Isti autori navode da se funkcionisanje kanala, pored primarne funkcije sakupljanja suvišne vode i obezbeđivanja propusne moći svodi i na upravljanje procesima povećanja kvaliteta vode u kanalima, kontrolu erozionih procesa, kontrolu zagađujućih materija kao i obezbeđivanje staništa za divlje životinje. Sve ovo ukazuje na neophodnost multifunkcionalnog upravljanja koje zahteva uključivanje različitih oblasti. Williams et al. (2003) su istraživali na području severne Engleske kakav uticaj imaju različite akvatorije (jezera, reke, potoci i kanali) na povećanje biodiverziteta. Zaključili su da sve akvatorije imaju svoje prednosti i mane u smislu povećanja biodiverziteta, ali da se melioracioni kanali kojih i u ovom istraživanju ima najviše mogu koristiti za povećanje biodiverziteta. I ovo istraživanje ukazuje na mogućnost primene zaštitnih pojaseva uz linijske objekte kao što su melioracioni kanali. Coeur et al. (2002) na osnovu dugogodišnjeg istraživanja ukazuju da je izučavanje biodiverziteta u poljoprivrednom predelu važno sa aspekta obezbeđivanja neophodnih uslova kao što su npr. temperatura vode ili rastvoreni kiseonik u vodotocima za očuvanje biodiverziteta. Ovu činjenicu potkrepljuju kanadska istraživanja (Eastern Canada Soil and Water Conservation Centre, 1994) u kojim se navodi da usled gubitka drvenaste vegetacije uz vodotoke koje obezbeđuje senku, temperatura može da se povisi i do 10 °C, kao i da se usled povećanje temperature vode i slivanja sedimenata, hranljivih elemenata i pesticida smanjuje koncentracija rastvorenog kiseonika.

Održavanje zaštitnih pojaseva uz vodotoke je neophodno da bi se zaštitilo vodeno okruženje, kao i stanište za kopnene biljne i životinjske vrste. Prema američkim iskustvima (Leeds et al., 1994, North Carolina Division of Energy, Mineral and Land Resources, 2007) održavanje podrazumeva kontrolu korova odnosno neželjene vegetacije u zaštitnom pojasu, negu postojeće vegetacije i odstranjivanje sedimenta. Korovske biljke mogu „ugušiti“ biljke koje se sade ili seju u zaštitnom pojasu. Nehemijske metode za kontrolu korova su poželjne zbog toga što hemikalije brzo prodiru u vodne sisteme u zaštitnoj oblasti. Suzbijanje korova je neophodno primenjivati sve dok drvenaste biljke ne zauzmu predeo u kome se planiraju, što je normalno u toku 2 do 3 godine. Đubrenje biljaka u zaštitnom pojasu nije neophodno i trebalo bi ga izbegavati, jer vode koja otiče sa poljoprivrednih površina sa sobom nosi hranljive elemente.

Nega postojeće vegetacije podrazumeva orezivanje drvenaste vegetacije i košenje travnate vegetacije. Na ovaj način se pored primarne funkcije koju obavljaju zaštitni pojasevi stvara i dodatni prihod za poljoprivrednike u vidu proizvodnje drveta i stočne hrane. Sediment koji se nataložio u zaštitnom pojasu se mora periodično odstranjivati kako bi se održala njegova efikasnost. Talog od 10 cm je dovoljan da se površinski vodeni tok blokira ili preusmeri, što može da dovede do koncentracije vode koja otiče. Prilikom odstranjivanja suvišnog sedimenta trebalo bi voditi računa o tome da se ne naprave udubljenja koja će izazvati koncentraciju toka i usvojiti mere predostrožnosti kako bi se sprečilo ponovno taloženje suvišnog sedimenta.

Ekonomski deo vezan za zaštitne pojaseve svodi se na određivanje isplativosti uvođenja biotehničke mere kao što su zaštitni pojasevi. Frimpong et al. (2006) navode da se prvo mora analizirati kakva mogu biti poboljšanja u ekosistemu, zatim ih kvantitativno definisati u poređenju sa konvencionalnim tehnikama. Prema Chang et al. (2011) nakon ove analize neophodno je izvršiti i cost-benefit analizu. Prilikom određivanja ekonomske vrednosti zaštitnih pojaseva Qiu i Prato (1998) koristili su najpovoljnije prostorne modele u poljoprivrednoj proizvodnji koji bi uticali na poboljšanje kvaliteta vode i smanjivanje rasutog zagađenja iz poljoprivrede. Da bi se zaštitni pojasevi lakše uveli inženjersku praksu Garrity (2000) predstavlja problem modifikacije zaštitnih pojaseva, jer su generalno investicije manje, a efekti koji se odgledaju kroz zaštitu od erozije, smanjivanje oticaja, povećanje infiltracije, kao i povećanje biodiverziteta, značajni. Nakao et al. (1999) navode da pored opštih društvenih koristi, koje bi se u slučaju uslova u Vojvodini prvenstveno odnosili na koristi u vodoprivredi, postoji ekonomska korist i u privatnom sektoru. Društvena korist, ogleda se kroz smanjenje količine sedimenta, poboljšanog kvaliteta vode, dodatnog staništa za ribu i životinjske vrste koje je obezbeđeno, kao i lepšeg krajolika duž vodenog toka. Ovi autori su razvili nekoliko tehnika pomoću kojih se mogu proceniti ekonomske vrednosti i tako na primer za društvenu korist navode da svakih 10% smanjenja erozije zemljišta može da smanji ove troškove za održavanje i čišćenje kanala za 11%, a za privatnu korist navode značajnu zaradu od sena i debala iz zaštitnih pojaseva.

Efikasnost zaštitnih pojaseva najkonciznije je predstavio Fanti (1997) podelivši efikasnost u tri grupe (manje efikasni, efikasni i najefikasniji).

Manje efikasni zaštitni pojasevi su:

- kada se količina odvodnjavane vode sa obradivog zemljišta poveća.
- kada je dubina vode koja se kreće kroz pojas veća nego visina vegetacije u pojasu, jer tada vegetacija polegne i efikasnost filtracije se značajno smanjuje.
- kada se sediment i hranljive materije nagomilavaju u vegetaciji.

- pri zadržavanju sedimenta i hranljivih materija ako voda koja otiče nadolazi veoma često sa malim pauzama ili bez pauza, i pri odsustvu perioda kada vegetacija raste između dva naleta vode.
- ukoliko je vegetacija oštećena intenzivnom ispašom, količinom sena ili mehanizacijom koja se tuda kreće kada je zemljište vlažno.
- kada se zaštitni pojas ne održava adekvatno.

Efikasni zaštitni pojasevi su:

- pri smanjenju sedimenta i hranljivih materija u vodi koja otiče sa poljoprivrednog zemljišta.
- pri oticanju plitke vode ujednačenog tempa, za razliku od koncentrisanog oticanja.
- kada je vegetacija gusta i busenasta.

Najefikasniji zaštitni pojasevi su:

- pri odstranjivanju sedimenta u prvih 2,5 do 3,5 m pojasa (da bi se mogle zadržati čestice veličine gline, za razliku od čestica peska, širina filtarskog pojasa mora biti veća).
- kada se širina zaštitnog pojasa, lokacija i vegetacija usklađuje sa tipom zemljišta, nagibom i uslovima odvodnjavanja na određenom mestu.
-

Na ovaj način indirektno su prikazane i prednosti i mane zaštitnih pojaseva. Prilikom uvođenja biotehničke mere kao što su zaštitni pojasevi u vodoprivrednu praksu sve navedeno treba uzeti u razmatranje da bi se prilikom donošenja odluke greške izbegle ili svele na najmanju moguću meru. Svetska i domaća literatura ukazuje da primenom ove mere postoje pozitivna iskustva prilikom korišćenja zaštitnih pojaseva ne samo u vodoprivredi, već i u dugim oblastima kao što su poljoprivreda, šumarstvo i zaštita životne sredine.

Korišćenjem biotehničkih mera moguće je smanjenje korišćenja postojećih kapaciteta crpnih stanica i povećanje njihove efikasnosti, čime se postiže i efikasnost celog sistema za odvodnjavanje (Belić, Belić, Savić, 2007, Belić, Rajković, 2008). Istovremeno, efikasnost odvodnjavanja treba da bude praćena višim kvalitetom životne sredine kao podlozi za prelazak na održive vidove proizvodnje i korišćenja prirodnih resursa uopšte (Falkenmark i Galaz, 2007; Belić i Rajković, 2007; Rajković i Belić, 2008; Rajković, 2007).

Ako bi se efikasnost sakupljanja, kao i količine sakupljene suvišne vode posmatrale u funkciji kapaciteta instalisanih crpnih stanica (Stojšić, 1987) i potreba za povećanjem površina pod višegodišnjom vegetacijom (šumama) (Prostorni plan RS, 2010) moguće je doći do rešenja problema, korišćenjem biotehničkih mera kao što su biodrenaža i zaštitni pojasevi. Korišćenje suvišne vode od strane zasnovanih površina pod šumskom i žbunastom vegetacijom, količina vode koja dolazi do crpnih stanica mogla bi da se smanji (Kinght et al., 2010). Na taj način

sistem za odvodnjavanje bi postao efikasniji, jer se deo suvišne vode uklanja korišćenjem biotehničkih mera. Istovremeno, moglo bi se doći do tražene pošumljenosti područja Vojvodine od 14,3% koja je postavljena Prostornim planom RS u cilju poboljšanja biodiverziteta i kvaliteta područja-pejzaža. Kako navode Borin et al. (2005) i Grismer et al. (2006), kvalitet vode u melioracionim kanalima bi se mogao poboljšati, a i erozioni procesi izazvani vetrom i vodom bi bili smanjeni do određene granice (Jansen et al., 2005). Alemi (1999) smatra da se prilikom promene namene površine iz poljoprivrednog zemljišta u šumsko treba pažljivo razmotriti koji to sve faktori utiču na identifikaciju potencijalnih lokaliteta na kojima će se primenom biotehničkih mera, pored evakuacije viška vode vegetacijom, izvršiti i restauracija staništa. Isti autor navodi da je kvalitet staništa takođe u tesnoj vezi sa faktorima na osnovu kojih će se određivati potencijalni lokaliteti za primenu ovih mera. To mogu biti kvalitet zemljišta, trenutna šumovitost, odnosno povezanost fragmenata, klimatski i hidrološki uslovi, način korišćenja susednih zemljišta, projekcija mogućih zagađenja itd.

Korišćenje GIS (geografsko informacioni sistem) tehnologije kao alata za prostornu analizu u svetskoj i domaćoj literaturi je prisutno u raznim oblastima. U okviru odvodnjavanja GIS se koristi prilikom projektovanja kanala za odvodnjavanje (Casali et al., 1999), potpovršinske drenaže (Sugg, 2007), kao i procenu ugroženosti zemljišta problemom zaslanjenosti i zabarenosti (El Bastawesy i Ramadan Ali, 2011). Jankowski (1995) ukazuje na mogućnost korišćenja GIS-a i u procesima donošenja odluka kada njegova uloga može biti u vizualizaciji rezultata na osnovu kojih se kvalitetnije i realnije donose zaključci. Takođe, Malczewski (2006) u svom obimnom pregledu literature ukazuje na široku primenu GIS-a i raznih metoda odlučivanja.

Prilikom uvođenja biotehničkih mera na sistem za odvodnjavanje potrebno je izvršiti prostornu analizu a zatim doneti odluku koji će lokaliteti imati prednost. Faktori na osnovu kojih bi se donosila odluka na kojim površinama će se sprovoditi biotehničke mere prvenstveno zavise od ugroženosti zemljišta vodom, odnosno opterećenosti sistema za odvodnjavanje. Prema Chen et al., (2010) koji su koristili GIS metodologiju za ocenu pogodnosti lokaliteta za održivi razvoj poljoprivrede, navodeći pri tome da ako se posmatra negativan uticaj na poljoprivrednu proizvodnju, veoma su bitne i karakteristike zemljišta, kao i način korišćenja zemljišta. Prilikom ocene pogodnosti lokaliteta za primenu biotehničkih mera na sistemima za odvodnjavanje, pored navedenih karakteristika, potrebno je razmotriti još i pogodnost zemljišta za odvodnjavanje, postojanje sistema za odvodnjavanje, kao i faktore koji utiču na donošenje odluke koji lokaliteti su pogodniji od drugih i koje lokalitete bi trebalo izbegavati. Identifikacijom ključnih faktora i njihovim adekvatnim vrednovanjem može se izvršiti klasifikacija i kartiranje najpogodnijih površina za primenu biotehničkih mera. Prostornu analizu za primenu biotehničkih mera najbolje i najefikasnije je sprovesti korišćenjem GIS-a. Primenom

ove metodologije uvidelo bi se koje su površine najadekvatnije za zasnivanje šumskih zasada i zaštitnih pojaseva i kako bi njihovo zasnivanje imalo uticaje, kako na povećanje efikasnosti sistema za odvodnjavanje tako i na poboljšanje strukture šumskog fonda i ukupnog biološkog potencijala. Takođe, pomoću GIS-a mogli bi se analizirati koji su lokaliteti pogodniji za zasnivanje biodrenažnih zasada i zaštitnih pojaseva u odnosu na kvalitet vode u vodotocima, zatim gde bi bilo potrebnije stvarati barijere u cilju smanjivanja eolske erozije, kao i uočavanje lokaliteta koje bi trebalo povezati u smislu koridora za kretanje divljih životinja (Herring et al., 2006).

Prilikom izbora mera kojim se postižu zacrtani ciljevi pri odvodnjavanju biotehničkim merama, javlja se potreba za prostornim definisanjem određenih površina i objekata, kao i prostornim analizama prilikom procene postignutih efekata. Geografski informacioni sistem predstavlja alatku pomoću koje je moguće evidentiranje stanja prirodnih resursa i uopšte životne sredine. Neophodni podaci za izradu geografskog sistema mogu se dobiti iz klasičnih izvora kao što su pedološke karte, hidrografske karte i karte načina korišćenja zemljišta CORINE (European Environmental Agency, 2007). Karte potencijalnih lokaliteta za zasnivanje biotehničkih mera bazirane na GIS-u omogućavaju donosiocima odluka, poljoprivrednim proizvođačima i drugima da bolje sagledaju opasnost prekomerne vlage i pojave vodoleža i da na taj način donesu odgovarajuće odluke koje će ublažiti potencijalne štete i učiniti da sistem za odvodnjavanje bude efikasniji.

Na osnovu dobijenih podataka vlasnici i korisnici zemljišta bi se mogli podsticati da pristupe pošumljavanju takvih površina čime će se ostvariti višestruka korist, kako povećanja efikasnosti sistema za odvodnjavanje, tako i ekološka i ekonomska.

Prostorna analiza sama za sebe nije dovoljna ako se prilikom donošenja odluka ne razmotre i uticaji pojedinih faktora. Zbog činjenice da faktori koji utiču na određivanje lokaliteta za primenu imaju težinske koeficijente i značajno utiču na rezultat procesa odlučivanja, jasno je da se posebna pažnja mora posvetiti objektivnosti težinskih koeficijenata, što na žalost nije uvek prisutno pri rešavanju praktičnih problema. Poznavanje pravog značenja težinskih koeficijenata ili težina kriterijuma (faktora) ima suštinsku važnost za pravilnu primenu metoda i modela. Generalno gledano, većina pristupa za određivanje težinskih koeficijenata se može podeliti na subjektivne i objektivne metode. Subjektivni pristupi su zasnovani na određivanju težina kriterijuma na osnovu dobijene od donosioca odluke ili od eksperata uključenih u proces odlučivanja. Objektivni pristupi su zasnovani na određivanju težinskih koeficijenata na osnovu informacije sadržane u matrici odlučivanja primenom određenih matematičkih modela. Njihova osnovna karakteristika je da zanemaruju mišljenje donosioca odluke. Jedna od objektivnih metoda koja se koristi jeste metoda Entropije koja je zasnovana na Šenonovom konceptu

entropijske ocene informacije sadržane u matrici odlučivanja (Srđević et al., 2003). Ovaj metod se svodi na merenje neodređenosti u informaciji koju emituje matrica i direktno generiše težinske vrednosti faktora osnovu međusobnog kontrasta pojedinačnih rejtinga alternativa za svaki faktor, a zatim i istovremeno za sve faktore. Koncept Entropije se koristi u raznim oblastima višekriterijumske optimizacije sa dobrim rezultatima (Srđević et al., 2004).

3. CILJ I SVRHA ISTAŽIVANJA

Zahtevi koje postavlja održiva poljoprivredna proizvodnja, ali i savremeni pristup zaštiti životne sredine, iziskuju korekciju pristupa i u melioracijama. Ove promene podrazumevaju, pored povećanja efikasnosti samog sistema za odvodnjavanje i kontrolu vodno-vazdušnog režima zemljišta, zaštitu kvaliteta voda, izmene u principima oblikovanja kanalske mreže, povećanje pošumljenosti područja i pozitivan uticaj na životnu sredinu. Vodeći računa o navedenim zahtevima, kvalitetno rešenje na melioracionom području može predstavljati šire uvođenje biotehničkih mera.

Da bi se donele pravilne odluke prilikom planiranja biotehničkih mera potrebno je jasno sagledati prostor za njihovu primenu. U tu svrhu istraživanjem je potrebno utvrditi i analizirati ključne faktore koji utiču na zasnivanje biotehničkih mera, odnosno potrebno je sagledati kako treba da izgleda model podataka geografskog informacionog sistema. Istraživanjem je takođe potrebno utvrditi i koji je udeo viška vode za koji će biti smanjen dotok do crpnih stanica primenom biotehničkih mera i na taj način doći do povećanja efikasnost sistema.

Cilj predloženih istraživanja je utvrđivanje mogućnosti i izbor lokaliteta za primenu biotehničkih mera koje bi omogućile pored povećanja efikasnosti sistema za odvodnjavanje, kao primarnog zadatka vodoprivrede, i smanjenje nepovoljnog uticaja na kvalitet vode u kanalskoj mreži, povećanje stabilnosti kosina obala, smanjenje eolske i vodne erozija kao i povećanje pozitivnog uticaja na životnu sredinu.

Za realizaciju ciljeva potrebno je analizirati najznačajnije činioce koji utiču na prostornu primenu biotehničkih mera, odnosno utvrditi najznačajnije podatke koji treba da čine prostornu bazu podataka geografskog informacionog sistema i način njihove organizacije u skladu sa realnim zahtevima, podlogama i prethodnim analizama neophodnim za planiranje izbora najracionalnijih rešenja. Na osnovu površina koje se dobiju prostornom analizom, treba utvrditi koji deo viška vode na sistemu za odvodnjavanje može biti umanjen primenom biotehničkih mera, a zatim utvrditi koliko je moguće smanjenje vremena odvodnjavanja i na taj način povećati efikasnost sistema.

4. RADNA HIPOTEZA

Izgrađenost sistema za odvodnjavanje stvara deo uslova potrebnih za odvijanje stabilne biljne proizvodnje. Ipak, intenziviranje biljne proizvodnje, ali i sve češća pojava ekstremnih količina suvišne vode, vezana je za potrebu povećanja efikasnosti rada sistema za odvodnjavanje u celini. Pored toga, efikasnost odvodnjavanja potrebno je posmatrati zajedno sa smanjenjem utroška energije po jedinici količine sakupljenog ili evakuisanog viška vode. Istovremeno, efikasnost odvodnjavanja bi trebala biti praćena višim kvalitetom životne sredine kao podlozi za prelazak na održive vidove proizvodnje i korišćenja prirodnih resursa uopšte. U čitavom procesu, biotehničke mere (bez obzira kakve one bile) mogu dobiti značajno i višestruko korisno mesto.

Početna hipoteza je da se smanji doticaj suvišne vode u kanalsku mrežu, a samim tim i do crpnih stanica, primenom biodrenaže i zaštitnih pojaseva, kao dopunske meliorativne mere na određenim površinama, čime bi se efikasnost odvodnjavanja povećala. Te površine bi bile zemljišta niže potencijalne plodnosti, a njihove pozicije određivale bi se analizom najznačajnijih činilaca koji utiču na prostornu primenu biotehničkih mera i njihovim vrednovanjem uz korišćenje geografskog informacionog sistema. Smanjenjem površina koje se odvodnjavaju smanjio bi se i doticaj u kanalsku mrežu, pa i dotok do crpnih stanica, čime bi se obezbedilo smanjenje utroška energije i sam sistem za odvodnjavanje bi bio efikasniji. Takođe, bi se u cilju povećanja površina pod šumama u Vojvodini, u okviru biotehničkih mera zaštite i drugih ekoloških poboljšanja iz Prostornog plana iz 2010. godine, predvidelo da se pod šumskim zemljištem nalazi 14.3%, čime bi se uticalo na povećanje kvaliteta životne sredine.

Primenom biotehničkih mera na sistemima za odvodnjavanje pored osnovnog zadatka, da se odvodnjavanjem poveća efikasnost sistema za koje je odgovorna vodoprivreda, bili bi zadovoljeni i uslovi koje zahteva poljoprivreda, šumarstvo i zaštita životne sredine.

5. MATERIJAL I METOD

5.1. Efikasnost odvodnjavanja

Prilikom regulacije vodno-vazdušnog režima zemljišta u Vojvodini nakon zaštite od delovanja spoljnih voda sekundarna meliorativna mera bila je odvodnjavanje. Postizanje stabilnih i visokih prinosa poljoprivrednih kultura predstavlja cilj odvodnjavanja, pri čemu se sakuplja i odvodi samo ona voda koja nije povoljna za biljke (vlažnost viša od poljskog vodnog kapaciteta). Takođe, ova meliorativna mera podrazumeva sprovođenje određenih mera kojima se otklanjaju uzroci prevlaživanja ili zabarivanja.

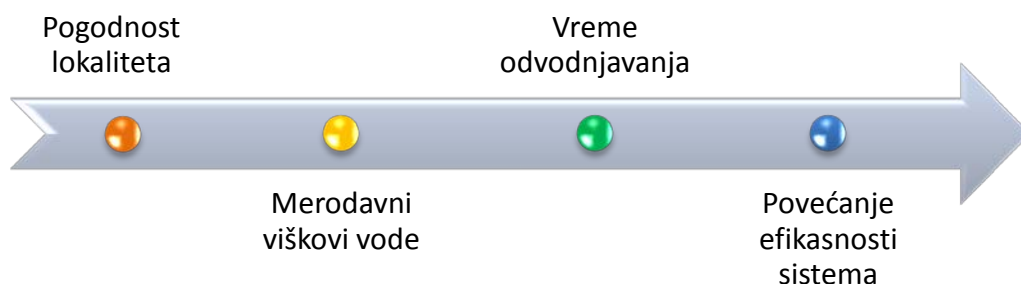
Sistem za odvodnjavanje predstavlja skup objekata koji svojim međusobno usaglašenim dimenzijama treba da omogući pravilno i pravovremeno sakupljanje, odvođenje i evakuaciju suvišne vode sa gravitirajuće površine. Ovi sistemi moraju ispuniti hidrološke, tehničke i privredno-ekonomske zahteve što je moguće samo ako su dimenzije, bilo kog dela sistema za odvodnjavanje, odgovarajuće. Hidrološki zahtevi podrazumevaju pravovremeno odvođenje vode u dozvoljenim rokovima plavljenja (zavisno od tipa zemljišta i kultura), kao i sniženje podzemne vode na normu odvodnjavanja. Tehnički zahtevi se odnose na ispunjavanje dovoljne vodoprijemne i vodoodvodne moći samog sistema, zatim na obezbeđivanje procesa odvodnjavanja vode i u kritičnim uslovima i na obezbeđivanje dugovečnosti sistema uz ekonomične troškove eksploatacije. Privredno-ekonomske zahteve čine potreba da se agrotehnički radovi obavljaju u kvalitetnim uslovima i potrebnim rokovima, da sistemi ne zauzimaju mnogo korisne površine, kao i da moraju biti ekonomski prihvatljivi uz određenu sigurnost. Zbog navedenih zahteva projektovanje sistema je veoma komplikovano i neophodan je multidisciplinarn pristup, jer i pored usaglašavanja dimenzija, sistem u toku eksploatacije treba da bude ekonomičan, efikasan i lak za održavanje.

Efikasnost odvodnjavanja direktno zavisi od kapaciteta crpnih stanica koje evakušu suvišnu vodu u recipient (Belić i Savić, 2005) što predstavlja razlog da se obraća posebna pažnja na postupak određivanja kapaciteta crpne stanice. Zbog toga bi unapređenje podrazumevalo smanjenje ili povećanje kapaciteta na već postojećim crpnim stanicama kada bi se u klasičan sistem uvele i biološke mere kojima bi se projektovane količine vode za odvodnjavanje smanjile. Kapacitet crpnih stanica se može određivati preko hidromodula odvodnjavanja, empirijskim metodama, studijama instalisanih pogona ili preko povezanosti podloga i količina ispumpane vode. Kapaciteti crpnih stanica zavise od količine vode za evakuaciju, dozvoljenog vremena plavljenja i dnevne dužine rada crpne stanice. Količina vode za odvodnjavanje zavisi od norme odvodnjavanja, veličine sliva, dimenzija i stanja kanalske

mreže, režima vodostaja recipijenta, setvene strukture, merodavne suvišne vode i povratnog perioda merodavne suvišne vode. Dozvoljeno vreme plavljenja zavisi od setvene strukture i stanja zemljišta, dok dnevna dužina rada crpne stanice zavisi tipa pogona i raspoložive radne snage.

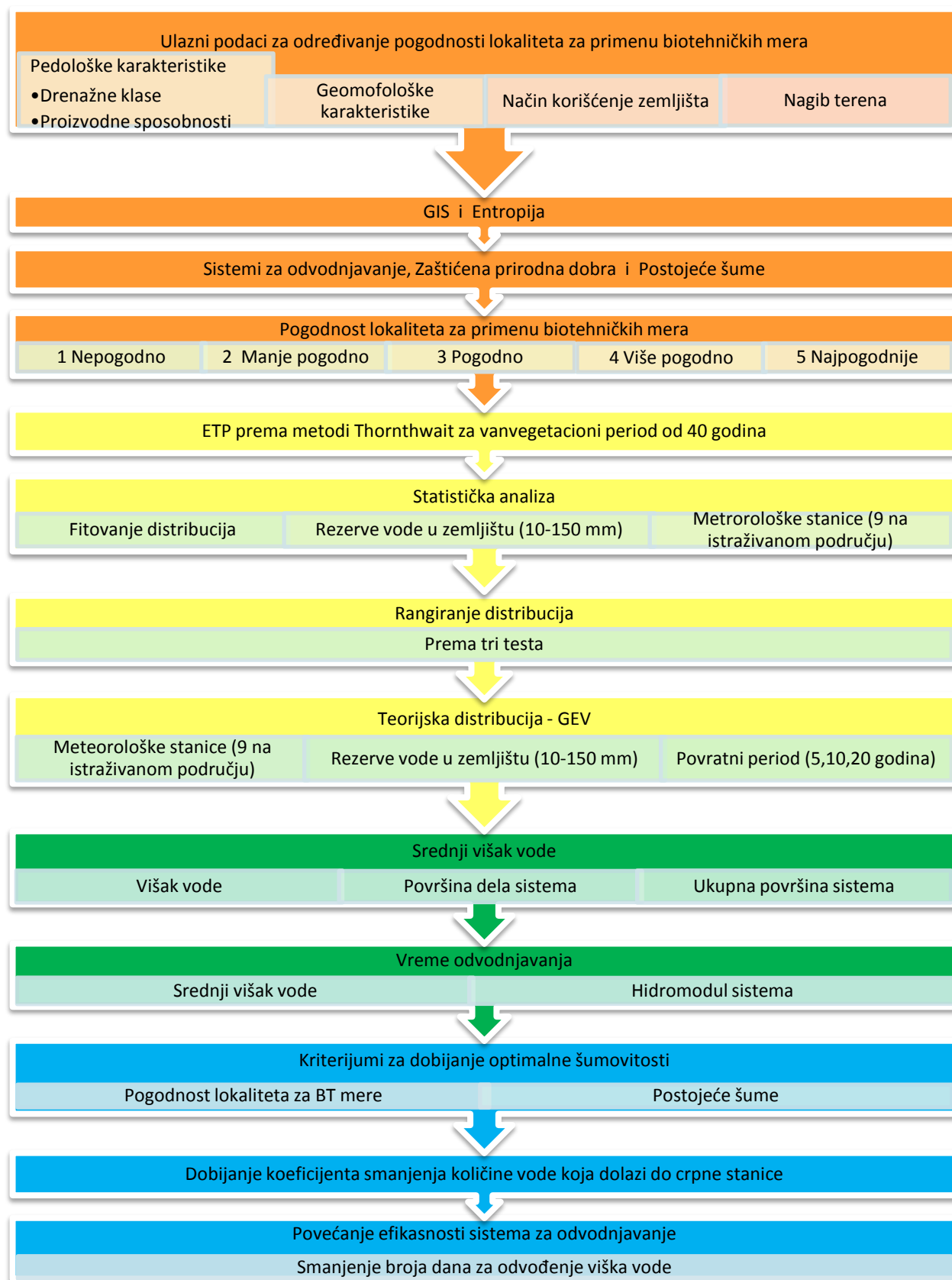
Da bi se postigla maksimalna efikasnost određenog sistema trebalo bi se dodatno smanjiti količinu vode koja dolazi do same crpne stanice tako da se suvišna voda može odvesti u dozvoljenim rokovima što će biti u saglasnosti sa dužinom rada crpne stanice. To se može postići uvođenjem biotehničkih mera, koje bi u samom sistemu smanjivale količine vode tako što bi se određena količina suvišne vode trošila na biljke, kojima bi se našlo najpogodnije mesto na sistemu.

Određivanje pogodnosti lokaliteta za biotehničke mere predstavljao bi prvi korak pri povećanju efikasnosti sistema za odvodnjavanje. Drugi korak podrazumevao bi određivanje merodavnih viškova vode na sistemima za odvodnjavanje na osnovu kojih bi se odredilo vreme odvođenja viška vode. Četvrti korak bi podrazumevao, nakon zasnivanja biotehničkih mera na sistemima, određivanje povećanje efikasnosti sistema (slika 11).



Slika 11. – Osnovni koraci prilikom određivanja povećanja efikasnosti sistema za odvodnjavanje

Svaki od osnovnih koraka prilikom određivanja povećanja efikasnosti sistema za odvodnjavanje je sastavljen od složenih procesa. Da bi se stekao uvid u složenost ovog procesa na slici 12. prikazan je tok procesa određivanja povećanja efikasnosti sistema za odvodnjavanje.



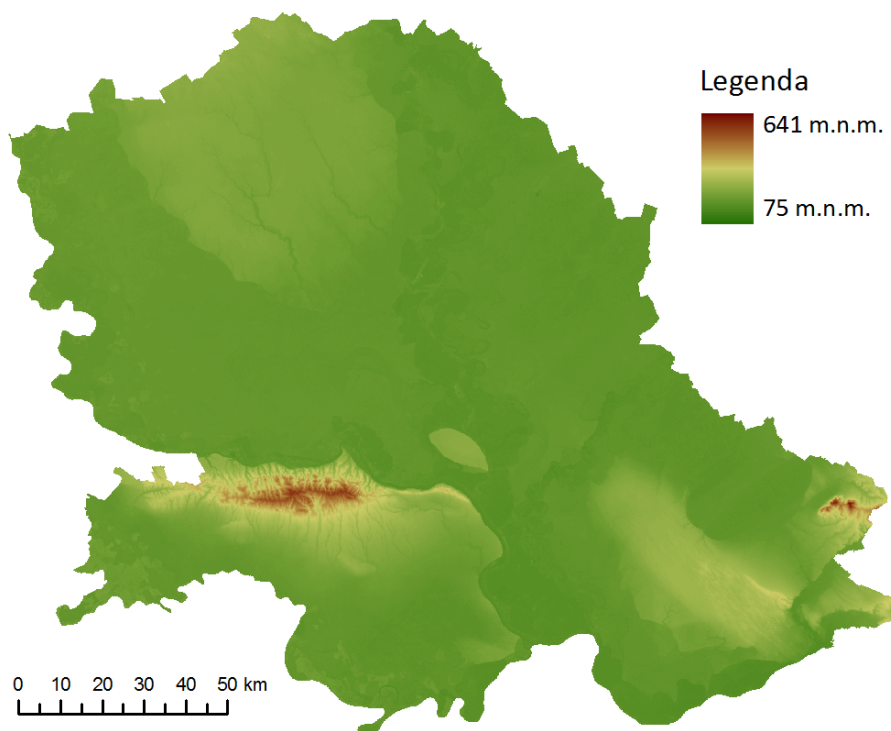
Slika 12. - Tok procesa određivanja povećanja efikasnosti sistema za odvodnjavanje

5.2. Pregled istraživanog područja

Određivanje povećanja efikasnosti sistema za odvodnjavanje predstavlja poslednji korak u prostornoj analizi i da bi se izvršila analiza pogodnosti lokaliteta za zasnivanje biotehničkih mera, kao prvi korak u ovoj analizi, neophodno je poznavati prirodne odlike istraživanog područja. Osnovne prirodne odlike Vojvodine, posmatranog kao meliorativno područje, čine geografski položaj, reljef i geomorfološke karakteristike, pedološke karakteristike, način korišćenja zemljišta, hidrografska mreža i zaštićena prirodna dobra, dok antropogene odlike podrazumevaju putnu mrežu i sisteme za odvodnjavanje.

5.2.1. Reljef i geomorfološke karakteristike

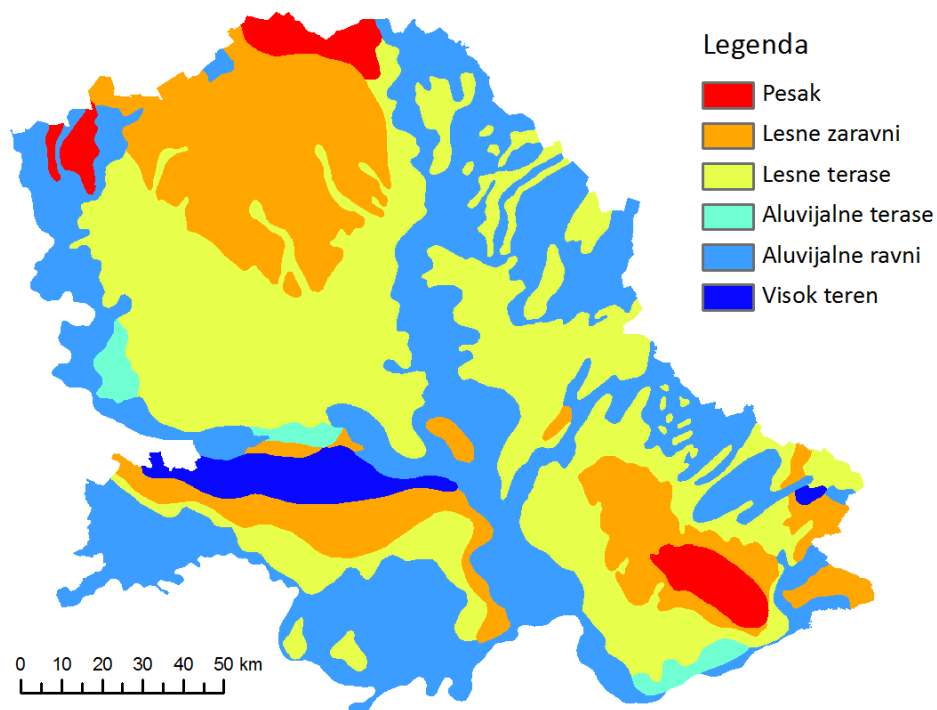
Reljef na istraživanom području je rezultat nabiranja, rasedanja, periodičnog navejavanja lesa, kao i fluvijalne i pluvijalne erozije. Reljef Vojvodine je pretežno ravničarski, izuzev Srema, kojim dominira planina Fruška gora, i jugoistoka Banata, sa Vršačkim planinama. Najniža tačka Vojvodine je 75 m, a najviša 641 m. Na osnovu digitalnog modela reljefa SRTM3 (Shuttle Radar Topography Mission) čija je rezolucija oko 90 m, i koji je besplatno dostupan na internetu (<http://srtm.usgs.gov>) predstavljen je reljef Vojvodine na slici 13. Ova karta korišćena je kao jedan od kriterijuma za proračun za pogodnost lokaliteta za zasnivanje biotehničkih mera.



Slika 13. - Reljef Vojvodine (prema <http://srtm.usgs.gov>)

Područje Vojvodine karakterišu geomorfološke jedinice koje su stvorene pretežnim delom u poslednjim geološkim epohama (pleistocen i holocen), odnosno eolskom i fluvijalnom erozijom (Živković et al., 1972, Stojšić, 1987, Mijatović et al., 1995). Ovakvi procesi današnjem reljefu izdvojili su geomorfološke jedinice (slika 14) koje su bitne sa aspekta stvaranja i odvođenja viška vode i to su:

- Visoka područja
- Peščare
- Lesne zaravni
- Lesne terase
- Aluvijalne terase
- Aluvijalne ravni



Slika 14. – Geomorfološke jedinice u Vojvodini (prema Živković et al., 1972)

Visoka područja u Vojvodini predstavljaju dva brdsko planinska područja Frušku Goru i Vršачke planine. Fruška Gora ima površinu oko 500 km², odnosno oko 9% površine u Sremu, i najveću nadmorsku visinu od 539m (vrh Crveni čot). Višak vode sa ovog terena sliva se ka Dunavu ili Savi direktno ili posredno preko kanalske mreže sistema za odvodnjavanje. Vršачke planine se prostiru na 172 km², odnosno oko 3% površine u Banatu, i najveću nadmorsku visinu od 641m, što ujedno predstavlja i najvišu tačku u Vojvodini (Gudurički vrh). Recipijent viška vode sa ovog terena, preko sistema za odvodnjavanje, predstavlja OKM HS DTD. Podaci o

visokom terenu su značajni u ovoj analizi, jer predstavljaju površine koje neće biti uključene u proračun.

U Vojvodini postoje dve peščare Subotičko-horgoška koja se nalazi u Bačkoj na oko 2% površine i Deliblatska u Banatu na oko 5% površine. Subotičko-horgoška peščara prostire se na dva vodoprivredna preduzeća („Severna Bačka“ i „Senta“) i predstavlja zonu između peska na severu i lesa na jugu. U ovoj zoni zbog brže propusnog peska i manje propusnog lesa obrazovana su i jezera (Palić i Ludaš) i javlja se potreba za odvođenjem suvišnih voda. Deliblatska peščara značajnim delom se prostire na vodoprivrednom području „Podunavlja“ i manjim delom na vodoprivrednom području „Južnog Banata“ i zbog propusnosti peska na ovim područjima nema velike potrebe za intervenisanjem u smislu odvodnjavanja.

Lesne zaravni u Bačkoj se prostiru na oko 33% (Bačka lesna zaravan – južno od Subotičko-horgoške peščare između Dunava, Tise i OKM HS DTD, kao i Titelska lesna zaravan – severno od ušća Tise u Dunav), u Banatu na oko 12% (Banatska lesna zaravan – koja se nalazi po obodima Deliblatske peščare) i u Sremu na oko 38% teritorije (Sremska lesna zaravan – koja se prostire od Zemuna do Vukovara). Dubina podzemne vode na lesnim zaravnima je velika tako da problemi sa viškom vode ne predstavljaju problem. Sa ovih geomorfoloških jedinica viškovi vode se slivaju i prepuštaju vodu nižim jedinicama koje su pod sistemima za odvodnjavanje.

Lesne terase u Bačkoj se prostiru na oko 46% i većim delom je celovita, dok je u Banatu isprekidana aluvijonom i prostire se na oko 36%. U Sremu ove geomorfološke jedinice prostiru se na oko 20% teritorije, jednim delom kao ostrva između potoka koji se spuštaju sa Fruške Gore i drugim uz aluvijalne ravni Save. Karakteristično za sisteme koji su na ovim geomorfološkim jedinicama je da imaju veću kanalisanost od onih na lesnoj zaravni, ali sa druge strane veći deo suvišne vode sa ovih sistema otiče gravitaciono prema recipijentima.

Nastanak aluvijalnih terasa vezuje se za stariji aluvijum kada je za vreme tople i suve klime vršena akumulacija fluvijalnog materijala. Prostiru se na oko 3% teritorije Bačke i 2% teritorije Banata i većina sistema za odvodnjavanje koja se nalazi na ovim geomorfološkim jedinicama se odvodnjava.

Aluvijalne ravni imaju značajan udeo površina u Vojvodini (Bačka oko 16%, Banat oko 42% i Srem oko 33% površina). Vodotoci Vojvodine tokom morfološke evolucije su menjali korita presecajući nova gradeći time terase i prostrane aluvijalne ravni. One predstavljaju hipsometrijski najniže delove terena sa prosečnim visinama ispod +85 m. Aluvijalna ravan Dunava predstavlja najnižu geomorfološku jedinicu u Vojvodini i granice sa aluvijalnom i lesnom terasom su jasno izražene. Sava ima razvijenu aluvijalnu ravan. Uz Tisu aluvijalna ravan

je vrlo široka i naročito razuđena duž leve obale erodiranjem Banatske lesne terase. U severnom Banatu aluvijalna ravan je naročito proširena na ušćima levih pritoka Moriša, Zlatice i Begeja. Tamiš nema široku aluvijalnu ravan i ona je jasno odvojena terasnim odsekom i Begej, takođe, nema razvijenu aluvijalnu ravan. Najveći deo ovih geomorfoloških jedinica je pokriven sistemima za odvodnjavanje.

5.2.2. Pedološke karakteristike

Na pedogenezu zemljišta Vojvodine se odražavao uticaj reljefa, ali mnoga odstupanja od osnovnih zonalnih zemljišta odnosno njihovi podtipovi i varijeteti posledica su savremenog ili poremećenog reljefa uz učešće i rad površinskih i podzemnih voda (Živković et al., 1972).

Kriterijum na osnovu kog se vrši sveobuhvatna podela zemljišta u kontekstu melioracija predstavlja karakter prirodnog vlaženja profila i to su:

- Zemljišta čiji se profil vlaži isključivo atmosferskim padavinama (automorfni red),
- Zemljišta koja su povremeno ili stalno izložena prevlaživanju suvišnim vodama atmosferskog, poplavnog ili slivnog porekla, uz vrlo često i dodatno vlaženje podzemnim vodama (hidromorfni red),
- Zemljišta koja trpe dopunsko vlaženje mineralizovanim podzemnim vodama (halomorfni red) i
- Zemljišta koja su nastala u podvodnim uslovima voda koje se zadržavaju u dubljim depresijama (subakvalni red) (Miljković, 2005)

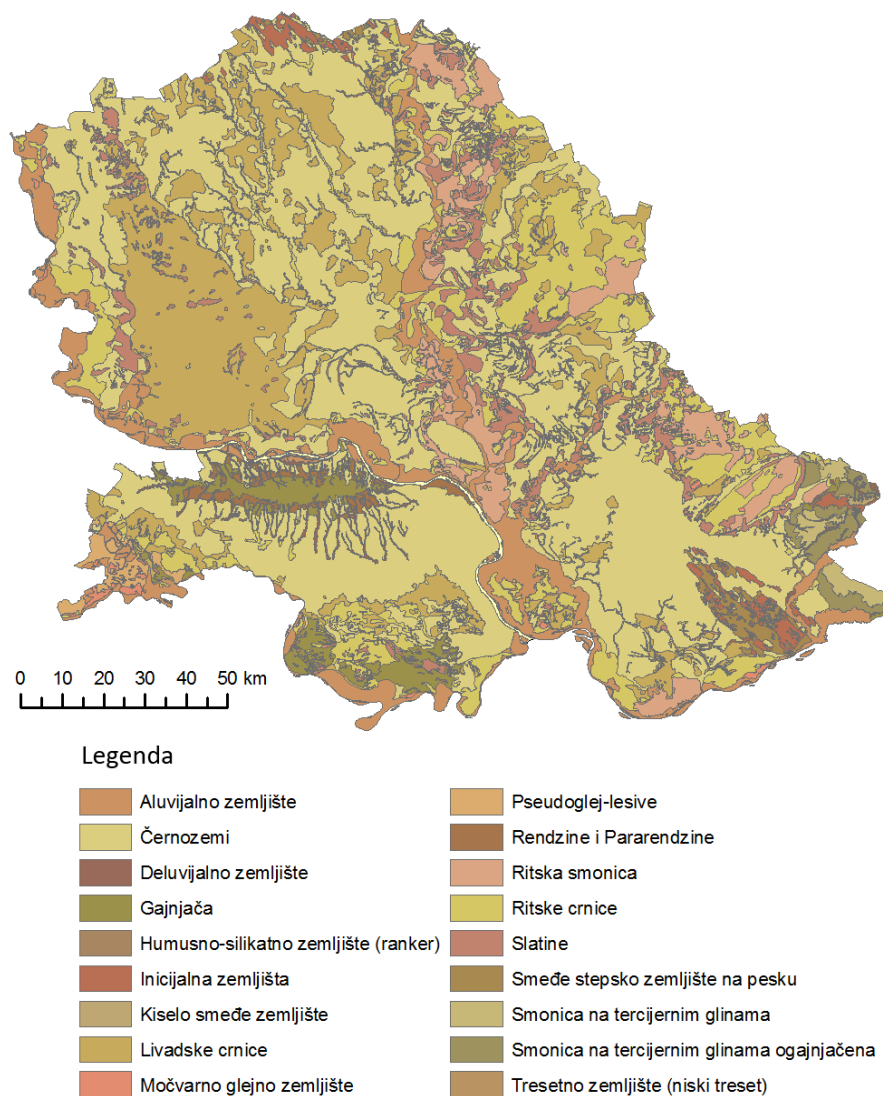
Razmatranje strukture zemljišnog pokrivača na području Vojvodine ukazuje da su tipovi zemljišta u okviru klasa automorfnog, hidromorfnog i halomorfnog reda.

Za potrebe analize pogodnosti lokaliteta za zasnivanje biotehničkih mera pored poznavanja geomorfoloških jedinica neophodno je kao podlogu imati i pedološki pokrivač odnosno Redove, klase, tipove i pod tipove zemljišta kao i njihove karakteristike (slika 15).

Red automorfnih zemljišta koja se na istraživanom području prostiru na 51% površine čine sledeći tipovi i podtipovi: černoze, gajnjače, humusno-silikatno zemljište (ranker), inicijalna zemljišta, kiselo smeđe zemljišta, rendzine i pararendzine, smeđe stepska zemljišta na pesku i terestrične smonice.

Hidromorfni red zemljišta se prostire na 44% teritorije Vojvodine. Livadska crnica se prostire na 17% površine čiji je režim podzemnih voda pretežno karakterističan za lesnu terasu.

Ostatak površina (27%) čine aluvijalna zemljišta, deluvijalna zemljišta, močvarno-glejna zemljišta, pseudoglej, tresetna zemljišta, ritska crnica i ritska smonica.



Slika 15. – Tipovi zemljišta u Vojvodini (prema Živković et al., 1972)

Najmanju površinu Vojvodine zauzimaju zemljišta halomorfnog reda (5%) i njih čine solončak, solonjec i solođ. Kako navode Szabados et al. (2011) prirodne vrednosti ovih područja su od nacionalnog i međunarodnog značaja, a na osnovu kriterijuma Direktive o staništima ona su prioriteta za zaštitu u zemljama Evropske Unije.

Na osnovu Pedološke karte Vojvodine u razmeri 1:50000, izdate od strane Instituta za poljoprivredna istraživanja u Novom Sadu 1971, izrađena je digitalna pedološka karta (Benka i Salvai, 2005; Benka i Salvai, 2006). Digitalizacijom granica tipova zemljišta dobijeno je 3417

poligona sa površinama od 1 do 134.401 ha. Uz poligone je formirana i baza podataka u koju su uneti oznaka, red, naziv tipa, podtipa ili varijeteta zemljišta, drenažna klasa zemljišta, proizvodna vrednost zemljišta kao i sledeće karakteristike zemljišta: debljina soluma, tekstura zemljišta (% peska, praha i gline) i vodne konstante (poljski vodni kapacitet, tačka venjenja, pristupačna voda, akumulirana voda). Sažet prikaz strukture pedološkog pokrivača u tabeli 4 je dat prema Živkoviću (1972), a u tabeli 5 prema WRB (World Base of Soil Resources) klasifikaciji (1998).

Tabela 4. Zastupljenost tipova zemljišta u Vojvodini (prema Živković et al., 1972)

Tip zemljišta	Površina (ha)	%
Aluvijalno zemljište	186555	8,4
Černozemi	964700	43,6
Deluvijalno zemljište	16036	0,7
Gajnjača	53697	2,4
Humusno-silikatno zemljište (ranker)	25	0,0
Inicijalna zemljišta	26494	1,2
Kiselo smeđe zemljište	1380	0,1
Livadske crnice	386517	17,4
Močvarno glejno zemljište	15884	0,7
Pseudoglej - lesive	14085	0,6
Rendzine i Pararendzine	16409	0,7
Ritska smonica	107381	4,8
Ritske crnice	253738	11,5
Slatine	114251	5,2
Smeđe stepsko zemljište na pesku	20673	0,9
Smonica na tercijernim glinama	14533	0,7
Smonica na tercijernim glinama ogajnjačena	22252	1,0
Tresetno zemljište (niski treset)	400	0,0

Tabela 5. Zastupljenost tipova zemljišta u Vojvodini (prema WRB klasifikaciji, 1998)

Tip zemljišta	Površina (ha)	%
Arenosol	26494	1,2
Cambisol	75750	3,4
Chernozem	1351217	61,1
Fluvisol	202591	9,1
Gleysol	391088	17,6
Histosol	400	0,0
Leptosol	16434	0,7
Solonchack, Solonetz	114251	5,2
Vertisol	36785	1,7

5.2.2.1. Drenažne klase

Prilikom određivanja kriterijuma na osnovu kojih će se vršiti proračun za pogodnost lokaliteta za zasnivanje biotehničkih mera na osnovu pedološke karte tj. tipova zemljišta korišćena je digitalizovana karta drenažnih klasa (slika 16). Kriterijumi za određivanje drenažnih klasa dobijeni su na osnovu poznavanja drenažnih sposobnosti zemljišta koje je prirodno svojstvo i odnosi se na brzinu i razmeru uklanjanja viška vode čije poreklo može biti različito (Miljković, 2005). S obzirom da je ovako definisana drenažna sposobnost zemljišta široka, kriterijumi trebaju da obuhvate različite aspekte i predstavljeni su kao:

- Eksterna dreniranost (površinsko oticanje) - odnosi se na uklanjanje suvišne vode preko površine zemljišta, čije poreklo čine padavine i vode koje se slivaju sa viših terena. Ovakvo oticanje uslovljeno je nagibom terena, meteorološkim prilikama, stanjem zemljišta (golo ili sa biljnim pokrivačem) i samim karakteristikama zemljišta.
- Interna dreniranost - podrazumeva svojstvo da se silazni protok suvišne vode omogući kroz presek zemljišnog profil i odnosi se na učestalost i trajanje perioda zasićenja vodom pa je promenljiva u prostoru i vremenu.
- Vodopropustljivost - koja se izražava preko koeficijenta filtracije.

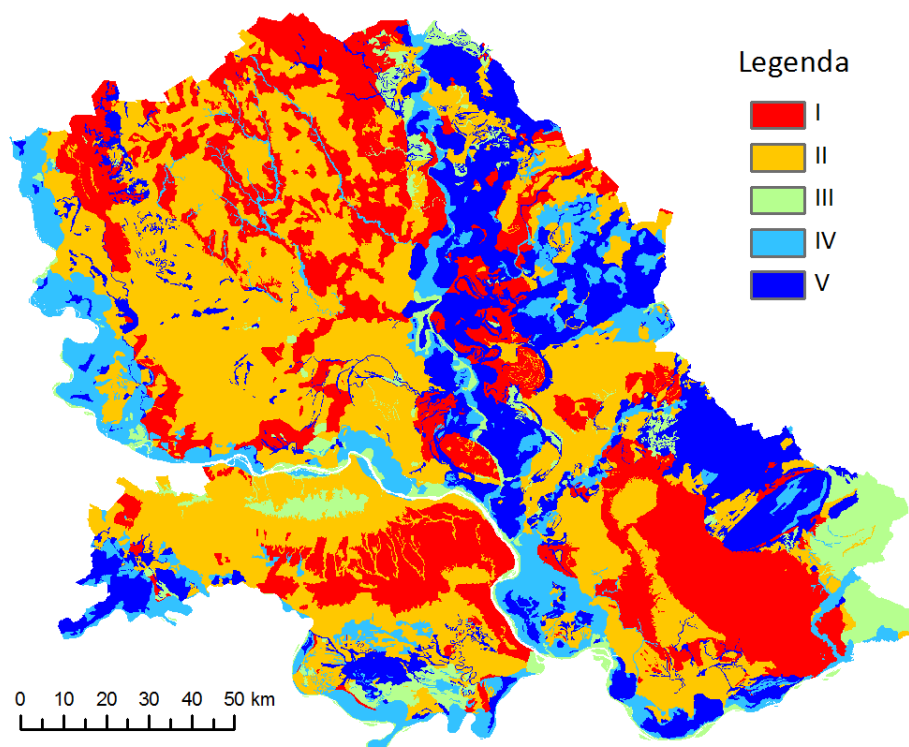
Podela zemljišta u Vojvodini izvršena je prema graničnim vrednostima njihovih vodnih konstantni na pet drenažnih klasa. Takođe, treba naglasiti da celokupna površina nekog sistema za odvodnjavanje ne mora podjednako biti ugrožena procesima prevlaživanja, zaslanjivanja i

alkalizacije. Sa aspekta odvodnjavanja i primenjenih kriterijuma za diferenciranje drenažnih klasa od interesa su prve četiri (Miljković, 2005).

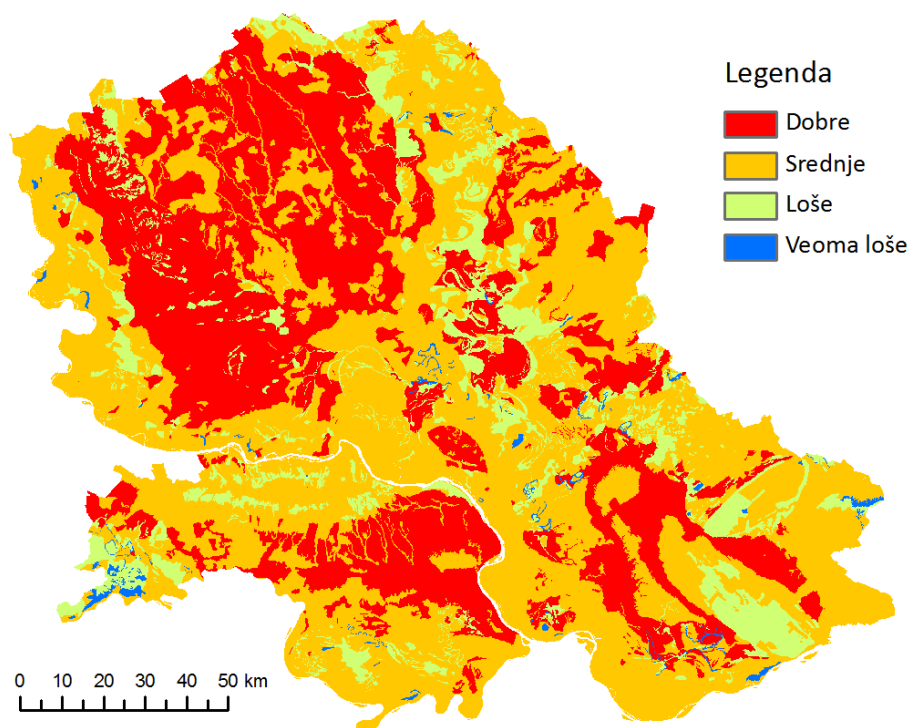
- I drenažna klasa - vrlo slabo drenirana zemljišta visokog stepena ugroženosti i u Vojvodini se prostire na oko 18% teritorije. U ovu grupu spadaju sledeći tipovi zemljišta: solončak, solonjec, ritska crnica (zaslanjena, alkalizovana, beskarbonatna), močvarno-glejno zemljište i pseudoglej.
- II drenažna klasa - slabo drenirana zemljišta srednjeg stepena ugroženosti i u Vojvodini se prostire na oko 12% teritorije. U ovu grupu spadaju sledeći tipovi zemljišta: aluvijalno zemljište (glinovito, zabareno, zaslanjeno, alkalizovano), ritska crnica karbonatna, fluvijalno livadsko zemljište, smonica (ogajnjačena, lesivirana), lesivirano zemljište, solonjec-solođ, solođ.
- III drenažna klasa - nedovoljno drenirana zemljišta umerenog stepena ugroženosti i u Vojvodini se prostire na oko 6% teritorije. U ovu grupu spadaju sledeći tipovi zemljišta: smonica (normalna), gajnjača lesivirana, černozemi zaslanjeni i alkalizovani, aluvijalno zemljište, aluvijalno-deluvijalno zemljište.
- IV drenažna klasa - umereno drenirana zemljišta niskog stepena ugroženosti i u Vojvodini se prostire na oko 39% teritorije. U ovu grupu spadaju sledeći tipovi zemljišta: černozemi (izluženi, ogajnjačeni, livadski, beskarbonatni), koluvijalno (deluvijalno) zemljište, gajnjača.
- V drenažna klasa - dobro drenirana zemljišta koja zahtevaju samo redovno održavanje postojećih sistema koji su obično niskih vrednosti kanalisnosti i u Vojvodini se prostire na oko 25% teritorije. U ovu grupu spadaju černozemi i inicijalna zemljišta.

5.2.2.2. Proizvodne osobine zemljišta

Digitalizovana karta proizvodnih osobina zemljišta (slika 17) koja je dobijena, takođe, na osnovu pedološke karte, korišćena je kao kriterijum za proračun pogodnosti lokaliteta za zasnivanje biotehničkih mera. Proizvodne osobine zemljišta odnose se na produktivnost odnosno plodnost zemljišta koja predstavlja sposobnost zemljišta da daje određenu visinu prinosa. Razlikuju se prirodna (primarna) i efektivna plodnost (Miljković, 2005). Prirodna plodnost je sveobuhvatni izraz morfoloških, fizičkih, mineraloških, hemijskih i bioloških svojstava koja pozitivno ili negativno utiču na životne uslove biosfere, dok se po efektivnom plodnošću podrazumeva rezultat dvojakog uticaja prirodne plodnosti i primene raznih mera koje sprovodi čovek. Prema Živkoviću et al. (1972) produktivnost zemljišta zavisi od činilaca kao što su: osobine zemljišta, klime, sorte gajene biljke, agrotehnike i organizacije poljoprivredne proizvodnje. Kada su činioци klime, sorte, agrotehnike i organizacije proizvodnje jednaki tada produktivnost zavisi samo od osobine zemljišta.



Slika 16. – Drenažne klase u Vojvodini (prema Miljković, 2005)



Slika 17. – Proizvodne osobine zemljišta u Vojvodini (pema Živković et al., 1972)

Težeći postizanju visokih prinosa poljoprivrednih biljaka zemljište treba da zadovolji tri uslova: da sadrži optimalnu količinu lako pristupačnih hranljivih sastojaka, da ima optimalan udeo vode i da raspolaže optimalnim udelom vazduha (Živković et al., 1972). U današnje vreme zadovoljavanje prvog uslova ne predstavlja problem jer se nalazi u mogućnostima čoveka - ako se pristupačne hranljive materije, ako ih zemljište nema dovoljno, dodaju u obliku mineralnih đubriva ili stajnjaka. Druga dva uslova, snabdevanje vodom i vazduhom, zavisi samo od osobina zemljišta. Poljoprivedna zemljišta su, usled pozitivne ljudske aktivnosti, u dobroj meri snabdevena lako pristupačnom biljnom hranom i visina prinosa na njima zavisi od vodno-vazdušnih (fizičkih) osobina zemljišta, a one zavise od tipa, podtipa, varijeteta i forme zemljišta.

Klasifikacija produktivnosti zemljišta se može izvršiti na osnovu tri kriterijuma: tip, podtip (mehanički sastav) i dubina zemljišta do stene, ali pod uslovom da je zemljište snabdeveno hranljivim sastojcima, nije zaslanjeno, alkalizovano ili zabareno. Na osnovu ovih kriterijuma izvršenja je klasifikacija zemljišta prema proizvodnim osobinama, u četiri klase:

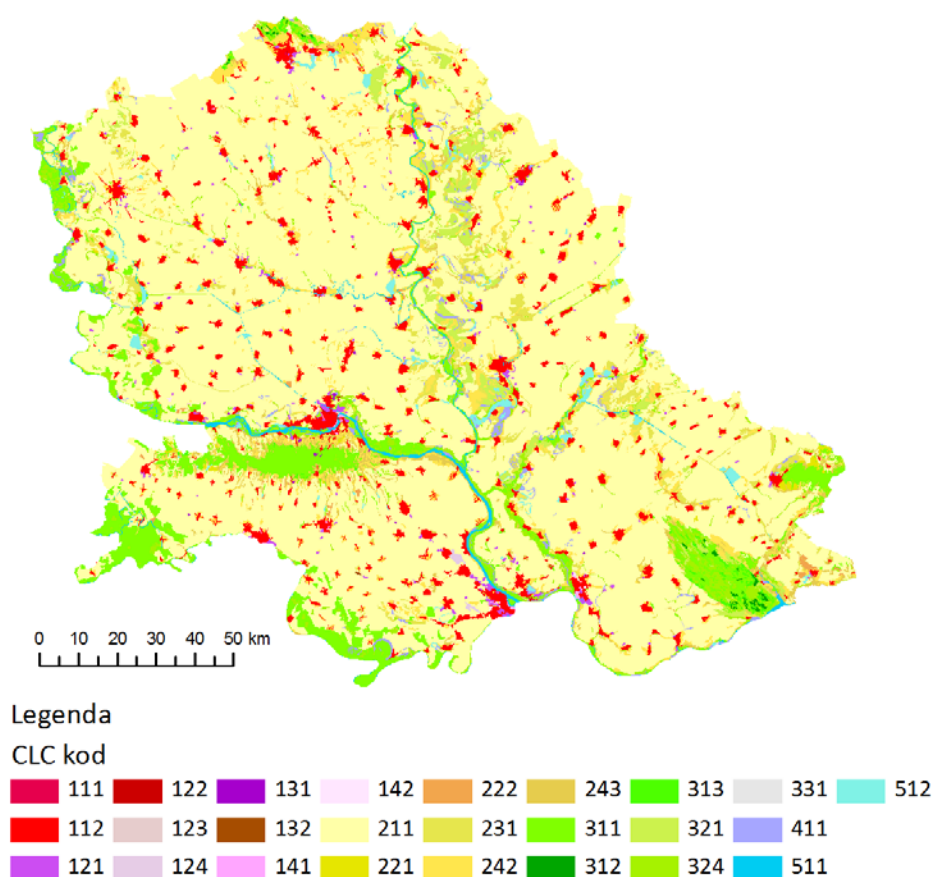
- I klasa – zemljišta sa najstabilnijom i najvišom proizvodnom vrednošću;
- II klasa – zemljišta nešto niže proizvodne vrednosti, ali se na njima uz primenu odgovarajuće agrotehnike, upotrebu većih količina đubriva i uz potrebnu vlažnost mogu postizati visoki prinosi;
- III klasa – zemljišta slabe proizvodne vrednosti, najviše se koriste se za voćnjake, vinograde, pašnjake i šume;
- IV klasa – zemljišta vrlo niske plodnosti gde preduzimanje meliorativnih mera nema značaja za biljnu proizvodnju, koriste se za pašnjake ili šume.

5.2.3. Način korišćenja zemljišta

Prirodni uslovi u Vojvodini pružaju različite mogućnosti korišćenja zemljišta kao prirodnog resursa. U skladu sa zakonima o zaštiti prirode i zaštiti životne sredine prirodna vrednost kao što je zemljište, voda, vazduh, šume, geološki resursi, biljni i životinjski svet, pored definisanja samih termina bitna je i informacija o samom inventaru prirodnih vrednosti. Podaci iz prostorne baze podataka o načinu korišćenja zemljišta CORINE Land Cover 2006 (CLC2006) korišćeni su prilikom proračun pogodnosti lokaliteta za zasnivanje biotehničkih mera kao još jedan od kriterijuma. Evropska Komisija (European Commission) je CORINE programom - Koordinacija informacija o životnoj sredini (Coordination of Information on the Environment) razvila informacioni sistem o stanju životne sredine u Evropi (CORINE sistem). Važnost zemljišta i načina njenog korišćenja ogleda se i u tome što je u okviru tog informacionog sistema, ključno mesto pripalo bazi podataka CORINE land cover. Podaci su prikupljeni na osnovu satelitskih

snimaka primenom standardizovane metodologije za detektovanje i interpretaciju promena u zemljišnom pokrivaču za razmeru kartiranja 1:100 000.

Klasifikacija zemljišta je urađena prema hijerarhijskoj nomenklaturi sa 44 klase, pri čemu su na prvom nivou pet klasa: veštačke površine, poljoprivredna područja, šume i polušumska područja, vlažna područja i vodene površine. CORINE land cover se koristi za prostorne i teritorijalne analize na različitim nivoima radi procene stanja životne sredine (Nestorov, Protić, 2006) kao i za dobijanje drugih informacija vezane za proračune kao što je npr. proračun pogodnosti lokaliteta za zasnivanje biotehničkih mera. Na teritoriji Vojvodine postoji 25 klasa zemljišnog pokrivača, prikazani u tabeli 6 i na slici 18.



Slika 18. – CORINE land cover klase zemljišnog pokrivača u Vojvodini
(prema CORINE Land Cover 2006)

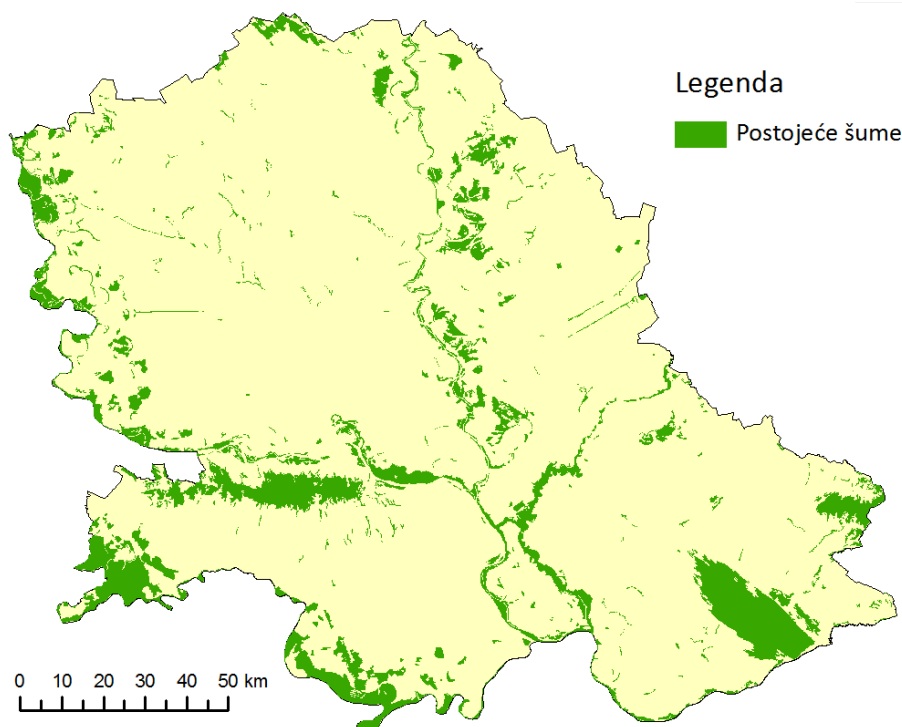
Tabela 6. CORINE land cover klase zemljišnog pokrivača na teritoriji Vojvodine
(prema CORINE Land Cover 2006)

Naziv klase	CLC kod	Površina (ha)	%
Celovita gradska područja	111	25	0,001
Necelovita gradska područja	112	105.807	4,76
Industrijske ili komercijalne jedinice	121	11.036	0,50
Putna i železnička mreža i pripadajuće zemljište	122	466	0,02
Lučke površine	123	126	0,01
Aerodromi	124	1.230	0,06
Mesta eksploatacije mineralnih sirovina	131	1.286	0,06
Odlagališta otpada	132	110	0,005
Gradske zelene površine	141	1.296	0,06
Sportsko rekreativni objekti	142	1.034	0,05
Nenavodnjavano obradivo zemljište	211	1.573.944	70,86
Vinogradi	221	5.334	0,24
Plantaže voćaka i znatog voća	222	4.160	0,19
Pašnjaci	231	58.333	2,63
Kompleks kultivisanih parcela	242	118.249	5,32
Pretežno poljoprivredna zemljišta s većim područjima prirodne vegetacije	243	40.733	1,83
Šume listopadne	311	134.490	6,05
Četinarske šume	312	2.465	0,11
Mešane šume	313	5.086	0,23
Prirodni travnjaci	321	36.486	1,64
Prelazno područje šume i makije	324	61.057	2,75
Plaže, dine, peščare	331	98	0,004
Kopnene močvare	411	19.943	0,90
Vodotoci	511	20.403	0,92
Vodene površine	512	18.084	0,81

5.2.3.1. Postojeće šume

Prilikom proračuna za određivanja pogodnosti lokaliteta za zasnivanje biotehničkih mera neophodno je poznavati stanje postojećih površina pod šumama jer se te površine prilikom proračuna isključuju. Karta Vojvodine na kojoj su prikazane ove površine data je na slici 19 koja je dobijena na osnovu zemljišnog pokrivača (CORINE Land Cover 2006). U novije vreme koristi

podela na: proizvodne, ekološke i socijalne funkcije, međutim prema Zakonu o šumama (2010) šume imaju pored opštekorisnih i privrednih funkcija, koje podrazumevaju između ostalog i povoljni uticaj na mikroklimu i poljoprivrednu delatnost, prečišćavanje vode i zaštitu podzemnih tokova, očuvanje biodiverziteta, opštu zaštitu i unapređivanje životne sredine, mogu da budu privredne ili sa posebnom namenom. Poseban značaj, u smislu vodoprivrede, dat je šumama sa zaštitnom namenom, čija je prioritetna funkcija zaštita zemljišta od erozije, zaštita izvorišta, zaštita objekata (akumulacije, kanali, putevi itd.) i naselja (Kadović et al., 2008), ali pored ovih funkcija, može se dodati i još jedna koja se odnosi na evakuaciju suvišnih voda sa određenog područja na kome se ta šuma nalazi.



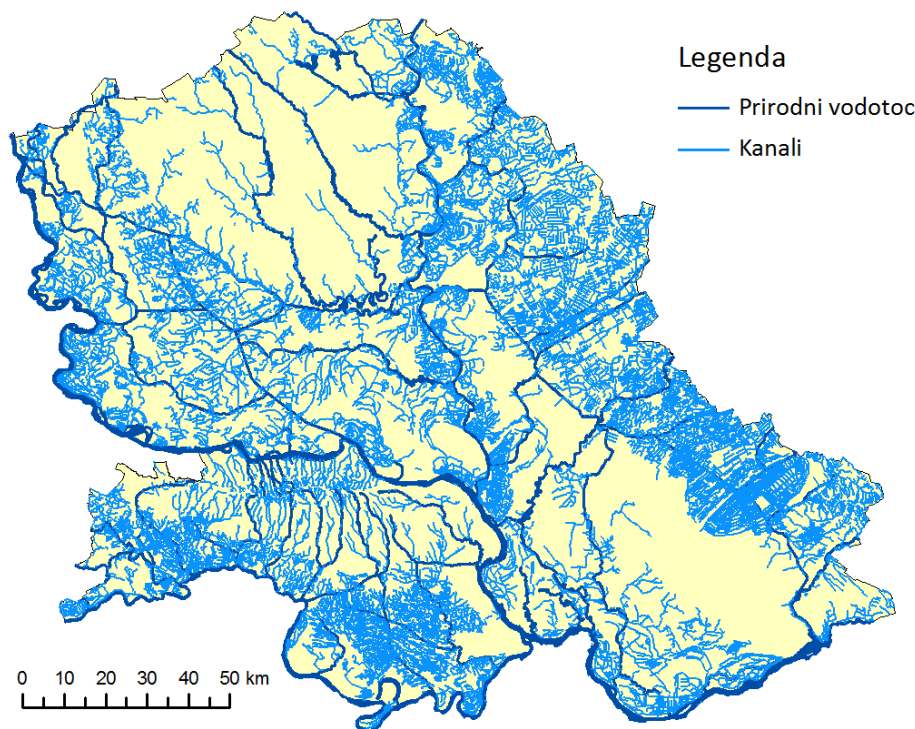
Slika 19. – Postojeće šume u Vojvodini (prema CORINE Land Cover 2006)

Prema Zakonu o prostornom planiranju u delu prostornog razvoja predviđa se da optimalna šumovitost na području Vojvodine bude 14,3% što i u ovom smislu, u oblasti vodoprivrede, primenu biotehničkih mera favorizuje kao metod za povećanje efikasnosti sistema za odvodnjavanje time što će se opšta šumovitost povećati.

5.2.4. Hidrografska mreža

Površinske vodne resurse na području Vojvodine čine prirodni vodotoci, kanali, jezera i akumulacije. Prema zvaničnim podacima javnog vodoprivrednog preduzeća „Voda Vojvodine“

(<http://www.vodevojvodine.com>) veliki vodotoci kao što su Dunav, Tisa i Sava imaju značajan uticaj na vodni režim celog područja jer svojim karakteristikama (protok i vodostaj) utiču na snabdevanje vodom, plovidbu, poplave, promene nivoa prve izdani itd. Vodotoci kao što su Bosut, Čik, Krivaja, Jegrička, Mostonga, Zlatica, Stari Begej, Begej, Tamiš, Karaš, Karašac, Brzava, Moravica, Rojga i Nera svrstavaju se u manje vodotoke čiji su prirodni režimi izmenjeni izgradnjom hidrosistema Dunav-Tisa-Dunav. Većina prirodnih vodotoka u Vojvodini ima miran tok sa povremenim visokim proticajem i vodostajem. Na slici 20 prikazani su prirodni vodotoci i kanali u Vojvodini.



Slika 20. – Hidrografska karta Vojvodine (prema <http://www.vodevojvodine.com>)

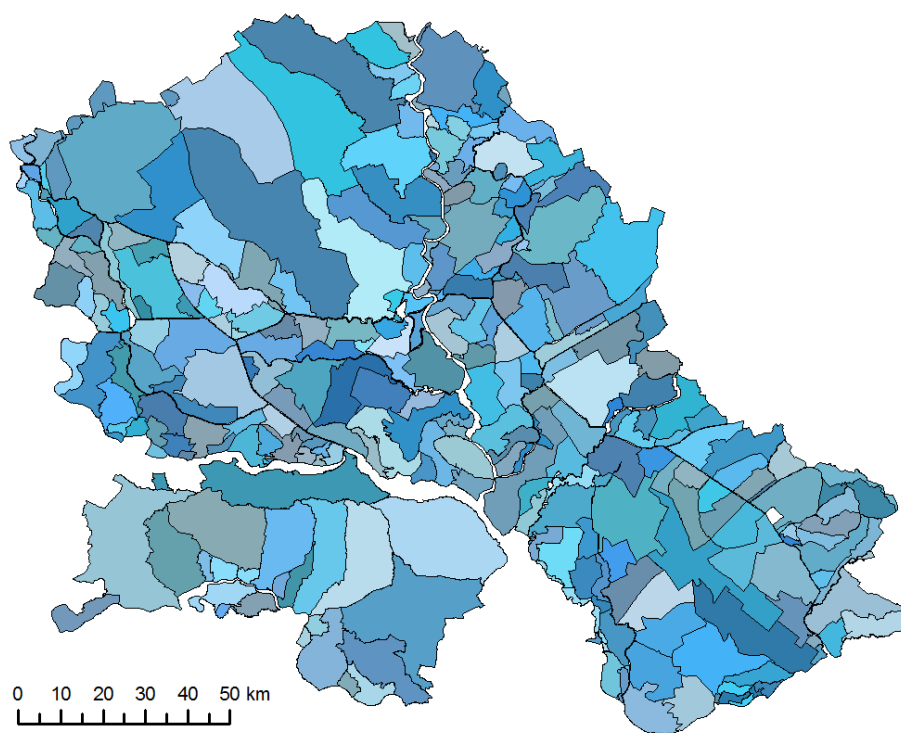
Pored prirodnih vodotoka površina Vojvodine ispresecana je osnovnom i detaljnom kanalskom mrežom hidrosistema Dunav-Tisa-Dunav. Trasa kanala velikih dimenzija (osnovna kanalska mreža - OKM), koja je izgrađena na niskim delovima reljefa, treba da omogući što veće odvodnjavanje područja gravitacijom i da utiče povoljno na nivo prve izdani, dok detaljna kanalska mreža (DKM) sakuplja i odvodi viškove vode direktno sa parcela. Ukupna dužina OKM-a i DKM-a je oko 20 000 km što prema gustini rečne mreže i proticaju, Vojvodinu čini jednom od najbogatijih regija po vodnim resursima u Evropi.

Hidrografiju površinskih voda Vojvodine dopunjuju prirodna jezera kao što su Paličko, Ludoško, Belocrkvansko, Carska bara i Obedska bara i akumulacije kao što su Krivaja kod Bačke Topole, Provala kod Vajske, Borkovačko jezero kod Rume i druga.

Jedan od kriterijuma za određivanje pogodnosti lokaliteta za biotehničke mere bila bi i hidrografska mreža, jer prema Szabados et al., 2011 navodi se da su lokaliteti uz vodene površine predstavljaju pogodne lokalitete. Takođe i prema Zakonu o vodama širina pojasa priobalnog zemljišta kreće se od 10 do 50 m u zavisnosti od veličine vodotoka. U tom smislu za potrebe rada pojas koji bi bio pogodan za zasnivanje biotehničkih mera bio bi širine 10 m uz prirodne vodotoke i OKM, a 4 m uz OKM.

5.2.5. Sistemi za odvodnjavanje

Teritorija Vojvodine podeljena je na 16 melioracionih područja koja su dalje podeljena na sisteme za odvodnjavanje koji predstavljaju skup objekata koji svojim međusobno usaglašenim dimenzijama omogućavaju pravilno i pravovremeno sakupljanje, odvođenje i evakuaciju suvišnih voda sa određene gravitirajuće površine.



Slika 21. – Sistemi za odvodnjavanje u Vojvodini (prema <http://www.vodevojvodine.com>)

Svaki sistem karakterišu kanalisnost i hidromodul. Kanalisnost ili gustina kanalske mreže na sistemu za odvodnjavanje zavisi od topografskih, zemljišnih, hidroloških i klimatskih uslova, tako da se gustina mreže, odnosno kanalisnost kreće u vrlo širokim granicama od 0 pa do oko 70 m/ha, u proseku 12,5 m/ha. Hidromodul ili modul odvodnjavanja predstavlja količinu

suvišne vode koja se odvodi sa određenog područja u određenom vremenu i njegova vrednost se, takođe, kreće u širokom rasponu od 0 pa do 1,6 l/s/ha. Na sistemima sa odvodnjavanje postoji 111 crpnih stanica sa ukupnim instalisanim nominalnim kapacitetom od oko 437 m³/s (Belić i Savić, 2005).

Površine samih sistema za odvodnjavanje koji su prikazani na slici 21, podaci koji su vezani za sisteme za odvodnjavanje kao i njeni atributi koristiće se prilikom proračuna za određivanje pogodnosti lokaliteta za zasnivanje biotehničkih mera. Treba istaći da je prikupljanje podataka podrazumevalo objedinjavanje različitih izvora (Javno vodoprivredno preduzeće Vode Vojvodine, Hidroinvest DTD i Monografija „Crpne stanice na sistemima za odvodnjavanje u Vojvodini“).

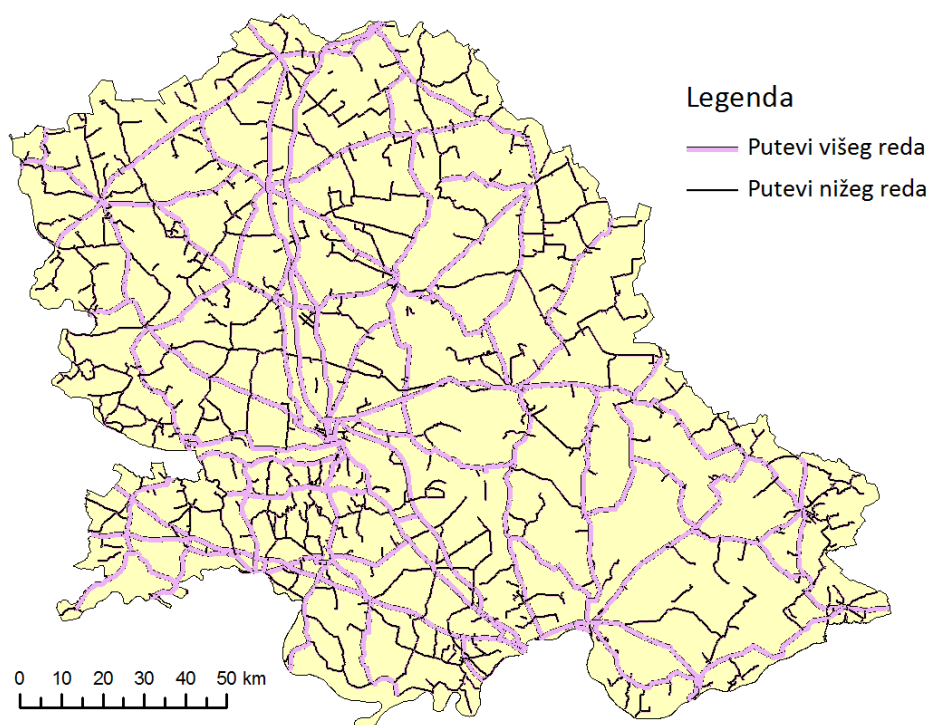
5.2.6. Putna mreža

Postoje različite klasifikacije i kategorizacije puteva koje se vrše u cilju bližeg definisanja uslova izgradnje, namene, eksploatacije itd. Klasifikacije puteva može biti funkcionalne, administrativne, saobraćajne i građevinsko-tehničke. Prema funkcionalnoj klasifikaciji putevi se dele na one koji omogućavaju pristup neposrednoj okolini i one koji omogućavaju tranzit ka udaljenijim destinacijama. Prema funkcionalnoj klasifikaciji putevi se dele u tri kategorije: magistralne, regionalne i lokalne, dok se prema administrativnoj klasifikaciji putevi dele u četiri kategorije: državne puteve, autoputeve, opštinske i nekategorisane puteve.

Prema zakonu o javnim putevima svaki javni put je onaj koji ispunjava propisane kriterijume za kategorizaciju od strane nadležnog organa i obuhvata trup puta, putne objekte, priključke, trotoare, pešačke i biciklističke staze koje prate kolovoz puta, zaštitni pojas, vazdušni prostor iznad kolovoza, objekte za potrebe puta, saobraćajnu signalizaciju, opremu puta kao i objekte i opremu za zaštitu puta, saobraćaja i okoline.

U ovom radu poseban značaj dat je zaštitnim pojasevima koji predstavljaju površine uz ivicu kolovoza, na spoljnu stranu, čija je širina sa svake strane javnog puta određena zakonom (državni putevi I reda – autoputevi – 40 m, ostali državni putevi I reda – 20 m, državni putevi II reda – 10 m, opštinski putevi – 5m) i služi za zaštitu javnog puta i saobraćaja na njemu. Ograde, drveće i zasadi pored javnih puteva podižu se tako da ne ometaju preglednost javnog puta i ne ugrožavaju bezbednost saobraćaja. Na slici 22 prikazana je putna mreža Vojvodine koja je za potrebe rada prekategorišana na puteve višeg i nižeg reda. Putevi višeg reda prema funkcionalnoj klasifikaciji podrazumevaju magistralne i regionalne puteve, dok putevi nižeg reda podrazumevaju lokalne puteve. Takođe u skladu sa Zakonom o javnim putevima uz puteve nižeg reda (lokalne i manje lokalne puteve) pojas koji bi bio pogodan za zasnivanje biotehničkih

mera bio bi širine 4 m, a uz puteve višeg reda (auto puteve, regionalne i magistralne puteve) pojas bio bi širine 10 m.

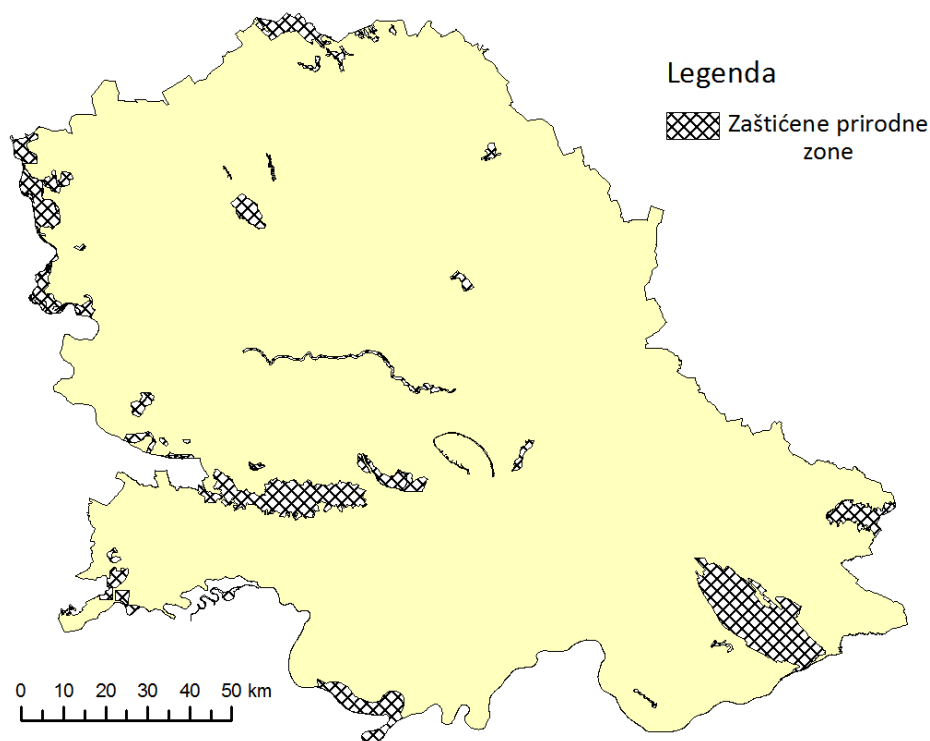


Slika 22. – Putna mreža Vojvodine

5.2.7. Zaštićena prirodna dobra

Zaštićena prirodna dobra kako u Pokrajini tako i u Republici Srbiji predstavljaju područja ili predele, prirodne objekte ili pojave sa posebnim ili izuzetnim obeležjima, sa pravno uređenim statusom i upravljačem. Podaci o ovako odabranim i zaštićenim prirodnim kompleksima uvedeni su u Registar zaštićenih prirodnih dobara u službenim glasnicima koje na području Vojvodine vodi Pokrajinski zavod za zaštitu prirode. Kategorije prirodnih dobara definisane Zakonom o zaštiti životne sredine su: nacionalni park, park prirode, predeo izuzetnih odlika, rezervat prirode, specijalni rezervat prirode, spomenik prirode i prirodne retкости (divlje biljne i životinjske vrste). Na području Vojvodine, osnovnu mrežu zaštićenih područja, svojevrsnih centara autohtone biološke raznovrsnosti, čini oko 200 prostornih celina, koje obuhvataju 5,5% ukupne površine Vojvodine. Pravilnikom o kategorizaciji zaštićenih prirodnih dobara utvrđene su tri kategorije prirodnih dobara: I kategorija – prirodno dobro od izuzetnog značaja, II kategorija – prirodno dobro od velikog značaja i III kategorija – značajna dobra. U tabeli 7. dat detaljan prikaz sa vrstama zaštite, dok je na slici 23 prikazana je karta lokaliteta zaštićenih prirodnih dobara na području Vojvodine. Prilikom određivanja pogodnosti lokaliteta

za zasnivanje biotehničkih mera neophodno je poznavati lokalitete koji su pod zaštitom jer će se te površine isključivati iz proračuna.



Slika 23. – Zaštićene prirodne zone u Vojvodini (prema Zakonu o zaštiti životne i Pravilniku o kategorizaciji zaštićenih prirodnih dobara)

5.3. Statistička analiza viška vode na sistemima za odvodnjavanje

Promene koje se javljaju na sistemima za odvodnjavanje se ogledaju na promeni pravca i intenziteta prirodnih procesa u zemljištu. Ove promene se prvenstveno odnose na kretanje vode kroz zemljište odnosno hidrološke uslove uopšteno, ali se isto tako odražavaju i na floru i faunu područja ili promenu hemijskih svojstava zemljišta (koncentracije soli u zemljištu), a samim tim i na kvalitet voda ili pojave nekih oblika erozije. Sve ovo dalje utiče na promene u životnoj sredini. Ovo su razlozi neophodnosti detaljne analize viškova vode na sistemima za odvodnjavanje.

Tabela 7. - Zaštićena prirodna dobra prema vrstama zaštite i modelima upravljanja u Vojvodini (prema Zakonu o zaštiti životne i Pravilniku o kategorizaciji zaštićenih prirodnih dobara)

Naziv zaštićenog područja	Kategorije prirodnih dobara
Fruška Gora	Nacionalni park
Deliblatska peščara	Specijalni rezervat prirode
Gornje podunavlje	
Obedska bara	
Pašnjaci velike droplje	
Koviljsko-Petrovaradinski rit	
Karadjordjevo-Bukinski rit	
Zasavica	
Stari Begej-Carska Bara	
Selevanjske pustare	
Slano Kopovo	
Ludoško jezero	
Kraljevac	
Bagremara	
Titelski breg	
Jegrička	Park prirode
Palić	
Tikvara	
Begečka jama	
Kamaraš	
Ponjavica	
Subotička peščara	Predeo izuzetnih odlika
Vršачke planine	
Junaković	Spomenik prirode
Krivaja	
Smogva	
Bukinski hrastik	
Panonija	Regionalni park
Zobnatica	
Majzecova bašta	Strogi rezervat prirode
Vinična	
Varoš	
Radjenovci	
Stara Vratična	

Višak vode može imati sopstveno, tuđe ili spoljašnje poreklo. Sopstveno poreklo viška vode podrazumeva onaj višak koji se formira od efektivnih padavina koje na to područje padnu. Tuđe vode predstavljaju onaj višak vode koji se na području javlja kao površinski ili potpovršinski doticaj pre svega sa viših područja, dok spoljašnji višak predstavljaju one vode koje na područje dospevaju podzemnim tečenjem iz recipijenta.

Prema ranijim istraživanjima na površini od 77% odvodnjavanih površina višak vode, koji se evakuše pumpanjem u recipijent, potiče od klimatskih činilaca. Sprovedene analize (Belić i Savić, 2005) ukazuju na to da se kritična količina vode, od koje se formira višak vode na sistemima, javlja krajem zimskog i početkom prolećnog perioda (Belić et al., 1995). Ove činjenice ukazuju na potrebu da proučavanje viška vode direktnije uključi analizu klimatskih činilaca. Kod bilansiranja voda, odnosno određivanja viška vode, na području uglavnom se koristi najjednostavniji oblik jednačine vodnog bilansa u kojoj su prihodna komponenta padavine, a rashodna evapotranspiracija. Kao pokazatelj uslova vlažnosti zemljišta, u ovoj disertaciji, koristi se metoda vodnog bilansa gde se rashodna komponenta evapotranspiracije računa po metodi Thornthwaite.

U uslovima koji vladaju na području Vojvodine, vodni bilans zemljišta se često podrazumeva računanje evapotranspiracije po metodi Thornthwaite. Elementi koji ulaze u obračun vodnog bilansa su potencijalna evapotranspiracija, suma mesečnih padavina, pozitivne ili negativne razlike između padavina i potencijalne evapotranspiracije koje predstavljaju manjak ili višak vode, nakon utroška ili popunjavanja rezervi pristupačne vode, rezerve vode u zemljištu i stvarna evapotranspiracija. Bilansira se hidrološka godina koja počinje 1. oktobra i polazi se od pretpostavke da tada u zemljištu više nema rezerve vode odnosno da su rezerve u zemljištu 0 mm. Rezerve u zemljištu zavise od vodno fizičkih svojstava zemljišta i određuju se za konkretne uslove uzimajući u obzir obično sloj dubine 1 m. Uobičajeno je da se ove količine nalaze u sloju od 100 mm, međutim, za određeno zemljište treba odrediti kolike su maksimalne rezerve vode. Kada se popune rezerve, a padavine su veće od potreba za vodom javlja se višak vode. Računajući vodni bilans za više godina u nizu onda se pozicija bilansa iz prethodne prebacuje u narednu godinu i za svaku godinu se računa višak vode koji predstavlja merodavan višak za tu godinu koji se odvodnjava.

Za potrebe ovog istraživanja bilansiranje niz od četrdeset godina i to od 1971. do 2011. godine. Na taj način dobijeni su viškovi vode za devet meteoroloških stanica (Palić, Sombor, Bečej, Rimski Šančevi, Beograd, Semska Mitrovica, Kikinda, Vršac i Zrenjanin), koji su dalje testirani u smislu saglasnosti empirijske i određene teorijske distribucije verovatnoće pojave.

Osnovu statističkog zaključivanja mogu da predstavljaju i distribucije verovatnoće. Uslovi u kojima događaj nastaje obuhvaćeni su zakonima same teorijske distribucije, koja se prilagođava prirodi i karakteru posmatrane pojave. Kada se raspolaže sa podacima koji predstavljaju empirijsku distribuciju ne može se pretpostaviti sa kojom teorijskom distribucijom verovatnoće bi mogla da se slaže slučajna promjenjiva. Međutim, i ako postoji slaganje sa empirijske sa određenom teorijskom distribucijom, velika je verovatnoća da se neće u potpunosti slagati. Na osnovu velikog broja sprovedenih istraživanja i njihove analize dolazi se do saznanja koje teorijske distribucije najviše odgovaraju srodnim grupama pojava (Hadživuković i Čobanović, 1994). Cilj je da se na osnovu empirijskih distribucija verovatnoće mogu pouzdano prognozirati rezultati budućih događaja, a to se može postići „fitovanjem distribucija“ odnosno pronalaženjem teorijske funkcije raspodele koja odgovara podacima iz uzorka, na osnovu koje se mogu određivati verovatnoće događaja koji inače nisu zastupljeni u uzorku.

Da bi se ispitalo u kojoj meri se grupa posmatranih frekvencija podudara sa teorijskom distribucijom sprovode se testiranja podudarnosti između teorijske raspodele u generalnoj populaciji i empirijske raspodele frekvencija u uzorku, koji je izvučen iz te generalne populacije (Prohaska i Ristić, 2002). Testovi koji se najčešće koriste za testiranje dobrote prilagođavanja između teorijske i empirijske raspodele frekvencija u uzorku su hi-kvadrat (χ^2) test, Kolmogorov-Smirnov test i Anderson-Darling test koji su i u ovom istraživanju primenjeni.

5.4. Prostorna analiza i donošenje odluka

Prilikom izbora mera kojima se postižu unapred određeni ciljevi pri odvodnjavanju i procene postignutih efekata, javlja se potreba za prostornim definisanjem određenih površina i objekata. Identifikacijom ključnih faktora i njihovim adekvatnim vrednovanjem može se izvršiti klasifikacija i kartiranje najpogodnijih površina za primenu biotehničkih mera. Za prostornu analizu podataka, kao nezaobilazni alat za prikupljanje, čuvanje, analizu i prezentaciju podataka nameće se primena geografskog informacionog sistema (GIS) (Burrough i McDonnell, 1986; Phua i Minowa, 2005). Iako GIS ima velik potencijal prilikom rešavanja prostornih problema, malo može da pomogne donosiocima odluka prilikom rešavanja kompleksnih i specifičnih problema kao što je povećanje efikasnosti rada sistema za odvodnjavanje. Da bi se i u takvim slučajevima GIS mogao koristiti, u njega se inkorporiraju dodatne analitičke metode (Mendas i Delali, 2012). Višekriterijumska analiza donošenja odluka koja se bazira na GIS-u podrazumeva da se geografski podaci (karte kriterijumi) uz metode vrednovanja transformišu u sveobuhvatnu procenu na osnovu koje se dalje dobijaju informacije o alternativama (Borouhaki i Malczewski, 2008) odnosno potencijalnim rešenjima zadatih problema. Ovakva analiza može doprineti dobijanju prostornog rasporeda potencijalnih mesta za zasnivanje

biotehničkih mera bazirane na GIS-u koristeći metode vrednovanja ključnih faktora, pri tom omogućavajući donosiocima odluka, poljoprivrednim proizvođačima i drugima, da bolje sagledaju opasnost prekomerne vlage u zemljištu i da na taj način donesu odgovarajuće odluke koje mogu ublažiti potencijalne štete i učiniti da sistem za odvodnjavanje bude efikasniji. Zbog kompleksnosti samog pristupa uvođenja biotehničkih mera koja za cilj ima više zadataka i gde pojedini faktori mogu imati veći ili manji uticaj na krajnji rezultat, za potrebe ove disertacije koristi se jedna od objektivnih metoda za određivanje težinskih koeficijenata - entropija.

5.4.1. Geografsko Informacioni Sistem (GIS)

GIS kao prostorno orijentisani informacioni sistem, omogućava obradu podataka kroz operacije prikupljanja, čuvanja, rukovanja, analize i njihovog prikaza, čime se dobijaju informacije za donošenje odgovarajućih odluka (Lojo i Ponjavić, 2004). Za rešavanje prostornih problema koji se baziraju na višekriterijumskoj analizi, kao što je analiza pogodnosti lokaliteta za zasnivanje biotehničkih mera takođe može da se koristi GIS. Ono što razlikuje GIS bazu podataka od baze podataka nekog informacionog sistema u opštem smislu je precizno definisanje tačno određenog mesta na Zemljinoj površi na koje se ti podaci odnose. Korisnički softver GIS-a, omogućava komunikaciju između korisnika i baze podataka, unos podataka, obradu i analizu podataka i izradu izlaznih dokumenata (karata, tabela, grafikona itd). Format podataka su uslov za moguće kombinovanje softvera za pojedine faze obrade, ali zavisi i od mogućnosti softvera, lakoće i brzine izvršavanja pojedinih faza obrade ili obučenosti korisnika. Od komercijalnih paketa, najrasprostranjeniji je ArcGIS firme ESRI, Mapinfo, WinGIS, Idrisi i drugi.

Prikupljanje podataka predstavlja najobimniji i najzahtevniji proces pri izgradnji jednog GIS-a fajla. Podaci su prostorno definisani, iz čega sledi da je osnovna karakteristika GIS-a da rukuje prostornim podacima. Podaci koji čine jedan GIS mogu se podeliti na prostorne (geometrijske) i dodatne (atributne) podatke. Prostorni podaci imaju definisanu odrednicu u prostoru, odnosno čine geometrijski prikaz podataka. Za potrebe GIS-a najpogodnija prostorna definicija je putem koordinata u okviru nekog definisanog koordinatnog sistema, čime se dobija jednoznačna prostorna definicija nekog podatka. Na prostorne podatke nadovezuju se dodatni podaci, što podrazumeva da je jedan prostorni element povezan sa bazom podataka u kojoj su pohranjeni atributni podaci. Atributni podaci mogu biti različitog oblika: tekstualni, brojevi, logički itd. Sa njima se može rukovati isto kao i sa podacima nekog opšteg informacionog sistema, ali se do njih može pristupiti i preko prostornih podataka koji su sa njima povezani, i obrnuto - do prostornih podataka može se pristupiti preko atributnih podataka sadržanih u bazi podataka.

Kada se podaci nalaze u bazi podataka bitno je u kom formatu su oni zapisani. Postoje vektorski i rasterski prostorni podaci. Vektorski podaci mogu biti u obliku jednog od tri osnovna geometrijska elementa (feature): tačka (point), linija (polyline), ili površina (polygon) i svaki od elemenata se definiše preko jedne ili više tačaka. U većini slučajeva moguće je prikazati sve potrebne pojave na određenom prostoru koristeći neke od ova tri osnovna oblika. Iz vektorskih prostornih podataka lako mogu da se dobiju geometrijski podaci kao što su dužina, površina, obim itd., rezultati - karte koje se dobijaju, su kvalitetnijeg zapisa i ne manje važno je da se koristi manje memorijskog prostora za čuvanje nego isti sadržaj prikazan u rasterskom obliku. Rasterski prostorni podaci se prikazuju matricom koja prekriva određeni prostor. Svaka ćelije matrice naziva se piksel i nosi određenu informaciju o delu prostora koji predstavlja. U zavisnosti od veličine piksela zavisi koliko će fino ili grubo neki objekat iz prirode biti prikazan u rasterskom zapisu. Prednosti korišćenja rasterskih prostornih podataka je u tome što je moguće brzo i intuitivno saznati određeni podatak koji je ovako prikazan, zatim što olakšavaju složene analitičke procese i zato što u smislu prikupljanja podataka i strukture podataka, rasterski podaci funkcionišu brzo i jednostavno. Nedostaci pikselima prikazanih podataka jesu diskretne osobine koje bivaju neprecizno prikazane pa je samim tim prikazivanje rezultata – karata manje atraktivnog izgleda.

Pri analizi određenog područja ulazni prostorni podaci koji se koriste mogu biti raznovrsni. U okviru GIS-a se prostorni podaci organizuju po slojevima (layer) radi lakšeg rukovanja pri čemu se podaci grupišu prema njihovom karakteru ili značenju odnosno na jednom sloju su samo podaci koji su iste vrste prostornih elemenata (feature). Ono što GIS čini pogodnim alatom za prostorne analize je mogućnost vršenja operacija između slojeva, i to od jednostavnih kao što su spajanje slojeva ili razdvajanje na osnovu nekih kriterijuma, pa do komplikovanih kroz različite dostupne alate u okviru aplikacije. Dobijeni rezultati predstavljaju nove slojeve koji sadrže atributne tabelama sa podacima o elementima iz svih uključenih slojeva. Jedan od načina analize prostornih podataka u GIS-u je preklapanje slojeva koja se koristiti za rešavanje ili dobijanje novih informacija za razne vrste problema kao što su analiza prostorne pogodnosti (za izgradnju ili rekonstrukciju meliorativnih sistema; za gajenje određeni biljnih vrsta – pošumljavanje, zasnivanje voćnjaka ili vinograda i dr.; za određivanje određenog stepena rizika – erozija, poplava, suša; za izgradnju urbanih, infrastrukturnih, industrijskih objekata i dr.). Korišćenje tehnike preklapanja u GIS-u podrazumeva određene korake i to su definisanje problema, utvrđivanje i kreiranje potrebnih tematskih slojeva, transformacija i reklasifikacija ulaznih tematskih slojeva, izračunavanje težinskih koeficijenata reklasifikovanih ulaznih slojeva, kombinovanje slojeva i prikaz sa tumačenjem rezultata.

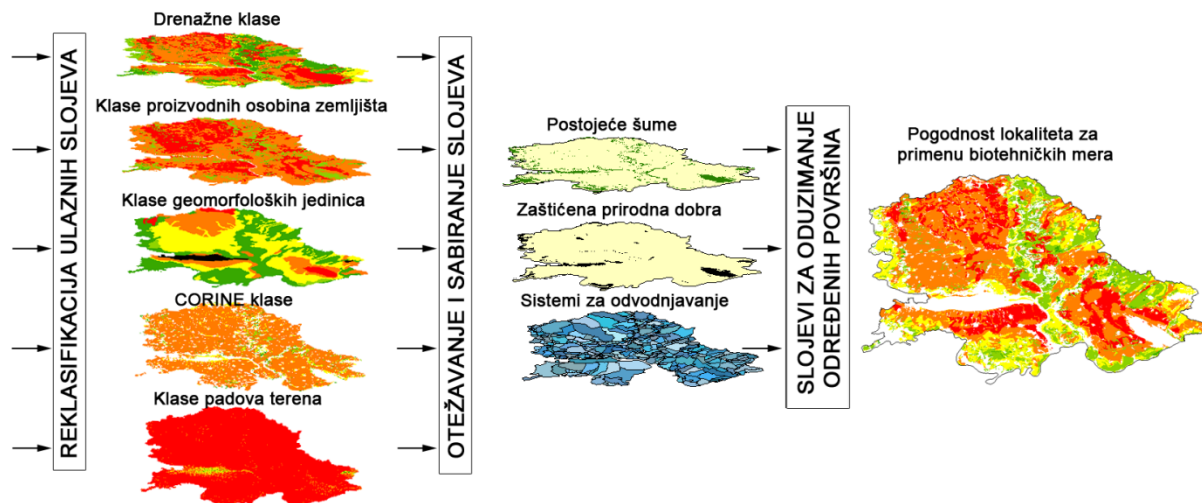
Definisanjem problema određuju se i ulazni podaci koji se dalje obrađuju i analiziraju da bi se dobili željeni rezultati. Tematski slojevi sadrže formu vektorski ili rasterski definisanih

prostornih podataka koji nekada zahtevaju digitalizovanje ili kreiranje. Transformacijom i reklasifikacijom ulaznih tematskih slojeva mogu se dobiti novi odnosno izvedeni podaci. Kao primer može se spomenuti da se na osnovu digitalne pedološke karte mogu se dobiti izvedene karte drenažnih klasa, proizvodnih osobina zemljišta, vodnih konstanti itd. Ulazni slojevi mogu da sadrže podatke različitog tipa (tekstualne podatke ili podatke različitog numeričkog tipa). Iz tih razloga potrebno ulazne slojeve standardizovati, odnosno klasifikovati po određenom kriterijumu čime se po određenom kriterijumu svim slojevima dodeljuje isti tip podataka i u istom opsegu. Primer ovakve standardizacije podataka odnosno reklasifikacije može se videti ako se analizira pogodnost lokaliteta za primenu biotehničkih mera, gde su svi ulazni slojevi koji utiču na pogodnost lokaliteta mogu da se reklasifikuju tako da u okviru novog sloja budu celobrojne vrednosti od 1 do 5, gde 1 označava najmanje, a 5 označava najviše pogodnu lokaciju. Korak izračunavanja težinskih koeficijenata reklasifikovanih ulaznih slojeva podrazumeva određivanje uticaja određenih slojeva na konačni rezultat. Težinski koeficijenti ulaznih slojeva se mogu odrediti određenim metodama. U ovom radu korišćena je entropija, jedna od objektivnih metoda za određivanje težinskih koeficijenata. Množenjem slojeva sa težinskim koeficijentima, a zatim kombinovanjem slojeva određenim matematičkim operacijama i funkcijama, dolazi se do krajnjeg rezultata u vidu karte, odnosno novog sloja.

Za potrebe određivanja pogodnosti lokaliteta za primenu biotehničkih mera kao i za određivanje smanjivanja vremena odvodnjavanja u najvećoj meri korišćen je metod rasterskog preklapanja slojeva u GIS-u. Prilikom ovakvog preklapanja slojeva potrebno je da slojevi koji se koriste kao ulazni podaci budu na isti način prostorno referencirani i da njihova rezolucija, odnosno veličina piksela bude identična, što omogućava da se matematičkim operacijama između vrednosti piksela ulaznih slojeva dobijaju nove vrednosti piksela u rezultujućem sloju. Na slici 24 prikazan je primer sabiranja dva rasterska sloja, a na slici 25 prikazan je primer primene rasterskog preklapanja u prostornoj analizi pogodnosti lokaliteta za primenu biotehničkih mera.

RASTER 1				RASTER 2		
3	3	1	+	11	12	10
4	2	2		12	12	10
3	1	1		14	12	11
REZULTUJUĆI RASTER						
	14	15		11		
	16	14		12		
	17	13		12		

Slika 24. Primer sabiranja dva rasterska sloja



Slika 25. – Primer primene rasterskog preklapanja i proračuna u prostornoj analizi pogodnosti lokaliteta za primenu biotehničkih mera

5.4.2. Entropija u GIS-u

Entropija je veličina koja karakteriše neuređenost sistema. Prema Gaspardu (2005), prve nagoveštaje definicije Entropije mogu se naći u pionirskim radovima S. Carnot–a iz 1824. godine o osnovama funkcionisanja parne mašine i Rudolfa Clausiusa koji, između 1851. i 1865. godine razvija koncept Entropije (i uvodi za nju ime prema starogrčkom, reči “*entropia*” označavajući transformaciju). Međutim, termin entropija je 1865. godine skovao Rudolf Klauzijus u vezi sa drugim zakonom termodinamike i ona predstavlja odredljivu veličinu koja se odnosi na stepen rasutosti toplote u izolovanom fizičkom sistemu. To je mera stepena uređenosti sistema, pri čemu niska entropija znači visok stepen uređenosti i obrnuto. Zatvoreni sistemi podležu nepovratnom procesu porasta Entropije, koji na kraju dovodi do stanja izjednačenosti u kome prestaju sve aktivnosti. U literaturi se pojam Entropije, u označava S , koji se pojavljuje u termodinamici, vezuje za Ludwig–a Boltzmann–a i period od 1896. do 1898. godine, kada je *entropija* S okarakterisana kao rešenje: $S = K \ln(W)$, gde je k Bolcmanova konstanta, a W je broj mogućih stanja izolovanog termodinamičkog sistema. Značaj ove jednakosti se ogleda u povezivanju makroskopskog sa mikroskopskim stanjem sistema. Kao veličina stanja entropija izražava energetska stanje sistema i u stvari predstavlja makroskopski odraz kretanja i odnosa na mikroskopskom nivou sistema. To praktično znači da ona “pokazuje smer najverovatnijeg odvijanja (proticanja) procesa u prirodi” što znači da je proporcionalna logaritmu verovatnoće stanja.

Drugačiji koncept Entropije, kao mere neodređenosti pridružena slučajnoj promenljivoj, primeren primenama u teoriji informacija, vezuje se za 1948. godinu i ime Kloda Šanona. U

ovom kontekstu, obično se pod entropijom podrazumeva entropija, koja kvantifikuje očekivanu vrednost informacije sadržane u poruci. Metod se svodi na merenje neodređenosti u informaciji koju emituje matrica i direktno generiše skup težinskih vrednosti kriterijuma na osnovu međusobnog kontrasta pojedinačnih rejtinga alternativa za svaki kriterijum i zatim jednovremeno za sve kriterijume (Srđević, 2005).

Za m kriterijuma ($C_1, C_2, \dots, C_m$) i n alternativa ($A_1, A_2, \dots, A_n$) matrica odlučivanja A ima sledeći oblik:

$$A = \begin{matrix} & \begin{matrix} C_1 & C_2 & \dots & C_m \\ w_1 & w_2 & \dots & w_m \end{matrix} \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \dots \\ A_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1m} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nm} \end{bmatrix} \end{matrix}$$

gde su $a_{11} - a_{nm}$ kriterijumske vrednosti alternativa a $w_1 - w_m$ predstavljaju težinske vrednosti kriterijuma čiji zbir iznosi 1.

Određivanje težina kriterijuma w_j ($j = 1, 2, \dots, m$) provodi se kroz tri koraka. U prvom koraku se vrši normalizacija kriterijumskih vrednosti alternativa a_{ij} primenom obrasca:

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}}$$

Na taj način dobija se normalizovana matrica odlučivanja R :

$$R = \begin{matrix} & \begin{matrix} C_1 & C_2 & \dots & C_m \\ w_1 & w_2 & \dots & w_m \end{matrix} \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \dots \\ A_n \end{matrix} & \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{n1} & r_{n2} & \dots & r_{nm} \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Količina informacije sadržana u normalizovanoj matrici odlučivanja R i emitovana od svakog kriterijuma C_j može biti merena kao vrednost Entropije e_j :

$$e_j = -k \sum_{i=1}^n r_{ij} \ln r_{ij} \quad j = 1, 2, \dots, m$$

Uvođenjem konstante $k = \frac{1}{\ln n}$ obezbeđeno je da se sve vrednosti e_j nalaze u intervalu

[0,1]. Napomena: Korišćenje logaritma za osnovu e u prethodnoj relaciji je odstupanje od bazičnog Šenonovog obrasca iz teorije informacija gde se koriste logaritmi sa osnovom 2. Ova korekcija ne unosi bitne greške u merenju količine emitovane informacije, te se uglavnom tako koristi u praksi (Srđević et al., 2003; Srđević et al., 2004).

U drugom koraku određuje se stepen divergencije d_j u odnosu na prosečnu količinu informacije sadržanu u svakom kriterijumu:

$$d_j = 1 - e_j \quad j = 1, 2, \dots, m$$

d_j predstavlja svojstven intenzitet kontrasta kriterijuma C_j . Što je veća divergencija početnih kriterijumskih vrednosti a_{ij} alternativa A_i za dati kriterijum C_j , vrednost d_j za dati kriterijum je veća, pa se zaključuje da je važnost kriterijuma C_j za dati problem odlučivanja veća. Ako sve alternative imaju slične vrednosti stepena divergencije za određeni kriterijum, onda je taj kriterijum manje važan za dati problem odlučivanja. Takođe, ako su sve vrednosti stepena divergencije alternativa za određeni kriterijum iste, dati kriterijum može biti izostavljen jer on ne donosi novu informaciju donosiocu odluke.

Budući da vrednost d_j predstavlja specifičnu meru intenziteta kontrasta kriterijuma C_j , konačna relativna težina kriterijuma, u trećem koraku metode, može da se dobije jednostavnom aditivnom normalizacijom:

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^m d_j}$$

Metoda se može smatrati objektivnom jer generiše težinske vrednosti kriterijuma direktno iz kriterijumskih vrednosti varijanti i eliminiše problem subjektivnosti, nekompetentnosti ili odsustva donosioca odluke. Takođe, nisu bitni ni priroda i tip kriterijuma.

Primena Entropije, kao metod objektivnog određivanja težina kriterijuma, moguća je i u GIS-u jer uzima u obzir objektivne preference i daje realne i pouzdane rezultate (Chuansheng et al. 2012). Kod objektivnog pristupa određivanju težina kriterijuma, akcenat se stavlja na analizu matrice odlučivanja, odnosno razmatranju vrednosti varijanti u odnosu na skup kriterijuma, da bi se potom izvela informacija o vrednostima težina kriterijuma (Milić i Župac, 2012). U entropiji kriterijumi se posmatraju kao izvori informacija i relativna važnost kriterijuma reflektuje količinu informacija sadržanu u svakom od njih. U GIS-u izvori informacija mogu biti ulazni podaci odnosno slojevi koji se koriste pri analizi određenog problema koji se na početku definišu, zatim se entropija može inkorporirati u GIS. Količina informacija sadržana u svakom sloju na kraju se dovodi u vezu sa intenzitetom kontrasta svakog kriterijuma.

5.5. Biotehničke mere

Odvodnjavanje kao melioraciona mera ima za zadatak da koriguje vodno-vazdušni režim zemljišta u cilju njegovog prilagođavanja potrebama biljne proizvodnje. Ova meliorativna mera u značajnoj meri menja prirodne resurse. U poslednje vreme prisutna je tendencija povećanja površina pod poljoprivrednim zemljištem, pre svega na račun baš tih zemljišta na kojima je prisutan poremećen vodno-vazdušni režim, pri čemu se dobijaju loši ili nedovoljno kvalitetni uslovi za biljnu proizvodnju. Ovo je razlog što takva odvodnjavana zemljišta nude prilično skromne i nesigurne mogućnosti. Takođe, ovakvi uslovi su praćeni i poremećajem sonog režima zemljišta koji mogu izazvati veoma nepovoljne i teške degradacione promene. Često se odvodnjavanjem značajno menjaju staništa, odnosno ograničavaju se i nestaju uslovi za život i razvoj brojnih životinjskih i biljnih vrsta. Pored toga, ova mera je na velikom delu područja vezana za značajan utrošak energije. Taj utrošak energije je prisutan tokom sprovođenja svih agrotehničkih operacija, ali i na evakuaciji sakupljene suvišne vode u recipijent. Povećanje efikasnosti sistema za odvodnjavanje, agrotehnikom se ne može racionalizovati zbog toga što se na odvodnjavanim površinama po pravilu radi o zemljištima koje odlikuje veoma uzak raspon optimalne vlažnosti pri kom je moguće realizovati osnovnu obradu i ostale operacije. Dešava se da se vreme optimalne vlažnosti ne podudara sa mogućnostima vlasnika-korisnika zemljišta što za posledicu ima da su, u najvećem broju sezona, dobijeni prinosi znatno ispod racionalnih sa proizvodnog, ali i ekonomskog aspekta. Efikasno sakupljanje, odvođenje i evakuacija suvišnih voda ima značajnu ulogu jer se sa više od 1/3 područja Vojvodine vrši odvodnjavanje crpnim stanicama (Belić i Rajković, 2007). Kako od crpnih stanica tako i od ostalih delova sistema za odvodnjavanje, direktno zavisi efikasnost sakupljanja, odvođenja i evakuacije suvišnih voda, a smanjivanjem količina vode koja dotiče do samih crpnih stanica može se očekivati povećanje efikasnosti rada sistema u celini. Konvencionalno odvodnjavanje podrazumeva sisteme gde su visoki troškove izgradnje, korišćenja i održavanja. Korišćenje biotehničkih mera kao što je

zasnivanje biodrenažnih zasada i zaštitnih pojaseva je još u povoju, ali pruža dobru alternativu i/ili dopunsko rešenje.

Biodrenaža (Sheumann i Freisem, 2001) koristi evapotranspirativna svojstva vegetacije u procesu uklanjanja viška vode iz zemljišta koji se često opisuje i kao "pustiti vegetaciju da popije vodu i time reši problem pojave prevlaživanja" (Smedema, 1997). Ovaj mehanizam uklanjanja vode je jednostavniji od konvencionalnih tehnika odvodnjavanja i što je značajno ne zahteva izgradnju objekata, a sa druge strane može dati korist koja se ogleda u proizvodnji drvene građe, vlakna i krmnog bilja. Biodrenaža može biti uspešno primenjena za uređenje vodoleža samostalno na određenim površinama ili da se zasnuje vegetacija uz melioracione kanale ili puteve. U tu svrhu se koristi odgovarajuća višegodišnja vegetacija, bilo da se radi o drveću, šiblju ili travi, prilagođene vladajućim zemljišnim uslovima. Pored uloge uklanjanja odgovarajuće količine vode, zasnovana vegetacija može vrlo povoljno uticati na kvalitet voda koje dospevaju u meliorativni kanal, kao i smanjenje unosa čestica kako vodne tako i eolske erozije u meliorativni kanal (Sloots i Vlies, 2006).

Biodrenažni zasadi formirali bi se prvo na zemljištima, koja su na osnovu proračuna o pogodnosti lokaliteta za primenu biotehničkih mera, ocene 5, a izbegavalo bi se formiranje ovakvih zasada na zemljištima sa ocenom 1. Ocena 5 podrazumevala bi zemljišta sa najvećim nagibima terena, najnižom nadmorskom visinom odnosno najnižih geomorfoloških jedinica – aluvijalne ravni, najnepovoljnijih drenažnih karakteristika – I drenažna klasa, vrlo niske plodnosti – IV klasa i kopnene močvare koje su izuzete iz zaštićenih prirodnih dobara. Kod određivanja prioriteta pošumljavanja vodilo se računa o tome šta bi bilo najefikasnije za evakuaciju suvišnih voda. Ovim podacima prikazano je sa koliko hektara se može raspolagati za primenu biotehničkih mera.

Zaštitni pojasevi, kao i biodrenaža, imaju važnu ulogu u potrošnji suvišne količine vode i soli, poboljšanju kvaliteta vode, zadržavanju sedimenata, stabilnosti obale, zaštiti od erozije, održavanju biodiverziteta itd. Ovi pojasevi bi se mogli uvesti kao ne samo kao biotehničke mere nego i kroz prirodno uređenje kanalske mreže kao savremenog oblikovanja melioracionih kanala. Navedene mere mogu biti od posebnog značaja na poljoprivrednom zemljištu gde se kvalitet vode pogoršava pod uticajem hraniva, zaštitnih sredstva i finog sedimenta koji se sliva sa poljoprivrednih površina. U slučaju smanjenja dopremanja ovih materija do kanalske mreže i kvalitet vode u njoj će biti na višem nivou, što i predstavlja mogućnost za ponovno korišćenje vode odnosno mogućnost korišćenja kanala i za navodnjavanje. Pored toga, na ovaj način formirane, linijske strukture predstavljaju značajne/neophodne koridore za kretanje i život brojnih divljih životinjskih vrsta. S obzirom da postoje različiti oblici ovih pojaseva sa različitim primarnim zadacima (Zaštitni pojas, zaštitni obalni pojas, filter pojas, vetrozaštitni pojas, travni

vodoputevi, travni pojas, travni pojas za zaštitu od vetra, pojas uz linijske objekte) u zavisnosti od lokaliteta na području Vojvodine najzastupljeniji bi bili zaštitni pojas i zaštitni obalni pojas.

Zaštitni pojasevi bi se zasnivali na zemljištima, koja su dobijena na osnovu proračuna o pogodnosti lokaliteta za primenu biotehničkih mera. Prednost pri formiranju imala bi zemljišta sa ocenom 5, a izbegavalo bi se formiranje ovakvih pojaseva na zemljištima sa ocenom 1. Imajući u vidu svetska iskustva da se širina zaštitnih pojaseva može biti fiksna i promenljiva u ovom radu korišćen je pristup zasnivanja pojaseva sa fiksnim minimalnim širinama (4 m uz detaljnu kanalsku mrežu i puteve nižeg reda i 10 m uz osnovnu kanalsku mrežu, prirodne vodotoke i puteve višeg reda), jer pravno-imovinski odnosi predstavljaju najveći problem prilikom eksproprijacije. Za ovu namenu bi se efikasno mogao koristiti već ekspropisani pojas uz kanale i puteve čija se širina okvirno uklapa u minimalno potrebne širine zaštitnih pojaseva. Kao i kod biodrenažnih zasada ovim proračunom je prikazano sa koliko hektara se može raspolagati za primenu biotehničkih mera i kako se zasnivanjem biodrenažnih zasada i formiranjem zaštitnih pojaseva mogu smanjiti količine vode na sistemima za odvodnjavanje, a samim tim za koliko bi se vreme odvodnjavanja smanjilo.

5.5.1. Određivanje koeficijenta smanjenja dotoka do crpne stanice

Da bi se video efekat primene biotehničkih mera neophodno je utvrditi da li se na površinama na kojima se zasnivaju biotehničke mere može računati da je količina viška vode sa te površine evakuisana putem biljaka. Ovaj efekat definiše se preko koeficijenta smanjenja dotoka do crpne stanice. Na osnovu veličine lisne površine, intenziteta transpiracije i gustine sadnje određenih klonova topole računate su količine vode koja se pomoću biljke evakuišu sa sistema za odvodnjavanje. U ovom radu radi ilustracije i konkretizacije proračuna korišćeni su podaci vezani za klon evroameričke tople *Populus x euramericana* (I-214) koje su u svom istraživanju prikazali Orlović et al. (1997). Karakteristike ove vrste su dnevna prosečna transpiracije jednaka je 24,8 g/h i lisna površina je 53,33 m² u sklopu gustine sadnje 3x3 neproređeno, što podrazumeva 1110 stabala po hektaru. Da bi se utvrdile količine vode koje se smanjuju na sistemima za odvodnjavanje računate su količine vode i za drugačije sklopove odnosno drugačije gustine sadnje (3x3 proređeno, 5x5 i 7x7). Treba naglasiti da je prilikom proračuna računato da vegetaciona sezona traje 210 dana i da je ovakav zasad u sedmoj godini starosti. Ovakvim proračunom se utvrđuje koliko m³ vode je po hektaru u toku vegetacione sezone moguće evakuisati sa sistema. Proračun koeficijenta smanjenja doticaja (Ksd) sprovodi se prema sledećoj formuli:

$$k_{sd} = \frac{\frac{Q_{dr}}{Q_{cs}} \cdot 100}{\% \text{ površine do } 14\%}$$

gde Q_{dr} predstavlja količinu vode koje drvo evakuiše u toku vegetacione sezone, a ona se dobija množenjem prosečne transpiracije izražene u m^3/ha u vegetacionoj sezoni i potrebne površine za postizanje optimalne šumovitosti izražene u ha. Srednji godišnji višak vode koji se evakuiše crpnom stanicom označen je sa Q_{cs} , izražen je u $m^3/godišnje$, dobijen je množenjem prosečnog godišnjeg viška vode koji crpna stanica evakuiše sa sistema za odvodnjavanje i površine sistema za odvodnjavanje. Ako je koeficijent jednak 1 i veći onda se u potpunosti može računati da će biljke zasnovane na predviđenim lokalitetima evakuisati višak vode koji se stvara na tim površinama. U suprotnom koeficijent pokazuje sa kojim procentom umanjenja efekta primene biotehničkih mera se mora računati.

6. REZULTATI RADA

Povećanje efikasnosti sistema za odvodnjavanje primenom biotehničkih mera moguće je smanjivanjem količine suvišne vode, koja se zadržava na sistemu i koja dolazi do evakuacionog organa. Suvišnu vodu bi trošile biljke, kojima bi se našlo najpogodnije mesto na sistemu. Određivanje pogodnosti lokaliteta za biotehničke mere predstavlja prvi korak pri povećanju efikasnosti sistema za odvodnjavanje, međutim, postoje dva pristupa koja se mogu kombinovati. Prvi pristup odnosi se na primenu biodrenažnih zasada, dok drugi pristup podrazumeva formiranje zaštitnih pojaseva uz melioracione kanale i uz puteve. Određivanje merodavnih viškova vode, vremena odvodnjavanja, promena površina sistema za odvodnjavanje, određivanje novog vremena odvodnjavanja i definisanje koeficijenta smanjenja doticaja odnosno određivanje povećanje efikasnosti sistema su koraci koji bi bili isti bez obzira koja bi se biotehnička mera primenjivala.

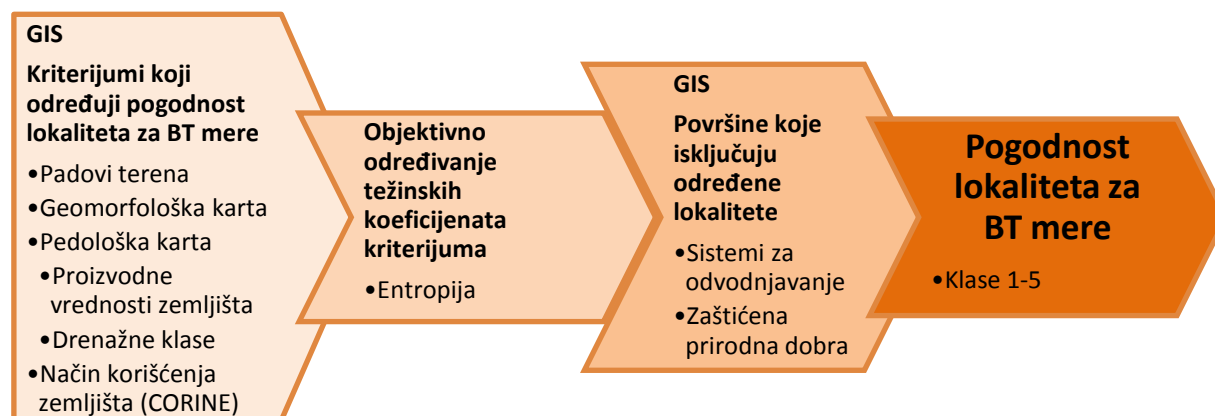
6.1. Pogodnost lokaliteta za primenu biotehničkih mera

Kriterijumi koji utiču na određivanje pogodnosti lokaliteta za primenu biotehničkih mera su određeni na osnovu prirodnih uslova i antropogenih uticaja na području Vojvodine. Dostupnost podataka je jedan od ograničavajućih faktora prilikom analize pogodnosti lokaliteta. Međutim, većina istraživanja u oblasti primene biotehničkih mera ukazuju da kriterijumi koji se koriste kao ulazni podaci treba da oslikavaju njihov uticaj na samu primenu. Kriterijumi koji su korišćeni prilikom ovog istraživanja za pogodnost lokaliteta su:

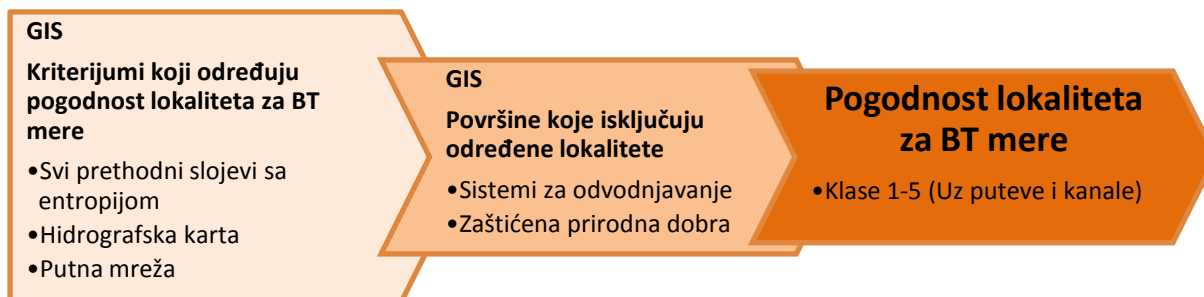
- Reljef i geomorfološke karakteristike,
- Karakteristike pedološkog pokrivača,
- Stanje i način korišćenja zemljišnog pokrivača,
- Hidrografska mreža i postojeći sistemi za odvodnjavanje,
- Putna mreža i
- Zaštićena prirodna dobra.

Ocena pogodnosti lokaliteta za primenu biotehničkih mera vršena je prema postupku za dva pristupa (primenu biodrenažnih zasada i formiranje zaštitnih pojaseva) koji je prikazan na slikama 26 i 27. GIS softver je korišćen na način koji je opisan u poglavlju materijal i metod, a nabrojani faktori koji utiču na određivanje pogodnosti lokaliteta za primenu biotehničkih mera koriste se kao kriterijumi odnosno kao ulazni podaci. Tehnike klasifikacije, reklasifikacije i preklapanja slojeva korišćene su u GIS-u. Da bi se preklapanje slojeva što preciznije moglo izvršiti neophodno je standardizovati podatke, jer određeni slojevi (kriterijumi) mogu sadržati

različite tipove podataka. Standardizacija podrazumeva klasifikovanje po određenom kriterijumu tako da se svim slojevima dodeljuje isti tip podataka i u istom opsegu. U ovom istraživanju ulaznim slojevima klasifikacijom su dodeljene celobrojne vrednosti u opsegu od 1 do 5, gde 1 označava najmanje, a 5 označava najviše pogodan lokalitet. Određivanje težinskih koeficijenata tokom preklapanja slojeva vršeno je objektivnom metodom koja se bazira na entropiji. Zatim su se iz proračuna, u GIS-u, određene površine isključivale, radi dobijanja što realnijih rezultata. Kao rezultat dobija se karta sa atributima svih slojeva i klasama u intervalu od 1 do 5.



Slika 26. – Postupak za ocenu pogodnosti lokaliteta za zasnivanje BT mera (biodrenažni zasadi) na području Vojvodine

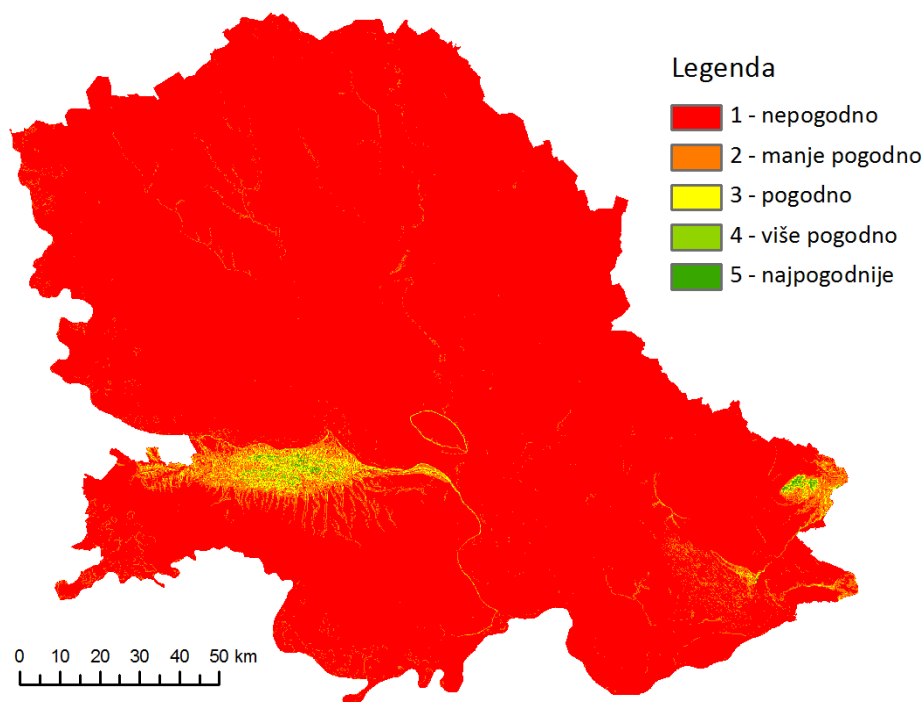


Slika 27. – Postupak za ocenu pogodnosti lokaliteta za zasnivanje BT mera (zaštitni pojasevi) na području Vojvodine samo uz puteve i kanale

6.1.1. Kriterijumi koji određuju pogodnost lokaliteta za primenu biotehničkih mera

Pad terena kao karakteristika reljefa predstavlja jedan od faktora u analizi pogodnosti lokaliteta, jer od njega zavisi zadržavanje ili oticanje vode sa datog područja. Na teritoriji Vojvodine opseg padova kreće se od 0% do 78%. Na osnovu digitalnog modela reljefa izvedena je karta padova terena koja je klasifikovana u pet klasa i to u opsezima. Za nagibe od 0% do 5%

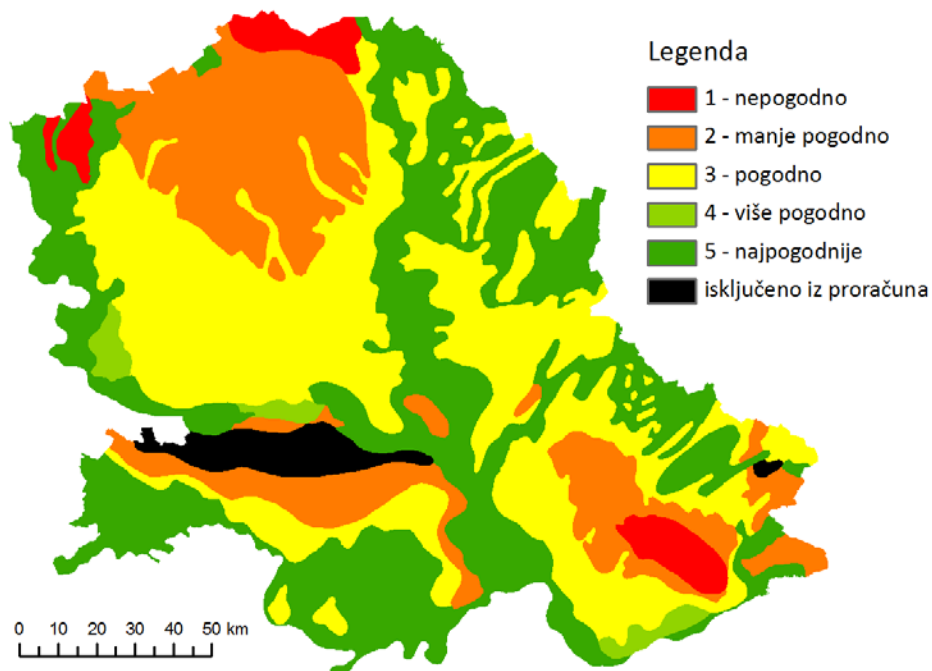
dodeljena je vrednost 1, za opseg od 5% do 15% dodeljena je vrednost 2, površinama sa nagibima u opsegu 15% do 25% dodeljena vrednost 3, vrednost 4 je dodeljena površinama sa nagibima od 25% do 35%, a vrednost 5 je dodeljena površinama sa nagibima terena preko 35%. Ravničarski deo teritorije Vojvodine, oko 95% ima veoma blage nagibe terena u opsegu od 0% do 5%, a svega 5% teritorije je sa većim nagibima koji podrazumevaju Frušku goru, Vršачke planine i delove Telečke visoravni (slika 28). Iako se očekuje da će uticaj ovog kriterijuma biti mali, korišćen je u ovoj metodologiji s obzirom da bi na područjima sa izraženim padom imao dominantan uticaj. Sa aspekta poljoprivrede, na površinama sa nagibima kojima je dodeljena vrednost 1, usvojeno je da ne bi trebalo sprovoditi biotehničke mere odnosno lokaliteti označeni crvenom bojom su nepogodni za primenu ovih mera. Na površinama gde su izraženi nagibi terena, površine sa vrednošću 5, usled pojave erozionih procesa (kako vodne tako i eolske erozije), usvojeno je da je primena ovih mera neophodna i stoga su lokaliteti, označeni tamno zelenom bojom, okarakterisani kao najpogodniji za primenu biotehničkih mera.



Slika 28. – Karta nagiba terena klasifikovana prema pogodnosti lokaliteta za primenu biotehničkih mera

Geomorfološke karakteristike su bitne sa aspekta stvaranja i odvođenja viška vode. Na niželežecim geomorfološkim jedinicama je izražena pojava viška vode i potreba odvodnjavanja, dok viši tereni daju vodu, odnosno vode sa viših terena gravitiraju prema nižim geomorfološkim jedinicama. Teritoriju Vojvodine čine šest geomorfoloških jedinica: aluvijalne ravni, aluvijalne terase, lesne terase, lesne zaravni, peščare i visoki teren (VOV, 1985; Mijatović i sar., 1995). Sa

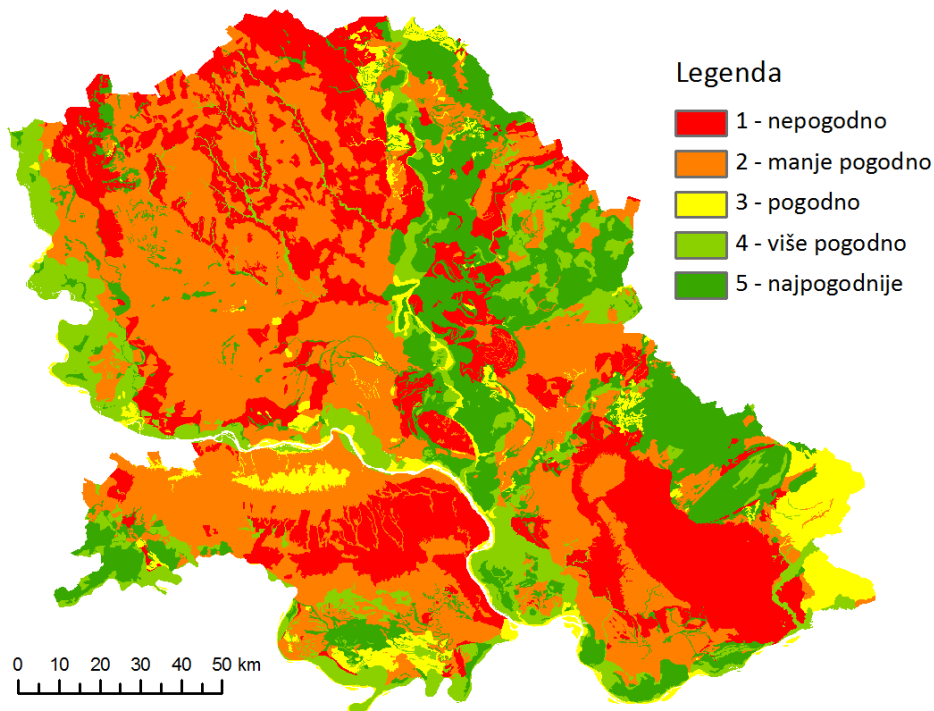
aspekta poljoprivrede i vodoprivrede pogodnosti lokaliteta usvojena je klasifikacija tako da su najpogodnija područja na najnižim geomorfološkim jedinicama (aluvijalne ravni) i njima je dodeljena vrednost 5. Poljoprivredna proizvodnja na ovim lokalitetima je često ugrožena viškom vode usled superponiranja visokih vodostaja recipijenta i viška unutrašnjih voda, zbog čega je usvojeno da je na ovim lokalitetima neophodno uvesti biotehničke mere. Aluvijalne terase kao sledećoj višoj geomorfološkoj jedinici dodeljen je vrednost 4 i na tim površinama usvojeno je da uvođenje biotehničkih mera više potrebno. Vrednost 3 je dodeljena lesnim terasama i smatra se da je na ovim lokalitetima potrebno uvesti biotehničke mere, dok se vrednost 2 dodeljuje lesnim zaravnima na kojima uvođenje ovih mera manje potrebno. Peščarama je dodeljena vrednost 1 i sa aspekta poljoprivrede i vodoprivrede usvojeno je da uvođenje mera nije potrebno, jer na ovakvim lokaliteti zbog propusnosti peska nije potrebno intervenisati u smislu odvodnjavanja i stoga su ovi lokaliteti okarakterisani kao nepogodni za primenu biotehničkih mera. Treba naglasiti da se sa aspekta šumarstva i zaštite životne sredine u peščarama zbog eolske erozije uvođenje biotehničkih mera smatra neophodnim usled čega može doći do konflikta kada se određuju prioritetne strane prilikom definisanja kriterijuma. U ovoj disertaciji prilikom uvođenja biotehničkih mera prioritet bi se davao pre svega vodoprivredi i poljoprivredi, a zatim šumarstvu i zaštiti životne sredine. Visoki teren (Fruška gora i Vršачki breg) se prilikom ovog istraživanja isključivao iz proračuna, jer je pretpostavljeno da na njima nema potrebe za izgradnjom sistema za odvodnjavanje niti za dodatnim pošumljavanjem. Klasifikacija geomorfoloških jedinica prema pogodnosti lokaliteta je prikazana na karti na slici 29.



Slika 29. – Karta geomorfoloških jedinica klasifikovana prema pogodnosti lokaliteta za primenu biotehničkih mera

Pedološki pokrivač je bitan zbog vodno-vazdušnog režima zemljišta od koga zavisi raspoloživa voda za biljke (kako za poljoprivrednu proizvodnju, tako i za zasade biodrenaže i zaštitne pojaseve). Na osnovu tipa zemljišta stvorena su dva tipa podataka od kojih dalje zavisi pogodnost lokaliteta, a to su drenažne klase i proizvodne osobine zemljišta.

Na slici 30 prikazana je karta pogodnosti klasifikovana prema drenažnim klasama koje su dobijene na osnovu poznavanja drenažnih sposobnosti zemljišta koje je prirodno svojstvo i odnosi se na brzinu i razmeru uklanjanja viška vode. Na prirodno dobro dreniranim zemljištima (drenažna klasa V) se ne zahteva odvodnjavanje, stoga će ovim površinama biti dodeljena vrednost 1 kao nepogodne površine za zasnivanje biotehničkih mera odnosno usvaja se da je njihova primena nepotrebna. Drenažnoj klasi IV koju karakterišu zemljišta umerene dreniranosti dodeljena je vrednost 2, što ukazuje da na ovim lokalitetima primena biotehničkih mera je manje potrebna. Vrednost 3 dodeljena je drenažnoj klasi III koja pokriva nedovoljno drenirana zemljišta zbog čega se smatra da je primena ovih mera potrebna i stoga su ona okarakterisana kao pogodna za njihovu primenu. Površine II drenažne klase kao površinama na kojima je više potrebno zasnivati biotehničke mere dodeljena je vrednost 4 odnosno usvojeno je da su dati lokaliteti više pogodni za primenu biotehničkih mera. Prvoj klasi dodeljena je vrednost 5 što podrazumeva da je zasnivanje ovih mera neophodno i da su ovi lokaliteti najpogodniji za njihovu primenu.

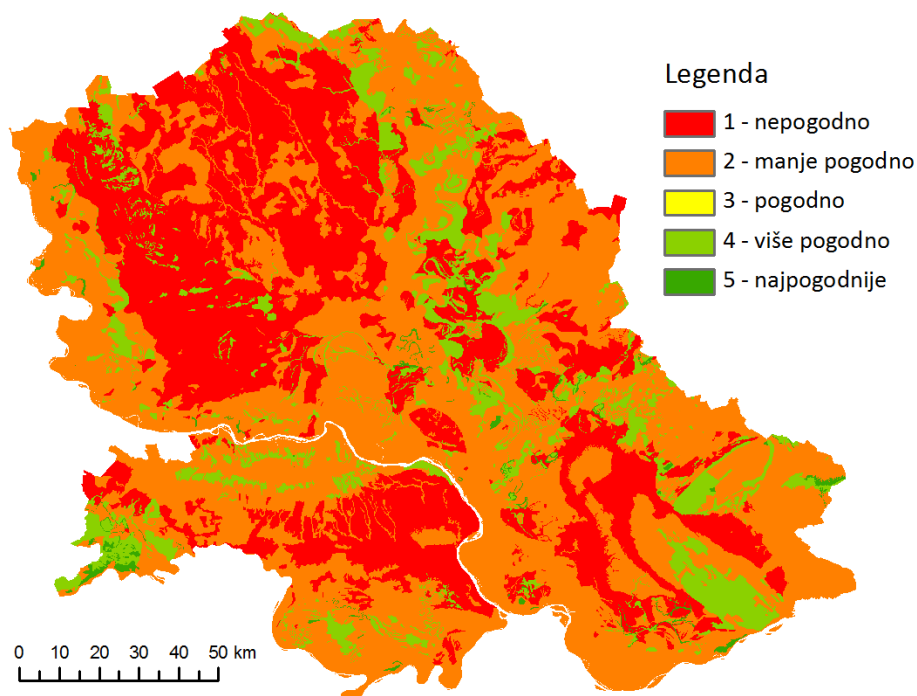


Slika 30. – Karta drenažnih klasa klasifikovana prema pogodnosti lokaliteta za primenu biotehničkih mera

Proizvodne osobine zemljišta se odnose na produktivnost odnosno plodnost zemljišta koja predstavlja sposobnost zemljišta da daje određenu visinu prinosa, jer kada su činioci klime, sorte, agrotehnike i organizacije proizvodnje jednaki tada produktivnost zavisi samo od tipa zemljišta. Zemljišta Vojvodine prema proizvodnim osobinama podeljena su u četiri grupe, pa je reklasifikacija izvršena tako da je zemljištima sa najboljim proizvodnim osobinama je dodeljena vrednost 1. Sa aspekta poljoprivrede usvojeno je da na ovim lokalitetima nije potrebno primeniti biotehničke mere, jer se na njima sprovodi najproduktivnija poljoprivredna proizvodnja i zato su okarakterisana kao nepogodna za primenu biotehničkih mera. Međutim, sa aspekta šumarstva i zaštite životne sredine ovim lokalitetima bi bilo neophodno zasnivati ove mere, jer su to najplodnija zemljišta na kojima bi proizvodnja drvne mase bila najisplativija. Ovakva kontradiktornost još jednom ukazuje na kompleksnost prilikom odabira kriterijuma za ocenu pogodnosti lokaliteta i prioritete prilikom donošenja odluka. Sa aspekta poljoprivrede zemljištima sa nešto slabijim proizvodnim osobinama je dodeljena vrednost 2 odnosno na ovim lokalitetima je manje potrebno zasnivati ove mere. Zemljištima sa slabim proizvodnim osobinama je dodeljena vrednost 4 što ukazuje da je primena biotehničkih mera više potrebna i da su ovi lokaliteti više pogodni. Zemljištima sa vrlo niskom plodnošću je dodeljena vrednost 5, karakterišući ove lokalitete kao najpogodnije za primenu biotehničkih mera sa aspekta poljoprivredne proizvodnje. Oko 34% zemljišta Vojvodine imaju visoku proizvodnu vrednost (1), 54% zemljišta imaju nešto slabije proizvodne osobine (2), 11% zemljišta imaju slabe proizvodne vrednosti (4) a oko 1% zemljišta su vrlo niske plodnosti i spadaju u 5. klasu prema pogodnosti lokaliteta. Na slici 31 je prikazana klasifikacija proizvodnih osobina zemljišta prema pogodnosti lokaliteta.

Podaci o stanju i načinu korišćenja zemljišnog pokrivača koji su izvedeni iz sloja CORINE Land Cover 2006 (CLC2006) (slika 32), omogućavaju da se preciznije utvrde granice područja od interesa vezano za određivanje pogodnosti lokaliteta za primenu biotehničkih mera. Reklasifikacija ovog sloja vršena je prema trećem nivou, tako da vlažna područja koja podrazumevaju samo kopnene močvare, dobijaju prioritet prilikom zasnivanja biotehničkih mera i dodeljena im je vrednost 5. U ovom slučaju prilikom donošenja odluka koja zainteresovana strana ima prioritet konflikt se može javiti između poljoprivrede, vodoprivrede i zaštite životne sredine, jer posmatrajući poljoprivredu ova zemljišta su prioritet prilikom odvodnjavanja dok su sa aspekta zaštite životne sredine ovi lokaliteti od neprocenjivog značaja. Ako se posmatra sa aspekta poljoprivrede ovi lokaliteti su okarakterisani kao najpogodniji za primenu biotehničkih mera odnosno primena ovih mera je neophodna. Pašnjacima kao delu poljoprivrednih površina prema (CLC2006), dodeljena je vrednost 4 i usvojeno je da je primena biotehničkih mera više potrebna tj. da su ovi lokaliteti više pogodni za njihovu primenu. Heterogene poljoprivredne površine koje takođe prema (CLC2006) pripadaju poljoprivrednim površinama odnose se na manje parcele i pojaseve oko naseljenih zona, stoga je ovim

površinama dodeljena vrednost 3 i s obzirom da se već koriste u svrhu poljoprivrede smatraju se manje pogodnim za primenu ovih mera odnosno na njima je manje potrebno primeniti ove mere. Oranicama, voćnjacima i vinogradima su prilikom ovog istraživanja dodeljene vrednosti 2, zbog toga što ako su ove površine ugrožene viškom vode ne predstavljaju produktivnu poljoprivrednu proizvodnju čime se stvara mogućnost prelaska ovako ugroženog poljoprivrednog u šumsko zemljište i na taj način ovim lokalitetima je manje potrebno primeniti biotehničke mere. Veštačke površine, koje podrazumevaju urbana područja, industrijske površine, rudnike, deponije, gradilišta, zatim šumska područja kao i vodene površine isključene su iz proračuna.

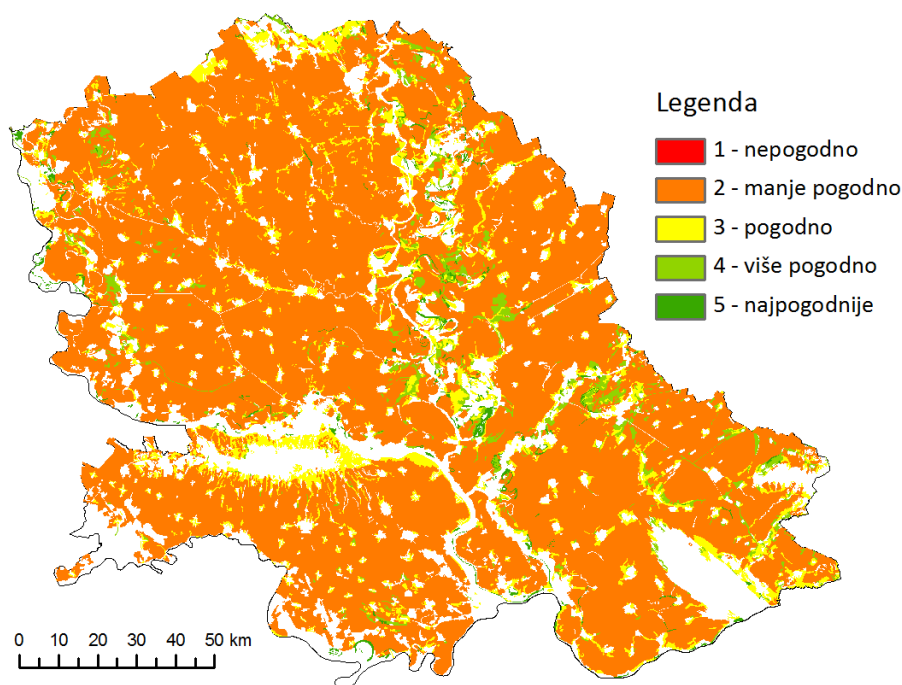


Slika 31. – Karta proizvodnih osobina zemljišta klasifikovana prema pogodnosti lokaliteta za primenu biotehničkih mera

Na osnovu podataka o stanju i načinu korišćenja zemljišnog pokrivača stvorena je mogućnost i za stvaranje posebne baze podataka o postojećim šumama koja će služiti za isključivanje tih površina iz proračuna za pogodnost lokaliteta. U poglavlju materijal i metod na slici 19 prikazane su postojeće šume.

Hidrografska i putna mreža predstavljaju bitan faktor za pogodnost lokaliteta, jer bi se uz vodotoke, kanale i puteve mogli formirati zaštitni pojasevi ili biodrenažni zasadi. Podaci o sistemima za odvodnjavanje i zaštićenim dobrima koristiće se kao ograničavajući faktor

prilikom proračuna o pogodnosti lokaliteta. U poglavlju materijal i metod na slikama 21 i 23 prikazani su sistemi za odvodnjavanje i zaštićena dobra.



Slika 32. – Karta načina korišćenja zemljišnog pokrivača klasifikovana prema pogodnosti lokaliteta za primenu biotehničkih mera

6.1.2. Objektivno određivanje težinskih koeficijenata kriterijuma

Vrednosti težinskih koeficijenata kriterijuma pogodnosti lokaliteta (karakteristike reljefa i geomorfoloških jedinica, pedološke karakteristike zemljišta i način korišćenja zemljišnog pokrivača) određene su metodom Entropije. Postupak određivanja težinskih vrednosti metodom Entropije je prilagođen i izveden korišćenjem GIS softvera, a sastoji se iz šest koraka.

Prvi korak podrazumeva normalizaciju kriterijumskih vrednosti alternativa, odnosno izvršena je normalizacija ulaznih rastera:

$$normalizovan.raster_j = \frac{raster.kriterijuma_j}{\sum_{i=1}^5 klasa.pogodnosti.lokaliteta_i * broj.piksela.klase.pogodnosti.lokaliteta_i}$$

Koliko ima kriterijuma za ocenu pogodnosti lokaliteta za koje se računaju težinski koeficijenti toliko ima i ulaznih rastera ranjivosti, a u ovom slučaju ima ih 5 (Padovi terena, geomorfološke jedinice, proizvodne vrednosti zemljišta, drenažne klase i način korišćenja zemljišta), $j = 1, \dots, 5$. U ovom istraživanju su svi kriterijumi pogodnosti lokaliteta reklasifikovani u najviše 5 ekvidistantnih klasa, tako da je broj klasa pogodnosti lokaliteta $i = 1, \dots, 5$.

U sledećem koraku izračunate su vrednosti konstante k :

$$k_j = \frac{1}{\ln(\text{ukupan.broj.piksela.rastera}_j)}$$

U trećem koraku izračunati su međurezultati vrednosti Entropije E_j :

$$E_j = -k_j * \text{normalizovan.raster}_j * \ln(\text{normalizovan.raster}_j)$$

U svakom rasteru međurezultata E_j se izvršilo očitavanje vrednosti međurezultata E_{ij} za pojedine klase pogodnosti lokaliteta i . Sledeći korak je dobijanje vrednosti Entropije sumiranjem proizvoda broja piksela pojedinih klasa pogodnosti lokaliteta i i međurezultata E_{ij} :

$$\text{entropija}_j = \sum_{i=1}^5 \text{broj.piksela.klase.pogodnosti.lokaliteta} * E_{ij}$$

Pretposlednji korak u izračunavanju težinskih vrednosti kriterijuma pogodnosti lokaliteta podrazumeva izračunavanje stepena divergencije d_j u odnosu na prosečnu količinu informacije sadržanu u svakom kriterijumu pogodnosti lokaliteta.

$$d_j = 1 - \text{entropija}_j$$

Šesti i poslednji korak za dobijanje relativne težine kriterijuma dobijen je jednostavnom aditivnom normalizacijom. Rezultati relativnih težina kriterijuma prikazani su u tabeli 8.

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_j d_j}$$

Dobijeni rezultati težinskih vrednosti kriterijuma pogodnosti lokaliteta za primenu biotehničkih mera metodom Entropije pokazuju da najveći uticaj, imaju pedološke karakteristike odnosno drenažne klase i proizvodne osobine zemljišta. Geomorfološke

karakteristike i način korišćenja zemljišta imanju manji uticaj, a karakteristike reljefa odnosno padovi terena imaju skoro zanemarljiv uticaj.

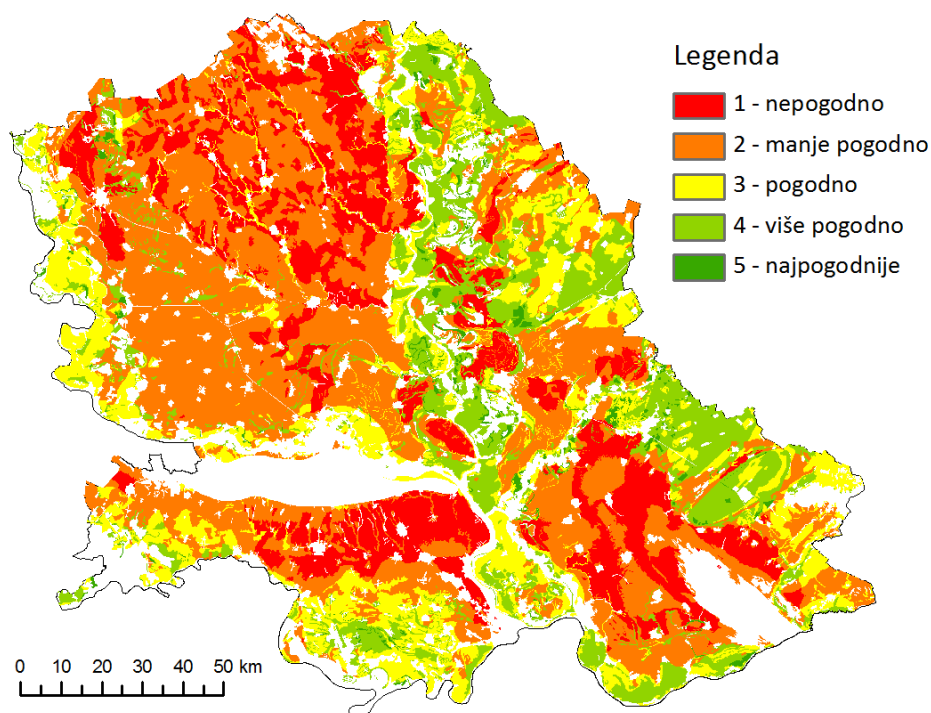
Tabela 8. - Težinske vrednosti kriterijuma pogodnosti lokaliteta

Kriterijumi pogodnosti lokaliteta	težinska vrednost
Padovi terena	0,01
Geomorfološke karakterske	0,19
Proizvodne vrednosti zemljišta	0,29
Drenažne klase	0,41
Način korišćenja zemljišta	0,11

6.1.3. Ocena pogodnosti lokaliteta za primenu biotehničkih mera

Množenjem slojeva kriterijuma pogodnosti lokaliteta za biotehničke mere (karakteristike reljefa – padovi terena, geomorfološke karakterske, pedološke karakteristike - proizvodne vrednosti zemljišta i drenažne klase i način korišćenja zemljišta) sa odgovarajućim težinskim koeficijentima, a zatim sabiranjem tih slojeva u GIS-u i njihovom klasifikacijom u pet ekvidistantnih klasa dobijena je karta pogodnosti lokaliteta za biotehničke mere. Dobijena karta se u GIS-u korigovala da bi se iz proračuna isključile površine koje pripadaju zaštićenim prirodnim dobrima i da se sve površine koje ulaze u proračun ograniče na sisteme za odvodnjavanje. Rezultujuća karta sistema pogodnosti lokaliteta za primenu biotehničkih mera sa ocenom od 1 do 5, gde 1 predstavlja nepogodne lokalitete na kojima najverovatnije nije potrebna primena, a 5 najpogodnije lokalitete na kojima je najverovatnije neophodna primena, prikazana je na slici 33. Ocena pogodnosti lokaliteta za primenu biotehničkih mera je izračunata za svaki sistem za odvodnjavanje (277 sistema) i prikazana u prilogu 2, a primer je dat samo za sistem Plavna, u tabeli 9.

Rezultujuća karta pogodnosti lokaliteta za primenu biotehničkih mera prema drugom pristupu za formiranje zasada uz kanale i puteve (za zaštitne pojaseve) dobija se preklapanjem slojeva karta pogodnosti lokaliteta sa hidrografskom kartom i kartom putne mreže. Kao i kod prethodnog pristupa iz proračuna su isključene površine koje pripadaju zaštićenim prirodnim dobrima i površine koje ulaze u proračun ograničene su samo na sisteme za odvodnjavanje. Na taj način kao rezultat dobijaju se linije koje predstavljaju površine uz kanale i puteve koje su pogodne za primenu biotehničkih mera.

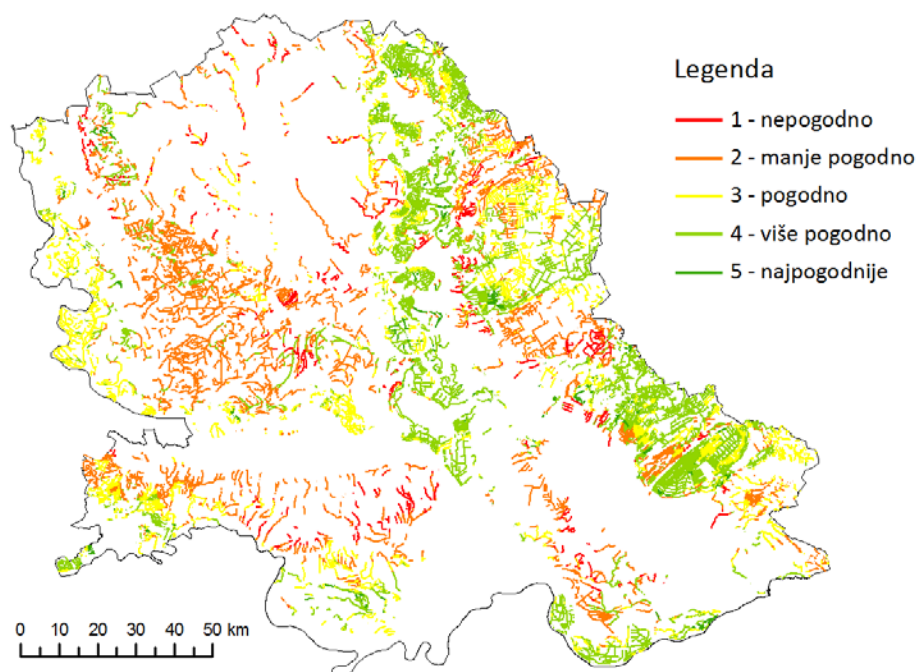


Slika 33. – Karta pogodnosti lokaliteta za primenu biotehničkih mera

Tabela 9. – Ocena pogodnosti lokaliteta za primenu biotehničkih mera sa procentualnim učešćem površina za sistem Plavna

Ocena pogodnosti lokaliteta	Površina dela sistema (ha)	Procentualno učešće dela sistema
0	1.526,1	12,2
1	0	0
2	1.171,3	9,4
3	7.892,6	63,3
4	1.837,8	14,7
5	35,5	0,3
Suma	12.463,3	100,0

Rezultati koji su dobijeni ukazuju da dužina kanala koji prolaze kroz sisteme za odvodnjavanje iznosi 20.674 km. Postojanjem površina koje su pod zaštitom, za pošumljavanje uz kanalsku mrežu neće biti moguće pošumljavanje na 8.270 ha (koliko iznosi proizvod dužine kanala i usvojene širine za pošumljavanje od 4 m) već na 6.951 ha. Površina od 1.319 ha predstavlja površinu koja se nalazi uz kanale ali je pod zaštitom države i neće se uzimati u razmatranje za pošumljavanje odnosno zasnivanje zaštitnih pojaseva. Na slici 34 prikazana je karta pogodnosti lokaliteta uz kanale.



Slika 34. – Karta pogodnosti lokaliteta za primenu biotehničkih mera uz kanalsku mrežu

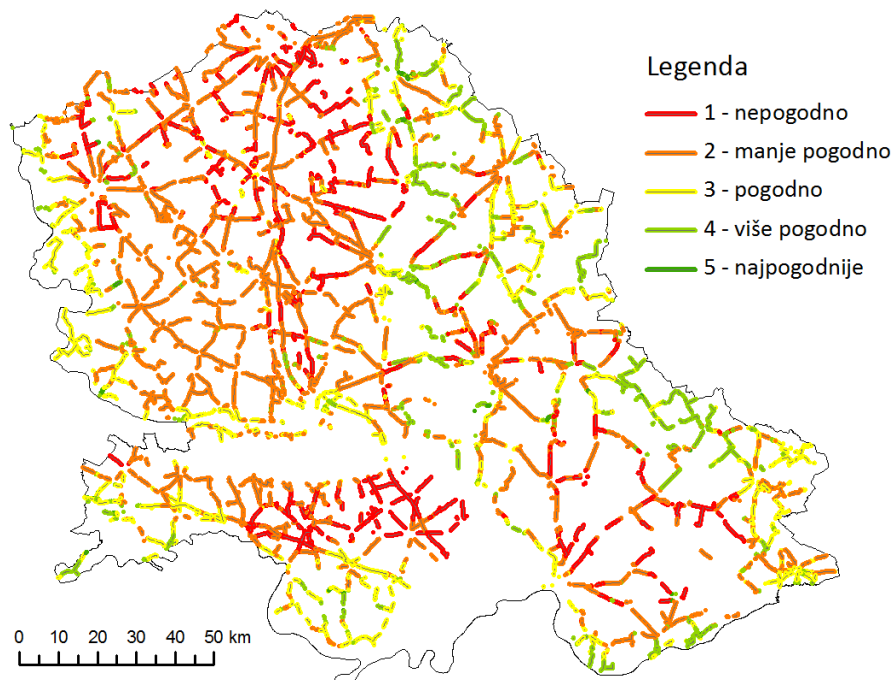
Ocena pogodnosti lokaliteta za primenu biotehničkih mera uz kanale je izračunata za svaki sistem za odvodnjavanje, a primer je dat samo za sistem Plavna, u tabeli 10. Takođe je izvršen proračun za ocenu pogodnosti lokaliteta uz prirodne manje vodotoke i osnovnu kanalsku mrežu za svaki sistem za odvodnjavanje, ali ovde nije prikazan jer se sistem Plavna ne oslanja ni na manje prirodne vodotoke ni na osnovnu kanalsku mrežu.

Tabela 10. – Ocena pogodnosti lokaliteta za primenu biotehničkih mera uz kanale za sistem Plavna

Ocena pogodnosti lokaliteta	Dužina kanala na delu sistema (km)	Površina uz kanale pogodna za primenu BT mera (ha)
0	29,5	0,0
1	0,0	0,0
2	16,2	6,5
3	148,0	59,2
4	34,3	13,7
5	0,0	0,0
Suma	227,9	79,4

Dobijeni rezultati pokazuju da dužina puteva (višeg i nižeg reda) koji prolaze kroz sisteme za odvodnjavanje iznosi 6.903 km. Množenjem dužine puteva višeg reda sa 10 m koliko je usvojena širina za zasnivanje zaštitnih pojaseva i 4 m za puteve nižeg reda, kao i

isključivanjem površina koje su pod zaštitom države, za pošumljavanje uz putnu mrežu može se iskoristiti 2.610 ha. Na slici 35 prikazana je karta pogodnosti lokaliteta uz puteve višeg i nižeg reda.



Slika 35. – Karta pogodnosti lokaliteta za primenu biotehničkih mera uz putnu mrežu

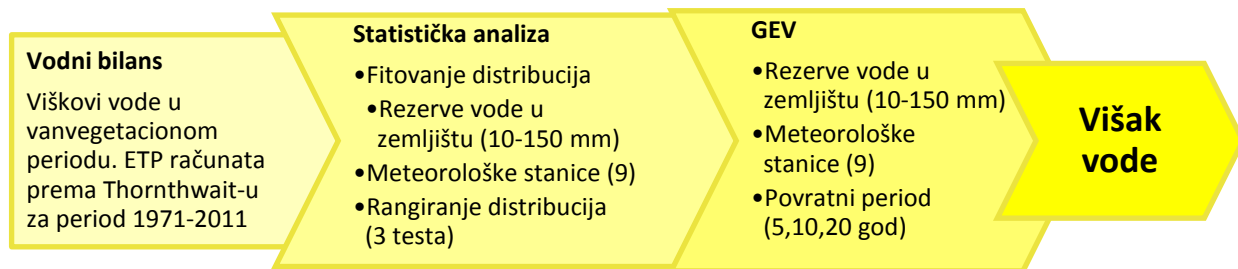
Ocena pogodnosti lokaliteta za primenu biotehničkih mera, uz sve kategorije puteva koji se na sistemima nalaze, izračunata je za svaki sistem za odvodnjavanje, a primer je dat samo za sistem Plavna, u tabeli 11. Imajući u vidu da se kroz sistem Plavna protežu samo putevi nižeg reda u tabeli 11 predstavljena je samo niža kategorija puteva (lokalni i manji lokalni)

6.2. Dobijanje viškova vode na sistemima za odvodnjavanje

Dobijanje viškova vode koji će se dalje koristiti u proračunu za određivanje vremena odvodnjavanja sprovodi se u nekoliko koraka koji su prikazani na slici 36. Prvi korak podrazumeva računanje vodnog bilansa za četrdesetogodišnji period. Sledeći korak obuhvata statističku analizu (slaganje empirijskih distribucija sa teorijskim – fitovanje distribucija i njihovo rangiranje). Dobijeni rezultat iz drugog koraka je odabrana teorijska distribucija na osnovu koje se u trećem koraku za sve rezerve u zemljištu, sve meteorološke stanice i odabrane povratne periode računaju viškovi vode na sistemima za odvodnjavanje.

Tabela 11. – Ocena pogodnosti lokaliteta za primenu biotehničkih mera uz puteve za sistem Plavna

Ocena pogodnosti lokaliteta	Kategorija puta	Dužina puteva na delu sistema (km)	Površina uz kanale pogodna za primenu BT mera (ha)
0	Lokalni	6,7	0,00
1	-	-	-
2	Lokalni	2,5	1,01
3	Lokalni	10,8	4,32
4	Lokalni	1,7	0,69
5	Lokalni	0,1	0,03
0	Manji lokalni	2,2	0,00
1	-	-	-
2	Manji lokalni	0,5	0,20
3	Manji lokalni	4,3	1,71
4	-	-	-
5	Manji lokalni	0,5	0,19
Suma		29,2	8,15



Slika 36. – Postupak za dobijanje viška vode na sistemima za odvodnjavanje

Sistemi za odvodnjavanje na području Vojvodine dimenzionisani su tako da zadovolje potrebe odvođenja merodavnog viška vode. Treba istaći da prosečan višak vode koji se javlja na određenom području u zimskom periodu nije odgovarajuća vrednost za dimenzionisanje, već se sistemi dimenzionišu osnovu merodavnog viška vode koji se javlja u tom periodu. Višak vode u vanvegetacionom periodu se izračunava korišćenjem činioca vodnog bilansa (padavine, evapotranspiracija i rezerve vode u zemljištu) određenih učestalosti pojave. Evapotranspiracija je izračunata prema metodi Thornthwaite. Polja uticaja klimatoloških stanica po prostranstvu određeno je preko Thiessen-ovih poligona. Na tim površinama važe podaci za proračun vodnog bilansa zemljišta koji je računat za svaki poligon pedološke karte na osnovu podataka sa pripadajuće meteorološke stanice, za višegodišnji period od 1971. do 2011. godine. Takođe je

za svaki poligon digitalne pedološke karte izračunata rezerva vode u zemljištu kao proizvod dubine soluma i pristupačne vode. Pristupačna voda predstavlja razliku između poljskog vodnog kapaciteta i tačke venjenja. Količine potencijalne rezerve vode u zemljištu se na analiziranom području kreću u opsegu od 10 mm do 150 mm.

6.2.1. Statistička analiza

Prateći postupak za dobijanje viška vode na sistemima za odvodnjavanje, računate su empirijske verovatnoće pojave određenih viškova vode u vanvegetacionom periodu, a zatim je sa ciljem pronalaženja teorijske distribucije koja najbliže odgovara proračunatim vrednostima viška vode izvršeno testiranje slaganja empirijskih distribucija sa teorijskim. U statističkom softveru koji je korišćen pri ovoj analizi korišćene su 49 teorijskih distribucija (tabela 12), za sve vrednosti rezerve vode u zemljištu (od 10 do 150mm) i svih devet meteoroloških stanica (Bečej, Beograd, Kikinda, Palić, Rimski Šančevi, Sombor, Sremska Mitrovica, Vršac i Zrenjanin).

Tabela 12. Testirane teorijske distribucije

Teorijske distribucije		
Beta	Gumbel Max	Pareto 2
Burr	Gumbel Min	Pearson 5
Cauchy	Hypersecant	Pearson 6
Chi-Squared	Inv. Gaussian	Pert
Dagum	Johnson SB	Phased Bi-Exponential
Erlang	Johnson SU	Phased Bi-Weibull
Error	Kumaraswamy	Power Function
Error Function	Laplace	Rayleigh
Exponential	Levy	Reciprocal
Exponential (2P)	Log-Gamma	Rice
Fatigue Life	Logistic	Student's t
Frechet	Log-Logistic	Triangular
Gamma	Lognormal	Uniform
Gen. Extreme Value	Log-Pearson 3	Wakeby
Gen. Gamma	Nakagami	Weibull
Gen. Logistic	Normal	
Gen. Pareto	Pareto	

„Fitovanje distribucije“ odnosno pronalaženje teorijske funkcije raspodele koja odgovara podacima iz uzorka, testirane su hi-kvadrat (χ^2) testom, testom Kolmogorov-Smirnova i Anderson-Darling testom. Može se smatrati da postoji slaganje za 25 od 49 teorijskih sa

empirijskim vrednostima za analiziranih teorijskih distribucija, za prag značajnosti $\alpha = 0,05$, dok za ostale distribucije nije utvrđeno zadovoljavajuće slaganje. Na osnovu tri testa, za svaku dubinu soluma i za svaku meteorološku stanicu, teorijske distribucije su rangirane prema odgovarajućem podudaranju sa empirijskom distribucijom (goodnes of fit). Zatim su za sve teorijske distribucije sumirani rangovi. Smatra se da teorijska distribucija sa najmanjom sumom rangova treba da bude odabrana a ona predstavlja distribuciju koja se najviše podudara sa empirijskim distribucijama vrednosti viška vode (tabela 13).

Tabela 13. Rezultati testiranja teorijskih i empirijskih distribucija viška vode u vanvegetacionom periodu za rezerve vode u zemljištu od 100 mm

Teorijska distribucija	χ^2	Kolmogorov -Smirnov	Anderson -Darling	Suma
Johnson SB	43	32	25	100
Gen. Extreme Value	52	34	31	117
Normal	70	45	45	160
Gen. Logistic	73	46	45	164
Error	106	58	39	203
Logistic	111	70	65	246
Gumbel Max	117	75	78	270
Hypersecant	190	104	80	374
Cauchy	125	182	89	396
Gumbel Min	235	153	110	498
Gamma	183	157	162	502
Laplace	256	160	97	513
Phased Bi-Exponential	130	238	163	531
Dagum	227	191	181	599
Gen. Gamma	211	211	195	617
Exponential	222	275	189	686
Pearson 6	232	270	244	746
Burr	275	250	223	748
Pareto 2	256	284	208	748
Rayleigh	305	264	217	786
Erlang	304	256	256	816
Lognormal	270	263	295	828
Fatigue Life	263	289	348	900
Inv. Gaussian	299	307	332	938
Exponential (2P)	217	267	458	942

Tri prvorangirane distribucije koje najviše odgovaraju empirijskim distribucijama vrednosti viška vode na teritoriji Vojvodine su četvoroparametarska Džonsonova S_B distribucija (Johnson S_B), troparametarska uopštena distribucija ekstremnih vrednosti (GEV - Generalized Extreme-Value distribution) i dvoparametarska normalna distribucija (Normal). Uopštena distribucija ekstremnih vrednosti iako je drugorangirana odabrana je kao teorijska distribucija za proračun verovatnoća pojava odgovarajućih viškova vode u vanvegetacionom periodu, zbog svoje primene u hidrologiji i zbog jednostavnijeg proračuna u odnosu na Džonsonovu S_B distribuciju (manji broja parametara). GEV pripada familiji kontinualnih distribucija i bazirana je na teoriji ekstremnih vrednosti. Ona kombinuje Frechetovu, Gumbelovu i Weibullovu distribuciju, odnosno te distribucije su specijalni slučajevi troparametarske GEV distribucije. GEV distribucija ima veliku primenu u hidrologiji, posebno u analizi ekstremnih hidroloških pojava kao što su poplave, visoki vodostaji, godišnji protoci, godišnje sume padavina i dr. (Martins i Stedinger, 2000; Markuš, 2006; Diebolt et al., 2008). U tabeli 14 prikazan je primer postupka rangiranja za slučaj 3-parametarske GEV distribucije.

Tabela 14. Primer postupka rangiranja za slučaj 3-parametarske GEV distribucije, za rezerve vode u zemljištu od 100 mm

Meteorološka stanica	Rangiranje po testovima		
	χ^2	Kolmogorov - Smirnov	Anderson - Darling
Bečej	7	1	5
Beograd	3	6	5
Kikinda	4	6	4
Novi Sad	5	4	4
Palić	1	1	1
Sombor	8	4	4
S. Mitrovica	7	7	5
Vršac	2	4	1
Zrenjanin	15	1	2
Suma rangova po testovima	52	34	31
Ukupno:	117		

Dimenzionisanje svih objekata na sistemu za odvodnjavanje direktno su uslovljene količinom suvišne vode koja se povremeno javlja. Kada se odredi merodavni višak vode, dimenzionisanje sistema se svodi na određivanje merodavne dužine povratnog perioda. Dužina povratnog perioda izražena je količinom vode koju treba odvesti sa sistema i uslovljena je vremenom za koje će višak biti odveden sa sistema. Prilikom proračuna bilo kog dela sistema računa se sa „ekonomskim vrednostima“, odnosno traži se rešenje koje bi minimizovalo štete ili

optimizovalo vreme plavljenja. Tehnička optimizacija podrazumeva izbor minimalnog kapaciteta za evakuaciju merodavnog viška vode što predstavlja i preduslov za minimizovanje investicija, kao i troškova održavanja i eksploatacije. Postojeći sistemi za odvodnjavanje dimenzionisani su tako za zadovoljavaju potrebe odvođenja merodavnog viška vode, u vanvegetacionom periodu, 10% učestalosti odnosno 10 godina povratnog perioda i za taj višak vode rad agregata u crpnim stanicama iznosi 35-40 dana ili 840-960sati (Belić, Stojšić, 1985). Imajući u vidu da je povratni period direktno povezan sa ekonomskom moći korisnika zemljišta, ostvarenih prinosa i prihoda, njegovo definisanje je tehnički problem čije se izbor vrši ekonomskim kriterijumima. Zato su korišćenjem troparametarske GEV distribucije, posebno izračunati viškovi vode za petogodišnjim, desetogodišnjim i dvadesetogodišnjim povratni period, za sve analizirane meteorološke stanice i za sve vrednosti rezervi vode u zemljištu koje se na analiziranom području kreću od 10 do 150 mm. Rezultati su prikazani u tabelama 15, 16 i 17.

Tabela 15. Petogodišnji višak vode u vanvegetacionom periodu

Meteorološka stanica	Rezerve vode u zemljištu (mm)												
	10	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
	Višak vode (mm)												
Bečej	197	167	157	147	136	125	114	103	91	78	66	54	43
Beograd	266	236	226	216	205	195	184	173	161	149	137	125	112
Kikinda	189	159	149	138	128	117	105	94	81	69	56	43	31
Palić	197	167	157	147	137	126	114	103	91	78	66	54	43
Novi Sad	231	201	191	180	169	159	148	137	125	113	100	88	75
Sombor	214	184	174	164	153	143	132	121	110	98	85	73	61
S.Mitrovica	217	187	177	167	156	146	135	125	113	102	90	77	65
Vršac	237	207	197	187	175	164	153	141	129	116	104	91	79
Zrenjanin	201	171	161	151	140	129	118	107	94	82	69	57	45

Tabela 16. Desetogodišnji višak vode u vanvegetacionom periodu

Meteorološka stanica	Rezerve vode u zemljištu (mm)												
	10	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
	Višak vode (mm)												
Bečej	222	192	182	172	162	151	141	130	119	107	94	80	67
Beograd	303	273	263	253	243	233	222	212	201	190	178	167	154
Kikinda	210	180	170	160	150	140	129	118	107	94	81	67	52
Palić	225	195	185	175	165	154	143	132	121	109	95	82	68
Novi Sad	262	232	222	212	202	192	181	171	159	148	136	123	110
Sombor	240	210	200	190	180	170	159	149	138	127	115	102	89
S.Mitrovica	238	208	198	188	178	168	158	148	137	127	115	104	91
Vršac	275	245	235	225	214	204	193	182	170	158	145	132	118
Zrenjanin	227	197	187	177	166	156	145	135	123	111	98	85	70

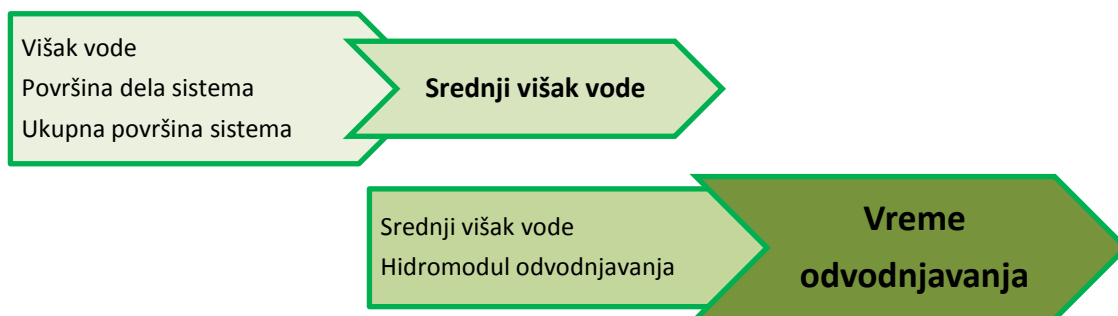
Tabela 17. Dvadesetogodišnji višak vode u vanvegetacionom periodu

Meteorološka stanica	Rezerve vode u zemljištu (mm)												
	10	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
	Višak vode (mm)												
Bečej	241	211	201	192	182	173	164	154	145	134	123	110	96
Beograd	333	303	293	283	274	264	255	246	236	227	217	207	197
Kikinda	227	197	187	177	168	159	149	140	130	120	108	95	79
Palić	248	218	208	198	188	179	169	160	150	140	127	114	99
Novi Sad	287	257	248	238	229	219	210	201	191	182	172	161	148
Sombor	260	230	220	210	201	191	182	173	164	154	144	133	120
S.Mitrovica	254	224	214	204	194	185	176	167	157	148	139	129	118
Vršac	307	277	267	257	247	238	229	220	210	200	189	177	163
Zrenjanin	247	217	207	197	188	179	170	161	151	141	129	116	101

6.3. Određivanje vremena odvodnjavanja

Dobijanje konačnog rezultata odnosno povećanja efikasnosti sistema za odvodnjavanje koje se ogleda kroz smanjenje vremena odvodnjavanja (u danima), treba da podrazumeva određivanje trenutnog stanja vremena odvodnjavanja za određene povratne periode. Proces određivanja vremena odvodnjavanja radio se u dve etape (slika 37). Prva je podrazumevala dobijanje srednjeg viška vode za određene sisteme na osnovu dobijenih viškova vode, ukupne površine i dela površine datih sistema. Druga etapa predstavlja nastavak gde se sa dobijenim

srednjim viškom vode pojedinačnog sistema i hidromodulom sistema dobija vreme odvodnjavanja za tri povratna perioda (5, 10 i 20 godina).



Slika 37. – Postupak kroz dve faze za dobijanje vremena odvodnjavanja

Dobijeni viškovi vode za određene povratne periode uneseni su u GIS radi daljeg proračuna. Na svakom pojedinačnom sistemu za odvodnjavanje prema pripadajućem tipu zemljišta i pripadajućoj meteorološkoj stanici izračunati su viškovi vode za tri povratna perioda. Sumiranjem tih viškova dobijen je srednji višak vode za dati sistem. Kada se dobijeni srednji višak vode za dati sistem za odvodnjavanje podeli sa hidromodulom tog sistema dobija se vreme odvodnjavanja na tom sistemu. Imajući u vidu da rezerve u zemljištu zavise od vodno-fizičkih svojstava zemljišta i određuju se za konkretne uslove uzimajući u razmatranje obično sloj dubine 1 m, prilikom ovog proračuna koji podrazumeva konkretne uslove, urađen je i dodatni proračun koji je obuhvatio i svođenje rezerve vode u zemljištu od 80mm i 100mm u sloju od 1 m. Svođenje rezervi vode u zemljištu za 100mm rađeno je prema uobičajenoj proceduri za proračun vodnog bilansa, dok je za 80mm rađeno jer je uočeno da je prosečna vrednost rezervi vode u zemljištu Vojvodine 83mm (radi lakšeg izvođenja proračuna ova vrednost je zaokružena na 80mm). Proračun se sastojao iz određivanja srednje rezerve u zemljištu prema tipu zemljišta i pripadajućoj meteorološkoj stanici. Prosečna rezerva vode u zemljištu korišćena je za dobijanje svedenih viškova vode. Na osnovu razlike prosečnih rezervi i usvojene rezerve od 80 mm kao i od 100 mm izvršena je korekcija viškova vode. Isto kao kod prethodnog proračuna na osnovu novog svedenog viška vode i hidromodula dobijeno je vreme odvodnjavanja. Elementi koji su korišćeni tokom proračuna za svaki sistem za odvodnjavanje, kao i dobijeni rezultati prikazani su u tabeli 18 na primeru sistema za odvodnjavanje Plavna.

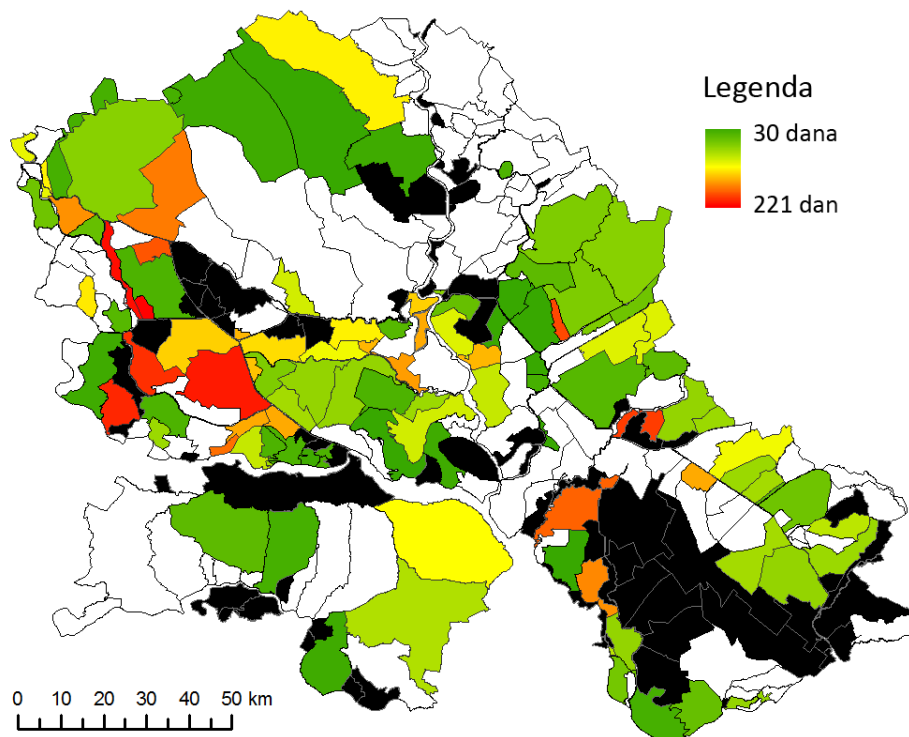
Tabela 18. – Elementi potrebni za određivanje viška vode i trajanja odvodnjavanja (Primer sistema za odvodnjavanje Plavna)

Tip zemljišta	PVK cm	TV cm	Prstp. voda cm	Dubina soluma cm	Akum. voda cm	Meteo. stanica	višak vode p.period 5g	višak vode p.period 10g	višak vode p.period 20g	hidromodul mm/dan	Kapacitet CS m ³ /s	dužina kanala km	Ukupna površina sistema ha	Površina dela sistema ha
Aluvijalno zabareno zemljište	20,7	9,5	11,2	65	7,3	SM	194	178	156	5	7	196,4	12463,28	112,31
Aluvijalno zabareno zemljište	20,7	9,5	11,2	65	7,3	SO	201	180	153	5	7	196,4	12463,28	685,87
Aluvijalno zemljište na ritskoj crnici	31,8	19,7	12,1	105	12,7	SO	144	115	85	5	7	196,4	12463,28	599,53
Ritska crnica beskarbonatna	39,6	27,2	12,4	60	7,4	SO	201	180	153	5	7	196,4	12463,28	452,15
Ritska crnica beskarbonatna	39,6	27,2	12,4	60	7,4	SO	201	180	153	5	7	196,4	12463,28	463,41
Močvarno glejno zemljište	39,6	27,2	12,4	40	5	SO	220	200	174	5	7	196,4	12463,28	10,47
Solonjec i solođ	31,8	19,7	12,1	70	8,5	SO	191	170	143	5	7	196,4	12463,28	359,97
Solonjec	31,8	19,7	12,1	70	8,5	SO	191	170	143	5	7	196,4	12463,28	33,49
Ritska crnica beskarbonatna	39,6	27,2	12,4	60	7,4	SO	201	180	153	5	7	196,4	12463,28	358,15
Solođ	25,5	14,8	10,7	50	5,4	SO	220	200	174	5	7	196,4	12463,28	399,87
Livadska crnica karbonatna na lesnoj terasi	27	11,7	15,3	100	15,3	SO	120	89	61	5	7	196,4	12463,28	176,71
Solonjec	31,8	19,7	12,1	70	8,5	SO	191	170	143	5	7	196,4	12463,28	22,14
Černozem ogajnjačeni	31,8	19,7	12,1	46	5,6	SO	210	190	164	5	7	196,4	12463,28	0 2
Ritska crnica karbonatna	27	11,7	15,3	40	6,1	SO	210	190	164	5	7	196,4	12463,28	7316 5
Aluvijalno ilovasto zemljište	22	12	10	95	9,5	SO	182	149	132	5	7	196,4	12463,28	30,65
Černozem slabo ogajnjačeni	31,8	19,7	12,1	70	8,5	SM	185	168	146	5	7	196,4	12463,28	10,44
Černozem slabo ogajnjačeni	31,8	19,7	12,1	70	8,5	SO	191	170	143	5	7	196,4	12463,28	1432 6

Nakon izvršenog proračuna za sve sisteme za odvodnjavanje u Vojvodini, koji je prikazan u prilogu 1, i dobijanja vremena odvodnjavanja napravljene su karte sa sistemima koji su ugroženi viškom vode odnosno vreme odvodnjavanja koje traje više od 30 dana. Prilog 1 sadrži karakteristike sistema kao što su ukupna površina sistema za odvodnjavanje, hidromodul, kapacitet crpne stanice, ukupnu dužinu kanalske mreže na sistemu za odvodnjavanje, zatim izračunate srednje rezerve vode u zemljištu, viškove vode kada su rezerve svedene na 80 mm za povratne periode od 5, 10 i 20 godina, kao i srednje viškove vode za iste povratne periode ali sa rezervom vode u zemljištu u sloju dubine 100 mm.

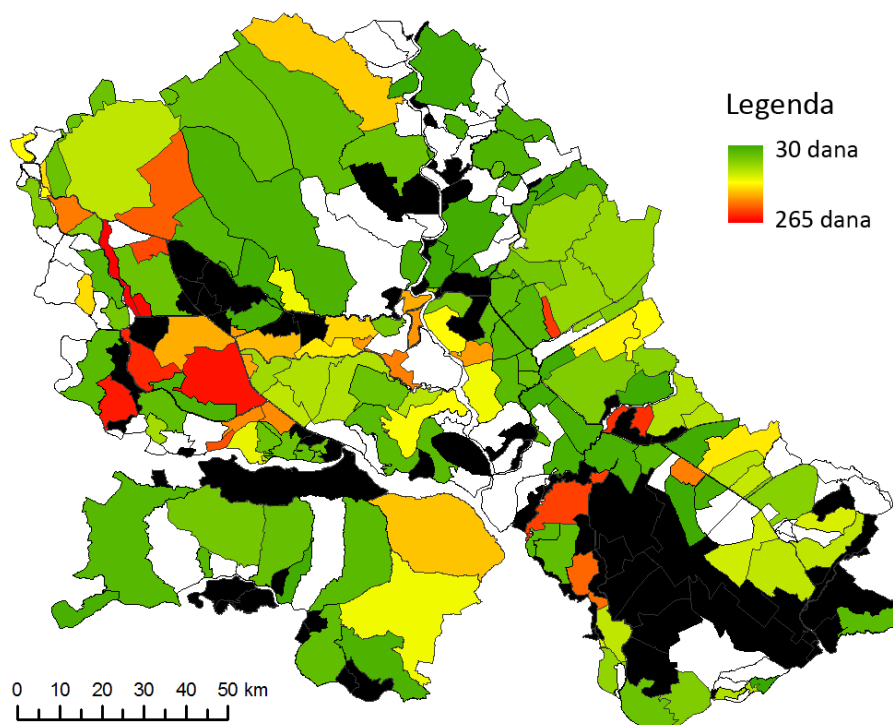
Na slikama 38, 39 i 40 prikazane su karte vremena odvodnjavanja, koje su ugrožene sa realnim viškom vode, za određene povratne periode. Površine koje su isključene iz proračuna na narednim slikama označene crnom bojom predstavljaju sisteme kod koji nisu postojali dostupni podaci o hidromodulu ili je u dostupnim podacima bio predstavljen sa vrednošću 0.

Ako vreme odvodnjavanja ulazi u okvir do 30 dana, usvojeno je da su takvi sistemi projektovani tako da im dodatne mere nisu potrebne, međutim prelaskom vremena datih okvira smatralo su da takvi sistemi ugroženi viškom vode i zahtevaju redovnije održavanje i/ili uvođenje biotehničkih mera. Pregledom sistema na ovaj način može se lako uočiti koji su sistemi prioritet prilikom uvođenja biotehničkih mera.



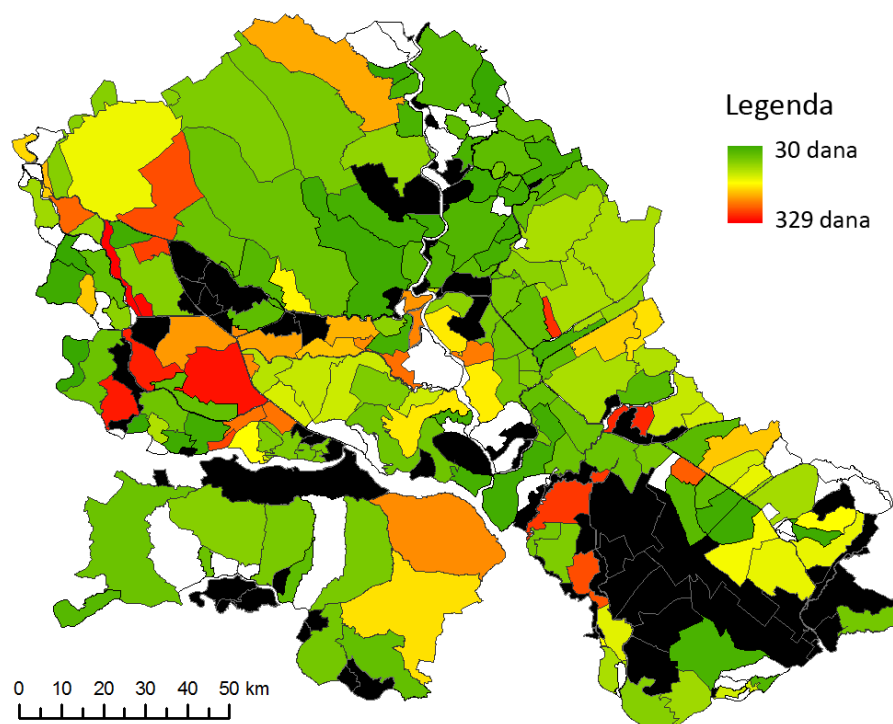
Slika 38. – Vreme odvodnjavanja za povratni period od 5 godina

Kada je povratni period 5 godina, ugroženost viškom vode do 30 dana je 51% sistema odnosno 110 sistema. Za ovaj povratni period ugroženost viškom vode između 30 i 40 dana je 19% odn. 41 sistem, dok je preko 40 dana ugroženo 64 sistema odn. 29%. Za evakuaciju viška vode preko 50 dana postoji 38 sistema i preko 100 dana postoji 12 sistema. Na slici 38 koja prikazuje kartu za povratni period od 5 godina pojavljuju se ekstremi, koji su predstavljeni nijansama crvene boje, kao što je sistem Srpski Miletić u zapadnom delu Bačke na melioracionom području Zapadna Bačka iz Sombora na kome bi vreme odvodnjavanja trajalo 221 dan. Ovakav podatak prema proračunu na osnovu unetih podataka je dobar, jer je vrednost hidromodula izrazito niska (0,08 l/s/ha), ali ga pri detaljnijoj analizi treba preispitati.



Slika 39. - Vreme odvodnjavanja za povratni period od 10 godina

Ugroženost viškom vode za povratni period od 10 godina do 30 dana je 31% sistema odnosno 66 sistema. Ugroženost viškom vode između 30 i 40 dana je 30% odn. 65 sistema, dok je preko 40 dana ugroženo 84 sistema odn. 39%. Za ovaj povratni period postoji 57 sistema na kojima se odvodnjavanje vrši više od 50 dana i 13 sistema na kojima je vreme evakuacije više od 100 dana. Na slici 39 sistemi koji predstavljaju ekstreme su posledica vrednosti niske hidromodula (do 0,20 l/s/ha), dok vrednosti koje su malo veće (oko 0,30 l/s/ha) predstavljaju realnije podatke.



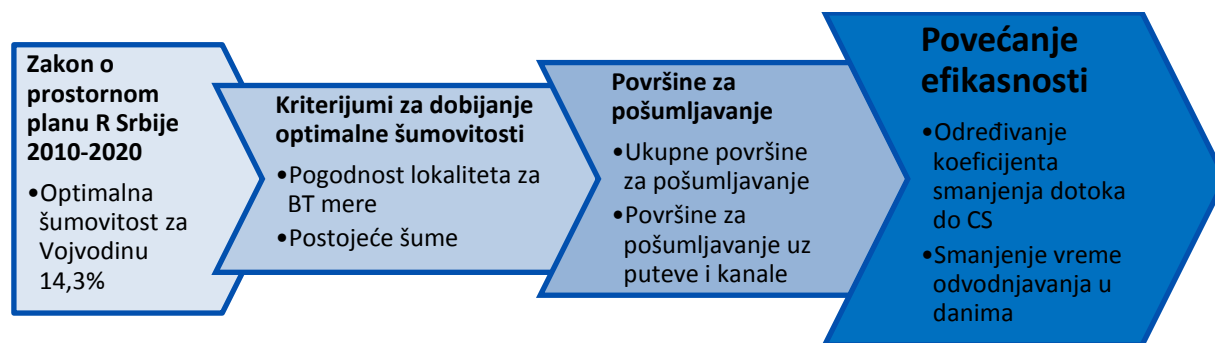
Slika 40. - Vreme odvodnjavanja za povratni period od 20 godina

Računato sa povratnim periodom od 20 godina ugroženost viškom vode do 30 dana iznosi 19% sistema odnosno 41 sistema. Za ovaj povratni period ugroženost viškom vode između 30 i 40 dana je 26% odn. 56 sistema, dok je preko 40 dana ugroženo 118 sistema odn. 55%. Vreme odvođenja viška vode više od 50 dana pri ovom povratnom periodu ima 73 sistema, dok za vreme preko 100 dana ima 16 sistema. Slika 40 ukazuje da vreme za ovaj povratni period za skoro celo područje Vojvodine traje više od 30 dana, što ukazuje da dimenzionisanje sistema na određeni povratni period ekonomska kategorija i da se sistemi na relativno maloj površini mogu značajno razlikovati.

Takođe, treba istaći da ni jedan sistem u celosti (po njegovoj površini) nije dimenzionisan na isti povratni period (delovi sistema bliži evakuacionom organu su dimenzionisani na manji povratni period) što utiče na pojave prevlaživanja određenih delova sistema, a u ovakvom proračunu ceo sistem biće predstavljen kao ugrožen. Ovo se može objasniti još i konfiguracijom terena, malom vrednošću hidromodula ili nekom drugom specifičnošću datog sistema. Zbog toga ovakva analiza ima globalan značaj time što ukazuje na potencijalne probleme na određenim sistemima za odvodnjavanje.

6.4. Povećanje efikasnosti sistema za odvodnjavanje

Određivanje povećanja efikasnosti sistema na osnovu vremena odvodnjavanja predstavlja poslednji korak i prikazan je na slici 41. Ovaj postupak prvo je podrazumevao usklađivanje sa zakonskom regulativom (Zakon o zaštiti životne sredine, Zakon o zaštiti prirode, Zakon o prostornom planu Republike Srbije 2010-2020.) gde se u delu prostornog razvoja predviđa da optimalna šumovitost na području Vojvodine bude 14,3%. Na dobijenim kartama pogodnosti lokaliteta za primenu biotehničkih mera oduzimale su se površine postojećih šuma. Dalji proračun se sastojao u određivanju ukupnih površina pogodnih za primenu biotehničkih mera (odvojeno za zasnivanje biodrenažnih zasada i za zasnivanje zaštitnih pojaseva uz vodotoke, kanale i puteve). Poslednji korak činio je određivanje vremena odvodnjavanja kada bi se biotehničke mere primenile i to za tri povratna perioda, kako bi se odredila efikasnost sistema za odvodnjavanje.

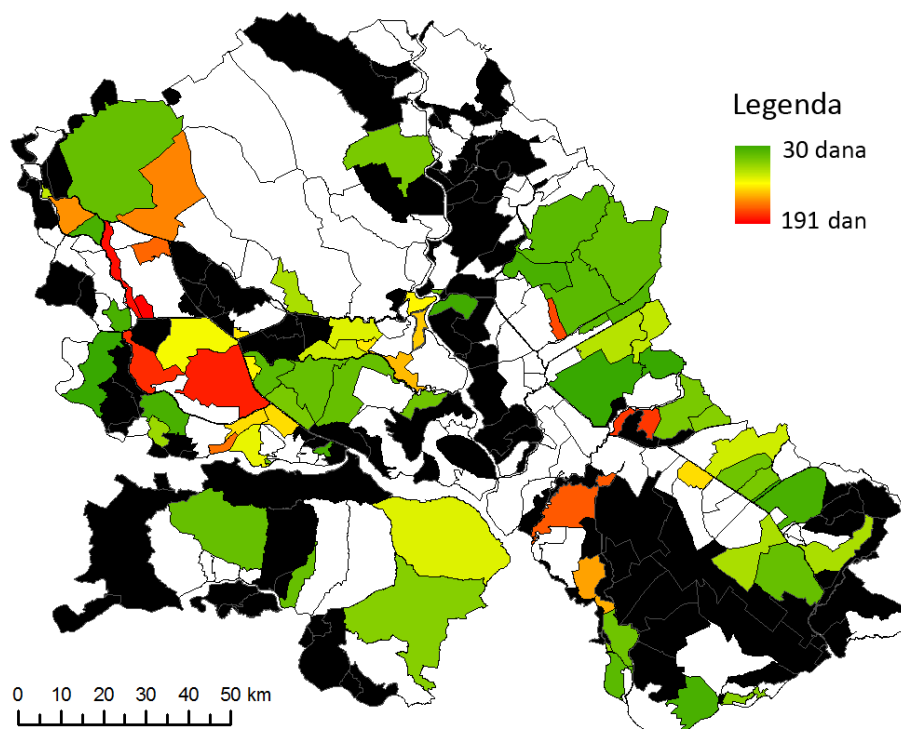


Slika 41. – Postupak za dobijanje povećanja efikasnosti odvodnjavanja na osnovu vremena odvodnjavanja

Na osnovu podataka o načinu korišćenja zemljišta i dobijenom kartom postojećih šumskih površina prvi korak pri proračunu podrazumevao je određivanje površina na sistemima za odvodnjavanje gde postoje površine pod šumama, da bi se dobili podaci koliko je na datom sistemu ostalo površine, ako je potrebno, na kojima bi se zasnivanjem biotehničkih mera moglo doći do optimalne šumovitosti. Optimalna šumovitost u Vojvodini iznosi 14,3%, ali radi lakše obrade podataka optimalna šumovitost je zaokružena na 14%. Sledeći korak sastojao se u računanju procentualnog učešća površina postojećih šuma da bi se uočili: sistemi koji imaju veću šumovitost od 14%, sistemi koji uopšte nemaju šume i sistemi koji su delimično pošumljeni. Zatim je računato koliko je još potrebno površina da bi se postigla šumovitost od 14%, odnosno određena je ukupna površina koja predstavlja potencijalne površine za zasnivanje vegetacije.

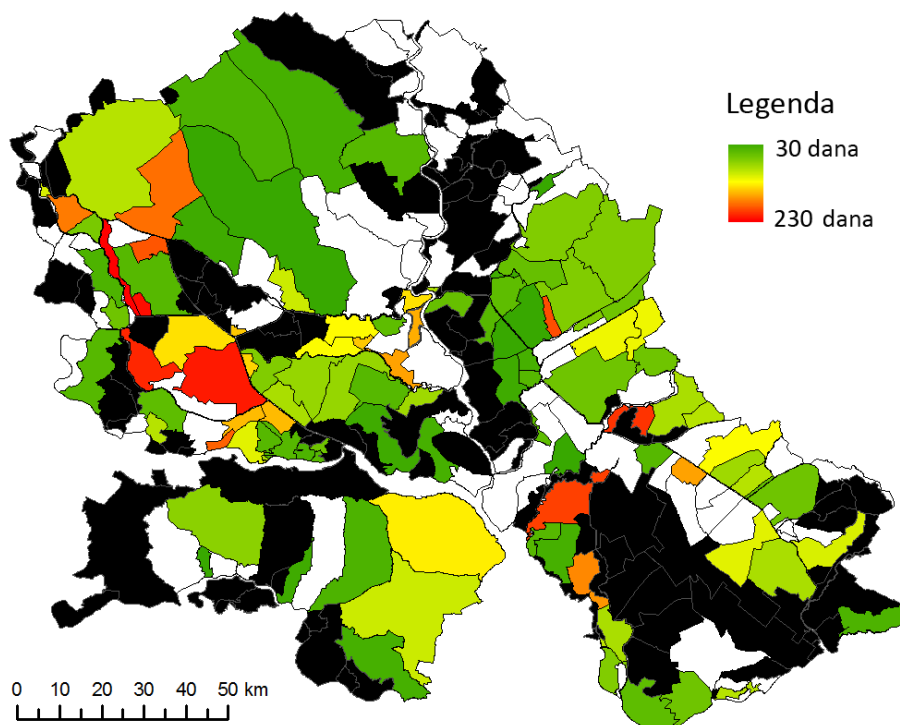
U prilogu 2 dat je prikaz, prema melioracionim područjima, površina postojećih šuma u ha, kao i potrebna površina koja bi se zauzimala da bi se postigla optimalna šumovitost od 14%. Takođe, u prilogu 2 prikazane su klase pogodnosti lokaliteta prema ocenama u hektarima i njihovo procentualno učešće na sistemu za odvodnjavanje. Imajući u vidu dva pristupa za uvođenje biotehničkih mera, posebno je vršen proračun površina prema pogodnosti lokaliteta koje bi se nalazile uz prirodne vodotoke, kanale i puteve za zaštitne pojaseve i posebno površine koje bi se nalazile po prostranstvu. Međutim, površine su prikazane kao objedinjene kako za biodrenažne zasada tako i za zaštitne pojaseve.

Konačan rezultat predstavljen je kao novo vreme odvodnjavanja (izraženo u danima) za tri povratna perioda. Povećanje efikasnosti sistema za odvodnjavanje ogleda se u smanjenju broja dana potrebnim za evakuaciju viška vode koji su prikazani u prilogu 3. Pored konačnog rezultata odnosno broja smanjenja dana za odvodnjavanje, u prilogu 3, prikazani su i vreme odvodnjavanja primenom dva pristupa – samo primena biodrenažnih zasada i primena samo zaštitnih pojaseva uz linijske objekte. Nakon izvršenog proračuna za sve sisteme za odvodnjavanje u Vojvodini i dobijanja novog vremena odvodnjavanja dobijene su karte (slike 42, 43, 44) sa sistemima koji su ugroženi viškom vode odnosno vreme odvodnjavanja koje traje više od 30 dana.



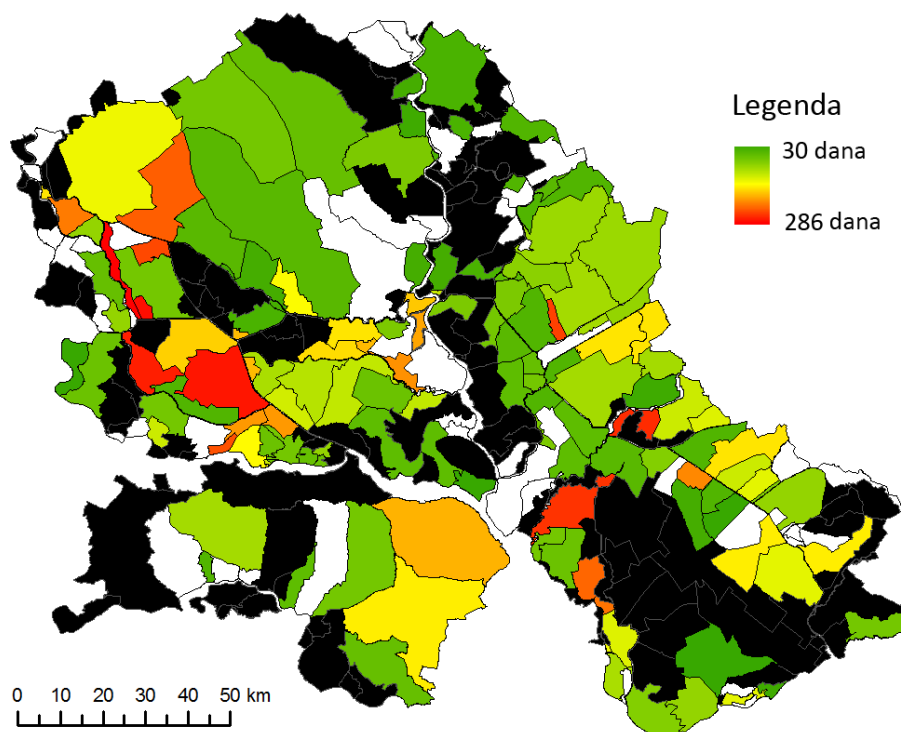
Slika 42. - Vreme odvodnjavanja uz primenu biotehničkih mera za povratni period od 5 godina

Na slici 42. uočava se postojanje većeg broja sistema za odvodnjavanje koji su označeni crnom bojom. Ovi sistemi predstavljaju one kod kojih hidromodul kao ulazni podatak nije postojao ili je predstavljen sa vrednošću nula i oni sistemi kod kojih nije potrebno zasnivanje biotehničkih mera jer je šumovitost veća od 14%. Nijansama crvene boje predstavljeni su sistemi sa ekstremnim vrednostima. Za povratni period od 5 godina uočava se značajno smanjivanje vremena na sistemima sa ekstremnim vrednostima (čak za 30 dana). Srednja vrednost vremena odvodnjavanja za povratni period od 5 godina na teritoriji Vojvodine iznosi 37 dana, a sa primenjenim biotehničkim merama ono iznosi 32 dana, odnosno u proseku 4 dana manje.



Slika 43. - Vreme odvodnjavanja uz primenu biotehničkih mera za povratni period od 10 godina

Za povratni period od 10 godina na slici 43. uočava se povećanje vremena odvodnjavanja (nestajanje sistema koji su obeleženi belom bojom) koje se prilikom uvođenja biotehničkih mera može smanjiti sa 45 dana na 39 dana. Za teritoriju Vojvodine prosečno smanjenje vremena za ovaj povratni period u proseku iznosi 5 dana. Ako bi se posmatrao drugi pristup (pošumljavanje samo uz linijske objekte) smanjenje vremena ne treba gledati kao zanemarivo iako ono u proseku iznosi 1 dan.



Slika 44. - Vreme odvodnjavanja uz primenu biotehničkih mera za povratni period od 20 godina

Računato sa povratnim periodom od 20 godina slika 44. prikazuje da se i sa primenom biotehničkih mera problem ugroženosti viškom vode javlja na velikom broju sistema. Na teritoriji Vojvodine prosečno smanjenje vremena za ovaj povratni period u proseku iznosi 6 dana, odnosno sa 51 dan koliko bi trajalo odvodnjavanje bez primene biotehničkih mera smanjilo bi se na 45 dana.

Prilikom izrade posebnih analiza vezanih za uvođenje biotehničkih mera na sisteme za odvodnjavanje neophodno je detaljno ispitati faktore koji utiču na vrednosti hidromodula preko koga se utvrđuje vreme odvodnjavanja, a samim tim i efikasnost sistema. Takođe, neophodno je napraviti inventarizaciju postojeće flore i u skladu sa tim nastojati da se za specifične uslove koji vladaju na datom sistemu za odvodnjavanje uvedu biotehničke mere na lokalitetima koji su određeni.

Da bi se potvrdila efikasnost sistema za odvodnjavanje odnosno količina vode koju je moguće evakuisati primenom određenih vrsta drveća, sprovedenim proračunom je dobijeno koliko m^3 vode je po hektaru u toku vegetacione sezone moguće evakuisati sa sistema primenom zasnivanja zasada sadnica klona topole I-214 (*Populus x euramericana*). Proračunom koeficijenta smanjenja doticaja (K_{sd}) opravdana je polazna pretpostavka da se primenom biotehničkih mera odnosno zasnivanjem biodrenažnih zasada ili zaštitnih pojaseva može

smanjiti količina vode koja dolazi do crpnih stanica tj. da se sa određenog dela sistema višak vode smanji tako što će ga biljka „potrošiti“. Odnos količina vode koju drvo evakuiše u toku vegetacione sezone (Q_{dr}) i srednjeg godišnjeg viška vode koji se evakuiše crpnom stanicom (Q_{cs}), deli se sa površinom koja je predviđena za zasnivanje biotehničkih mera do optimalne pošumljenosti od 14% i na taj način dobija se koeficijent smanjenja doticaja. Primenom proračuna za određivanje količine vode koja se pomoću biljaka evakuišu sa sistema za odvodnjavanje na osnovu veličine lisne površine, intenziteta transpiracije i gustine sadnje određenog klona topole, kao i prosečne vrednosti evakuisanog viška vode crpnom stanicom, računate su za sistem za odvodnjavanje Šušanj, Plavna, Kanjiški rit, Vizić i Glavni - Topolski.

Određene karakteristike klona topole I-214 sa kojim se sprovodio proračun prikazane su u tabeli 19. Na osnovu ovih karakteristika sproveden je proračun prosečne potrošnje vode od strane ovog klona topole zatim sa prosečnom potrošnjom vode ove topole u različitim gustinama sadnje koje su takođe prikazane u tabeli 19. Treba naglasiti da prema Orlović et al, (1997), u sedmogodišnjoj starosti zasada, koeficijent transpiracije iznosi 24,8 g/m²/h, a da vegetacija traje 210 dana.

Tabela 19. – Prikaz proračuna potrebnih prosečne transpiracije klona topole I-214

		Gustina sadnje 3x3 nepoređeno	Gustina sadnje 3x3 proređeno	Gustina sadnje 5x5	Gustina sadnje 7x7
Karakteristike klona topole	lisna površina (m ²)	53,33	63,79	61,77	106,71
	broj stabala po hektaru	1.110	555	400	204
Prosečna transpiracija (potrošnja vode)	kg/h po stablu	1,322	1,582	1,532	2,646
	kg/h po hektaru	1.468	878	613	540
	kg/dan po hektaru	17.616	10.536	7.353	6480
	l/dan po hektaru	15,87	18,98	18,38	31,78
	kg/ha u vegetac. sezoni	3.699.360	2.212.560	1.544.256	1.360.800
	m ³ /ha u vegetac. sezoni	3.699	2.212	1544	1361
	mm u vegetac. sezoni	369	221	154	136
	mm/dan	1,76	1,05	0,73	0,65

Koeficijenti smanjenja doticaja dobijeni za sistem za odvodnjavanje Šušanj prikazani su u tabeli 20. Prosečan godišnji višak vode, sa površine od 321 ha, koje crpna stanica evakuše iznosi 302 mm (Belić i Savić, 2005), a količina vode koja se evakuše sa sistema iznosi 969.420 m³/godišnje. Ako bi se u različitim sklopovima gustine sadnje na predviđenim površinama od 45 ha, što predstavlja 14% površine koja bi trebala da se pošumi, zasnovali zasadi ovih klonova topole može se očekivati da količina vode koju drveće evakuše iznosi od 61.245 do 166.500 m³/vegetacionoj sezoni. Dobijeni koeficijenti ukazuju da se jedino u sklopu gustine sadnje 3x3 neproređeno može očekivati da će na predviđenoj površini za pošumljavanje od 45 ha zasnovani zasadi evakuisati višak vode koji se stvara na toj površini. Treba naglasiti da se ako je koeficijent veći od 1 može računati i na širi uticaj zasada, što znači da se sa veće površine (širi pojas od zasnovanog zasada) može očekivati dodatno smanjenje količine vode. U drugim sklopovima sadnje (3x3 proređeno, 5x5 i 7x7) višak vode koji se stvara na toj površini množi se sa koeficijentom i dobija određena količina vode koja se sliva do crpne stanice.

Tabela 20. – Prikaz proračuna potrebnih elemenata za dobijanje koeficijenata smanjenja količine vode koja dolazi do crpne stanice sistema za odvodnjavanje Šušanj nakon primene biotehničkih mera (Ksd)

Karakteristike sistema za odvodnjavanje	Sistem za odvodnjavanje Šušanj			
prosečni godišnji višak vode koje CS evakuše (mm)	302			
površina sistema za odvodnj. (ha)	321			
potrebna površina za postizanje optimalne šumovitosti (ha) / površina u odnosu na ukupnu površinu sistema za odvodnj. (%)	45 / 14			
količina vode koju evakuše CS sa prosečnim radom sa sistema za odvodnj. (m ³ /godišnje)	969.420			
količina vode koju drveće u datom sklopu evakuše sa potrebne površine za postizanje optimalne šumovitosti (m ³ /vegetacionoj sezoni)	166.500	99.450	69.480	61.245
Ksd	1,23	0,73	0,51	0,45

Prosečan višak vode koji se evakuše sa sistema Plavna iznosi 160 mm (Belić i Savić, 2005) što podrazumeva da se sa sistema evakuše 19.280.000 m³/godišnje. Ako bi se na predviđenim površinama za dostizanje optimalne pošumljenosti od 597 ha (4,95% od ukupne površine sistema za odvodnjavanje) zasnovali biodrenažni zasadi sa klonom topole I-214 (*Populus x euramericana*) u sklopu sadnje 3x3 neproređeno, u sedmogodišnjoj starosti zasada,

sa koeficijentom transpiracije od 24,8 g/m²/h, lisna površina bi bila 53,33 m² i u ovakvom sklopu ima 1.110 stabala (Orlović et al, 1997). U ovakvim uslovima, u toku vegetacije koja traje 210 dana, transpiracija biljaka iznosi 370 mm. Potrošnja vode jednaka je 3.700 m³/ha, odnosno na predviđenoj površini za pošumljavanje potrošnja vode bila bi 2.208.900 m³ po vegetacionoj sezoni. Potrošnja vode se u sklopovima koji podrazumevaju razućeniju sadnju 3x3 prorođeno, 5x5 ili 7x7 smanjuje i to do 812.517 m³/vegetacionoj sezoni. Smanjenje količine vode koja dolazi do crpne stanice u ovom sklopu iznosi 11,45%. Međutim, u drugim sklopovima sadnje odnosno zasnivanja biodrenažnih zasada npr. 3x3 prorođeno, 5x5 ili 7x7 smanjenje količine vode iznosi 6,85%, 4,78% ili 4,21%. U tabeli 21 dat je prikaz koeficijenata smanjenja doticaja za različite sklopove gustine sadnje.

Tabela 21. – Prikaz proračuna potrebnih elemenata za dobijanje koeficijenata smanjenja količine vode koja dolazi do crpne stanice sistema za odvodnjavanje Plavna nakon primene biotehničkih mera (Ksd)

Karakteristike sistema za odvodnjavanje	Sistem za odvodnjavanje Plavna			
prosečni godišnji višak vode koje CS evakuiše (mm)	160			
površina sistema za odvodnj. (ha)	12.050			
potrebna površina za postizanje optimalne šumovitosti (ha) / površina u odnosu na ukupnu površinu sistema za odvodnj. (%)	597 / 4,95			
količina vode koju evakuiše CS sa prosečnim radom sa sistema za odvodnj. (m ³ /godišnje)	19.820.000			
količina vode koju drveće u datom sklopu evakuiše sa potrebne površine za postizanje optimalne šumovitosti (m ³ /vegetacionoj sezoni)	2.208.900	1.320.564	921.768	812.517
Ksd	2,35	1,38	0,96	0,85

Sistem za odvodnjavanje Kanjiški rit ima crpnu stanicu koja sa prosečnim godišnjim radom evakuiše višak vode od 71 mm (Belić i Savić, 2005). Površina ovog sistema iznosi 2688 ha a da bi se postigla optimalna šumovitost neophodno je zasnivanje biotehničkih mera na 123 ha što predstavlja 4,85% od ukupne površine sistema. Količina vode koja se evakuiše sa sistema iznosi 1.908.480 m³/godišnje. Ako bi se u različitim sklopovima gustine sadnje na predviđenim površinama zasnovali zasadi ovih klonova topole može se očekivati da količina vode koju drveće evakuiše iznosi od 167.403 do 455.100 m³/vegetacionoj sezoni. Dobijeni koeficijenti prikazani u tabeli 22 ukazuju da se u svim sklopovima gustine sadnje može očekivati da će na predviđenoj

površini za pošumljavanje, zasnovani zasadi evakuisati višak vode koji se stvara na toj površini uz dodatno smanjenje količine vode imajući u vidu da su koeficijenti veći od 1.

Tabela 22. – Prikaz proračuna potrebnih elemenata za dobijanje koeficijenata smanjenja količine vode koja dolazi do crpne stanice sistema za odvodnjavanje Kanjiški rit nakon primene biotehničkih mera (Ksd)

Karakteristike sistema za odvodnjavanje	Sistem za odvodnjavanje Kanjiški rit			
prosečni godišnji višak vode koje CS evakuiše (mm)	71			
površina sistema za odvodnj. (ha)	2.688			
potrebna površina za postizanje optimalne šumovitosti (ha) / površina u odnosu na ukupnu površinu sistema za odvodnj. (%)	123/4,85			
količina vode koju evakuiše CS sa prosečnim radom sa sistema za odvodnj. (m ³ /godišnje)	1.908.480			
količina vode koju drveće u datom sklopu evakuiše sa potrebne površine za postizanje optimalne šumovitosti (m ³ /vegetacionoj sezoni)	455.100	272.076	189.912	167.403
Ksd	4,92	3,11	2,17	1,91

Crpna stanica na sistemu za odvodnjavanje Vizić prosečnim godišnjim radom evakuiše višak vode od 42 mm (Belić i Savić, 2005). Da bi se postigla optimalna šumovitost neophodno je zasnivanje mera na 372 ha odnosno 12,8 % od ukupne površine koja iznosi 2912 ha. Količina vode koja se evakuiše sa sistema iznosi 1.223.040 m³/godišnje. Ako bi se u različitim sklopovima gustine sadnje na predviđenim površinama zasnovali zasadi ovih klonova topole može se očekivati da količina vode koju drveće evakuiše iznosi od 506.292 do 1.376.400 m³/vegetacionoj sezoni. Dobijeni koeficijenti prikazani u tabeli 23 ukazuju da se u svim sklopovima gustine sadnje može očekivati da će na predviđenoj površini za pošumljavanje, zasnovani zasadi evakuisati višak vode koji se stvara na toj površini uz širi pojas uz zasad koji omogućava dodatno smanjenje količine vode imajući u vidu da su koeficijenti značajno od 1.

Tabela 23. – Prikaz proračuna potrebnih elemenata za dobijanje koeficijenata smanjenja količine vode koja dolazi do crpne stanice sistema za odvodnjavanje Vizić nakon primene biotehničkih mera (Ksd)

Karakteristike sistema za odvodnjavanje	Sistem za odvodnjavanje Vizić			
prosečni godišnji višak vode koje CS evakuiše (mm)	42			
površina sistema za odvodnj. (ha)	2912			
potrebna površina za postizanje optimalne šumovitosti (ha) / površina u odnosu na ukupnu površinu sistema za odvodnj. (%)	372/12,80			
količina vode koju evakuiše CS sa prosečnim radom sa sistema za odvodnj. (m ³ /godišnje)	1.223.040			
količina vode koju drveće u datom sklopu evakuiše sa potrebne površine za postizanje optimalne šumovitosti (m ³ /vegetacionoj sezoni)	1.376.400	822.864	574.368	506.292
Ksd	8,97	5,26	3,67	3,23

Sistem za odvodnjavanje Glavni Topolski je izabran za ilustraciju jer ima crpnu stanicu koja sa prosečnim godišnjim radom evakuiše višak vode od svega 8 mm (Belić i Savić, 2005). Ovaj sistem ima veliku površinu koja iznosi 22770 ha, a da bi se postigla optimalna šumovitost neophodno je zasnivanje biotehničkih mera na 2994 ha što predstavlja 13,15 % od ukupne površine sistema. Količina vode koja se evakuiše sa sistema iznosi 1.821.600 m³/godišnje. Ako bi se u različitim sklopovima gustine sadnje na predviđenim površinama zasnovali zasadi klonovi topole I-214 može se očekivati da količina vode koju drveće evakuiše iznosi od 4.074.843 do 11.07.800 m³/vegetacionoj sezoni. Dobijeni koeficijenti prikazani u tabeli 24 ukazuju da se u svim sklopovima gustine sadnje može očekivati da će na predviđenoj površini za pošumljavanje, zasnovani zasadi evakuisati višak vode koji se stvara na toj površini uz dodatno smanjenje količine vode u širem pojasu imajući u vidu da su koeficijenti značajno veći od 1.

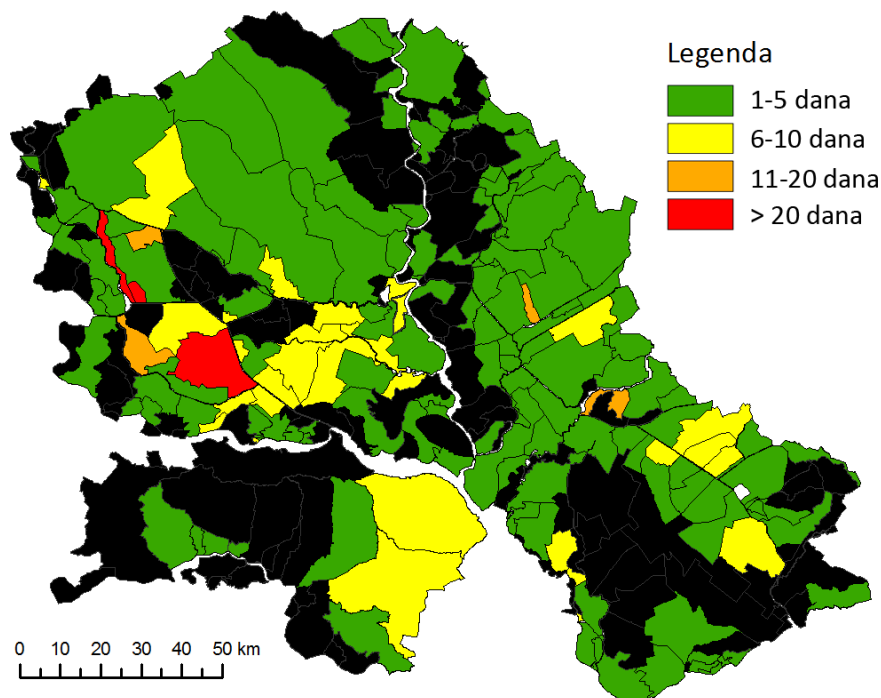
Tabela 24. – Prikaz proračuna potrebnih elemenata za dobijanje koeficijenata smanjenja količine vode koja dolazi do crpne stanice sistema za odvodnjavanje Glavni Topolski nakon primene biotehničkih mera (Ksd)

Karakteristike sistema za odvodnjavanje	Sistem za odvodnjavanje Glavni Topolski			
prosečni godišnji višak vode koje CS evakuiše (mm)	8			
površina sistema za odvodnj. (ha)	22770			
potrebna površina za postizanje optimalne šumovitosti (ha) / površina u odnosu na ukupnu površinu sistema za odvodnj. (%)	2994/13,15			
količina vode koju evakuiše CS sa prosečnim radom sa sistema za odvodnj. (m ³ /godišnje)	1.821.600			
količina vode koju drveće u datom sklopu evakuiše sa potrebne površine za postizanje optimalne šumovitosti (m ³ /vegetacionoj sezoni)	11.077.800	6.622.728	4.622.736	4.074.843
Ksd	46,25	27,65	19,29	17,01

Nakon primene biotehničkih mera konačno smanjenje vremena odvodnjavanja za povratni period od 5 godina na jednom sistemu iznosi maksimalno 30 dana. Vreme odvodnjavanja se na najvećem broju sistema smanjilo do 5 dana i to na 132 sistema. Smanjenje od 6-10 dana ostvareno je na 31 sistemu. Na 4 sistema za odvodnjavanje ostvareno je smanjenje od 11-20 dana, dok je na 3 sistema ostvareno više od 20 dana. U tabeli 25 dat prikaz smanjenja broja dana po sistemima za odvodnjavanje, dok je grafički prikaz klasifikovanog smanjenja broja dana dat na slici 45.

Tabela 25. – Smanjenje broja dana prikazan po sistemima za odvodnjavanje za povratni period od 5 godina

Smanjenje broja dana za odvodnjavanje	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Broj sistema za odvodnjavanje	16	35	34	33	14	10	6	4	8	3
Smanjenje broja dana za odvodnjavanje	11	14	16	19	26	30				
Broj sistema za odvodnjavanje	1	1	1	1	2	1				

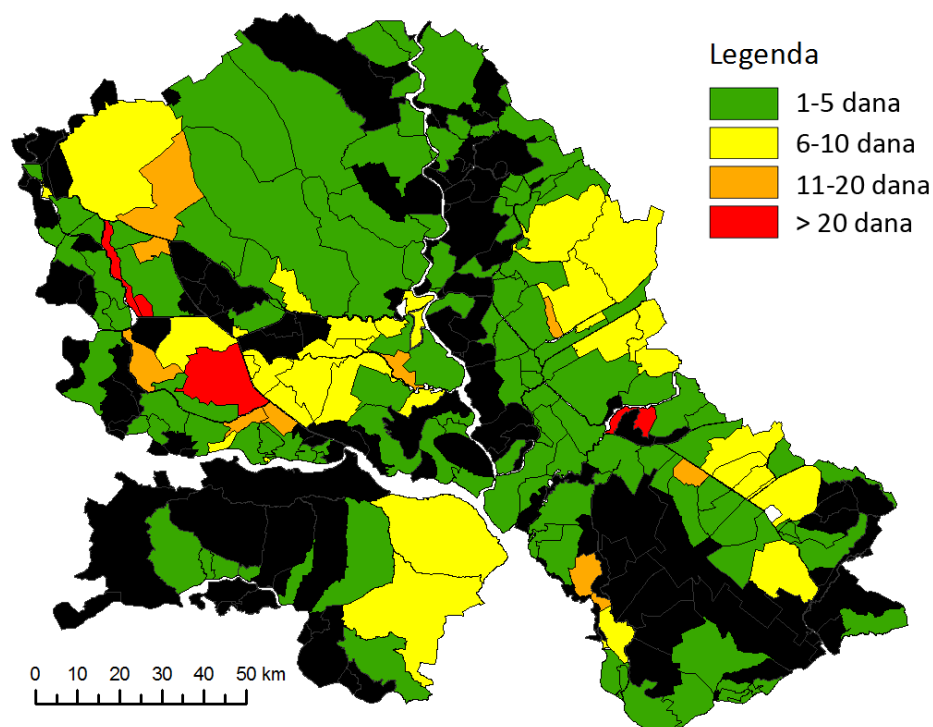


Slika 45. - Smanjenje broja dana za povratni period od 5 godina

Za povratni period od 10 godina na jednom sistemu nakon primene biotehničkih mera konačno smanjenje vremena odvodnjavanja iznosi maksimalno 36 dana. Vreme odvodnjavanja se na najvećem broju sistema smanjilo do 5 dana i to na 121 sistema. Smanjenje od 6-10 dana ostvareno je na 35 sistema. Na 10 sistema za odvodnjavanje ostvareno je smanjenje od 11-20 dana, dok je na 4 sistema ostvareno više od 20 dana. U tabeli 26 dat je prikaz smanjenja broja dana po sistemima, a na slici 46 dat je grafički prikaz klasifikovanog smanjenja broja dana.

Tabela 26. – Smanjenje broja dana prikazan po sistemima za odvodnjavanje za povratni period od 10 godina

Smanjenje broja dana za odvodnjavanje	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Broj sistema za odvodnjavanje	10	23	28	29	31	9	10	5	5	6
Smanjenje broja dana za odvodnjavanje	11	12	13	17	19	23	31	35	36	
Broj sistema za odvodnjavanje	4	3	1	1	1	1	1	1	1	

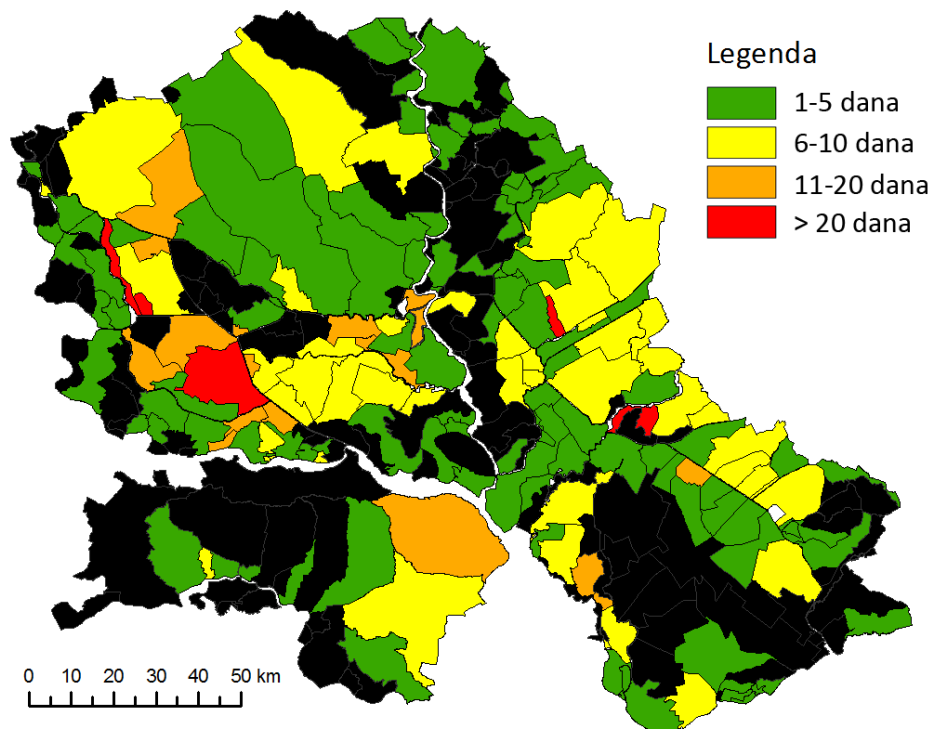


Slika 46. - Smanjenje broja dana za povratni period od 10 godina

Na slici 47 dat je grafički prikaz klasifikovanog smanjenja broja dana za povratni period od 20 godina gde je na jednom sistemu nakon primene biotehničkih mera konačno smanjenje vremena odvodnjavanja iznosilo maksimalno 43 dana. Vreme odvodnjavanja se na najvećem broju sistema smanjilo do 5 dana i to na 103 sistema. Smanjenje od 6-10 dana ostvareno je na 44 sistema. Na 18 sistema za odvodnjavanje ostvareno je smanjenje od 11-20 dana, dok je na 5 sistema ostvareno više od 20 dana. U tabeli 27 dat je prikaz smanjenja broja dana po sistemima za odvodnjavanje.

Tabela 27. – Smanjenje broja dana prikazan po sistemima za odvodnjavanje za povratni period od 20 godina

Smanjenje broja dana za odvodnjavanje	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Broj sistema za odvodnjavanje	8	18	18	29	30	20	8	9	5	2
Smanjenje broja dana za odvodnjavanje	11	12	13	14	15	19	22	26	35	40
Broj sistema za odvodnjavanje	5	5	2	2	3	1	1	1	1	2



Slika 47. - Smanjenje broja dana za povratni period od 20 godina

7. DISKUSIJA REZULTATA

Koncept biodrenaže još nije dovoljno istražen iako postoje brojna istraživanja širom sveta. Poznato je da se biljke ne razvijaju i rastu u situaciji kada im je korenova zona prezasićena vodom tj. kada vlada nedostatak vazduha u zemljištu. Ipak, navedena iskustva i istraživanja naglašavaju da biodrenažni zasadi pod određenim uslovima imaju velike prednosti. Ovi uslovi teže uzgoju tolerantnih (na prisustvo suvišne vode koja može biti i zasićena solima) vrsta drveća i žbunja. Problem koji se javlja u Vojvodini je veliki raspon vlažnosti koji je prisutan uz rečna korita odnosno prevlaženo zemljište i kao druga krajnost presušeno zemljište. Inače, delovanje biodrenaže je bolje u semi aridnim do semi humidnim zonama gde su viškovi vode, koje je potrebno sakupiti, mali u odnosu na količinu evapotranspiracije. Pored toga, zagovornici biodrenaže tvrde da se ova mera može uspešno boriti sa poremećajem saliniteta zemljišta, što je potvrđeno eksperimentalnim podacima iz Australije, Indije, SAD, Pakistana i Izraela (Heuperman et al., 2002), koji ukazuju na to da biodrenaža bez konvencionalnog odvodnjavanja vodi ka povećanju saliniteta u korenovoj zoni. Naveden tehnički aspekt biodrenaže sigurno treba dopuniti posrednim pozitivnim uticajima na elemente sistema za odvodnjavanje, ali i značajnim pozitivnim uticajem na životnu sredinu (Jobin et al., 2004). Posredan uticaj odnosi se, pre svega, na smanjenje količine vode koja u kombinovanim sistemima za odvodnjavanje dotiče do evakuacionog organa, fleksibilniji i kraći rad na sakupljanju i evakuaciji suvišne vode, ali i izraženijoj selekciji područja koja se odvodnjavaju. Ekološki uticaj ogleda se u povećanju biodiverziteta kroz povećanje broja biljnih i životinjskih vrsta ali i povećanju površina staništa. Pozitivan uticaj na životnu sredinu zasada biodrenaže ogleda se i kroz zaštitu od erozionih procesa, bilo da se radi o eolskoj ili o vodnoj eroziji (Belić, Rajković, 2007).

Za razliku od biodrenaže primena zaštitnih pojaseva je široko primenjivana u svetu sa različitim primarnim ciljevima. Ako bi se posmatrala uloga zaštitnih pojaseva na ravničarskom području, uticaj se ogleda u delovanju uske površine pojasa sa jednogodišnjom ili višegodišnjom vegetacijom na zaštiti akvatorija. Prema mnogobrojnim domaćim i stranim iskustvima, strateško mesto ovog pojasa je na poljoprivrednom zemljištu, gde se ograničava kretanje nutrijenata, pesticida i sedimenata sa parcele prema akavtoriji ili sa jedne na drugu parcelu. Istovremeno, ovaj pojas predstavlja stanište divljih biljaka i životinja čime se pored poboljšanja biodiverziteta kroz povećanje broja divljih biljnih i životinjskih vrsta, povećavaju staništa za ribe i akvatičnu vegetaciju i poboljšavaju staništa prirodne vegetacije uopšte. Takođe, ističe se i posebna uloga u održivom oblikovanju i uređenju pejzaža.

Zasnivanjem biotehničkih mera kao što su biodrenažni zasadi i zaštitni pojasevi bavili su se brojni autori čija istraživanja opravdavaju pristup njihove upotrebe i na teritoriji kao što je

Vojvodina. Tako Jansen et al. (2005) navodi da se prilikom prvog koraka pri uvođenju ovih mera moraju ispitati uticaji trenutnog stanja svih indikatora (kriterijuma) koji oslikavaju promene u hidrološkom smislu, fizičkom obliku, vegetaciji uz vodotok, kvaliteta vode u vodotoku kao i živog sveta u i oko vodotoka. Takođe isti autori navode da se u zavisnosti od primarnog cilja odabiraju pokazatelji na osnovu kojih se dalje vrši ocena lokaliteta, čime se potvrđuje da je korišćeni pristup odabira lokaliteta za primenu biotehničkih mera na području Vojvodine prilikom ovog istraživanja obuhvatio ključne faktore. Proračun povećanja efikasnosti sistema za odvodnjavanje primenom biotehničkih mera ovde je sprovedeno u četiri koraka što je u saglasnosti sa istraživanjima Anbumozhi et al. (2005) koji navode da se određivanje pogodnosti lokaliteta za primenu zaštitnih pojaseva sprovodi u fazama. Ove faze podrazumevaju određivanje pogodnih lokaliteta za primenu zaštitnih pojaseva, zatim određivanje uslova koji vladaju na datom lokalitetu i plan upravljanja i održavanja zaštitnih pojaseva. Na osnovu domaćih istraživanja (Škorić, 2000; Božinović i Savić, 2000; Belić i Zdravić, 2004), u uslovima koji vladaju na području Vojvodine, odabrani su kriterijumi koji su korišćeni prilikom proračuna (karakteristike pedološkog i geološkog pokrivača, reljefa, načina korišćenja zemljišta, ali i hidrološke i meteorološke prilike).

Korišćenjem geoloških karakteristika analiziranog područja pokazano je da su sistemi koji se nalaze na aluvijalnim ravnima najpogodnije za primenu biotehničkih mera. Međutim, određene površine koje bi bile pogodne za zasnivanje ovih mera, nalaze se po zaštitom prirode ili na njima već postoji dovoljna površina pod šumama, pa je u takvim slučajevima neophodno ustanoviti kako su raspoređene površine koje su sledeće pogodne za njihovo zasnivanje. Na teritoriji Vojvodine u najvećem procentu zastupljene su lesne terase i lesne zaravni što ukazuje da će se na najvećem broju sistema pribegavati pošumljavanju na ovim geomorfološkim jedinicama.

Na osnovu pedološkog pokrivača izvedeni podaci (drenažne klase i proizvodne osobine zemljišta) koristili su se pri analizi sistema za odvodnjavanje. Red automorfnih zemljišta koja se prostiru na više od polovine analizirane površine uglavnom nisu povoljna za zasnivanje biotehničkih mera i pripadaju petoj, četvrtoj i trećoj drenažnoj klasi odnosno četvrtoj i trećoj klasi prema proizvodnim sposobnostima. Zemljišta na kojima bi se najčešće zasnivale ove mere pripadaju hidromorfnim zemljištima odnosno prvoj i drugoj drenažnoj klasi i prvoj i drugoj klasi prema proizvodnim osobinama. Ovakvi rezultati potvrđuju početnu hipotezu da se primena biotehničkih mera sprovodi na površinama koje imaju nižu produktivnost.

Način korišćenja zemljišta kao kriterijum prilikom odabira lokaliteta za primenu biotehničkih mera korišćen je i kao ograničavajući faktor (postojeće šume, urbana područja, akvatorije) što ukazuje da je ovaj kriterijum bio neophodan pri proračunu. Jedan od

ograničavajućih kriterijuma bio je i spisak zaštićenih prirodnih dobara na osnovu kojih se digitalizovala karta. Ovaj ograničavajući kriterijum korišćen je prilikom proračuna kako melioracije ne bi ulazile u konflikt sa zaštitom prirode prilikom praktične primene odnosno kako bi se svi aspekti uključili i dobili što realniji i primenljivi rezultati. Kako je u prilogu 2 prikazano javljali su se sistemi za odvodnjavanje na kojima zbog već postojećih šuma nije potrebna primena ovih mera. Postojanjem klasifikacije pogodnosti lokaliteta ostavlja se mogućnost da se na svakom sistemu ostvari optimalna šumovitost kojoj se teži u prostornom planu Republike Srbije iz 2010. godine. Ovo ukazuje na mogućnost praktične primene, jer na određenim sistemima, iz opravdanih razloga, postoje površine na kojima se ne mogu primenjivati biotehničke mere koje su predviđene za pošumljavanje prema najpogodnijoj klasi. U takvim slučajevima postizanje optimalne šumovitosti je moguće kombinacijom određenih površina iz različitih klasa pogodnosti.

Prilikom određivanja pogodnosti lokaliteta za primenu biotehničkih mera usvojena je klasifikacija od nepogodno do najpogodnije. Imajući u vidu da se problematika uvođenja biotehničkih mera sprovodi prvenstveno sa aspekta poljoprivrede i vodoprivrede usvojena klasifikacija je prihvatljiva, međutim treba naglasiti da se sa aspekta šumarstva i zaštite životne sredine može koristiti i drugačija terminologija. Sa aspekta šumarstva i zaštite životne sredine klasifikacija koja bi bila prihvatljiva kretala bi se od nepotrebno do neophodno.

Jedan od dominantnih činilaca od kojih zavisi višak vode koji se stvara na sistemu za odvodnjavanje odnosno vremena odvodnjavanja uglavnom su meteorološke prilike analiziranog područja, a korišćene su padavine i evapotranspiracija. Iako Amatya et al. (1995) navode da se metod Thornthwaite smatra jednom od najjednostavnijih, koja se koristi u uslovima semi humidne i humidne klime, evapotranspiracija je određena prema ovom metodu i to za četrdesetogodišnji vanvegetacioni period, ipak je usvojeno da je korišćenje najjednostavnije metode za određivanje rashodne komponente dovoljno precizno za ovaj proračun viškova vode. Dobijeni merodavni viškovi vode poređeni su da prethodnim istraživanjima sa kojima su u saglasnosti. Proračun merodavnih viškova vode bili su neophodni za poređenje sa dobijenim konačnim rezultatima na osnovu kojih se utvrđivala efikasnost (smanjenje broja dana za odvodnjavanje).

Hidrološke karakteristike korišćene su kao podloga kod odabira lokaliteta za primenu biotehničkih mera. Kako je već navedeno u Vojvodini postoji značajan potencijal za primenu ovih mera uz kanalsku mrežu, naročito ako se koristi pristup koji je veći od ovde usvojenog. Mala vrednost smanjivanja broja dana za odvodnjavanje (u proseku za 0,5 dana) prilikom primene zasnivanja zaštitnih pojaseva uz linijske objekte, koja je u proračunata ali nije prikazana u tabelama u prilogima, je očekivana jer je usvojen minimalistički pristup za ove

mere. Kada bi se širina pojaseva povećala na „optimalnu“ širinu, vreme za odvodnjavanje bi se drastično smanjilo jer u Vojvodini ima oko 20.000 km kanala.

Putna mreža je takođe korišćena kao podloga za zasnivanje biotehničkih mera uz linijske objekte. Ukupna dužina puteva u Vojvodini za koje je vršen proračun iznosila je 8147 km, što znači da se zasnivanjem ovih mera uz puteve, pri minimalističkom pristupu, mogu očekivati ipak ne manje značajne površine od 4160 ha. Ovde treba naglasiti da bi se uz određene kategorije puteva moglo očekivati „širenje“ zaštitnih pojaseva zbog zaštitne funkcije (zaštita od buke, smanjenje zagađujućih materija, smanjenje smrtnosti životinja itd.).

Navedeno ukazuje da širina zaštitnih pojaseva i biodrenažnih zasada može da varira u skladu sa uslovima određenog lokaliteta, pa se na taj način pri projektovanju namenjene površine mogu povećavati, a samim tim i očekivati povećanje efikasnosti sistema za odvodnjavanje.

Sledeći korak prilikom utvrđivanja povećanja efikasnosti sistema za odvodnjavanje podrazumevalo je određivanje viškova vode. Korišćenjem statističkog softvera utvrđeno je da parametarska uopštena distribucija ekstremnih vrednosti (GEV - Generalized Extreme Value distribution) najviše odgovara empirijskim podacima vrednosti viška vode na teritoriji Vojvodine. Korišćenje ove distribucije prema Martins i Stedinger (2000), Markuš (2006) i Diebolt et al. (2008), opravdano je u analizama ekstremnih hidroloških pojava kao što su poplave, visoki vodostaji, godišnji protoci, godišnje sume padavina i dr. Izračunati viškovi vode, u zavisnosti od rezervi u zemljištu i uticaja meteoroloških parametara pripadajuće meteorološke stanice, kretali su se u opsegu 31-266 za povratni period od 5 godina, 35-303 za povratni period od 10 godina i 79-333 za povratni period od 20 godina. Ovakvi rezultati su u skladu sa istraživanjima iz ove oblasti (Belić i Stojšić, 1985) i ukazuju da nadizdanska zona može da prihvati široke opsege viškova vode za različite učestalosti pojave što je posledica niskog položaja nivoa podzemnih voda na početku zimskog perioda i niskog položaja vodostaja recipijenta.

Određivanje vremena odvodnjavanja koje je vršeno na osnovu srednjih viškova vode delova sistema i hidromodula sistema predstavljalo je sledeći korak pri određivanju efikasnosti sistema. Prilikom proračuna viškova vode posebno je izvršen proračun za realne rezerve u zemljištu, zatim kada su rezerve u sloju od 100 mm i sloju od 80 mm. Ovaj proračun je vršen sa ciljem da se utvrde kakva odstupanja mogu da se naprave paušalnom ocenom rezervi vode u zemljištu. Potvrđena je činjenica da ako se rezerve smanjuju veći je višak vode koja treba da se evakuše što je i prikazano u prilogu 1. U tabeli 28 date su sumarne vrednosti proračuna iz priloga 1, gde se uočava da je na ukupnoj površini Vojvodine od skoro 2 miliona ha, prosečna

vrednost hidromodula 0,42 l/s/ha, ukupni instalisani kapacitet svih crpnih stanica 334 m³/s i da ima 17.958 km kanala. Kao što je i ranije navedeno proračunom je utvrđeno da su srednje rezerve u zemljištu, računato za celu površinu Vojvodine, jednake 8,3 mm. Ugroženost sistema srednjim viškom vode za povratni period od 5 godina iznosi 132 mm, a 160 mm i 184 mm za povratni period od 10 i 20 godina.

Korišćenjem objektivne metode za računanje težinskih koeficijenata navedenih kriterijuma, metoda Entropije, za određivanje pogodnosti lokaliteta za primenu biotehničkih mera dobijeni rezultati ukazuju da reljef analiziranog područja ima najmanji uticaj. Nasuprot reljefu najveći uticaj na pogodnost lokaliteta imaju kriterijumi koji su izvedeni iz pedoloških karakteristika. Dobijeni podaci ukazuju da kriterijum drenažnih klasa ima najveći uticaj što je u skladu sa suštinom odvodnjavanja. Težinski koeficijenti, koji su dobijeni kao rezultat proračuna, korišćeni su u GIS-u prilikom preklapanja slojeva. Dobijeni koeficijenti množeni su sa pripadajućim slojevima (kriterijumima), a zatim sabiranjem tih slojeva dobijena je karta pogodnosti lokaliteta. Sumarni podaci koji su dobijeni prikazani su u tabeli 29 prikazuju da je najmanja procentualna zastupljenost pod površinama koje su najpogodnije za primenu biotehničkih mera. Ocenu 4 i 3 sačinjava 27,4% površina i na njima bi se najveći deo biotehničkih mera zasnovao. Najveću površinu čine površine sa ocenom 2 koje bi se koristile kada na sistemima nije moguće zasnivanje na površinama sa većom ocenom, zbog određenih razloga. Površine na kojima ne bi trebalo zasnivati biotehničke mere zastupljene su na 17,1% što ukazuje da ograničenja za zasnivanje nisu velika. Površina koja je isključena iz proračuna jer se na toj površini već nalaze šume, predstavljaju vodene površine ili se su pod zaštitom države kao prirodna dobra, prostire se na 17,9%. Proračun koji je vršen da bi se dobila pogodnost lokaliteta prema ocenama i njihovo procentualno učešće, zatim površine postojećih šuma kao i potreban površina do postizanja optimalne šumovitosti prikazan je u prilogu 2. Dobijeni rezultati koji se odnose na pogodnost lokaliteta takođe upućuju i na činjenicu koliko su sistemi za odvodnjavanje ugroženi viškom vode.

Prema prvom pristupu (zasnivanje biodrenažnih zasada) koji je prikazan u tabeli 19. rezultati ukazuju da je na 82% površine Vojvodine moguće zasnivanje ovih mera. Drugi pristup podrazumeva pošumljavanje površina na kojima je moguće zasnivanje zaštitnih pojaseva. Uz kanale površina prema ovom proračunu iznosi 6.951 ha što čini 0,34%, uz vodotoke 0,03% odnosno 705 ha i uz puteve 0,13% tj. 2.610 ha od ukupne površine Vojvodine. Treba istaći da iako ovi procenti možda izgledaju zanemarivi, prilikom donošenja odluka na kojim lokalitetima će se primeniti biotehničke mere, predstavljaju značajne površine koje bi u zavisnosti od uslova na terenu mogle da se iskoriste. Kako navode Szabados et al. (2011) površine uz hidrološku mrežu Vojvodine mogle bi da se koriste za očuvanje biološke raznovrsnosti smanjujući na taj način fragmentaciju prirodnih staništa i stvarajući koridore za kretanje divljih životinja. Isti

autori ističu da biodrenažni zasadi i zaštitni pojasevi mogu da postanu elementi ekološke mreže koja predstavlja koherentni sistem prirodnih i/ili poluprirodnih predeonih elemenata koji su organizovani sa ciljem održavanja i unapređivanja ekoloških funkcija. Razmatrajući ovakav strogo ekološki pristup biotehničkim merama, njihovo uvođenje bi podrazumevalo saradnju kao prioritet, između poljoprivrede, vodoprivrede, šumarstva i zaštite prirode. Uvođenjem ovih mera u praksu uvele bi se i promene u melioracijama koje bi podrazumevale pre svega, zaštitu kvaliteta voda, izmene u principima oblikovanja kanalske mreže i povećanje pošumljenosti područja, ali i promene u upravljanju zemljištem. Prema iskustvima koje navode Ambs et al. (2002) i El-Hage Scialabba i Williamson (2004) prilikom donošenja odluke o lociranju, zasnivanju i održavanju biotehničkih mera, kojima se postižu željene koristi za okolinu i privredu, a da se u isto vreme i zaštite interesi privatnih poljoprivrednika i javnih preduzeća najefikasnije bi bilo primeniti adaptivno upravljanje. Ono podrazumeva da se načela sagledavaju kao pitanja, a ne kao odgovori odnosno da nije najvažnije odabrati „ispravno“ načelo i nametati ga, već je najbitnije rukovoditi na takav način da grupa donosioca odluka mogu nešto da nauče iz toga. Ovakav pristup upravljanju u praksi bi doneo novine čime bi se razvijali modeli kako bi se predvidelo funkcionisanje biotehničkih mera na različitim sistemima, zatim ispitivala bi se efikasnost samih biodrenažnih zasada i zaštitnih pojaseva na sistemima za odvodnjavanje i na kraju utvrđivala ekonomska, ekološka i sociološka korist uvođenjem ovih mera.

Rezultati koji su dobijeni na osnovu merodavnih viškova vode (prve kolone za svaki povratni period u prilogu 3 predstavljaju vreme odvodnjavanja) ukazuju na postojanje ekstrema koji su posledica specifičnih uslova na terenu ili nepostojanja realnih podataka. Imajući u vidu komplikovanost prikupljanja podataka, može se konstatovati da su dobijeni rezultati od značaja. Treba naglasiti da bi, prilikom praktične primene odnosno pravljenja projekata za uvođenje biotehničkih mera za određene sistema, trebalo pribaviti detaljnije podloge kao i preciznije podatke vezano za sam sistem, jer ovako dobijeni rezultati su primenjivi za široko područje kao što je Vojvodina.

Tabela 28. – Karakteristike sistema za odvodnjavanje i ugroženost viškom vode za različite povratne periode prikazani prema melioracionim područjima

Melioraciono područje	Ukupna površina područja (ha)	Prosečna vrednost hidromodula (l/s/ha)	Instalisani kapacitet crpnih stanica (m ³ /s)	Ukupna dužina kanala (km)	Srednje rezerve u zemljištu (mm)	Srednji višak vode za povratni period od 5 god. (mm)	Srednji višak vode za povratni period od 10 god. (mm)	Srednji višak vode za povratni period od 20 god. (mm)
Zapadna Bačka Sombor	168197	0,46	15,25	1352	8,6	138	163	188
Severna Bačka Subotica	105692	0,40	0,80	100	9,4	110	139	164
Senta Senta	60741	0,48	8,46	292	9,2	111	138	162
Krivaja Bačka Topola	150230	0,46	0,00	465	10,4	102	128	153
Srednja Bačka Bečej	22430	0,25	7,00	257	9,1	113	139	161
Bačka Vrbas	88606	0,22	0,00	1033	8,2	139	166	188
Dunav Bačka Palanka	114816	0,45	21,44	1079	7,7	155	182	204
Šajkaška Novi Sad	169789	0,51	24,11	1449	7,6	161	192	218
Gornji Banat Kikinda	178940	0,40	46,74	1976	8,0	119	143	164
Srednji Banat Zrenjanin	247629	0,40	49,89	2274	8,3	127	155	180
Tamiš-Dunav Pančevo	134680	0,27	16,57	630	9,8	168	206	239
Podunavlje Kovin	19918	0,81	16,90	416	8,2	181	220	253
Južni Banat Vršac	183816	0,60	34,20	1947	7,4	172	211	245
Ušće Bela Crkva	25656	0,00	0,00	0	6,1	185	223	257
Galovica Zemun	152708	0,31	34,00	2465	10,1	137	167	193
Bosut Sremska Mitrovica	149745	0,50	43,07	1965	9,9	122	147	168
Podrinje Šabac	10773	0,60	15,40	257	0,0	0	0	0

Tabela 29. – Ocena pogodnosti lokaliteta za primenu biotehničkih mera sa procentualnim učešćem površina na teritoriji Vojvodine

Ocena pogodnosti lokaliteta	Površina dela sistema (ha)	Procentualno učešće dela sistema
0	369.649	17,9
1	352.044	17,1
2	751.757	36,5
3	290.283	14,1
4	274.758	13,3
5	21.723	1,1
Suma	2.060.214	100,0

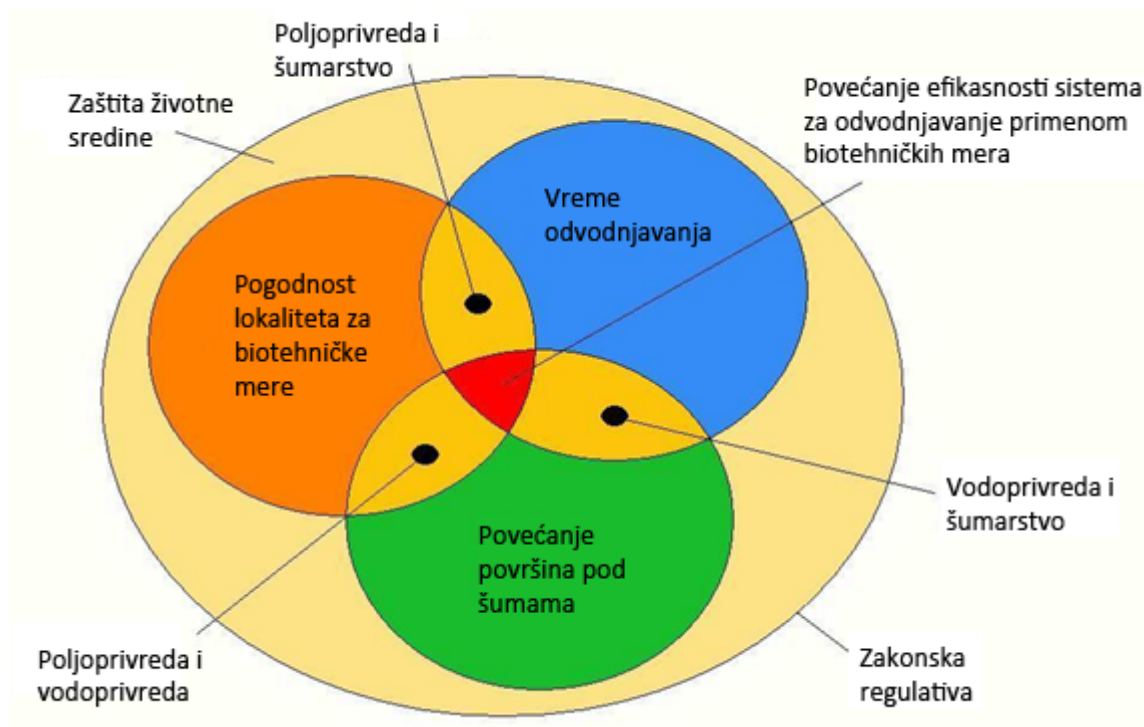
Uvođenjem koeficijenta smanjenja dotoka prilikom određivanja povećanja efikasnosti sistema za odvodnjavanje stvara se mogućnost šireg sagledavanja problema uvođenja biotehničkih mera tako što se bez obzira na vrstu i tip vegetacije dobija vrednost na osnovu koje se može dalje vršiti proračun smanjenja vremena odvodnjavanja. Količina vode koju drveće evakuše sa određene površine uslovljena je nizom faktora. Funkcionalnost biodrenažnih zasada kao i zaštitnih pojaseva prema Kadoviću (1983) zavise od tolerantnosti vrste vegetacije prema solima koje se nalaze u prvoj izdani, od nivoa prve izdani, od karakteristika zemljišta, dubine rezerve vode u zemljištu, klimatskih uslova koji vladaju na posmatranom području, gustine sadnje, starosti zasada, koeficijenta transpiracije i dr.

Dobijeni koeficijenti ukazuju da se u zavisnosti od sklopa gustine sadnje može očekivati da će na predviđenoj površini za pošumljavanje zasnovani zasadi evakuisati višak vode koji se stvara na toj površini pomnoženi sa tim koeficijentom samo u slučaju kada je on manji od jedan. U suprotnom ako je koeficijent veći od 1 može se računati i na širi uticaj zasada, što znači da se sa veće površine (širi pojas od zasnovanog zasada) može očekivati dodatno smanjenje količine vode koja se sliva do crpne stanice.

Konkretizovanje globalnog pristupa proračuna na sistemu za odvodnjavanje Plavna moglo bi da se predstavi na sledeći način. Sistem za odvodnjavanje Plavna ima ukupno 12.463 ha, od toga je 9,21% postojećih šuma što iznosi 1,48 ha. Da bi se postigla optimalna šumovitost na ovom sistemu od 14% potrebno je pošumiti još 597 ha. Od ove teritorije uz kanale bi moglo da se zasnuju zaštitni pojasevi i to na površini od 80 ha ili uz puteve na površini od 8 ha, što ukazuje na mogućnost zasnivanja i biodrenažnih zasada na površini sistema i to od 509 ha. Izračunatim koeficijentima smanjenja dotoka do crpne stanice u različitim sklopovima sadnje treba obratiti pažnju da li i sa kojim koeficijentom se računa na smanjenje vremena odvodnjavanja. Vreme odvodnjavanja na sistemu Plavna sa projektovanim povratnim periodom

od 10 godina iznosi 36 dana ako se računa da je koeficijent smanjenja dotoka do crpne stanice jednak 1. Kada bi se sve površine koje su odgovarajuće (509ha) pošumile smanjenje broja dana za odvodnjavanje bilo bi 1,7. Višak vode petogodišnjeg povratnog perioda evakuisao bi se za 31 dan, a ako bi se zasnovale biotehničke mere na celoj predviđenoj površini (597ha) odvodnjavanje bi trajalo 29,5 dana što znači da bi sistem vršio evakuaciju za 1,5 dana manje. Količina vode koja se stvara sa verovatnoćom pojave od 5% odvodi se za 40 dana. Zasnivanjem biodrenažnih zasada i zaštitnih pojaseva odvodnjavanje bi trajalo 38,1 dan odnosno 1,9 dana manje.

Oblasti poljoprivrede, vodoprivrede, šumarstva i zaštite životne sredine se međusobno prožimaju prilikom uvođenja biotehničkih mera što je prikazano na slici 48.



Slika 48. – Prikaz prožimanja različitih oblasti prilikom uvođenja biotehničkih mera

Kompleksnost celog problema ogleda se kroz pokrivenost zakonima o zaštiti životne sredine, vodama i šumama, i nacionalnom strategijom kao što je Prostori plan od 2010. do 2020. godine, koji se sprovode kroz ministarstvo poljoprivrede i zaštite životne sredine. Postojeća zakonska regulativa trebala bi da doprinese olakšavanju praktične primene biotehničkih mera, jer bi se kroz oblast vodoprivrede metod za povećanje efikasnosti sistema za odvodnjavanje favorizovao, zbog povećanja opšte šumovitost i povećanja pozitivnog uticaja na životnu sredinu.

8. ZAKLJUČAK

Učestale pojave viška vode imaju negativne posledice na odvijanje stabilne poljoprivredne proizvodnje tako i na životnu sredinu, ekonomiju i društvo u najširem smislu. Ove posledice mogle bi biti značajno umanjene uvođenjem biotehničkih mera u melioracionu praksu kao dopunske mere na sistemima za odvodnjavanje. Pre uvođenja biotehničkih mera u meliorativnu praksu neophodno je detaljno ispitati prednosti i mane koje mogu da se jave na datom području. Svetska i domaća iskustva ukazuju da se neka od osnovnih svojstava konvencionalnih drenažnih metoda, ali i biotehničkih mera, odnose na određivanje efikasnosti, troškova uvođenja, uslova održavanja, zahteva koji se odnose na zauzimanje površine i korišćenje energenata kao i uticaja na životnu sredinu.

Za utvrđivanje povećanja efikasnosti rada sistema za odvodnjavanje primenom biotehničkih mera neophodno je bilo izvršiti analizu pogodnosti lokaliteta za primenu biotehničkih mera, kao i određivanje merodavnog viška vode za sisteme za odvodnjavanje. Metodologija na osnovu koje je izvršen proračun povećanja efikasnosti sistema za odvodnjavanje sprovodi se kroz određene korake.

Prvi korak koji podrazumeva određivanje pogodnosti lokaliteta za primenu biotehničkih mera bazira se na identifikaciji ključnih kriterijuma koji utiču na pojavu viška vode, na njihovoj analizi i adekvatnom vrednovanju uz korišćenje geografskog informacionog sistema. Ključni kriterijumi su odabrani na osnovu njihovog uticaja na samu pojavu ili na ublažavanje efekata pojave viška vode, na osnovu dostupnosti podataka i na osnovu istraživanja brojnih autora. Identifikovani kriterijumi su podrazumevali reljef, geomorfološke i pedološke karakteristike Vojvodine, način korišćenja zemljišta, postojanje hidrografske i putne mreže, kao i područja koja se nalaze pod zaštitom države. Vrednovanje kriterijuma je izvršeno objektivnom metodom Entropije, gde je su dobijeni očekivani rezultati koji ukazuju da najveći uticaj na odabir lokaliteta za primenu ovih mera imaju pedološke karakteristike posmatranog područja i to drenažne klase sa 41%, zatim proizvodne vrednosti zemljišta sa 29%. Geomorfološke karakteristike na odabir lokaliteta prema pogodnosti utiču sa 19%, a način korišćenja zemljišta sa 11%. Padovi terena na ovom posmatranom području imaju zanemariv uticaj, od 0,01%, što je i očekivano jer analizirano područje ne karakterišu velike promene nagiba terena, a iz proračuna je izuzet visok teren (Fruška Gora i Vršacke planine). Pogodnost lokaliteta ocenjena je sa vrednostima od 1 (nepogodno) do 5 (najpogodnije) i na 82% istraživane površine moguće je zasnivanje biotehničkih mera. Najmanji procenat zastupljenosti imaju površine koje su ocenjene kao najpogodnije, dok su rezultati pokazali da će se na površinama ocenjenim sa 4 i 3, na najvećem broju sistema, primenom biotehničkih mera moći postići optimalna šumovitost

kojoj se prilikom proračuna i težilo. Površine sa ocenom 2 predstavljale bi one površine na kojima bi se zasnivale ove mere ali kada iz opravdanih razloga nije moguće zasnivanje na površinama sa većim ocenama. Oko 17 % površine predstavljaju površine na kojima ne bi trebalo zasnivati biotehničke mere što ukazuje da ograničenja za primenu ovih mera nisu velika. Treba istaći da je proračunom dobijeno da se primenom biotehničkih mera samo uz putnu i kanalsku mrežu može pošumiti 9561 ha što predstavlja oko 3,5% potrebne površine da bi se postigla optimalna šumovitost u Vojvodini. Na osnovu površina koje su ocenjene prema pogodnosti lokaliteta donosiće se odluka o prioritetima pošumljavanja odnosno zasnivanja ovih mera.

Drugi korak prema metodologiji odnosi se na određivanje merodavnih viškova vode koji se stvaraju na sistemima za odvodnjavanje, a dobijeni su korišćenjem statističkog softvera. Nakon bilansiranja vode u četrdesetogodišnjem periodu, vršena je statistička obrada podataka da bi se utvrdila teorijska distribucija verovatnoće pojave. Izvršeno je testiranje teorijskih i empirijskih distribucija viškova vode na osnovu rezerve vode u zemljištu (od 10 do 150 mm) i devet meteoroloških stanica. Usvojena troparametarska uopštena distribucija ekstremnih vrednosti (GEV) korišćena je za dobijanje merodavnih viškova vode za verovatnoće pojave od 20%, 10% i 5% odnosno za povratne periode od 5, 10 i 20 godina. Dobijeni viškovi kretali su se u opsegu 31-266 mm za povratni period od 5 godina, 35-303 za povratni period od 10 godina i 79-333 za povratni period od 20 godina. Ovakvi rezultati ukazuju da nadizdanska zona može da prihvati široke opsege viškova vode različitih pojava učestalosti.

Sledeći korak podrazumevao je određivanje vremena odvođenja viška vode sa sistema za odvodnjavanje. Ovi podaci dobijeni su kao količnik srednjeg viška vode za dati sistem i hidromodula tog sistema. Na osnovu proračuna za sve sisteme za odvodnjavanje u Vojvodini (277 sistema) utvrđeno je da srednji višak vode za povratni period od 5 godina iznosi 132 mm, a 160 mm i 184 mm za povratne periode od 10 i 20 godina. U Bačkoj srednji višak vode sa verovatnoćom pojave od 20% iznosi 129mm, a za povratni period od 10 i 20 godina srednji višak iznosi 156 mm i 180 mm. U Banatu za povratni period od 5 godina srednji višak je 159 mm, a za 10 i 20 godina je 193 mm i 223 mm. U Sremu za povratne periode od 5, 10 i 20 godina srednji viškovi vode iznose 130 mm, 157 mm i 181 mm. Srednja vrednost hidromodula za celu Vojvodinu iznosi 0,42 l/s/ha, odnosno u Bačkoj 0,40 l/s/ha, u Banatu 0,49 l/s/ha i u Sremu 0,47 l/s/ha. Instalirani kapaciteti crpnih stanica za evakuaciju suvišnih voda u Vojvodini iznosi 334 m³/s, a raspoređeni su tako da je instalirani kapacitet u Bačkoj 77,06 m³/s, u Banatu 164,3 m³/s i u Sremu 92,47 m³/s. Sve ove vrednosti ukazuju na postojanje razlika u intenzitetu i prosečnoj dužini rada crpnih stanica. Banat karakteriše veći srednji višak vode za analizirane vrednosti verovatnoće pojave u odnosu na Bačku i Srem što je najverovatnije posledica

smanjene akumulativne sposobnosti zemljišta što se potvrđuje činjenicom da su srednje rezerve zemljišta u Banatu 8 mm, a u Bačkoj i Sremu 8,8 mm i 10 mm.

Povećanje efikasnosti odnosi se na poslednji korak u predloženoj metodologiji. U okviru zakonske regulative (Zakon o zaštiti životne sredine, Zakon o zaštiti prirode, Zakon o vodama, Zakon o šumama, Zakon o prostornom planiranju, Pravilnik o kategorizaciji zaštićenih prirodnih dobara), zatim na osnovu načina korišćenja zemljišta i već određenim lokalitetima prema pogodnosti za primenu biotehničkih mera dobijaju se podaci na koji način će se određeni sistemi pošumljavati. Smanjenje broja dana potrebnih za evakuaciju viška vode sa sistema za odvodnjavanje predstavljalo bi povećanje efikasnosti. Uvođenjem koeficijenata smanjenja dotoka do crpne stanice proračun dobija na težini time što se bez obzira na vrstu i tip vegetacije (drveće, žbunje ili trava) dobija površina na osnovu koje se može dalje vršiti proračun smanjenja vremena odvodnjavanja. Iako funkcionalnost biodrenažnih zasada i zaštitnih pojaseva zavisi od velikog broja faktora dobijeni koeficijenti ukazuju da se u zavisnosti od tih faktora ipak može očekivati da će na predviđenoj površini za pošumljavanje zasnovani zasadi evakuisati višak vode koji se stvara na toj površini pomnoženi sa tim koeficijentom samo u slučaju kada je on manji od jedan. U suprotnom ako je koeficijent veći od 1 može se računati i na širi uticaj zasada, što znači da se sa veće površine od površine zasada može očekivati dodatno smanjenje količine vode koja se sliva do crpne stanice.

Na sistemima koji višak vode odvede za 30 dana usvojeno je da takvim sistemima nisu potrebne dopunske mere kao što su biodrenažni zasadi ili zaštitni pojasevi. Sistemi koji su prelazili dati okvir analizirani su tako da se utvrdi za koliko dana je moguće smanjenje odvođenje viška vode odnosno povećanje efikasnosti. Za povratni period od 5 godina srednja vrednost vremena evakuacije viška vode za Vojvodinu iznosi 37 dana, dok bi se primenom biotehničkih mera u proseku vreme odvođenja smanjilo na 32 dana odnosno u proseku za 4 dana manje. Za povratni period od 10 godina smanjenje bi bilo sa 45 na 39 dana, u proseku za 5 dana manje i za povratni period od 20 godina smanjenje bi bilo sa 51 na 45 dana odnosno u proseku za 6 dana manje. Rezultati ukazuju da u proseku smanjenje na području Vojvodine primenom biotehničkih mera može biti oko 5 dana manje čime se postiže manji utrošak energije za evakuaciju viška vode a samim tim i ostvaruje povećanje efikasnosti sistema. Promena namene površina i prelazak dela poljoprivrednog zemljišta u šumsko, može se smatrati zanemarivo malim gubitkom u odnosu na prednosti koje se primenom biotehničkih mera stvaraju. Te prednosti bi se ogledale pored smanjivanja vremena odvodnjavanja odnosno povećanja efikasnosti sistema za odvodnjavanje, umanjenu negativnih efekata eolske i vodne erozije, umanjenu destabilizacije kosina kanala, umanjenu zagađenja koje se sliva površinskim doticajem i umanjenu efekata staklene bašte, kao i povećanju proizvodnje drveta i stabilizaciji poljoprivredne proizvodnje, odnosno unapređivanju životne sredine u celini.

Iako se u prvom redu ističe vodoprivreda odnosno odvodnjavanje, treba naglasiti da se primenom biotehničkih mera sprovodi multidisciplinarni pristup koji teži da zadovolji sve zainteresovane strane koje su obično bile u konfliktu. Ove mere imaju i mane koje se mogu ispoljavati kroz dužinu proizvodnog ciklusa od dvadesetak godina čime se otežava rešavanje problema prevlaženosti u prvim godinama primene, međutim ipak treba sagledati dugoročan efekat i u skladu sa principima održivog korišćenja prirodnih resursa primeniti ih u saglasnosti sa zahtevima koje postavlja poljoprivreda, šumarstvo i zaštita životne sredine. Donošenje odluka gde, kakve i koji obim biotehničkih mera primeniti trebalo bi da bude, od najviših do najnižih nivoa, tj. od globalnog do lokalnog pristupa, i to što stručnije bez ili sa minimalnim uticajem subjektivnih ocena odnosno sveobuhvatno i objektivno sagledavanje konkretnih i specifičnih problema koji vladaju na svakom sistemu za odvodnjavanje.

Globalna analiza koja je sprovedena može da služi kao podloga, ne samo za detaljne analize povećanja efikasnosti pojedinačnih sistema za odvodnjavanje, već i za rešavanje mnogih drugih problema koji se preklapaju sa problemom stvaranja, odvođenja i evakuacije viška vode. Primenom biotehničkih mera otvara se mogućnost dodatnog izučavanja vrsta biljaka koje utiču na regulaciju vodno-vazdušnog režima zemljišta, izučavanje problema uređenja zemljišne teritorije odnosno usaglašavanja položaja, dužine i širine zaštitnih pojaseva ili biodrenažnih zasada sa kanalskom i putnom mrežom, korišćenje međa, kao i detaljnije sagledavanje uticaja erozioni procesa itd. Sve ovo ukazuje na činjenicu da, iako naizgled kompleksna metodologija, može jednostavno da se primeni u praksi na sistemima za odvodnjavanje na kojima je potrebno povećanje efikasnosti.

9. LITERATURA

1. Akram S., Ali Kashkouli H., Pazira E. (2008) Sensitive variables controlling salinity and water table in bio-drainage system, Irrigation and drainage system, 22, 271-285
2. Alemi M. (1999) Land Retirement, Department of Water Resources, The University of California, pp.100
3. Altieri M.A. (1999) The ecological role of biodiversity in agroecosystems Agriculture, Ecosystems and Environment, 74, 19–31
4. Amatya D.M., Skaggs R.W., Gregory J.D. (1995) Comparison of Methods for Estimating REF-ET, Journal of Irrigation and Drainage Engineering, 121, 6, 427-435
5. Ambs T., Bennett E., Bubenzer G., Bundy L., Donovan T.K., Hausner G., Jarrell W., Kahn B.M., Karthikeyan K.G., McSweeney K., Nowak P., Oleson R., Pielsticker B., Provencher B., Ribic C., Shepard R., Sturgul S., Suffield K., Thrall T., Undersander D., Wolkowski R., Zimmerman P. (2002) Filter Strips and Buffers on Wisconsin's Private Lands: An Opportunity for Adaptive Management, The University of Wisconsin, Madison, 1-8
6. Anbumozhi V., Radhakrishnan J., Yamaji E. (2005) Impact of riparian buffer zones on water quality and associated management considerations, Ecological Engineering 24 (2005) 517–523
7. Angrish R., Toky O.P., Datta K.S. (2006) Biological water management: biodrainge, Current science, 90(7), pp. 897
8. Arora K., Mickelson S.K., Baker J.L., Tierney D.P., Peters C.J. (1996) Herbicide retention by vegetative buffer strips from runoff under natural rainfall, Trans. ASAE, 39, 6, 2155-2162
9. Barr C.J., , Britt C.P., Sparks T.H., Churchward J.M. (2005) Hedgerow Management and Wildlife, A review of research on the effects of hedgerow management and adjacent land on biodiversity, Defra, London, 109
10. Belić S., Belić A., Savić R. (2007) Primena biotehničkih mera u zaštiti voda na melioracionim sistemima, Voda 2007, 119-124, Tara
11. Belić S., Gostović M. (1991) Procena uticaja odvodnjavanja na životnu sredinu, Zbornik radova Građevinskog fakulteta, Subotica, 156-165
12. Belić S., Rajković M. (2007) Održive melioracije – stanje i perspektive, Melioracije 7, Poljoprivredni fakultet, Institut za uređenje voda, Novi Sad, 1-9
13. Belić S., Rajković M. (2008) Povećanje efikasnosti odvodnjavanja primenom bioloških mera, Letopis naučnih radova, Godina 32 (2008), broj 1, str. 118-127, Poljoprivredni fakultet u Novom Sadu, Novi Sad
14. Belić S., Savić R. (2004) Rad crpnih stanica na sistemima za odvodnjavanje, Letopis naučnih radova, 28(1), 56–67

15. Belić S., Savić R. (2005) Crpne stanice na sistemima za odvodnjavanje u Vojvodini, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Departman za uređenje voda, Novi Sad
16. Belić S., Savić R., Benka P. (2007) Biološka drenaža – ekološki opravdano uređenje zemljišta, U: Održive melioracije, Poljoprivredni fakultet, Departman za uređenje voda, Novi Sad, 76-96
17. Belić S., Stojić M. (1985) Dimenzionisanje crpnih stanica i mogućnost njihovih sadašnjih kapaciteta za odvodnjavanje zimskog viska vode na sistemima za odvodnjavanje Vojvodine, Vode Vojvodine 13, 301-318
18. Belić S., Zdravić M. (2004) Metode uređenja vodoleža, Poljoprivreda između suša i poplava, Poljoprivredni fakultet, Departman za uređenje voda, Novi Sad, 157-164
19. Belt G.H., O Laughlin J., Merrill T. (1992) Design of foestriparian buffer strips for the protection of water quality: Analysis of scientific literature, Idaho Forest Wildlife and Range Experiment Station, University of Idaho, pp. 40
20. Benka P., Salvai A. (2006) GIS soil map of Vojvodina for integrated water resources management, Conference on Water Observation and Information System for Decision Support BALWOIS, Section 8: Information systems, CD of proceedings, Ohrid - Rep. of Macedonia
21. Benka P., Salvai A. (2005) Digitalizacija pedološke karte Vojvodine za potrebe GIS-a, U: Melioracije u održivoj poljoprivredi, Poljoprivredni fakultet, Departman za uređenje voda, Novi Sad, 53-59
22. Bentrup G. (2008) Conservation buffers: design guidelines for buffers, corridors, and greenways, General Technical Report SRS-109, Asheville, NC: Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station. 110 p.
23. Bezdan A., Rajković M., Belić S. (2010) Analiza režima pumpanja na sistemu za odvodnjavanje plavna, Melioracije 11, Poljoprivredni fakultet, Institut za uređenje voda, Novi Sad, 19-27
24. Blanco-Canqui H., Gantzer C.J., Anderson S.H., Alberts E.E. (2004) Grass barriers for reduced concentrated flow induced soil and nutrient loss, Soil Science Society of America Journal, 68, 1963-1972
25. Borin M., Vianello M., Morari F., Zanin G. (2005) Effectiveness of buffer strips in removing pollutants in runoff from a cultivated field in North-East Italy, Agriculture, Ecosystems and Environment 105, 101–114
26. Boroushaki S., Malczewski J. (2008) Implementing an extension of the analytical hierarchy process using ordered weighted averaging operators with fuzzy quantifiers in ArcGIS, Computers & Geosciences 34 (4) 399–410
27. Boss M.G. (1994) Drainage Canals and Related Structures, In: Drainage Principles and Applications, ed. Ritzema H.P., Publication 16, International Institute for Land Reclamation and Improvement, Wageningen, The Netherlands

28. Brookfield H., Stocking M. (1999) Agrodiversity: definition, description and design, *Global Environmental Change*, 9, 77-80
29. Burrough P.A., McDonnell R.A. (1998) *Principles of Geographic Information Systems*, Oxford Science Publications, New York, USA, 356
30. Belić S., Conić J., Škorić M., Stojšić M., Šević Đ., Stojiljković D., Zdravić M., Nešković-Zdravić V. (1995) *Zaštita zemljišta od suvšnih unutrašnjih voda (odvodnjavanje)*, U: *Hidrotehničke melioracije u Vojvodini*, str. 93-124, Poljoprivredni fakultet, Institut za uređenje voda, Novi Sad
31. Božinović M., Savić R. (2000) *O zaštiti od unutrašnjih voda, Poplave od unutrašnjih voda*, Tematski zbornik radova, str. 81-90, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad
32. Casali J., Laburu A., Lopez J.J., Garcia R. (1999) Digital Terrain Modelling of Drainage Channel Erosion, *Journal of Agricultural Engineering Research*, 74, 421-426
33. Chen Y., Chen J., Xevi E., Ahmad M., Walker G. (2010) GIS-based Spatial Hydrological Zoning for Sustainable Water Management of Irrigation Areas, *International Congress on Environmental Modelling and Software Modelling for Environment's Sake, Fifth Biennial Meeting*, Ottawa, Canada
34. Chang C.L., Hsu Y.S., Lee B.J., Wang C.Y., Weng L.J. (2011) A cost-benefit analysis for the implementation of riparian buffer strips in the Shihmen reservoir watershed, *International journal of sediment research*, 26, 395-401
35. Chhabra R., Thakur N.P. (1998) Lysimeter study on the use of biodrainage to control waterlogging and secondary salinization in (canal) irrigated arid/semiarid-arid environment, 12, 265-288
36. Chowdhury R.S., Kumar A., Brahmanand P.S., Ghosh S., Mohanty R.K., Jena S.K., Sahoo N., Panda G.C. (2011) Application of Biodrainage for Reclamation of Waterlogged Situations in Deltaic Orissa, *Research Bulletin no. 53, Directorate of Water Management (Indian Council of Agricultural Research), Chandrasekharpur, Bhubaneswar-751023, India*. pp. 32
37. Chuansheng X., Dapeng D., Shengping H., Xin X., Yingjie C. (2012) Safety Evaluation of Smart Grid based on AHP-Entropy Method, *Systems Engineering Procedia*, 4, 203 – 209
38. Coeur D., Baudry J., Burel F., Thenail C. (2002) Why and how we should study field boundary biodiversity in an agrarian landscape context, *Agriculture, Ecosystems and Environment* 89 (2002) 23–40
39. Correll D.L. (1996) Buffer zones and water quality protection: general principles, In: *Buffer Zones: Their Processes and Potential in Water Protection. The Proceedings of the International Conference on Buffer Zones*, 7-21
40. Correll D.L. (2005) Principles of planning and establishment of buffer zones, *Ecological Engineering*, 24, 433-439

41. Dash J., Saragi A., Singh A.K., Dahiya S. (2005) Bio-drainage: An Alternative Drainage Technique to Control Waterlogging and Salinity, *Journal of Soil and Water Conservation*, 4, 3-4
42. Delić J., Dobretić V., Pil N. (2011) Meliorativni kanali i biodiverzitet – konflikti i moguća rešenja, *Melioracije* 11, Poljoprivredni fakultet, Institut za uređenje voda, Novi Sad, 199 - 206
43. Denecke H.W. (2000) Concept Note on Biodrainage and Bio-Disposal systems. (Available on http://www.fao.org/iptrid/drainage/bio_drainage/concept_note_bio_drainage.htm)
44. Diebolt J., Guillo, A., Navea, P., Riberea, P. (2008) Improving probability-weighted moments methods for the generalized extreme value distribution, *REVSTAT*, 6, 1, Special issue on "Statistics and related fields", 33-50
45. Dosskey M.G. (2001) Toward quantifying water pollution abatement in response to installing buffers on crop land, *Environmental Management*, 28, 5, 577-598.
46. Dragović, S., Maksimović, L., Radojević, V., Cicmil, M., Pantelić, S. (2005) Istorijski razvoj uređenja vodnog režima zemljišta primenom odvodnjavanja i navodnjavanja u Vojvodini, *Vodoprivreda*, 37(4-6), 287-298.
47. Eastern Canada Soil and Water Conservation Centre (1994) Buffer strips and water quality: review of the literature, Grand Falls, New Brunswick, 1-8
48. El Bastawesy M., Ramadan Ali R. (2011) The use of GIS and remote sensing for the assessment of waterlogging in the dryland irrigated catchments of Farafra Oasis in Egypt, *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*, 8, 10535–10563
49. El-Hage Scialabba N., Williamson D. (2004) The scope of organic agriculture, sustainable forest management and ecoforestry in protected area management, *Environment and Natural Resources*, Working paper No. 18, FAO, Rome, 2004
50. European Environmental Agency (EEA) (2007). CORINE Land Cover CLC-2006. Technical Guidelines. Copenhagen: European Environmental Agency
51. Falkenmark M., Galaz V. (2007) Agriculture, Water and Ecosystems, Swedish Water House Policy Brief, No 6, 1-16, SIWI, Sweden
52. Fanti T. (1997) Vegetative filter strips for agriculture, Nebraska Cooperative Extension NF 97-352
53. Fiener P., Auerswald K. (2006) Influence of scale and land use pattern on the efficacy of grassed waterways to control runoff, *Ecological engineering*, 27, 208-218
54. Finch S.J. (1988) Field Windbreaks: Design Criteria, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 22/23, 215-228, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, Netherlands
55. Fischer R.A., Fischenich J.C. (2000) Design recommendations for riparian corridors and vegetated buffer strips, Army Engineer Waterways Experiment Station Vicksburg MS Engineer Research and Development Center (No. ERDC-TN-EMRRP-SR-24)

56. Fox G.A., Munoz Carpena R., Sabbagh G.J. (2010) Influence of flow concentration on parameter importance and prediction uncertainty of pesticide trapping by vegetative filter strips, *Journal of Hydrology*, 384, 164-173
57. Frimpong E.A., Lee J. G., Sutton T.M. (2006) Cost Effectiveness of Vegetative Filter Strips and Instream Half-Logs for Ecological Restoration, *Journal of The American Water Resources Association*, 42, 5, 1349- 1361.
58. Fryrear D.W., Skidmore E.L. (1985) Methods for controlling wind erosion, *Soil Erosion and Crop Productivity*, Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, 443-457
59. Gafni A. (1994) Biological drainage-rehabilitation option for saline-damaged lands. *Water and irrigation*, 337, 33-36 (translation from Hebrew to English).
60. Garrity D.P. (2000) Contour farming based on natural vegetative strips: Expanding the scope for increased food crop production on sloping lands in Asia, *Environmental Dev. and Sustainability*, Special issue, 323-336
61. Gaspard P. (2005) Entropy, *Encyclopedia of Nonlinear Science*, A. Scott (ed.), Routledge, New York, pp. 264–266.
62. Ghaffer E.A., Omara M.A., Eissa M.A. (2004) Biological Drainage Possibility in East Suez Reclamation Project, 55th IEC Meeting of the International Commission on Irrigation and Drainage, 126-137
63. Gilley J.E. , Eghball B. , Kramer L.A. , Moorman T.B. (2000) Narrow grass hedge effects on runoff and soil loss, *Journal of Soil and Water Conservation*, 55(2), 190-196
64. Gonzalez del Tanago M., Garcia de Jalon D. (2006) Attributes for assessing the environmental quality of riparian zones, *Limnetica*, 26, 1-2, 389-402
65. Grismer M., O'Geen A.T., Lewis D. (2006) Vegetative filter strips for nonpoint source pollution control in agriculture, University of California, Publication 8195
66. Hadživković S., Čobanović K. (1994) Statistika: principi i primena, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, str. 228
67. Hawes E., Smith M. (2005) Riparian Buffer Zones: Functions and Recommended Widths, Yale School of Forestry and Environmental Studies, Prepared for Eightmile River Wild and Scenic Study Committee. <http://eightmileriver.org>
68. Henle K., Alard D., Clitherow J., Cobb P., Firbank L., Kull T., McCracken D., Moritz R.F.A., Niemel J., Rebane M., Wascher D., Watt A., Young J. (2008) Identifying and managing the conflicts between agriculture and biodiversity conservation in Europe – A review, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 124, 60–71
69. Herring J.P., Schultz R.C., Isenhardt T.M. (2006) Watershed Scale Inventory of Existing Riparian Buffers in Northeast Missouri Using GIS, *Journal of the American water resources association*, 42, 1, 145-155

70. Herzon I., Helenius J. (2008) Agricultural drainage ditches, their biological importance and functioning, *Biological conservation*, 141, 1171-1183
71. Heuperman A. (1992) Trees in irrigation areas; the biopumping concept. *Trees and Natural Resources*, 34, 20-25
72. Heuperman A. (1999) Hydraulic gradient reversal by trees in shallow water table areas and repercussions for the sustainability of tree-growing systems. *Journal Ag.Water Man.*, 39: 153-167
73. Heuperman A., Kapoor A., Denecke H. (2002) Biodrainage - principles, experiences and applications, IPTRID, FAO, Rome, pp. 79
74. http://dswcapps.dcr.virginia.gov/htdocs/agbmpman/BMPs/WQ-1_2015.pdf
75. <http://srtm.usgs.gov>
76. <http://www.vodevojvodine.com>
77. Ivanišević P., Galić Z., Pekeć S., Rončević S., Andrašev S., Kovačević B. (2013) Značaj podizanja bafer šuma u funkciji zaštite od degradacionog procesa alkalizacije primarnih poljoprivrednih zemljišta u Vojvodini. *Topola*, 191-192, 51-62
78. Jankowski P. (1995) Integrating geographical information systems and multiple criteria decisionmaking methods, *International journal of geographical information systems*, 9, 3, 251-273
79. Jansen A., Robertson A., Thompson L., Wilson A. (2005) Rapid Appraisal of Riparian Condition, River and riparian land management technical guideline No.4, Australian government
80. Jobin B., Belanger L., Boutin C., Maisonneuve C. (2004) Conservation value of agricultural riparian strips in the Boyer River watershed, Quebec, Canada, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 103, 3, 413-423
81. Jordan T.E., Correll D.L., Weller D.E. (1993) Nutrient interception by a riparian forest receiving inputs from cropland. *Journal of Environmental Quality*, 22, 467-473
82. Kadović R. (1983) Istraživanja tolerantosti nekih šumskih vrsta drveća prema solim u halomorfim zemljištima. Doktorska disertacija, Šuarski fakultet, Beograd, 201
83. Kadović R., Aleksić P., Tomović Z., Medarević M., Orlović S. (2008) Stručne osnove za izradu nacionalnog šumarskog akcionog plana, Organizacija ujedinjenih nacija za hranu i poljoprivredu (FAO), Beograd, pp. 143
84. Kapoor S. (2003) Bio drainage - potential and limitations, Paper No 061, The 9th International Drainage Workshop, September 10 – 13, Utrecht, The Netherlands
85. Khamzina A., Lamers J.P.A., Martius C., Worbes M., Vlek P.L.G. (2006) Potential of nine multipurpose tree species to reduce saline groundwater tables in lower Amu Darya River region of Uzbekistan, *Agroforestry System*, 68, 151-165
86. Khamzina A., Lamers J.P.A., Wickel B., Djumaniyazova Y., Martius C. (2005) Evaluation of young and adult tree plantations for biodrainage management in the lower Amudarya

- River Region, Uzbekistan, ICID 21st European Regional Conference, Frankfurt and Slubice, Germany and Poland
87. Knight K.W., Schultz R.C., Mabry C.M. Isenhardt T.M. (2010) Ability of remnant riparian forests, with and without grass filters, to buffer concentrated surface runoff, *Journal of the American Water Resources Association*, 46, 2, 311-322
 88. Kolaković S., Trajković S. (2006) The analysis of the pump station operations on the drainage systems in Vojvodina, *Balwois 2006*, Ohrid, Republic of Macedonia
 89. Le Bissonnais Y., Lecomte V., Cerdan O. (2004) Grass strip effects on runoff and soil loss, *Agronomie*, 24, 129–136
 90. Lee K.H., Isenhardt T.M., Schultz R.C., Mickelson S.K. (2000) Multispecies riparian buffers trap sediment and nutrients during rainfall simulations, *Journal of Environmental Quality*, 29, 4, 1200-1205.
 91. Lee P., Smyth C., Boutin S. (2004) Quantitative review of riparian buffer width guidelines from Canada and the United States, *Journal of Environmental Management*, 70, 165-180.
 92. Leeds R., Brown L.C., Sulc M.R., Van Lieshout L. (1994) *Vegetative Filter Strips: Application, Installation and Maintenance*, AEX-467, The Ohio State University Extension Service, Food, Agricultural and Biological Engineering. <http://ohioline.osu.edu/aex-fact/0467.html>
 93. Letić Lj. (2002) *Коришћење вода у шумским подручјима, I део – Уређивање вода Биорегулације*, Универзитет у Београду, Шумарски факултет, Београд
 94. Lojo A., Ponjavić M. (2004) GIS u gazdovanju prirodnim resursima, *Gauss d. o. o. Tuzla, Bosna i Hercegovina*.
 95. Lovell S.T., Sullivan W.C. (2006) Environmental benefits of conservation buffers in the United States: Evidence, promise and open questions, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 112, 249–260
 96. Lowrance R., Altier L., Newbold J.D., Schnabel R.R., Groffman P.M., Denver J.M., Correll D.L., Gilliam J.W., Robinson J., Brinsfield B.R., Staver K.W., Lucas W., Todd A.H. (1997) Water quality functions of riparian forest buffers in Chesapeake Bay watersheds, *Environmental Management*, 21, 5, 687-712
 97. Lyons J., Thimble S.W., Paine L.K. (2000) Grass Versus Trees: Managing Riparian Areas To Benefit Streams of Central North America, *Journal of the American Water Resources Association*, 36, 4, 919 – 930
 98. Malczewski J. (2006) GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature, *International Journal of Geographical Information Science*, 20, 7, 703-726
 99. Markuš M. (2006) Analysis of the changes in floods on small watersheds in northeastern Illinois, *Vodoprivreda*, 38, 1-3, 131-140
 100. Martins E.S., Stedinger J.R. (2000) Generalized maximum-likelihood generalized extreme-value quantile estimators for hydrologic data, *Water Resources Research*, 36, 3, 737-744

- 101.Masilamani P., Santhana Bosu S., Annadurai K. (2003) Bio-drainage for degraded drainage problem lands, LEISA India, 5, pp.19
- 102.Mayer P., Reynolds S., Canfield T. (2005) Riparian Buffer Width, Vegetative Cover, and Nitrogen Removal Effectiveness: A Review of Current Science and Regulations, U.S. Environmental Protection Agency, Ada, Oklahoma
- 103.Mendas A., Delali A. (2012) Integration of MultiCriteria Decision Analysis in GIS to develop land suitability for agriculture: Application to durum wheat cultivation in the region of Mleta in Algeria, Computers and Electronics in Agriculture, 83, 117–126
- 104.Mijatović B., Jovanović B., Miljković N., Putarić V., Stojiljković D., Zdravić M. (1995) Osnovne prirodne odlike meliorativnog područja, U: Hidrotehničke melioracije u Vojvodini, Poljoprivredni fakultet, Institut za uređenje voda, Novi Sad, 1-20
- 105.Milić M.R., Župac G.Ž. (2012) An objective approach to determining criteria weights. Vojnotehnički glasnik, 60(1), 39-56.
- 106.Miljković N. (2005) Meliorativna pedologija, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Departman za uređenje voda, JVP "Vode Vojvodne", Novi Sad, pp. 550
- 107.Mountford J.O., Sheail J. (1984) Effects of drainage on natural vegetation. In: *Agriculture and the environment*, Cambridge, NERC/ITE, 98-101
- 108.Munoz-Carpena R., Parsons J.E., Gilliam J.W. (1999) Modeling hydrology and sediment transport in vegetative filter strips, Journal of Hydrology, 214, 111-129.
- 109.Muscutt A.D., Harris G.L., Bailey S.W., Davies D.B. (1993) Buffer zones to improve water quality: a review of their potential use in UK agriculture, Agriculture, ecosystems & environment, 45,1, 59-77
- 110.Nakao M., Sohngen B., Brown L., Leeds R. (1999) The Economics of Vegetative Filter Strips, AE-0006, The Ohio State University Extension Service, Agricultural Economics. <http://ohioline.osu.edu/ae-fact/0006.html>
- 111.Nestorov I., Protić D. (2006) Implementation of the CORINE Land Cover project in Serbia and Montenegro, Geodetska služba, 35, 105, 25-29.
- 112.Niemel J., Young J., Alard D., Askasibar M., Henle K., Johnson R., Kurttila M., Larsson T.B., Matouch S., Nowicki P., Paiva R., Portoghesi L., Smulders R., Stevenson A., Tartes U., Watt A. (2005) Identifying, managing and monitoring conflicts between forest biodiversity conservation and other human interests in Europe, Forest Policy and Economics, 7, 877–890
- 113.North Carolina Division of Energy, Mineral and Land Resources (2007) Restored Riparian Buffer, Stormwater Best Management Practices Manual, Chapter 15. <http://portal.ncdenr.org/>
- 114.Oosterbaan R.J. (1994) Agricultural Drainage Criteria, In: H.P.Ritzema (Ed.), Drainage Principles and Applications. International Institute for Land Reclamation and Improvement

- (ILRI), Publication 16, second revised edition, Wageningen, The Netherlands. ISBN 90 70754 3 39
- 115.Orlović S., Klašnja B., Poljaković Pajnik L. (1997) Transpiracija stabala topola kao značajan faktor u poboljšanju kvaliteta životne sredine, Eko-konferencija 97, Zaštita životne sredine gradova i prigradskih naselja, Ekološki pokret grada Novog Sada, 265-269
- 116.Osborne L.L., Kovacic D.A. (1993) Riparian vegetated buffer strips in water-quality restoration and stream management, *Freshwater biology*, 29, 2, 243-258.
- 117.Parkyn S. (2004) Review of riparian buffer zone effectiveness, Ministry of Agriculture and Forestry, Wellington, (No. 2004-2005)
- 118.Patil B.N., Patil S.G., Hebbara M., Manjunatha M.V., Gupta R.K., Minhas P.S. (2005) Bioameliorative role of tree species in salt-affected vertisols of India, *Journal of Tropical Forest Science* 17(3): 346-354
- 119.Patty, L., Real B., Gril J.J. (1997) The use of grassed buffer strips to remove pesticides, nitrate and soluble phosphorus compounds from runoff water. *Pesticide Science* 49(3): 243-251.
- 120.Pavić D., Mesaroš M., Stojanović V. (2012) Melioracione mere odvodnjavanja kao faktor geografske transformacije predela u aluvijalnim ravnima Dunava i Tise u Bačkoj. *Zbornik radova - Geografski fakultet Univerziteta u Beogradu*, (60), 131-144
- 121.Phua M. H., Minowa M. (2005) A GIS-based multi-criteria decision making approach to forest conservation planning at a landscape scale: a case study in the Kinabalu Area, Sabah, *Malaysia Landscape and Urban Planning*, 71 (2-4), 207–222
- 122.Potkonjak S., Škorić M. (2007) Finansiranje sistema za odvodnjavanje sa posebnim osvrtom na drenažu. *Agroekonomika*, 36, 180-186.
- 123.Prohaska S., Isailović D., Majkić B., Arsić M. (2007) Metodologija za izradu vodoprivrednog bilansa Srbije, *Vodoprivreda*, 39, 229-230, 253-274
- 124.Prohaska S., Ristić V. (2002) Hidrologija kroz teoriju i praksu, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, str.580
- 125.Qiu Z., Prato T. (1998) Economic evaluation of riparian buffers in an agricultural watershed, *Journal of the American water resources association*, 34, 4, 877-890
- 126.Radojević R., Ercegović Đ., Gligorević K., Pajić M. (2010) Uređenje prevlaženih zemljišta teškog mehaničkog sastava po dubini, *Savremena poljoprivredna tehnika*, 36, 2, 117-128
- 127.Rajić M., Rajić M. (2004) Vodni bilans zemljišta Vojvodine, *Poljoprivreda između suša i poplava*, Poljoprivredni fakultet, Departman za uređenje voda, Novi Sad, 1-7
- 128.Rajković M. (2009) Korišćenje biotehničkih mera na sistemima za odvodnjavanje Vojvodine, *Melioracije 09 : tematski zbornik radova*, str. 19-26, Poljoprivredni fakultet, departman za uređenje voda, Novi Sad
- 129.Rajković M., Belić S. (2008) Prilagođavanje melioracija zahtevima zaštite životne sredine, *Melioracije 08*, 1-8, Poljoprivredni fakultet, Departman za uređenje voda, Novi Sad

130. Rajković M., Belić S. (2008) a Potreba za promenama u konvencionalnim melioracijama, Voda 2008, 45-50, Mataruška Banja.
131. Rajković M., Bezdan A. (2009) Simulacije različitih uslova tečenja na sistemu za odvodnjavanje plavna, Melioracije 9, Poljoprivredni fakultet, Institut za uređenje voda, Novi Sad, 27-31
132. Rajković Milica (2007) Primena alternativnih pristupa za očuvanje kvaliteta voda – biodrenaža i zaštitni pojasevi, Smotra naučnih radova studenata agronomije sa međunarodnim učešćem, Zbornik radova, Vol. 5, br. 5, str 5-11, Agronomski fakultet, Čačak, ISSN 1450-7323
133. Ram J., Dagar J. C., Singh G., Lal K., Tanwar V.S., Shoeran S.S., Kaledhonkar M.J., Dar S.R., Kumar M. (2008) Biodrainage Eco-Friendly Technique for Combating Waterlogging & Salinity, Technical Bulletin: CSSRI/Karnal/9/2008, Central Soil Salinity Research Institute, Karnal, India, pp 24
134. Ram J., Dagar J.C., Lal K., Singh G., Toky O.P., Tanwar V.S., Dar S.R., Chauhan M.K. (2011) Biodrainage to combat waterlogging, increase farm productivity and sequester carbon in canal command areas of northwest India, Current science, Vol. 100, No 11
135. Ram J., Garg V.K., Toky O.P., Minhas P.O., Tomar O.S., Dagar J.C., Kamra S.K. (2007) Biodrainage potential of Eucalyptus tereticornis for reclamation of shallow water table areas in north-west India, Agroforest System, 69:147:165
136. Reidsma P., Tekelenburg T., Van den Berg M., Alkemade R. (2006) Impacts of land-use change on biodiversity: An assessment of agricultural biodiversity in the European Union, Agriculture, Ecosystems and Environment, 114, 86–102
137. Ristić R., Letić Lj., Đeković V. (2004) Šumski pojasevi i zaštita površinskih voda, Konferencija Jugoslovenskog društva za zaštitu voda, 47-52
138. Scheumann W., Freisem C. (2001) The Forgotten Factor: Drainage Its Role for Sustainable Agriculture, German Development Institute, Bonn
139. Scheumann W., Freisem C. (2002) The role of drainage for sustainable agriculture, Journal of Applied Irrigation Science, 37, 1, 33 - 61
140. Schmitt T.J., Dosskey M.G., Hoagland K.D. (1999) Filter strip performance and processes for different vegetation, widths, and contaminants, Journal of Environmental Quality, 28, 5, 1479-1489.
141. Schultz R.C., Isenhardt T.M., Simpkins W.W., Colletti J.P. (2004) Riparian forest buffers in agroecosystems – lessons learned from the Bear Creek Watershed, Central Iowa, USA, Agroforestry Systems, 61, 35–50.
142. Schultz R.C., Wray P.H., Colletti J.P., Isenhardt T., Rodrigues C.A., Kuehl A. (1996) Stewards of our streams: Buffer strip design, establishment and maintenance, Iowa State University, University Extension

- 143.Schulz R.C., Tufekcioglu A., Isenhardt T.M., Colletti J.P., Raich J.W., Simpkins W.W. (2005) Designing Riparian Buffers to Improve their Function, *European Water*, 11/12, 47-53
- 144.Shakya S.K., Singh J.P. (2010) New drainage technologies for salt-affected waterlogged areas of southwest Punjab, India, *Current science*, 99(2), 204-212
- 145.Shaoli W., Xiugui W., Brown L.C., Xingye Q. (2007) Current Status and Prospects of Agricultural Drainage in China, *Irrigation and Drainage*, 56:47–58
- 146.Shaw D.L. (1988) The Design and Use of Living Snow Fences in North America, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 22/23, 215-228, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, Netherlands
- 147.Silberstein R.P., Bartle G.A., Salama R.B., Hatton T.J., Reggiani P., Hodgson G., Williamson D.R., Lambert P. (2002) Mechanisms and control of water logging and groundwater flow in the Ucarro sub-catchment, *Agricultural Water Management*, 53(1-3), 227-257
- 148.Singh G., Bhati M. (2008) Changing effluent chemistry affect survival, growth and physiological function of *Acacia nilotica* seedlings in northwestern region of India, *Environmentalist*, 28, 175–184
- 149.Slawski T., Dosskey M.G., Schultz D., Isenhardt, T. (1997) Managing the Water's Edge Making Natural Connections, Southeastern Wisconsin Regional Planning Commission, <http://www.spa.usace.army.mil/>
- 150.Sloots K., Vlies A.W. (2006) Emmision Reduction by Multipurpose Buffer Strips on Arable Fields, *IWA DipCon2006*, C – 99
- 151.Smedema B. (1997) Biological drainage: Myth or opportunity? *GRID Issue* 11, p. 3
- 152.Smedema L.K. (2007) Revising currently applied pipe drain depths for waterlogging and salinity control of irrigated land in the (semi) arid zone, *Irrigation and drainage*, 56, 379-387
- 153.Smith M. (1992) Vegetative Filter Strips for Improved Water Quality, Pm-1507, Iowa state, University Extension, Ames, Iowa
- 154.Smith M. (2000) Vegetative Filter Strips for Improved Surface Water Quality, (PM1507) Department of Agronomy, Iowa State University. University Extension. <http://www.extension.iastate.edu/Publications/PM1507.pdf>
- 155.Srđević B. (2005) Nepristrasna ocena značaja kriterijuma u višekriterijumskoj optimizaciji, *Vodoprivreda*, 37, 1-3, 53-58
- 156.Srđević B., Medeiros Y., da Faria A. S., Schaer M. (2003) Objective evaluation of performance criteria for a reservoir system, *Vodoprivreda*, 35, 3-4, 163-176
- 157.Srđević B., Srđević Z., Kolarov V. (2004) Direktno višekriterijumsko vrednovanje tehnologija navodnjavanja, *Poljoprivreda između suša i poplava*, Poljoprivredni fakultet, Institut za uređenje voda, Novi Sad, 117-125

- 158.Stojšić M. (1987) Vodoprivredna osnova Vojvodine, Deo IV – Hidrotehnočke melioracije, Poglavlje 1 – Odvodnjavanje, Poljoprivredni fakultet, OOUR Naučno-obrazovni Institut za uređenje voda, Novi Sad, str. 300
- 159.Stojšić M. (1977) Odvodnjavanje ravničarskog dela Vojvodine, Vodoprivreda, 45-46, 19-23
- 160.Sugg Z. (2007) Assessing U.S. Farm Drainage: Can GIS Lead to Better Estimates of Subsurface Drainage Extent?, World Resources Institute, Washington, DC. <http://www.wri.org>
- 161.Syversen N. (2005) Effect and design of buffer zones in the Nordic climate: The influence of width, amount of surface runoff, seasonal variation and vegetation type on retention efficiency for nutrient and particle runoff, Ecological Engineering 24, 483–490
- 162.Szabados K., Bošnjak T., Tucakov M., Kicošev V. (2011) Značaj hidrološke mreže Vojvodine za očuvanje biološke raznolikosti, Melioracije 11, Poljoprivredni fakultet, Institut za uređenje voda, Novi Sad, 207-214
- 163.Škorić M. (2002) Odvodnjavanje i navodnjavanje kao osnov sigurne poljoprivredne proizvodnje. Traktori i pogonske mašine, 7(5), 36-42
- 164.Škorić M. (2000) Uzroci poplava od unutrašnjih voda u Vojvodini, Poplave od unutrašnjih voda, Tematski zbornik radova, str. 1-12, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- 165.Škorić M., Stojšić M., Tabakov J., Rajić M., Belić S., Belić A., Pokrić V., Srđević B., Zoranović T., Potkonjak S., Conić J. (1995) Navodnjavanje u Vojvodini, U: Hidrotehničke melioracije u Vojvodini, str. 93-124, Poljoprivredni fakultet, Institut za uređenje voda, Novi Sad
- 166.Tabakov J. (2002) Vertikalna drenaža kao način odvodnjavanja vodoleži, Melioracije i poljoprivreda, Poljoprivredni fakultet, Departman za uređenje voda, Novi Sad, 90-97
- 167.Tabakov J., Benka P. (2002) Neke vrste vertikalne drenaže kao moguće rešenje u odvodnjavanju vodoleži, Melioracije i poljoprivreda, Poljoprivredni fakultet, Departman za uređenje voda, Novi Sad, 98-104
- 168.Thorburn P.J., George R.J. (1999) Interim guidelines for revegetating areas with shallow saline water tables. Agroforestry over shallow water tables, Water and Salinity Issues in Agroforestry No.4, RIRDC Publication No. 99/36. RIRDC Project No. WS 967-7, 12-17
- 169.Toky O.P., Angrish R., Datta K.S., Arora V., Rani C., Vasudevan P., Harris P.J.C. (2011) Biodrainage for preventing waterlogging and concomitant wood yields in arid agro-ecosystems in North-Western India, Journal of Scientific & Industrial Research, 70, 639-644
- 170.Tomić Z., Rakonjac Lj., Veselinović M., Nevenić R. (2011) – Izbor vrsta I nižih taksona za pošumljavanje I melioracije, U: Izbor vrsta za pošumljavanje i melioracije u centralnoj Srbiji, Institut za šumarstvo, Beograd, 149-173
- 171.Turajlić S. i sar. (1951) Hidrotehničke melioracije u R Srbiji. Beograd: Institut za vodnu privredu R Srbije, 314

172. Uusi-Kamppa J., Braskerud B., Jansson H., Syversen N., Uusitalo R. (2000) Buffer zones and constructed wetlands as filters for agricultural phosphorus, *Journal of Environmental Quality*, 29, 1, 151-158.
173. Van der Molen W.H., Martinez Beltran J., Ochs W.J. (2007) Guidelines and computer programs for the planning and design of land drainage systems, FAO irrigation and drainage paper No. 62, Rome, ISBN 978-92-5-105670-7
174. Veldman W., Augusijn D., Huthoff F., Visser M. (2007) Effect of vegetation growth in drainage canals on water management, In: Fifth International Symposium on Environmental Hydraulics, Tempe, Arizona (EUA), 4-7 Decembar
175. Vidon P., Hill A.R. (2004) Denitrification and patterns of electron donors and acceptors in eight riparian zones with contrasting hydrogeology, *Biogeochemistry*, 71, 2, 259-283.
176. Virginia Agricultural Cost Share Manual (2014) Section III – VACS Best Management Practices WQ-1 Grass Filter Strips
177. Vought B.M.L., Pinay G., Fuglsang A., Ruffinoni C. (1995) Structure and function of buffer strips from a water quality perspective in agricultural landscapes, *Landscape and urban planning*, 31, 1, 323-331.
178. Williams P., Whitfield M., Biggs J., Bray S., Fox G., Nicolet P., Sear D. (2003) Comparative biodiversity of rivers, streams, ditches and ponds in an agricultural landscape in Southern England, *Biological conservation*, 115, 329-341
179. World reference base for soil resources (1998) FAO, Rome
180. Zaimes G.N., Schultz R.C., Isenhardt T.M. (2006) Riparian Land Uses and Precipitation Influences on Stream Bank Erosion in Central Iowa, *Journal of the American Water Resources Association (JAWRA)* 42, 1, 83-97
181. Zdravić M., Belić S. (1999) Potreba za meliorisanjem vodoleža na poljoprivrednom zemljištu, U: *Zaštita životne sredine gradova i prigradskih naselja*, Novi Sad, 317-322
182. Zdravić M., Belić S., Benka P. (2002) Zbijenost zemljišta kao uzrok pojave vodoleža, *Traktori i pogonske mašine*, 7(3), 79-82
183. Živković B., Nejgebauer V., Tanasijević Dj., Miljković N., Stojković L., Drezgić P. (1972) *Zemljišta Vojvodine*, Institut za poljoprivredna istraživanja, Novi Sad, pp. 685.
184. *** Pravilnik o kategorizaciji zaštićenih prirodnih dobara, *Sl. glasnik RS*, br. 30/92
185. *** Zakon o javnim putevima, „*Sl. glasnik RS*“, br. 101/2005, 123/2007, 101/2011, 93/2012
186. *** Zakon o poljoprivrednom zemljištu, „*Sl. glasnik RS*“, br. 62/2008, 65/2008, 41/2009
187. *** Zakon o prostornom planiranju, „*Sl. glasnik RS*“, br. 88/2010
188. *** Zakon o šumama, „*Sl. glasnik RS*“, br. 30/2010
189. *** Zakon o vodama, „*Sl. glasnik RS*“, br. 30/2010
190. *** Zakon o zaštiti prirode, „*Sl. glasnik RS*“, br. 36/2009, 88/2010 i 91/2010
191. *** Zakon o zaštiti životne sredine, „*Sl. glasnik RS*“, br. 135/2004, 36/2009, 72/2009

- 192.Meiresonnea L., Nadezhdinb N., Cermakb J., Van Slyckena J., Ceulemans R. (1999) Measured sap flow and simulated transpiration from a poplar stand in Flanders (Belgium), *Agricultural and Forest Meteorology*, 96, 165-179
- 193.Fischera M., Trnka M., Kučea J., Deckmyn G., Orsag M., Sedlak P., Žalud Z., Ceulemans R. (2013) Evapotranspiration of a high-density poplar stand in comparison with a reference grass cover in the Czech–Moravian Highlands, *Agricultural and Forest Meteorology*, 181, 43– 60

PRILOZI

Spisak prologa:

PRILOG 1.	Strana
101. Zapadna Bačka. Sombor	134
102. Severna Bačka. Subotica	134
103. Senta. Senta	135
104. Krivaja. Bačka Topola	136
105. Srednja Bačka. Bečej	136
106. Bačka. Vrbas	137
107. Dunav. Bačka Palanka	138
108. Šajkaška. Novi Sad	139
109. Gornji Banat. Kikinda	140
110. Srednji Banat. Zrenjanin	142
111. Tamiš-Dunav. Pančevo	143
112. Podunavlje. Kovin	144
113. Južni Banat. Vršac	145
114. Ušće. Bela Crkva	146
115. Galovica. Zemun	147
116. Bosut. Sremska Mitrovica	147
117. Podrinje. Šabac	148

PRILOG 2.	Strana
201. Zapadna Bačka. Sombor	149
202. Severna Bačka. Subotica	150
203. Senta. Senta	150
204. Krivaja. Bačka Topola	151
205. Srednja Bačka. Bečej	151
206. Bačka. Vrbas	152
207. Dunav. Bačka Palanka	153
208. Šajkaška. Novi Sad	154
209. Gornji Banat. Kikinda	155
210. Srednji Banat. Zrenjanin	157
211. Tamiš-Dunav. Pančevo	158
212. Podunavlje. Kovin	159
213. Južni Banat. Vršac	160
214. Ušće. Bela Crkva	161
215. Galovica. Zemun	162

216. Bosut. Sremska Mitrovica	162
217. Podrinje. Šabac	163

PRILOG 3.

Strana

301. Zapadna Bačka. Sombor	164
302. Severna Bačka. Subotica	165
303. Senta. Senta	165
304. Krivaja. Bačka Topola	166
305. Srednja Bačka. Bečej	167
306. Bačka. Vrbas	167
307. Dunav. Bačka Palanka	168
308. Šajkaška. Novi Sad	169
309. Gornji Banat. Kikinda	171
310. Srednji Banat. Zrenjanin	172
311. Tamiš-Dunav. Pančevo	174
312. Podunavlje. Kovin	175
313. Južni Banat. Vršac	175
314. Ušće. Bela Crkva	177
315. Galovica. Zemun	178
316. Bosut. Sremska Mitrovica	178
317. Podrinje. Šabac	179

*** NAPOMENA:**

U prilogima su korišćene sledeće skraćenice:

q – Hidromodul odvodnjavanja (l/s/ha)

Q_{cs} – Ukupan kapacitet crpne stanice (m³/s)

BT mere – Biotehničke mere

pp 5g – Povratni period 5 godina

pp 10g – Povratni period 10 godina

pp 20g – Povratni period 20 godina

Prilog 1.

101. Zapadna Bačka. Sombor

Naziv sistema	Ukupna površina sistema (ha)	q l/s/ha	Q _{cs} (m ³ /s)	Ukupna dužina kanala (km)	Srednje rezerve u zemljištu (mm)	Viškovi kada su rezerve u zemljištu svedene na 80mm pp 5g (mm)	Viškovi kada su rezerve u zemljištu svedene na 80mm pp 10g (mm)	Viškovi kada su rezerve u zemljištu svedene na 80mm pp 20g (mm)	Srednji višak vode za pp 5g (mm)	Srednji višak vode za pp 10g (mm)	Srednji višak vode za pp 20g (mm)
Žarkovac	3894	0,55	1,20	32,7	11,7	138	165	191	100	128	154
Apatin 9-3	4095	0,75	1,20	34,5	8,4	148	175	196	144	171	192
Barački Dunavac	22	0,00	-	0,0	9,5	147	164	197	132	149	182
Bezdan Ostrvo I	1210	0,90	-	30,6	6,8	146	170	193	158	182	204
Bezdan Ostrvo II	652	0,90	-	30,6	9,5	147	164	196	132	149	182
Bezdan-Bački Breg	4070	0,90	1,45	43,9	9,1	143	168	193	132	157	182
Bezdan-Bački Monoštor I	960	0,30	-	0,0	8,5	148	174	196	142	169	191
Bezdan-Bački Monoštor II	550	0,30	-	0,0	9,3	147	164	197	134	152	184
DTD-Bukovac	2813	0,46	-	0,0	8,5	148	175	196	142	169	191
Kendjija	2202	0,30	0,90	23,5	8,6	140	160	188	134	154	182
Keverča	8045	0,75	5,00	91,6	7,2	145	172	193	153	180	201
Kučka 9-5	2193	0,74	2,40	44,3	8,7	147	166	196	140	159	189
Kupusina 9-6	5060	0,25	0,60	64,5	7,6	148	174	195	152	178	199
Miletić Čičovi	4167	0,05	-	2,4	12,9	136	164	191	87	114	142
Plazović	10893	0,46	-	73,5	9,2	141	167	190	129	154	178
Prigrevica	1981	1,30	-	19,7	7,5	148	175	195	153	179	200
Ruski Krstur	1640	0,00	-	0,0	7,0	145	172	192	154	181	202
Severna Jegrička	16296	0,50	-	256,0	8,1	144	171	193	143	170	192
Severna Mostonga	54036	0,30	-	338,6	11,4	138	165	191	104	131	157
Siga-Kazuk	4762	0,46	-	18,1	8,0	145	170	194	145	170	194
Sončanski rit	3180	0,33	2,50	48,4	6,6	145	171	192	160	185	207
Srpski Miletić	1537	0,08	-	8,0	7,3	146	173	194	153	180	201

Stapar	3589	0,17	-	72,4	7,1	146	172	193	154	181	202
Svilojevo-Sonta	6604	0,57	-	49,7	8,5	148	175	196	143	170	191
Telečka-Istočna Gradina	23746	0,21	-	69,1	8,4	144	170	193	140	167	189

102. Severna Bačka. Subotica

Naziv sistema	Ukupna površina sistema (ha)	q l/s/ha	Q _{cs} (m ³ /s)	Ukupna dužina kanala (km)	Srednje rezerve u zemljištu (mm)	Viškovi kada su rezerve u zemljištu svedene na 80mm pp 5g (mm)	Viškovi kada su rezerve u zemljištu svedene na 80mm pp 10g (mm)	Viškovi kada su rezerve u zemljištu svedene na 80mm pp 20g (mm)	Srednji višak vode za pp 5g (mm)	Srednji višak vode za pp 10g (mm)	Srednji višak vode za pp 20g (mm)
Čik 1	48982	0,46	-	0,00	8,6	124	152	178	118	146	172
Čik 2	15415	0,46	-	0,00	12,7	127	153	180	80	106	132
Kereš	41295	0,28	0,80	100,0	6,9	122	153	178	133	164	188

103. Senta. Senta

Naziv sistema	Ukupna površina sistema (ha)	q l/s/ha	Q _{cs} (m ³ /s)	Ukupna dužina kanala (km)	Srednje rezerve u zemljištu (mm)	Viškovi kada su rezerve u zemljištu svedene na 80mm pp 5g (mm)	Viškovi kada su rezerve u zemljištu svedene na 80mm pp 10g (mm)	Viškovi kada su rezerve u zemljištu svedene na 80mm pp 20g (mm)	Srednji višak vode za pp 5g (mm)	Srednji višak vode za pp 10g (mm)	Srednji višak vode za pp 20g (mm)
Bud_ak sliv III	16181	0,00	-	0,0	12,3	117	141	167	73	98	124
Horgoško-Martonoški rit sliv XII	3698	0,80	2,00	45,4	8,1	127	156	181	126	155	180
Horgoško-Martonoški sliv XI	9046	0,80	2,00	45,4	7,1	124	154	178	133	162	187
Kaloča sliv V	18411	0,36	0,45	27,7	10,6	121	147	173	95	121	147
Kanjiški rit sliv X	2688	0,60	0,60	58,6	8,4	129	157	182	125	153	178
Makoš sliv VI	270	0,44	0,16	1,1	9,9	119	143	163	100	124	144

Molski rit sliv II	2983	0,50	1,25	31,7	10,8	116	139	163	88	111	135
Mrtva Tisa naspram _ale	202	0,00	-	0,0	8,9	121	149	173	112	140	164
Senčanski rit sliv VII	4176	0,61	2,00	74,4	8,2	126	154	179	125	153	178
Stari Kereš sliv IX	3086	0,70	-	8,1	7,8	127	156	181	129	158	183

104. Krivaja. Bačka Topola

Naziv sistema	Ukupna površina sistema (ha)	q l/s/ha	Q _{cs} (m ³ /s)	Ukupna dužina kanala (km)	Srednje rezerve u zemljištu (mm)	Viškovi kada su rezerve u zemljištu svedene na 80mm pp 5g (mm)	Viškovi kada su rezerve u zemljištu svedene na 80mm pp 10g (mm)	Viškovi kada su rezerve u zemljištu svedene na 80mm pp 20g (mm)	Srednji višak vode za pp 5g (mm)	Srednji višak vode za pp 10g (mm)	Srednji višak vode za pp 20g (mm)
Beljanska bara	33494	0,46	-	1,5	12,8	120	145	171	72	97	123
Krivaja 1	43441	0,46	-	231,9	8,3	126	154	179	123	152	177
Krivaja 2	73295	0,46	-	231,9	10,0	130	156	180	111	136	160

105. Srednja Bačka. Bečej

Naziv sistema	Ukupna površina sistema (ha)	q l/s/ha	Q _{cs} (m ³ /s)	Ukupna dužina kanala (km)	Srednje rezerve u zemljištu (mm)	Viškovi kada su rezerve u zemljištu svedene na 80mm pp 5g (mm)	Viškovi kada su rezerve u zemljištu svedene na 80mm pp 10g (mm)	Viškovi kada su rezerve u zemljištu svedene na 80mm pp 20g (mm)	Srednji višak vode za pp 5g (mm)	Srednji višak vode za pp 10g (mm)	Srednji višak vode za pp 20g (mm)
Bečejski	2338	0,46	-	0,0	8,9	114	138	159	105	129	150
Bečejski Donji veliki rit	2098	0,25	5,50	51,4	7,7	128	154	175	131	157	178
Biserno Ostrvo	1954	0,25	-	49,1	6,9	130	156	176	141	167	187
Koštanica	243	0,00	-	0,0	14,8	117	141	169	49	73	101
Mrtva Tisa	308	0,00	-	0,0	6,9	129	154	175	140	165	186
Perlek -	4532	0,56	1,50	97,4	7,6	128	154	174	132	158	178

Medenjača - Mali rit											
Turija - Nadalj - Bačko Gradište	2593	0,46	-	10,9	7,3	129	155	175	136	162	182
Turija Nadalj I	5917	0,25	-	24,0	8,7	127	152	174	119	145	166
Turija-Nadalj II	968	0,25	-	24,0	7,3	129	155	175	136	162	182
Ugarnice	1479	0,00	-	0,0	15,3	116	140	169	43	67	96

106. Bačka. Vrbas

Naziv sistema	Ukupna površina sistema (ha)	q l/s/ha	Q _{cs} (m ³ /s)	Ukupna dužina kanala (km)	Srednje rezerve u zemljištu (mm)	Viškovi kada su rezerve u zemljištu svedene na 80mm pp 5g (mm)	Viškovi kada su rezerve u zemljištu svedene na 80mm pp 10g (mm)	Viškovi kada su rezerve u zemljištu svedene na 80mm pp 20g (mm)	Srednji višak vode za pp 5g (mm)	Srednji višak vode za pp 10g (mm)	Srednji višak vode za pp 20g (mm)
Jegrička	13904	0,27	-	223,3	7,4	136	163	183	143	169	190
Jegrička 2	5128	0,27	-	223,3	8,4	127	153	174	123	149	170
Jegrička 3	3631	0,27	-	223,3	7,3	149	179	203	156	186	210
Kosančić III-23	1634	0,00	-	0,0	7,2	129	155	175	137	163	183
Kucura K-IV	5815	0,55	-	80,0	7,5	128	154	175	133	159	179
Kula-Crvenka	15715	0,55	-	167,0	8,1	141	168	190	140	166	188
Ruski Krstur III-26	2521	0,00	-	0,0	6,9	135	161	181	145	172	192
Savino Selo K-IV	667	0,25	-	40,0	7,3	129	155	175	136	162	182
Sistem BB	4324	0,00	-	0,0	8,8	127	152	174	119	145	166
Sistem KC-III	9819	0,00	-	0,0	7,4	132	159	179	139	165	185
Sistem KK-II	405	0,00	-	0,0	11,3	108	131	154	76	98	121
Sistem S-I	6239	0,00	-	0,0	7,2	146	173	194	154	181	202
Sistem SV	3204	0,00	-	0,0	8,0	127	153	174	127	153	174
Vrbas	5731	0,55	-	38,0	12,7	274	318	352	227	271	305
Vrbas-Kula	9869	0,55	-	38,0	8,2	126	152	173	124	150	171

107. Dunav. Bačka Palanka

Naziv sistema	Ukupna površina sistema (ha)	q l/s/ha	Q _{cs} (m ³ /s)	Ukupna dužina kanala (km)	Srednje rezerve u zemljištu (mm)	Viškovi kada su rezerve u zemljištu svedene na 80mm pp 5g (mm)	Viškovi kada su rezerve u zemljištu svedene na 80mm pp 10g (mm)	Viškovi kada su rezerve u zemljištu svedene na 80mm pp 20g (mm)	Srednji višak vode za pp 5g (mm)	Srednji višak vode za pp 10g (mm)	Srednji višak vode za pp 20g (mm)
Čelarevo	1442	0,20	-	5,9	7,3	154	180	201	161	187	208
Bačka Palanka Grad	675	0,00	-	0,0	7,3	149	171	187	156	178	194
Bački Petrovac	2864	0,30	-	32,7	7,3	162	195	222	169	202	229
Bačko Novo Selo Rit	573	1,00	0,60	29,6	10,7	145	169	188	118	142	162
Begeč	139	0,46	-	0,8	7,3	162	195	222	169	202	229
Begeč - Gložan	4736	0,42	2,00	59,6	7,3	162	194	221	169	201	228
Belo Polje	5258	0,00	-	0,0	6,9	148	174	194	159	185	205
Bogojevo	2809	0,94	2,64	53,7	6,7	145	171	192	158	184	205
Despotovo - Silbaš	20915	0,10	1,00	203,6	7,3	153	184	209	160	191	216
Dragovo	3348	0,30	-	7,7	7,3	162	195	222	169	202	229
Šukavica	1260	0,10	-	3,4	8,4	149	172	189	145	167	185
Karađorđevo	2445	0,44	-	14,5	7,0	149	171	187	160	182	198
Karavukovo	3002	0,46	-	0,0	9,2	146	173	195	135	162	184
Labudnjača	5502	0,73	4,00	138,8	9,4	151	170	202	137	157	188
Mandra (Fatov)	7120	0,10	0,80	14,7	7,8	149	173	192	150	175	193
Mladenovo	1739	0,79	1,55	29,3	6,5	149	170	186	164	186	202
Nova Palanka	2752	0,73	-	35,2	7,3	149	171	187	156	178	194
Nova Palanka Rit	1127	0,95	1,25	29,9	7,9	149	171	188	150	172	189
Odžaci	5478	0,20	-	53,7	9,0	179	211	237	169	200	226
Plavna	12463	0,58	7,00	196,4	7,1	145	172	192	154	181	201
Ristovača - Drža	8358	0,10	-	28,8	8,4	144	172	194	141	168	191
Tamana-Pavlovac	6182	0,75	0,60	19,8	7,3	154	180	200	161	187	207
Tovariševo - Gajdobra	7612	0,66	-	70,6	7,7	161	194	221	163	196	224

Tovariševo - Obrovac	7017	0,56	-	50,2	7,4	151	175	194	157	181	200
----------------------	------	------	---	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

108. Šajkaška. Novi Sad

Naziv sistema	Ukupna površina sistema (ha)	q l/s/ha	Q _{cs} (m ³ /s)	Ukupna dužina kanala (km)	Srednje rezerve u zemljištu (mm)	Viškovi kada su rezerve u zemljištu svedene na 80mm pp 5g (mm)	Viškovi kada su rezerve u zemljištu svedene na 80mm pp 10g (mm)	Viškovi kada su rezerve u zemljištu svedene na 80mm pp 20g (mm)	Srednji višak vode za pp 5g (mm)	Srednji višak vode za pp 10g (mm)	Srednji višak vode za pp 20g (mm)
Žabalj	11813	0,78	-	194,0	7,9	136	164	188	138	165	189
Žabalj-Mesto	3404	0,46	-	40,4	7,3	158	191	217	165	198	224
Đurđevo	2114	0,63	1,40	0,0	8,4	130	157	181	127	153	177
Dunavac	11003	0,65	2,78	85,8	7,3	162	195	222	169	202	229
Dunav-Srem	33992	0,00	-	168,4	7,6	154	182	204	159	186	208
Futog	3643	0,60	0,75	37,9	7,3	162	195	222	169	202	229
Kalište	5263	1,86	4,06	0,0	7,3	162	195	222	169	202	229
Kovilj	3255	1,04	3,50	59,8	7,3	162	195	222	169	202	229
Lok	6143	0,60	2,78	76,9	7,3	151	182	207	158	189	214
Mošorin	1525	0,76	1,40	26,1	8,0	131	157	180	131	158	181
NN 31	2604	0,00	-	0,0	7,3	162	195	222	169	202	229
Novi Sad	1775	0,00	-	0,0	6,3	127	156	179	145	173	196
OKM	1138	0,00	-	0,0	7,3	162	195	222	169	202	229
Ravno-DTD	1180	0,46	-	46,4	11,5	281	328	367	246	294	332
Ravno-Jegrička	5767	0,46	-	46,4	7,3	149	179	204	156	186	211
Rumenka	1038	0,00	-	0,0	7,3	162	195	222	169	202	229
Sajlovo	886	0,60	0,66	9,1	7,3	162	195	222	169	202	229
Stara Tisa - Bačkogradištanski rit	4666	0,60	-	19,4	8,5	126	152	174	121	147	169
Stepanovićevo-DTD	5279	0,46	-	115,0	7,3	162	195	222	169	202	229
Stepanovićevo-Jegrička	12305	0,46	-	115,0	7,3	156	188	213	163	195	220

Telep	557	0,60	0,44	9,8	7,3	162	195	222	169	202	229
Temerin	12789	0,46	-	146,5	7,3	156	188	214	163	195	221
Temerin - Gospođinci	9693	0,60	-	48,2	7,3	162	195	222	169	202	229
Titel	3729	0,65	2,35	73,5	7,4	132	159	181	139	165	187
Titelski breg	8445	0,00	-	0,0	7,7	133	159	182	136	163	185
Veternik	1458	0,63	0,63	20,0	7,3	162	195	222	169	202	229
Vizić	2912	0,60	0,58	34,2	7,3	162	195	222	169	202	229
Vrbica	11413	0,38	2,78	76,5	7,4	153	185	210	159	190	216

109. Gornji Banat. Kikinda

Naziv sistema	Ukupna površina sistema (ha)	q l/s/ha	Q _{cs} (m ³ /s)	Ukupna dužina kanala (km)	Srednje rezerve u zemljištu (mm)	Viškovi kada su rezerve u zemljištu svedene na 80mm pp 5g (mm)	Viškovi kada su rezerve u zemljištu svedene na 80mm pp 10g (mm)	Viškovi kada su rezerve u zemljištu svedene na 80mm pp 20g (mm)	Srednji višak vode za pp 5g (mm)	Srednji višak vode za pp 10g (mm)	Srednji višak vode za pp 20g (mm)
Čoka II	2279	0,46	-	0,0	8,5	114	137	158	109	132	153
Bašaidsko-Molinski	8010	0,44	3,45	92,0	6,3	116	138	156	134	156	174
Begejski	6370	0,50	-	97,0	6,9	116	137	156	127	149	167
Berski	1369	0,46	-	0,0	8,3	112	135	155	109	132	152
Bočarski	1530	0,60	-	15,0	9,5	114	138	159	99	123	144
Burza	5173	0,60	2,00	87,0	7,3	129	154	175	136	162	182
Crna Bara	1115	0,00	-	0,0	6,4	132	158	179	149	175	196
Šuljmoški	2776	0,48	1,80	66,0	7,4	120	143	161	126	149	167
Šušanj	321	0,46	0,52	5,0	5,5	127	153	172	152	177	197
Galacki	4173	0,60	2,00	65,0	6,8	117	139	157	129	151	169
Glavni-Topolski	22770	0,39	8,00	235,0	6,3	115	137	156	132	154	172
Graničar	916	1,16	1,10	30,0	7,4	122	144	162	128	150	168
Idjoski-Kindja	2827	0,50	-	33,0	9,8	111	135	156	93	116	138
Jazovački	2592	0,50	-	5,0	9,0	114	137	157	105	127	148
Katahat	4953	0,62	1,00	57,0	7,1	119	141	159	128	150	168
Kere bara-	5266	0,73	4,85	94,0	7,7	117	139	158	120	142	161

Djurdjeva bara											
Kerekto-Bočar	16352	0,55	4,00	194,0	7,1	118	140	159	127	150	168
Kindja	1597	0,46	-	8,9	9,6	114	138	159	99	122	143
Kopovo	5050	0,00	-	0,0	8,0	126	152	174	126	152	174
Kumane	5848	0,34	1,62	85,0	6,4	128	154	175	145	171	192
Kumane II	5703	0,00	-	0,0	7,3	128	155	178	135	162	185
Miloševački	2208	0,52	-	26,0	9,7	111	135	157	95	119	140
Mokrinski	8065	0,45	-	99,0	11,3	110	133	156	77	100	123
Monoštorski	1926	1,15	-	10,0	9,3	114	137	158	100	123	145
Nakovski	10326	0,40	-	92,0	10,1	111	134	156	90	113	135
Novi Kneževac	23425	0,56	8,40	288,0	8,0	122	149	172	123	149	172
Pesir	1569	1,05	0,40	19,0	6,7	121	143	160	134	156	174
Retenzija _ala	389	0,00	-	0,0	7,4	127	155	179	133	161	185
retenzija Batka	345	0,00	-	0,0	8,4	121	144	163	116	139	158
Retenzija Bočar	217	0,00	-	0,0	8,6	120	143	163	114	137	157
Retenzija Libe	821	0,00	-	0,0	12,3	114	142	170	71	99	128
retenzija Ljutovo	907	0,00	-	0,0	7,3	129	155	175	136	162	182
Sajanski	1025	0,46	-	0,0	7,1	121	143	161	130	152	170
Sanad-Bud_ak	680	0,00	-	0,0	9,0	118	143	167	107	133	157
Sistem K- III	405	0,00	-	0,0	11,3	108	131	154	76	98	121
Sokolac	3867	0,50	2,30	93,0	5,3	129	154	174	156	181	201
Tašfalski	611	0,70	-	10,0	7,4	114	137	156	120	143	162
Vincaidski	693	0,46	-	0,0	8,4	114	136	157	110	132	152
Vok	578	0,00	-	0,0	9,0	128	157	182	118	147	172
Vranjevo	226	0,39	0,50	4,0	7,3	129	155	175	136	162	182
Zlatički	10957	0,50	4,80	166,0	7,2	116	139	157	125	147	166
Zlatica II	2710	0,00	-	0,0	7,2	117	140	158	125	148	167

110. Srednji Banat. Zrenjanin

Naziv sistema	Ukupna površina sistema (ha)	q l/s/ha	Q _{cs} (m ³ /s)	Ukupna dužina kanala (km)	Srednje rezerve u zemljištu (mm)	Viškovi kada su rezerve u zemljištu svedene na 80mm pp 5g (mm)	Viškovi kada su rezerve u zemljištu svedene na 80mm pp 10g (mm)	Viškovi kada su rezerve u zemljištu svedene na 80mm pp 20g (mm)	Srednji višak vode za pp 5g (mm)	Srednji višak vode za pp 10g (mm)	Srednji višak vode za pp 20g (mm)
Čenta	3238	0,00	1,80	0,0	7,5	130	157	179	136	162	185
Žitište-Klek	3362	0,46	0,50	24,4	10,5	124	152	180	98	127	154
Aleksandrovački	3544	0,46	-	8,4	10,5	124	152	180	99	128	155
Babatov	3761	0,24	0,50	17,0	7,6	127	154	177	131	158	182
Banatski Dvor	2058	0,15	0,50	105,0	5,6	130	156	177	155	181	201
Begejci	10107	0,29	0,50	54,5	8,0	125	153	177	125	152	177
Belo Blato	2828	1,63	5,00	71,0	9,7	128	156	182	111	139	165
Carska Bara	1115	0,00	-	0,0	6,4	132	158	179	149	175	196
Dubica-Jarkovac	4111	0,44	-	27,9	9,1	121	149	175	111	139	164
Elemir-Aradac	9427	0,32	3,00	90,8	7,7	128	155	179	132	159	182
Šozo	21638	0,36	-	246,9	9,9	124	152	179	105	133	160
Farkaždin	3420	0,46	-	0,0	14,2	120	145	175	58	83	113
Itebej-Crnja	29436	0,40	8,00	291,0	5,9	116	138	156	138	159	177
Jorgovan	4003	0,49	1,98	82,7	4,9	127	152	171	158	182	202
Karađorđevo-Molin	18139	0,45	6,61	161,0	5,2	126	150	170	154	178	197
Knićanin-Čenta	9383	0,00	-	0,0	10,2	195	234	268	173	212	246
Konak	3457	0,53	1,82	76,6	5,0	165	203	234	194	232	264
Lanka-Birda	10214	0,43	4,16	208,3	6,1	134	162	184	153	181	203
Lukićevo	7515	0,46	-	0,0	10,1	124	152	179	103	132	158
Medja	5933	0,32	1,80	86,4	7,0	127	154	177	137	164	187
Medjurečje	4646	0,60	3,00	93,4	8,9	125	153	178	116	144	169
Melenci I	5531	0,46	-	0,0	8,5	125	152	175	121	147	170
Melenci II	4988	0,46	-	0,0	9,5	125	153	179	110	137	163
Melenci III	2848	0,46	-	0,0	8,6	126	153	178	119	147	171
Mihajlovo-Begej	1741	0,46	-	9,2	8,1	126	154	178	126	153	177

Mihajlovo-DTD	2064	0,46	-	9,2	8,7	125	153	178	118	146	170
Mužlja-Lukino Selo	7893	1,39	5,50	92,5	8,6	127	154	179	122	149	174
Neuzina-Brzava	1673	0,00	-	79,3	6,2	134	162	184	153	180	202
Neuzina-DTD	4006	0,00	-	79,3	8,9	127	154	179	118	146	170
Neuzina-Tamiš	3930	0,10	1,02	79,3	8,2	128	155	179	126	153	177
Oredj-Bele Bare-Sutjeska	7481	0,54	-	97,0	8,9	126	153	178	117	145	169
Orlovat-Pašnjak	5609	0,46	-	0,0	10,2	125	153	180	103	131	158
Ribnjak	3611	0,00	-	0,0	7,6	130	157	180	134	160	184
Ribnjak Sutjeska	1301	0,00	-	0,0	7,3	130	156	179	136	163	185
Stajićevo	1093	0,46	-	0,0	8,8	126	154	179	119	146	171
Tomaševac	10844	0,46	-	0,0	9,9	121	149	176	102	131	158
Turski Begej	9825	0,60	1,00	100,7	5,5	130	156	176	154	180	201
Ušće Tamišac	5641	0,46	2,60	77,2	11,8	177	212	244	139	174	206
Zrenjanin	6215	0,46	0,60	5,0	9,1	125	153	178	114	141	166

111. Tamiš-Dunav. Pančevo

Naziv sistema	Ukupna površina sistema (ha)	q l/s/ha	Q _{cs} (m ³ /s)	Ukupna dužina kanala (km)	Srednje rezerve u zemljištu (mm)	Viškovi kada su rezerve u zemljištu svedene na 80mm pp 5g (mm)	Viškovi kada su rezerve u zemljištu svedene na 80mm pp 10g (mm)	Viškovi kada su rezerve u zemljištu svedene na 80mm pp 20g (mm)	Srednji višak vode za pp 5g (mm)	Srednji višak vode za pp 10g (mm)	Srednji višak vode za pp 20g (mm)
Baštine-Opovo	3013	0,60	0,80	9,2	10,2	173	209	241	151	186	218
Crepajski	2474	0,00	-	0,0	9,7	195	234	268	178	217	251
CS Topola II	221	0,46	0,60	1,1	9,8	197	235	269	179	218	251
Debeljački-Baštine	3573	0,00	-	0,0	10,8	170	206	239	141	178	211
Dolovački Begej	11385	0,00	-	0,0	10,9	191	231	267	162	202	238
Glavni Glogonjski	8651	0,64	2,70	35,3	10,1	189	227	261	168	206	240
Glavni Jabučki	5293	0,27	-	87,7	10,3	192	232	266	169	209	243
Gradska šuma	426	0,00	-	0,0	6,4	199	236	266	215	252	282
Idvor-Uzdin-Sakule	12183	0,12	3,00	63,3	10,1	126	154	181	105	133	160
Inundacija	2865	0,00	-	0,0	9,0	197	235	268	186	225	258

Ivanovo	1314	1,27	0,70	68,3	8,0	198	236	268	198	236	268
Jabučki	1017	0,27	-	87,7	10,8	191	230	265	162	202	237
Kačarevački	9383	0,00	-	0,0	10,2	195	234	268	173	212	246
Marijino Polje	4119	0,61	2,12	41,5	8,0	198	236	268	198	236	268
Naritak	11810	0,00	-	0,0	9,9	193	232	266	174	213	247
Pančevački	5827	0,46	-	0,0	10,9	190	230	265	161	201	236
Pešcarsko-Debeljački	24077	0,00	-	0,0	10,0	145	176	205	125	156	185
Skorenovac	10137	0,66	6,65	235,5	9,2	194	232	266	181	220	254
Sporedno Crepajski	5154	0,00	-	0,0	9,8	195	234	268	178	217	250
Verovac	11758	0,00	-	0,0	11,9	190	230	268	151	191	228

112. Podunavlje. Kovin

Naziv sistema	Ukupna površina sistema (ha)	q l/s/ha	Q _{cs} (m ³ /s)	Ukupna dužina kanala (km)	Srednje rezerve u zemljištu (mm)	Viškovi kada su rezerve u zemljištu svedene na 80mm pp 5g (mm)	Viškovi kada su rezerve u zemljištu svedene na 80mm pp 10g (mm)	Viškovi kada su rezerve u zemljištu svedene na 80mm pp 20g (mm)	Srednji višak vode za pp 5g (mm)	Srednji višak vode za pp 10g (mm)	Srednji višak vode za pp 20g (mm)
Bavanište	2436	1,27	2,50	83,0	8,2	191	229	262	189	228	260
Dubovac	4917	1,57	3,80	64,5	9,0	166	206	242	156	196	232
Gaj	1823	0,52	3,80	108,5	8,3	187	225	258	183	222	255
Ibrifor	9067	0,64	5,60	154,8	7,7	195	233	265	198	236	268
Ponjavica	240	0,00	-	0,0	9,7	192	231	265	175	214	248
Vrba	1435	0,84	1,20	5,6	6,4	168	206	239	184	222	255

113. Južni Banat. Vršac

Naziv sistema	Ukupna površina sistema (ha)	q l/s/ha	Q _{cs} (m ³ /s)	Ukupna dužina kanala (km)	Srednje rezerve u zemljištu (mm)	Viškovi kada su rezerve u zemljištu svedene na 80mm pp 5g (mm)	Viškovi kada su rezerve u zemljištu svedene na 80mm pp 10g (mm)	Viškovi kada su rezerve u zemljištu svedene na 80mm pp 20g (mm)	Srednji višak vode za pp 5g (mm)	Srednji višak vode za pp 10g (mm)	Srednji višak vode za pp 20g (mm)
Bobaja - Peščara	7811	1,00	6,00	229,0	5,6	170	208	240	194	232	264
Celine	1652	0,00	-	0,0	8,5	163	203	239	159	199	234
Deliblatska Peščara	26750	0,00	-	0,0	7,2	170	209	243	178	217	251
Dobrica I	3008	0,75	-	26,0	9,0	135	165	193	125	156	183
Dobrica II-Iland_a	3393	0,30	2,40	84,0	7,4	163	202	236	168	207	242
Guzajna	8702	0,46	-	0,0	8,1	166	205	240	165	204	239
Izbište-Zagajica	15390	0,46	-	0,0	8,8	171	211	246	163	203	238
Izolacioni kanal-Ilka	10973	0,46	-	62,0	7,5	168	207	242	173	212	246
Janošik	3720	0,75	3,00	70,0	6,5	163	202	235	178	217	250
Keveriš	3225	0,87	-	42,0	8,8	163	203	239	155	195	231
Lokve	5544	0,75	2,40	97,0	10,7	158	198	237	132	171	210
Mali _am-Veliko Središte 1	8157	1,00	-	67,0	8,5	164	203	239	159	198	234
Mali _am-Veliko Središte 2	4574	1,00	-	67,0	8,0	166	205	240	166	206	240
Maloritski kanal	4338	0,00	-	0,0	6,3	164	203	238	181	220	255
Nera	7660	0,65	-	31,0	8,1	166	205	239	164	203	238
Ni_i Jarak-Pavlički rit	5534	0,46	-	15,0	6,9	167	206	240	177	217	251
Novi Kozjak	7652	0,75	-	33,0	8,9	171	211	246	163	202	237
Plandište III-Stari Lec	8312	0,84	6,00	149,0	4,6	165	202	234	199	236	267
Plandište II-Kupinik	5511	0,53	3,00	0,0	5,3	165	203	235	192	230	263
Plandište I-Miletićevo	11261	0,43	5,20	380,0	4,9	167	205	238	198	237	269

Plandište IV-Rojga	4562	1,30	2,20	86,0	7,0	164	203	238	174	213	248
Plandište V-Barice	3880	0,53	-	87,0	7,7	192	235	273	195	238	276
Plandište VI-Moravica	584	0,63	-	19,0	5,8	171	210	242	193	231	264
Priobalje Karaša-desna obala	5100	0,00	-	0,0	7,0	168	207	240	178	217	250
Priobalje Karaša-leva obala	583	0,00	-	0,0	6,2	167	204	236	185	222	254
Vlajkovac I	657	1,00	-	14,0	9,4	163	203	240	149	189	226
Vlajkovac II	967	1,00	-	14,0	8,2	163	203	239	161	201	237
Vlajkovac III	320	1,00	-	14,0	8,1	167	206	241	166	205	240
Vršački ritovi	13996	0,60	4,00	361,0	5,7	168	206	238	191	229	261

114. Ušće. Bela Crkva

Naziv sistema	Ukupna površina sistema (ha)	q l/s/ha	Q _{cs} (m ³ /s)	Ukupna dužina kanala (km)	Srednje rezerve u zemljištu (mm)	Viškovi kada su rezerve u zemljištu svedene na 80mm pp 5g (mm)	Viškovi kada su rezerve u zemljištu svedene na 80mm pp 10g (mm)	Viškovi kada su rezerve u zemljištu svedene na 80mm pp 20g (mm)	Srednji višak vode za pp 5g (mm)	Srednji višak vode za pp 10g (mm)	Srednji višak vode za pp 20g (mm)
Dunav-priobalje	830	0,00	-	0,0	3,4	165	204	236	212	250	282
Kanal DTD leva obala	3621	0,00	-	0,0	7,4	166	205	240	172	211	246
Kanal DTD-Grebenac	6271	0,00	-	0,0	5,3	169	207	240	196	234	267
Kanal DTD-Kajtasovo	799	0,00	-	0,0	5,7	163	202	237	186	225	259
Karaš leva obala	14135	0,00	-	0,0	8,6	163	203	239	157	197	232

115. Galovica. Zemun

Naziv sistema	Ukupna površina sistema (ha)	q l/s/ha	Q _{cs} (m ³ /s)	Ukupna dužina kanala (km)	Srednje rezerve u zemljištu (mm)	Viškovi kada su rezerve u zemljištu svedene na 80mm pp 5g (mm)	Viškovi kada su rezerve u zemljištu svedene na 80mm pp 10g (mm)	Viškovi kada su rezerve u zemljištu svedene na 80mm pp 20g (mm)	Srednji višak vode za pp 5g (mm)	Srednji višak vode za pp 10g (mm)	Srednji višak vode za pp 20g (mm)
Galovica	45773	0,34	24,00	1453,0	12,5	173	209	243	129	164	198
Jaračka Jarčina	26210	0,46	-	170,2	10,9	146	174	199	117	144	169
Patka	43106	0,27	-	128,0	11,4	160	194	229	127	161	196
Progarska Jarčina	16805	0,67	4,00	467,7	8,9	173	206	234	164	197	224
Sistem J-1	1716	0,00	-	0,0	9,1	143	166	184	132	155	173
Vranj	14263	0,46	6,00	246,2	9,9	143	166	186	123	147	166
XXXKrivaja	4835	0,00	-	0,0	8,2	170	201	227	168	199	225

116. Bosut. Sremska Mitrovica

Naziv sistema	Ukupna površina sistema (ha)	q l/s/ha	Q _{cs} (m ³ /s)	Ukupna dužina kanala (km)	Srednje rezerve u zemljištu (mm)	Viškovi kada su rezerve u zemljištu svedene na 80mm pp 5g (mm)	Viškovi kada su rezerve u zemljištu svedene na 80mm pp 10g (mm)	Viškovi kada su rezerve u zemljištu svedene na 80mm pp 20g (mm)	Srednji višak vode za pp 5g (mm)	Srednji višak vode za pp 10g (mm)	Srednji višak vode za pp 20g (mm)
Čikas	18857	0,46	-	97,6	9,7	144	167	186	127	150	169
Bosut	43807	0,46	30,00	670,0	10,3	140	164	184	117	141	161
Čijakov - Dekalica	1669	0,00	-	0,0	14,4	140	165	191	75	101	127
Hrtkovačka Draga	1000	0,00	-	0,0	10,8	143	167	188	115	139	160
Hrtkovci	1908	0,00	-	0,0	11,4	145	169	190	111	135	156
Istočno obodni	28520	0,46	0,75	220,5	8,6	145	168	186	139	161	179
Konav	3457	0,53	1,82	76,6	5,0	165	203	234	194	232	264
Kudoš	20148	0,76	-	121,0	10,5	145	171	193	120	145	168
Lipac	6290	0,46	1,50	134,6	6,6	99	116	131	112	130	145

Mandelos - Petrovci	4289	0,88	2,50	159,0	10,3	142	166	186	119	143	163
Popova Bara	1734	0,46	1,50	47,1	11,0	142	167	187	113	137	158
Vrtić	18066	1,56	5,00	439,0	10,2	142	166	186	121	144	164

117. Podrinje. Šabac

Naziv sistema	Ukupna površina sistema (ha)	q l/s/ha	Q _{cs} (m ³ /s)	Ukupna dužina kanala (km)	Srednje rezerve u zemljištu (mm)	Viškovi kada su rezerve u zemljištu svedene na 80mm pp 5g (mm)	Viškovi kada su rezerve u zemljištu svedene na 80mm pp 10g (mm)	Viškovi kada su rezerve u zemljištu svedene na 80mm pp 20g (mm)	Srednji višak vode za pp 5g (mm)	Srednji višak vode za pp 10g (mm)	Srednji višak vode za pp 20g (mm)
Bitvnski*	933	0,89	6,00	0,00	-	-	-	-	-	-	-
Stojšića Bogaz*	3885	0,46	4,00	81,9	-	-	-	-	-	-	-
Zasavički*	5955	0,46	5,40	175,2	-	-	-	-	-	-	-

* Za ove sisteme nisu rađeni proračuni jer su ulazni podaci (pedološka karta, geomorfološka karta, karta digitalnog modela terena) oivičeni tako da ovi sistemi ne ulaze u analiziranu površinu Vojvodine

Prilog 2.

201. Zapadna Bačka. Sombor

Naziv sistema	Pogodnost lokaliteta prema ocenama (klasama) i procentualno učešće												Površina postojećih šuma (ha)	Potrebna površina do 14% (ha)
	Klasa 0 (ha/%)		Klasa 1 (ha/%)		Klasa 2 (ha/%)		Klasa 3 (ha/%)		Klasa 4 (ha/%)		Klasa 5 (ha/%)			
Žarkovac	198	5	1730	44	1868	48	-	-	99	3	-	-	21	524
Apatin 9-3	916	22	-	-	226	5	2653	65	152	4	149	4	261	313
Barački Dunavac	22	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2
Bezdan Ostrvo I	145	12	-	-	-	-	855	71	209	17	-	-	78	91
Bezdan Ostrvo II	652	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	642	*(98)
Bezdan-Bački Breg	999	25	1	0	810	20	1871	46	388	9	-	-	569	0
Bezdan-Bački Monoštor I	715	74	-	-	-	-	160	17	85	9	-	-	348	*(36)
Bezdan-Bački Monoštor II	294	53	-	-	-	-	88	16	169	31	-	-	5	72
DTD-Bukovac	276	10	23	1	2020	72	298	11	172	6	25	1	119	275
Kendjija	2202	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1043	* (47)
Keverča	1460	18	-	-	-	-	6059	75	498	6	28	0	1403	*(17)
Kučka 9-5	235	11	-	-	-	-	1158	53	800	36	-	-	127	180
Kupusina 9-6	657	13	-	-	1063	21	2646	52	519	10	175	3	451	258
Miletić Čičovi	313	7	2205	53	1539	37	-	-	110	3	-	-	41	543
Plazović	2499	23	1251	11	4970	46	1311	12	842	8	19	0	1729	*(16)
Prigrevica	474	24	-	-	1289	65	217	11	2	0	-	-	267	10
Ruski Krstur	107	6	-	-	1359	83	-	-	174	11	-	-	1	228
Severna Jegrička	966	6	1152	7	13180	81	-	-	998	6	-	-	121	2160
Severna Mostonga	4674	9	17118	32	23315	43	2323	4	5343	10	1263	2	1297	6267

Biotehničke mere kao mogućnost za povećanje efikasnosti sistema za odvodnjavanje

Siga-Kazuk	4759	100	-	-	-	-	-	-	2	0	-	-	4390	*(92)
Sončanski rit	956	30	-	-	-	-	2003	63	193	6	27	1	636	*(20)
Srpski Miletić	32	2	-	-	1505	98	-	-	-	-	-	-	4	211
Stapar	26	0	-	-	3122	87	-	-	440	12	-	-	12	490
Svilojevo-Sonta	1533	23	-	-	3578	54	515	8	914	14	63	1	585	340
Telečka-Istočna Gradina	918	4	5405	23	15726	66	656	3	1041	4	-	-	194	3130

*nema potrebe za pošumljavanjem, jer je šumovitost na ovom sistemu veća od 14%. U zagradi vrednost predstavlja koliki je % šumovitosti

202. Severna Bačka. Subotica

Naziv sistema	Pogodnost lokaliteta prema ocenama (klasama) i procentualno učešće												Površina postojećih šuma (ha)	Potrebna površina do 14% (ha)
	Klasa 0 (ha/%)		Klasa 1 (ha/%)		Klasa 2 (ha/%)		Klasa 3 (ha/%)		Klasa 4 (ha/%)		Klasa 5 (ha/%)			
Čik 1	2224	5	18954	39	26159	53	1568	3	77	0	-	-	29	6828
Čik 2	1031	7	9476	61	4219	27	687	4	1	0	-	-	361	1797
Kereš	14761	36	15264	37	8876	21	786	2	1607	4	-	-	6306	*(15)

203. Senta. Senta

Naziv sistema	Pogodnost lokaliteta prema ocenama (klasama) i procentualno učešće												Površina postojećih šuma (ha)	Potrebna površina do 14% (ha)
	Klasa 0 (ha/%)		Klasa 1 (ha/%)		Klasa 2 (ha/%)		Klasa 3 (ha/%)		Klasa 4 (ha/%)		Klasa 5 (ha/%)			
Bud_ak sliv III	1056	7	7918	49	5818	36	1349	8	40	0	-	-	7	2259
Horgoško-Martonoški rit sliv XII	828	22	83	2	986	27	846	23	954	26	1	0	243	275
Horgoško-Martonoški sliv XI	1434	16	1733	19	4627	51	901	10	351	4	-	-	472	795
Kaloča sliv V	1097	6	9102	49	4366	24	3065	17	782	4	-	-	18411	2578
Kanjiški rit sliv X	534	20	-	-	582	22	649	24	923	34	-	-	253	123

Biotehničke mere kao mogućnost za povećanje efikasnosti sistema za odvodnjavanje

Makoš sliv VI	-	-	1	0	19	7	189	70	62	23	-	-	270	38
Molski rit sliv II	303	10	1011	34	499	17	556	19	615	21	-	-	2983	418
Mrtva Tisa naspram _ale	52	26	-	-	-	-	150	74	-	-	-	-	1	27
Senčanski rit sliv VII	570	14	97	2	14	0	1323	32	1962	47	209	5	231	354
Stari Kereš sliv IX	1056	34	507	16	860	28	370	12	293	9	-	-	772	*(25)

204. Krivaja. Bačka Topola

Naziv sistema	Pogodnost lokaliteta prema ocenama (klasama) i procentualno učešće												Površina postojećih šuma (ha)	Potrebna površina do 14% (ha)
	Klasa 0 (ha/%)		Klasa 1 (ha/%)		Klasa 2 (ha/%)		Klasa 3 (ha/%)		Klasa 4 (ha/%)		Klasa 5 (ha/%)			
Beljanska bara	1551	5	10695	32	21248	63	-	-	-	-	-	-	55	4634
Krivaja 1	2949	7	11922	27	26787	62	1621	4	162	0	-	-	842	5239
Krivaja 2	7802	11	27999	38	34419	47	3075	4	-	-	-	-	727	9534

205. Srednja Bačka. Bečej

Naziv sistema	Pogodnost lokaliteta prema ocenama (klasama) i procentualno učešće												Površina postojećih šuma (ha)	Potrebna površina do 14% (ha)
	Klasa 0 (ha/%)		Klasa 1 (ha/%)		Klasa 2 (ha/%)		Klasa 3 (ha/%)		Klasa 4 (ha/%)		Klasa 5 (ha/%)			
Bečejski	14	1	1089	47	660	28	114	5	395	17	66	3	2338	327
Bečejski Donji veliki rit	105	5	-	-	162	8	694	33	1129	54	7	0	7	287
Biserno Ostrvo	50	3	-	-	-	-	927	47	977	50	-	-	32	241
Koštanica	2	1	186	76	54	22	1	0	-	-	-	-	243	34
Mrtva Tisa	256	83	-	-	-	-	49	16	3	1	-	-	3	40
Perlek - Medenjača - Mali rit	444	10	-	-	256	6	1303	29	2514	55	14	0	68	566
Turija - Nadalj -	374	14	-	-	2143	83	16	1	61	2	-	-	2593	363

Bačko Gradište														
Turija Nadalj I	445	8	55	1	5417	92	-	-	-	-	-	-	5917	828
Turija-Nadalj II	15	2	-	-	953	98	-	-	-	-	-	-	968	136
Ugarnice	109	7	10	1	1359	92	-	-	-	-	-	-	1479	207

206. Bačka. Vrbas

Naziv sistema	Pogodnost lokaliteta prema ocenama (klasama) i procentualno učešće												Površina postojećih šuma (ha)	Potrebna površina do 14% (ha)
	Klasa 0 (ha/%)		Klasa 1 (ha/%)		Klasa 2 (ha/%)		Klasa 3 (ha/%)		Klasa 4 (ha/%)		Klasa 5 (ha/%)			
Jegrička	1190	8	2841	20	9685	70	186	2	2	0	-	-	2	1945
Jegrička 2	339	7	249	5	4516	88			23	0	-	-	5128	718
Jegrička 3	389	11	-	-	2483	68	723	20	27	1	9	0	3631	508
Kosančić III-23	53	3	-	-	1502	92	3	0	77	5	-	-	39	190
Kucura K-IV	362	6	-	-	4468	77	826	14	159	3	-	-	5815	814
Kula-Crvenka	1328	8	4062	26	9958	63	368	2			-	-	374	1826
Ruski Krstur III-26	307	12	-	-	1625	64	-	-	589	23	-	-	2521	353
Savino Selo K-IV	203	30	-	-	464	70	1	0	-	-	-	-	667	93
Sistem BB	94	2	1784	41	-	-	-	-	46	1	-	-	4324	605
Sistem KC-III	761	8	-	-	8317	85	407	4	334	3	-	-	68	1307
Sistem KK-II	278	13	-	-	1670	78	-	-	191	9	-	-	2139	299
Sistem S-I	173	3	-	-	5853	94	-	-	214	3	-	-	43	830
Sistem SV	88	3	177	6	1908	60	1028	32	3	0	-	-	3204	449
Vrbas	30	1	218	4	5281	92	-	-	202	4	-	-	5731	802
Vrbas-Kula	1269	13	989	10	7313	74	253	3	44	0	-	-	201	1181

207. Dunav. Bačka Palanka

Naziv sistema	Pogodnost lokaliteta prema ocenama (klasama) i procentualno učešće												Površina postojećih šuma (ha)	Potrebna površina do 14% (ha)
	Klasa 0 (ha/%)		Klasa 1 (ha/%)		Klasa 2 (ha/%)		Klasa 3 (ha/%)		Klasa 4 (ha/%)		Klasa 5 (ha/%)			
Čelarevo	171	12	-	-	721	50	456	32	94	7	-	-	73	129
Bačka Palanka Grad	617	91	-	-	45	7	2	0	11	2	-	-	64	31
Bački Petrovac	8	0	-	-	2828	99	28	1	-	-	-	-	2864	401
Bačko Novo Selo Rit	100	17	-	-	-	-	418	73	55	10	-	-	96	*(17)
Begeč	102	73	-	-	8	6	29	21	-	-	-	-	139	19
Begeč - Gložan	691	15	-	-	2167	46	1576	33	122	3	180	4	277	386
Belo Polje	2500	48	-	-	1309	25	719	14	730	14	-	-	1436	*(27)
Bogojevo	327	12	-	-	121	4	2152	77	209	7	-	-	187	206
Despotovo - Silbaš	1427	7	-	-	18947	91	-	-	541	3	-	-	34	2894
Dragovo	-	-	-	-	3327	99	20	1	-	-	-	-	3348	469
Šukavica	33	3	-	-	-	-	1133	90	74	6	19	2	26	151
Karađorđevo	430	18	-	-	1634	67	101	4	279	11	-	-	198	144
Karavukovo	273	9	-	-	1420	47	418	14	424	14	468	16	207	213
Labudnjača	790	14	-	-	-	-	4658	85	54	1	-	-	711	59
Mandra (Fatov)	2002	28	-	-	2666	37	2035	29	414	6	3	0	1742	*(24)
Mladenovo	275	16	-	-	247	14	1077	62	140	8	-	-	95	149
Nova Palanka	724	26	-	-	1680	61	218	8	128	5	-	-	443	*(16)
Nova Palanka Rit	291	26	-	-	36	3	799	71	-	-	-	-	266	*(24)
Odžaci	393	7	-	-	5077	93	-	-	9	0	-	-	7	760
Plavna	1526	12	-	-	1171	9	7893	63	1838	15	35	0	1148	597
Ristovača - Drža	1702	20	-	-	4939	59	502	6	1215	15	-	-	615	555
Tamana-Pavlovac	396	6	64	1	4944	80	586	9	184	3	7	0	164	702
Tovariševo - Gajdobra	272	4	-	-	7340	96	-	-	-	-	-	-	7612	1066

Tovariševo - Obrovac	1206	17	-	-	5417	77	2	0	390	6	1	0	691	291
----------------------	------	----	---	---	------	----	---	---	-----	---	---	---	-----	-----

208. Šajkaška. Novi Sad

Naziv sistema	Pogodnost lokaliteta prema ocenama (klasama) i procentualno učešće												Površina postojećih šuma (ha)	Potrebna površina do 14% (ha)
	Klasa 0 (ha/%)		Klasa 1 (ha/%)		Klasa 2 (ha/%)		Klasa 3 (ha/%)		Klasa 4 (ha/%)		Klasa 5 (ha/%)			
Žabalj	1003	8	-	-	1761	15	3842	33	4412	37	796	7	471	1183
Žabalj-Mesto	666	20	867	25	1096	32	179	5	581	17	15	0	3404	477
Đurđevo	69	3	80	4	32	2	377	18	1517	72	38	2	68	228
Dunavac	1108	10	-	-	4573	42	4875	44	415	4	32	0	71	1469
Dunav-Srem	29182	86	-	-	2507	7	2220	7	84	0	-	-	14807	*(44)
Futog	462	13	-	-	2550	70	262	7	352	10	17	0	63	447
Kalište	2683	51	301	6	688	13	1305	25	285	5	-	-	1372	*(26)
Kovilj	520	16	-	-	-	-	2637	81	98	3	-	-	510	*(16)
Lok	766	12	651	11	1244	20	1162	19	2316	38	4	0	153	707
Mošorin	450	30	-	-	85	6	61	4	866	57	63	4	163	51
NN 31	84	3	-	-	2165	83	354	14			-	-	1	364
Novi Sad	1775	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1775	248
OKM	269	24	-	-	3	0	847	74	19	2	-	-	1138	159
Ravno-DTD	83	7	-	-	1071	91			26	2	-	-	1180	165
Ravno-Jegrička	548	10	371	6	4802	83			46	1	-	-	5767	807
Rumenka	234	23	-	-	630	61	156	15	18	2	-	-	1038	145
Sajlovo	592	67	-	-	27	3	186	21	82	9	-	-	105	19
Stara Tisa - Bačkogradištanski rit	58	1	-	-	3385	73	1223	26	-	-	-	-	4666	653
Stepanovićevo-DTD	145	3	134	3	4542	86	19	0	440	8	-	-	5279	739
Stepanovićevo-Jegrička	902	7	3411	28	7153	58	262	2	577	5	-	-	12305	1723
Telep	511	92	-	-	9	2	38	7			-	-	557	78

Biotehničke mere kao mogućnost za povećanje efikasnosti sistema za odvodnjavanje

Temerin	1157	9	2824	22	7641	60	423	3	744	6	-	-	1	1790
Temerin - Gospođinci	942	10	-	-	7734	80	587	6	430	4	-	-	9693	1357
Titel	519	14	-	-	503	13	420	11	2287	61	-	-	175	347
Titelski breg	401	5	5169	61	2565	30	244	3	66	1	-	-	60	1122
Veternik	588	40	-	-	335	23	412	28	124	8	-	-	33	171
Vizić	82	3	-	-	2022	69	312	11	447	15	50	2	35	372
Vrbica	639	11	1005	20	3867	55	1212	29	4576	60	114	4	320	1277

209. Gornji Banat. Kikinda

Naziv sistema	Pogodnost lokaliteta prema ocenama (klasama) i procentualno učešće												Površina postojećih šuma (ha)	Potrebna površina do 14% (ha)
	Klasa 0 (ha/%)		Klasa 1 (ha/%)		Klasa 2 (ha/%)		Klasa 3 (ha/%)		Klasa 4 (ha/%)		Klasa 5 (ha/%)			
Čoka II	30	1	-	-	1482	65	265	12	500	22	1	0	2279	319
Bašaidsko-Molinski	657	8	-	-	1442	18	2107	26	3715	46	89	1	404	718
Begejski	438	7	79	1	1031	16	751	12	4036	63	35	1	17	875
Berski	32	2	37	3	1176	86	64	5	59	4	1	0	32	159
Bočarski	4	0	210	14	948	62	367	24	1	0	-	-	2	213
Burza	302	6	355	7	203	4	470	9	3565	69	277	5	208	517
Crna Bara	1099	99	-	-	-	-	1	0	12	1	4	0	812	1642
Šuljmoški	323	12	-	-	86	3	299	11	2054	74	14	0	323	65
Šušanj	270	84	-	-	-	-	-	-	50	16	-	-	321	45
Galacki	958	23	669	16	528	13	267	6	1693	41	58	1	956	*(23)
Glavni-Topolski	1155	5	-	-	5111	22	12074	53	4421	19	9	0	193	2994
Graničar	3	0	-	-	-	-	-	-	913	100	-	-	916	128
Idjoski-Kindja	44	2	730	26	1769	63	202	7	82	3	-	-	43	353
Jazovački	1042	40	-	-	336	13	497	19	664	26	53	2	523	*(20)
Katahat	1841	37	-	-	551	11	24	0	2126	43	410	8	1185	*(24)
Kere bara-Djurdjeva bara	647	12	66	1	449	9	818	16	2978	57	308	6	124	613
Kerekto-Bočar	5360	33	684	4	1865	11	1130	7	6631	41	681	4	4681	*(29)

Biotehničke mere kao mogućnost za povećanje efikasnosti sistema za odvodnjavanje

Kindja	1282	80	27	2	131	8	15	1	141	9	-	-	154	70
Kopovo	1219	24	1646	33	528	10	134	3	1523	30	-	-	54	653
Kumane	2098	36	-	-	1130	19	18	0	2393	41	210	4	2069	*(35)
Kumane II	979	17	1497	26	1003	18	30	1	1792	31	402	7	617	181
Miloševački	28	1	1739	79	416	19	12	1	12	1	-	-	2208	309
Mokrinski	137	2	843	10	4697	58	2364	29	24	0	-	-	55	1074
Monoštorski	169	9	-	-	-	-	1069	56	614	32	74	4	130	139
Nakovski	728	7	755	7	6906	67	1505	15	431	4	-	-	116	1330
Novi Kneževac	2828	12	-	-	3255	14	6205	26	9866	42	1272	5	1209	2070
Pesir	818	52	-	-	-	-	-	-	681	43	70	4	593	*(38)
Retenzija _ala	3	1	-	-	-	-	370	95	16	4	-	-	0	54
retenzija Batka	13	4	-	-	-	-	50	14	279	81	3	1		
Retenzija Bočar	210	97	-	-	-	-	2	1	5	3	-	-		
Retenzija Libe	46	6	-	-	-	-	697	85	74	9	3	0		
retenzija Ljutovo	121	13	-	-	-	-	748	82	38	4	-	-		
Sajanski	276	27	-	-	-	-	43	4	563	55	143	14		
Sanad-Budžak	97	14	40	6	43	6	1	0	371	55	128	19		
Sistem K- III	154	38	-	-	249	61	-	-	3	1	-	-		
Sokolac	109	3	-	-	255	7	333	9	2838	73	333	9		
Tašfalski	-	-	-	-	346	57	236	39	29	5	-	-		
Vincaidski	59	9	37	5	114	16	293	42	190	27	-	-		
Vok	1	0	-	-	11	2	529	92	36	6	-	-		
Vranjevo	225	100	-	-	-	-	-	-	1	0	-	-		
Zlatički	4110	38	159	1	2353	21	1735	16	2475	23	126	1		
Zlatica II	973	36	-	-	181	7	616	23	849	31	90	3		

210. Srednji Banat. Zrenjanin

Naziv sistema	Pogodnost lokaliteta prema ocenama (klasama) i procentualno učešće												Površina postojećih šuma (ha)	Potrebna površina do 14% (ha)
	Klasa 0 (ha/%)		Klasa 1 (ha/%)		Klasa 2 (ha/%)		Klasa 3 (ha/%)		Klasa 4 (ha/%)		Klasa 5 (ha/%)			
Čenta	1903	59	-	-	12	0	444	14	203	6	676	21	1547	*(48)
Žitište-Klek	481	14	-	-	2591	77	243	7	47	1	-	-	33	438
Aleksandrovački	864	24	741	21	1700	48	210	6	29	1	-	-	3544	496
Babatov	1464	39	193	5	995	26	131	3	589	16	390	10	1161	*(31)
Banatski Dvor	147	7	-	-	143	7	1046	51	687	33	35	2	2058	288
Begejci	675	7	-	-	5865	58	3362	33	205	2	-	-	68	1347
Belo Blato	271	10	-	-	-	-	33	1	2337	83	187	7	74	322
Carska Bara	1099	99	-	-	-	-	1	0	12	1	4	0	144	12
Dubica-Jarkovac	1004	24	2247	55	174	4	136	3	546	13	4	0	388	187
Elemir-Aradac	2561	27	1685	18	364	4	113	1	4014	43	690	7	1990	*(21)
Šozo	952	4	2992	14	14593	67	2879	13	176	1	45	0	321	2708
Farkaždin	121	4	-	-	2781	81	390	11	68	2	59	2	29	450
Itebej-Crnja	2029	7	-	-	5997	20	10292	35	11118	38	-	-	335	3786
Jorgovan	535	13	-	-	-	-	910	23	2557	64	-	-	102	458
Karađorđevo-Molin	1409	8	-	-	1240	7	7367	41	7984	44	138	1	243	2297
Knićanin-Čenta	1060	6	117	1	7091	39	2475	14	7343	40	64	0	390	2151
Konak	254	7	-	-	-	-	347	10	2600	75	256	7	133	351
Lanka-Birda	712	7	-	-	117	1	2023	20	6841	67	521	5	369	1061
Lukićevo	546	7	2384	32	3573	48	847	11	137	2	28	0	220	832
Medja	767	13	-	-	1553	26	3046	51	567	10	-	-	266	565
Medjurečje	163	4	-	-	3132	67	900	19	411	9	40	1	36	615
Melenci I	637	12	2485	45	735	13	151	3	1490	27	33	1	442	332
Melenci II	371	7	2079	42	1310	26	729	15	498	10	-	-	4988	698
Melenci III	561	20	1196	42	450	16	302	11	336	12	3	0	144	255
Mihajlovo-Begej	29	2	890	51	117	7	106	6	599	34	-	-	1741	244
Mihajlovo-DTD	90	4	1250	61	294	14	73	4	358	17	-	-	2064	289
Mužlja-Lukino	2670	34	-	-	133	2	412	5	4182	53	496	6	2128	*(27)

Biotehničke mere kao mogućnost za povećanje efikasnosti sistema za odvodnjavanje

Selo														
Neuzina-Brzava	987	59	-	-	-	-	232	14	417	25	37	2	987	*(59)
Neuzina-DTD	149	4	221	6	1565	39	1080	27	327	8	665	17	49	512
Neuzina-Tamiš	861	22	-	-	23	1	1962	50	497	13	586	15	25	525
Oredj-Bele Bare-Sutjeska	723	10	2862	38	2046	27	366	5	1202	16	282	4	65	982
Orlovat-Pašnjak	476	8	-	-	3585	64	1042	19	406	7	100	2	263	522
Ribnjak	2582	71	-	-	-	-	5	0	813	23	211	6	830	*(23)
Ribnjak Sutjeska	1086	83	-	-	46	3	139	11	26	2	5	0	42	140
Stajićevo	464	42	-	-	227	21	201	18	191	17	10	1	82	71
Tomaševac	480	4	5926	55	3009	28	189	2	903	8	337	3	153	1365
Turski Begej	188	2	55	1	128	1	2505	25	5501	56	1448	15	40	1335
Ušće Tamišac	407	7	1354	24	3239	57	151	3	490	9	-	-	31	759
Zrenjanin	1170	19	2717	44	710	11	906	15	692	11	20	0	26	845

211. Tamiš-Dunav. Pančevo

Naziv sistema	Pogodnost lokaliteta prema ocenama (klasama) i procentualno učešće												Površina postojećih šuma (ha)	Potrebna površina do 14% (ha)
	Klasa 0 (ha/%)		Klasa 1 (ha/%)		Klasa 2 (ha/%)		Klasa 3 (ha/%)		Klasa 4 (ha/%)		Klasa 5 (ha/%)			
Baštine-Opovo	873	29	141	5	1298	43	186	6	373	12	141	5	215	207
Crepajski	201	8	877	35	1200	49	196	8	-	-	-	-	2474	346
CS Topola II	221	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	221	31
Debeljački-Baštine	463	13	-	-	3109	87	1	0	-	-	-	-	3573	500
Dolovački Begej	739	6	3351	29	6646	58	102	1	547	5	-	-	22	1572
Glavni Glogonjski	661	8	2910	34	3990	46	470	5	614	7	6	0	74	1137
Glavni Jabučki	221	4	462	9	3711	70	810	15	88	2	-	-	5293	741
Gradska šuma	308	72	-	-	-	-	117	27	1	0	-	-	308	*(72)
Idvor-Uzdin-Sakule	1997	16	982	8	7091	58	1037	9	624	5	451	4	1235	471
Inundacija	1716	63	3	0	168	5	284	9	523	17	153	5	2088	*(72)

Biotehničke mere kao mogućnost za povećanje efikasnosti sistema za odvodnjavanje

Ivanovo	209	16	-	-	-	-	89	7	1017	77	-	-	70	114
Jabučki	70	7	54	5	530	52	361	36	-	-	-	-	1	141
Kačarevački	631	7	7242	77	1421	15	90	1	-	-	-	-	18	1296
Marijino Polje	562	14	-	-	16	0	503	12	3039	74	-	-	148	429
Naritak	434	4	6658	56	4625	39	94	1	-	-	-	-	111	1542
Pančevački	1985	34	-	-	3251	56	592	10	-	-	-	-	55	760
Peščarsko-Debeljački	1237	5	11808	49	10981	46	-	-	51	0	-	-	115	3255
Skorenovac	1365	13	2	0	869	9	3561	35	4340	43	-	-	508	911
Sporedno Crepajski	9	0	2517	49	2609	51	18	0	-	-	-	-	9	713
Verovac	76	1	1286	11	9250	79	573	5	573	5	-	-	3	1643

212. Podunavlje. Kovin

Naziv sistema	Pogodnost lokaliteta prema ocenama (klasama) i procentualno učešće												Površina postojećih šuma (ha)	Potrebna površina do 14% (ha)
	Klasa 0 (ha/%)		Klasa 1 (ha/%)		Klasa 2 (ha/%)		Klasa 3 (ha/%)		Klasa 4 (ha/%)		Klasa 5 (ha/%)			
Bavanište	104	4	-	-	299	12	527	22	1459	60	48	2	97	245
Dubovac	1166	24	12	0	897	18	1520	31	1270	26	50	1	1089	*(22)
Gaj	120	7	-	-	-	-	996	55	649	36	57	3	109	146
Ibrifor	775	9	-	-	3028	33	814	9	4450	49	-	-	227	1043
Ponjavica	112	47	-	-	3	1	123	51	2	1	-	-	240	34
Vrba	24	2	-	-	-	-	130	9	653	45	628	44	23	178

213. Južni Banat. Vršac

Naziv sistema	Pogodnost lokaliteta prema ocenama (klasama) i procentualno učešće												Površina postojećih šuma (ha)	Potrebna površina do 14% (ha)
	Klasa 0 (ha/%)		Klasa 1 (ha/%)		Klasa 2 (ha/%)		Klasa 3 (ha/%)		Klasa 4 (ha/%)		Klasa 5 (ha/%)			
Bobaja - Peščara	67	1	-	-	231	3	141	2	7062	90	311	4	7811	1094
Celine	62	4	-	-	1170	71	380	23	40	2	-	-	1	231
Deliblatska Peščara	19541	80	3769	15	1008	4	-	-	-	-	-	-	18484	*(76)
Dobrica I	145	5	1142	38	645	21	183	6	562	19	331	11	3008	421
Dobrica II-Ilandža	21	1	-	-	1416	42	966	28	837	25	154	5	3393	475
Guzajna	1233	14	13	0	4006	46	3418	39	31	0	-	-	1047	171
Izbište-Zagajica	942	6	9413	61	4090	27	576	4	369	2	-	-	26	2128
Izolacioni kanal-Ilka	1699	15	2860	26	3530	32	636	6	2198	20	50	0	1070	466
Janošik	104	3	-	-	855	23	677	18	1822	49	262	7	3720	521
Keveriš	111	3	1	0	1676	52	1270	39	11	0	156	5	108	343
Lokve	583	11	-	-	3749	68	586	11	596	11	31	1	352	424
Mali _am-Veliko Središte 1	2380	29	-	-	1544	19	4151	51	82	1	-	-	2062	*(25)
Mali _am-Veliko Središte 2	599	13	-	-	907	20	2164	47	904	20	-	-	478	162
Maloritski kanal	2085	48	-	-	6	0	1113	26	1133	26	-	-	1217	*(28)
Nera	1216	16	-	-	2998	39	2769	36	676	9	-	-	475	597
Ni_i Jarak-PavliŬki rit	3046	55	-	-	1212	22	1227	22	21	0	27	0	2095	*(38)
Novi Kozjak	607	8	4860	64	1440	19	204	3	494	6	47	1	95	976
Plandište III-Stari Lec	587	7	-	-	-	-	913	11	6458	78	354	4	448	716
Plandište II-Kupinik	130	2	18	0	212	4	896	16	4254	77	-	-	5511	772
Plandište I-Miletićevo	828	7	-	-	-	-	1470	13	8954	80	9	0	43	1533
Plandište IV-	248	5	178	4	1575	35	1076	24	1440	32	46	1	81	558

Rojga														
Plandište V-Barice	345	9	815	21	531	14	1175	30	987	25	26	1	3880	543
Plandište VI-Moravica	-	-	39	7	1	0			532	91	12	2	584	82
Priobalje Karaša-desna obala	2308	45	-	-	524	10	1610	32	657	13	-	-	2108	*(41)
Priobalje Karaša-leva obala	224	38	-	-	166	29	193	33	-	-	-	-	210	*(36)
Vlajkovac I	190	29	173	26	97	15	76	12	56	8	65	10	657	92
Vlajkovac II	-	-	100	10	117	12	321	33	343	35	87	9	967	135
Vlajkovac III	1	0	-	-	143	45	67	21	108	34	1	0	320	45
Vršački ritovi	273	2	-	-	785	6	4747	34	8173	58	18	0	71	1889

214. Ušće. Bela Crkva

Naziv sistema	Pogodnost lokaliteta prema ocenama (klasama) i procentualno učešće												Površina postojećih šuma (ha)	Potrebna površina do 14% (ha)
	Klasa 0 (ha/%)		Klasa 1 (ha/%)		Klasa 2 (ha/%)		Klasa 3 (ha/%)		Klasa 4 (ha/%)		Klasa 5 (ha/%)			
Dunav-priobalje	746	90	-	-	44	5	38	5	3	0	-	-	737	*(89)
Kanal DTD leva obala	750	21	364	10	1056	29	935	26	516	14	-	-	621	*(17)
Kanal DTD-Grebenac	4046	65	74	1	1617	26	320	5	214	3	-	-	3385	*(54)
Kanal DTD-Kajtasovo	432	54	-	-	222	28	66	8	79	10	-	-	414	*(52)
Karaš leva obala	1261	9	994	7	6714	47	4219	30	947	7	-	-	845	1134

215. Galovica. Zemun

Naziv sistema	Pogodnost lokaliteta prema ocenama (klasama) i procentualno učešće												Površina postojećih šuma (ha)	Potrebna površina do 14% (ha)
	Klasa 0 (ha/%)		Klasa 1 (ha/%)		Klasa 2 (ha/%)		Klasa 3 (ha/%)		Klasa 4 (ha/%)		Klasa 5 (ha/%)			
Galovica	4315	9	7224	16	15335	34	15968	35	2706	6	225	0	61	6347
Jaračka Jarčina	5326	20	13423	51	6793	26	668	3	-	-	-	-	1326	2343
Patka	9758	23	27050	63	6019	14	280	1	-	-	-	-	553	5482
Progarska Jarčina	1775	11	-	-	824	5	7290	43	6133	36	782	5	1303	1050
Sistem J-1	549	32	-	-	308	18	761	44	98	6	-	-	531	*(31)
Vranj	4326	30	44	0	2418	17	5609	39	1792	13	73	1	3765	*(26)
XXXKrivaja	2640	55	-	-	128	3	1064	22	1002	21	-	-	2570	*(53)

216. Bosut. Sremska Mitrovica

Naziv sistema	Pogodnost lokaliteta prema ocenama (klasama) i procentualno učešće												Površina postojećih šuma (ha)	Potrebna površina do 14% (ha)
	Klasa 0 (ha/%)		Klasa 1 (ha/%)		Klasa 2 (ha/%)		Klasa 3 (ha/%)		Klasa 4 (ha/%)		Klasa 5 (ha/%)			
Čikas	6054	32	4529	24	7412	39	862	5	-	-	-	-	3016	*(16)
Bosut	21488	49	1624	4	10639	24	8091	18	1706	4	259	1	17247	*(39)
Čijakov - Dekalica	80	5	1127	67	348	21	111	7	4	0	-	-	8	226
Hrtkovačka Draga	27	3	122	12	474	47	376	38	-	-	-	-	20	120
Hrtkovci	821	43	143	8	852	45	92	5	-	-	-	-	593	*(31)
Istočno obodni	9779	34	261	1	15242	53	3229	11	10	0	-	-	4146	*(15)
Konav	512	12	1301	30	2010	46	525	12	37	1	-	-	419	195
Kudoš	7427	37	6573	33	5779	29	338	2	31	0	-	-	2726	95
Lipac	4189	67	-	-	-	-	367	6	1402	22	-	-	2805	*(45)
Mandelos - Petrovci	673	16	-	-	1391	32	1235	29	990	23	-	-	1	600

Biotehničke mere kao mogućnost za povećanje efikasnosti sistema za odvodnjavanje

Popova Bara	143	8	-	-	423	24	973	56	195	11	-	-	1	242
Vrtić	2022	11	-	-	6278	35	7304	40	2387	13	75	0	1554	975

217. Podrinje. Šabac

Naziv sistema	Pogodnost lokaliteta prema ocenama (klasama) i procentualno učešće												Površina postojećih šuma (ha)	Potrebna površina do 14% (ha)
	Klasa 0 (ha/%)		Klasa 1 (ha/%)		Klasa 2 (ha/%)		Klasa 3 (ha/%)		Klasa 4 (ha/%)		Klasa 5 (ha/%)			
Bitvnski	933	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	933	131
Stojšića Bogaz	3885	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3885	544
Zasavički	5955	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5955	834

Prilog3.

301. Zapadna Bačka. Sombor

Naziv sistema	Vreme odvodnj. pp 5g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama za pp 5g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama uz lin objekte za pp 5g (dan)	Razlika u danima (projekt ovano i bt mere) za pp 5g (dan)	Vreme odvodnj. pp 10g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama za pp 10g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama uz lin objekte za pp 10g (dan)	Razlika u danima (projekt ovano i bt mere) za pp 10g (dan)	Vreme odvodnj. pp 20g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama za pp 20g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama uz lin objekte za pp 20g (dan)	Razlika u danima (projekt ovano i bt mere) za pp 20g (dan)
Žarkovac	21	18,2	20,9	2,8	27	23,4	26,9	3,6	32	27,7	31,8	4,3
Apatin 9-3	22	20,3	21,9	1,7	26	24	25,9	2	30	27,7	29,9	2,3
Barački Dunavac*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bezdan Ostrvo I	20	18,5	19,9	1,5	23	21,3	22,8	1,7	26	24	25,8	2
Bezdan Ostrvo II**	17	-	-	-	19	-	-	-	23	-	-	-
Bezdan-Bački Breg	17	17	16,9	0,1	20	20	19,9	0,1	23	23	22,9	0,1
Bezdan-Bački Monoštor I**	55	-	-	-	65	-	-	-	74	-	-	-
Bezdan-Bački Monoštor II	52	45,2	51,9	6,8	58	50,4	57,9	7,6	71	61,7	70,9	9,3
DTD-Bukovac	36	32,5	35,9	3,5	43	38,8	42,9	4,2	48	43,3	47,9	4,7
Kendjija**	52	-	-	-	59	-	-	-	70	-	-	-
Keverča**	24	-	-	-	28	-	-	-	31	-	-	-
Kučka 9-5	22	20,2	21,8	1,8	25	22,9	24,8	2,1	29	26,6	28,8	2,4
Kupusina 9-6	70	66,4	69,6	3,6	83	78,8	82,6	4,2	92	87,3	91,5	4,7
Miletić Čičovi	201	174,8	200,5	26,2	265	230,5	264,4	34,5	329	286,2	328,2	42,8
Plazović**	32	-	-	-	39	-	-	-	45	-	-	-
Prigrevica	14	13,9	13,9	0,1	16	15,9	15,9	0,1	18	17,9	17,9	0,1
Ruski Krstur*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Severna	33	28,6	32,8	4,4	39	33,8	38,8	5,2	45	39	44,7	6

Biotehničke mere kao mogućnost za povećanje efikasnosti sistema za odvodnjavanje

Jegrička												
Severna Mostonga	40	35,4	39,8	4,6	51	45,1	50,8	5,9	61	53,9	60,8	7,1
Siga-Kazuk**	37	-	-	-	43	-	-	-	49	-	-	-
Sončanski rit**	56	-	-	-	65	-	-	-	72	-	-	-
Srpski Miletić	221	190,7	220,5	30,3	260	224,4	259,4	35,6	291	251,1	290,4	39,9
Stapar	105	90,7	104,1	14,3	123	106,2	122	16,8	138	119,1	136,9	18,9
Svilojevo-Sonta	29	27,5	28,9	1,5	35	33,2	34,9	1,8	39	37	38,8	2
Telečka-Istočna Gradina	77	66,9	76,7	10,1	92	79,9	91,7	12,1	104	90,3	103,6	13,7

* vreme odvodnjavanja nije računato jer prema izvornim podacima ne postoji podatak o hidromodulu odvodnjavanja

**s obzirom da nema potrebe za pošumljavanjem, jer je šumovitost na ovom sistemu veća od 14%, nije potrebno raditi novo vreme odvodnjavanja

302. Severna Bačka. Subotica

Naziv sistema	Vreme odvodnj. pp 5g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama za pp 5g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama uz lin objekte za pp 5g (dan)	Razlika u danima (projekto vano i bt mere) za pp 5g (dan)	Vreme odvodnj. pp 10g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama za pp 10g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama uz lin objekte za pp 10g (dan)	Razlika u danima (projekto vano i bt mere) za pp 10g (dan)	Vreme odvodnj. pp 20g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama za pp 20g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama uz lin objekte za pp 20g (dan)	Razlika u danima (projekto vano i bt mere) za pp 20g (dan)
Čik 1	30	25,8	29,9	4,2	37	31,8	36,9	5,2	43	37	42,9	6
Čik 2	20	17,7	19,9	2,3	27	23,9	26,9	3,1	33	29,2	32,9	3,8
Kereš**	55	-	-	-	68	-	-	-	78	-	-	-

303. Senta. Senta

Naziv sistema	Vreme odvodnj. pp 5g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama za pp 5g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama uz lin objekte za pp 5g (dan)	Razlika u danima (projekto vano i bt mere) za pp 5g (dan)	Vreme odvodnj. pp 10g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama za pp 10g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama uz lin objekte za pp 10g (dan)	Razlika u danima (projekto vano i bt mere) za pp 10g (dan)	Vreme odvodnj. pp 20g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama za pp 20g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama uz lin objekte za pp 20g (dan)	Razlika u danima (projekto vano i bt mere) za pp 20g (dan)
Bud_ak sliv III*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Biotehničke mere kao mogućnost za povećanje efikasnosti sistema za odvodnjavanje

Horgoško-Martonoški rit sliv XII	18	16,7	17,9	1,3	23	21,3	22,9	1,7	26	24,1	25,9	1,9
Horgoško-Martonoški sliv XI	19	17,3	18,9	1,7	22	20,1	21,9	1,9	27	24,6	26,9	2,4
Kaloča sliv V	31	26,7	30,9	4,3	39	33,5	38,9	5,5	47	40,4	46,9	6,6
Kanjiški rit sliv X	24	22,9	23,8	1,1	30	28,6	29,8	1,4	34	32,4	33,8	1,6
Makoš sliv VI	26	22,4	25,8	3,6	33	28,4	32,8	4,6	38	32,7	37,7	5,3
Molski rit sliv II	20	17,2	19,8	2,8	26	22,4	25,8	3,6	31	26,7	30,7	4,3
Mrtva Tisa naspram _ale*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Senčanski rit sliv VII	24	22	23,8	2	29	26,5	28,8	2,5	34	31,1	33,7	2,9
Stari Kereš sliv IX**	21	-	-	-	26	-	-	-	30	-	-	-

304. Krivaja. Bačka Topola

Naziv sistema	Vreme odvodnj. pp 5g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama za pp 5g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama uz lin objekte za pp 5g (dan)	Razlika u danima (projekto vano i bt mere) za pp 5g (dan)	Vreme odvodnj. pp 10g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama za pp 10g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama uz lin objekte za pp 10g (dan)	Razlika u danima (projekto vano i bt mere) za pp 10g (dan)	Vreme odvodnj. pp 20g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama za pp 20g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama uz lin objekte za pp 20g (dan)	Razlika u danima (projekto vano i bt mere) za pp 20g (dan)
Beljanska bara	18	15,5	17,9	2,5	24	20,7	23,9	3,3	31	26,7	30,9	4,3
Krivaja 1	31	27,3	30,9	3,7	38	33,4	37,9	4,6	44	38,7	43,9	5,3
Krivaja 2	28	24,4	27,9	3,6	34	29,6	33,9	4,4	40	34,8	39,9	5,2

305. Srednja Bačka. Bečej

Naziv sistema	Vreme odvodnj. pp 5g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama za pp 5g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama uz lin objekte za pp 5g (dan)	Razlika u danima (projekto vano i bt mere) za pp 5g (dan)	Vreme odvodnj. pp 10g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama za pp 10g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama uz lin objekte za pp 10g (dan)	Razlika u danima (projekto vano i bt mere) za pp 10g (dan)	Vreme odvodnj. pp 20g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama za pp 20g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama uz lin objekte za pp 20g (dan)	Razlika u danima (projekto vano i bt mere) za pp 20g (dan)
Bečejski	26	22,4	26	3,6	32	27,5	32	4,5	38	32,7	38	5,3
Bečejski Donji veliki rit	61	52,7	60,3	8,3	73	63	72,1	10	82	70,8	81	11,2
Biserno Ostrvo	65	57	64,6	8	77	67,5	76,5	9,5	86	75,4	85,5	10,6
Koštanica*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mrtva Tisa*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Perlek - Medenjača - Mali rit	27	23,6	26,8	3,4	33	28,9	32,7	4,1	37	32,4	36,7	4,6
Turija - Nadalj - Bačko Gradište	34	29,2	33,9	4,8	41	35,3	40,9	5,7	46	39,6	45,8	6,4
Turija Nadalj I	55	47,3	54,9	7,7	67	57,6	66,8	9,4	77	66,2	76,8	10,8
Turija-Nadalj II	63	54,2	62,6	8,8	75	64,5	74,5	10,5	84	72,2	83,5	11,8
Ugarnice*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

306. Bačka. Vrbas

Naziv sistema	Vreme odvodnj. pp 5g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama za pp 5g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama uz lin objekte za pp 5g (dan)	Razlika u danima (projekto vano i bt mere) za pp 5g (dan)	Vreme odvodnj. pp 10g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama za pp 10g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama uz lin objekte za pp 10g (dan)	Razlika u danima (projekto vano i bt mere) za pp 10g (dan)	Vreme odvodnj. pp 20g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama za pp 20g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama uz lin objekte za pp 20g (dan)	Razlika u danima (projekto vano i bt mere) za pp 20g (dan)
Jegrička	61	52,5	60,6	8,5	73	62,8	72,5	10,2	81	69,7	80,4	11,3
Jegrička 2	53	45,6	52,9	7,4	64	55	63,9	9	73	62,8	72,9	10,2
Jegrička 3	67	57,6	66,9	9,4	80	68,8	79,9	11,2	90	77,4	89,9	12,6

Biotehničke mere kao mogućnost za povećanje efikasnosti sistema za odvodnjavanje

Kosančić III-23*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kucura K-IV	28	24,1	27,9	3,9	33	28,4	32,8	4,6	38	32,7	37,8	5,3
Kula-Crvenka	29	25,6	29	3,4	35	30,9	34,9	4,1	40	35,4	39,9	4,6
Ruski Krstur III-26*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Savino Selo K-IV	63	54,2	62,7	8,8	75	64,5	74,6	10,5	84	72,2	83,6	11,8
Sistem BB*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sistem KC-III*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sistem KK-II*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sistem S-I*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sistem SV*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vrbas	48	41,3	47,7	6,7	57	49	56,7	8	64	55	63,6	9
Vrbas-Kula	26	22,9	25,9	3,1	32	28,2	31,9	3,8	36	31,7	35,9	4,3

307. Dunav. Bačka Palanka

Naziv sistema	Vreme odvodnj. pp 5g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama za pp 5g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama uz lin objekte za pp 5g (dan)	Razlika u danima (projekto vano i bt mere) za pp 5g (dan)	Vreme odvodnj. pp 10g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama za pp 10g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama uz lin objekte za pp 10g (dan)	Razlika u danima (projekto vano i bt mere) za pp 10g (dan)	Vreme odvodnj. pp 20g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama za pp 20g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama uz lin objekte za pp 20g (dan)	Razlika u danima (projekto vano i bt mere) za pp 20g (dan)
Čelarevo	93	84,7	92,6	8,3	108	98,4	107,5	9,6	120	109,3	119,5	10,7
Bačka Palanka Grad*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bački Petrovac	65	55,9	64,8	9,1	78	67,1	77,7	10,9	88	75,7	87,7	12,3
Bačko Novo Selo Rit**	14	-	-	-	17	-	-	-	19	-	-	-
Begeč	43	37	43	6	51	43,9	50,9	7,1	58	49,9	57,9	8,1
Begeč – Gložan	47	43,2	46,7	3,8	56	51,4	55,7	4,6	63	57,9	62,6	5,1
Belo Polje*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bogojevo	20	18,5	19,8	1,5	23	21,3	22,8	1,7	25	23,2	24,8	1,8
Despotovo - Silbaš	185	159,4	184,1	25,6	221	190,4	219,9	30,6	250	215,4	248,8	34,6
Dragovo	65	55,9	64,6	9,1	78	67,1	77,5	10,9	88	75,7	87,5	12,3

Biotehničke mere kao mogućnost za povećanje efikasnosti sistema za odvodnjavanje

Šukavica*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Karađorđevo	42	39,5	41,9	2,5	48	45,2	47,9	2,8	52	48,9	51,9	3,1
Karavukovo	34	31,6	33,9	2,4	41	38,1	40,9	2,9	46	42,7	45,9	3,3
Labudnjača	22	21,8	21,8	0,2	25	24,7	24,7	0,3	30	29,7	29,7	0,3
Mandra (Fatov) **	174	-	-	-	202	-	-	-	224	-	-	-
Mladenovo	24	21,9	23,9	2,1	27	24,7	26,8	2,3	30	27,4	29,8	2,6
Nova Palanka**	25	-	-	-	28	-	-	-	31	-	-	-
Nova Palanka Rit**	18	-	-	-	21	-	-	-	23	-	-	-
Odžaci*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Plavna	31	29,5	30,8	1,5	36	34,3	35,7	1,7	40	38,1	39,7	1,9
Ristovača - Drža	163	152,2	162,3	10,8	195	182,1	194,2	12,9	221	206,3	220,1	14,7
Tamana- Pavlovac	25	22,2	24,8	2,8	29	25,7	28,8	3,3	32	28,4	31,8	3,6
Tovariševo - Gajdobra	29	24,9	28,9	4,1	34	29,2	33,9	4,8	39	33,5	38,9	5,5
Tovariševo - Obrovac	33	31,6	32,9	1,4	37	35,5	36,9	1,5	41	39,3	40,9	1,7

308. Šajkaška. Novi Sad

Naziv sistema	Vreme odvodnj. pp 5g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama za pp 5g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama uz lin objekte za pp 5g (dan)	Razlika u danima (projekto vano i bt mere) za pp 5g (dan)	Vreme odvodnj. pp 10g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama za pp 10g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama uz lin objekte za pp 10g (dan)	Razlika u danima (projekto vano i bt mere) za pp 10g (dan)	Vreme odvodnj. pp 20g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama za pp 20g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama uz lin objekte za pp 20g (dan)	Razlika u danima (projekto vano i bt mere) za pp 20g (dan)
Žabalj	21	18,9	20,9	2,1	25	22,5	24,8	2,5	28	25,2	27,8	2,8
Žabalj-Mesto	42	36,1	41,7	5,9	50	43	49,6	7	56	48,2	55,6	7,8
Đurđevo	23	20,5	22,8	2,5	28	25	27,8	3	33	29,4	32,8	3,6
Dunavac	30	26	29,8	4	36	31,2	35,8	4,8	41	35,5	40,8	5,5
Dunav-Srem*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Futog	33	29	32,8	4	39	34,2	38,7	4,8	44	38,6	43,7	5,4
Kalište**	10	-	-	-	13	-	-	-	14	-	-	-

Biotehničke mere kao mogućnost za povećanje efikasnosti sistema za odvodnjavanje

Kovilj**	19	-	-	-	22	-	-	-	25	-	-	-
Lok	31	27,4	30,8	3,6	36	31,9	35,8	4,1	41	36,3	40,7	4,7
Mošorin	20	19,3	19,9	0,7	24	23,2	23,9	0,8	27	26,1	26,8	0,9
NN 31*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Novi Sad*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
OKM*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ravno-DTD**	62	-	-	-	74	-	-	-	84	-	-	-
Ravno-Jegrička	39	33,5	38,8	5,5	47	40,4	46,8	6,6	53	45,6	52,8	7,4
Rumenka*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sajlovo	33	32,3	32,9	0,7	39	38,2	38,9	0,8	44	43,1	43,9	0,9
Stara Tisa - Bačkogradištan ski rit	23	19,8	22,9	3,2	28	24,1	27,9	3,9	33	28,4	32,8	4,6
Stepanovićevo- DTD	43	37	42,7	6	51	43,9	50,7	7,1	58	49,9	57,6	8,1
Stepanovićevo- Jegrička	41	35,3	40,8	5,7	49	42,1	48,7	6,9	55	47,3	54,7	7,7
Telep	33	28,4	33	4,6	39	33,5	39	5,5	44	37,8	44	6,2
Temerin	41	35,3	40,8	5,7	49	42,1	48,8	6,9	56	48,2	55,7	7,8
Temerin - Gospođinci	33	28,4	32,9	4,6	39	33,5	38,9	5,5	44	37,8	43,8	6,2
Titel	25	22,7	24,8	2,3	29	26,3	28,8	2,7	33	29,9	32,8	3,1
Titelski breg*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Veternik	31	27,4	30,9	3,6	37	32,7	36,8	4,3	42	37,1	41,8	4,9
Vizić	33	28,8	32,8	4,2	39	34	38,8	5	44	38,4	43,8	5,6
Vrbica	35,5	31,7	35,1	3,8	42	37,6	41,5	4,4	48	42,9	47,4	5,1

309. Gornji Banat. Kikinda

Naziv sistema	Vreme odvodnj. pp 5g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama za pp 5g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama uz lin objekte za pp 5g (dan)	Razlika u danima (projekto vano i bt mere) za pp 5g (dan)	Vreme odvodnj. pp 10g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama za pp 10g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama uz lin objekte za pp 10g (dan)	Razlika u danima (projekto vano i bt mere) za pp 10g (dan)	Vreme odvodnj. pp 20g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama za pp 20g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama uz lin objekte za pp 20g (dan)	Razlika u danima (projekto vano i bt mere) za pp 20g (dan)
Čoka II	27	23,2	26,9	3,8	33	28,4	32,9	4,6	38	32,7	37,9	5,3
Bašaidsko-Molinski	35	31,9	34,8	3,1	41	37,3	40,8	3,7	46	41,9	45,7	4,1
Begejski	29	25	28,8	4	34	29,3	33,7	4,7	39	33,6	38,7	5,4
Berski	27	23,9	26,9	3,1	33	29,2	32,8	3,8	38	33,6	37,8	4,4
Bočarski	19	16,4	18,9	2,6	24	20,7	23,9	3,3	28	24,1	27,8	3,9
Burza	26	23,4	25,8	2,6	31	27,9	30,7	3,1	35	31,5	34,7	3,5
Crna Bara	22,4	20,3	22,3	2,1	27,3	24,8	27,2	2,6	33	29,9	32,8	3,1
Šuljmoški*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Šušanj*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Galacki**	25	-	-	-	29	-	-	-	33	-	-	-
Glavni-Topolski	39	33,9	38,8	5,1	46	40	45,7	6	51	44,3	50,7	6,7
Graničar	13	11,2	12,8	1,8	15	12,9	14,8	2,1	17	14,6	16,8	2,4
Idjoski-Kindja	22	19,3	21,8	2,7	27	23,6	26,8	3,4	32	28	31,7	4
Jazovački**	24	-	-	-	29	-	-	-	34	-	-	-
Katahat**	24	-	-	-	28	-	-	-	31	-	-	-
Kere bara-Djurdjeva bara	19	16,8	18,8	2,2	22	19,4	21,8	2,6	26	23	25,8	3
Kerekto-Bočar	27	-	-	-	32	-	-	-	35	-	-	-
Kindja	25	23,9	25	1,1	31	29,6	31	1,4	36	34,4	35,9	1,6
Kopovo*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kumane**	50	-	-	-	59	-	-	-	66	-	-	-
Kumane II*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Miloševački	21	18,1	20,9	2,9	26	22,4	25,9	3,6	31	26,7	30,8	4,3
Mokrinski	20	17,3	19,9	2,7	26	22,5	25,8	3,5	32	27,7	31,8	4,3

Biotehničke mere kao mogućnost za povećanje efikasnosti sistema za odvodnjavanje

Monoštorski	10	9,3	9,9	0,7	12	11,1	11,9	0,9	15	13,9	14,9	1,1
Nakovski	26	22,7	25,8	3,3	33	28,7	32,8	4,3	39	34	38,8	5
Novi Kneževac	25	22,8	24,9	2,2	31	28,3	30,8	2,7	36	32,8	35,8	3,2
Pesir**	15	-	-	-	17	-	-	-	19	-	-	-
Retenzija _ala*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
retenzija Batka*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Retenzija Bočar*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Retenzija Libe*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
retenzija Ljutovo*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sajanski**	33	-	-	-	38	-	-	-	43	-	-	-
Sanad-Bud_ak*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sistem K- III*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sokolac	36	31,5	35,5	4,5	42	36,7	41,4	5,3	46	40,2	45,4	5,8
Tašfalski	20	17,2	19,9	2,8	24	20,6	23,8	3,4	27	23,2	26,8	3,8
Vincaidski	28	26,4	27,8	1,6	33	31,2	32,8	1,8	38	35,9	37,8	2,1
Vok*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vranjevo	40	36,3	40	3,7	48	43,5	48	4,5	54	49	54	5
Zlatički**	29	-	-	-	34	-	-	-	38	-	-	-
Zlatica II*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

310. Srednji Banat. Zrenjanin

Naziv sistema	Vreme odvodnj. pp 5g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama za pp 5g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama uz lin objekte za pp 5g (dan)	Razlika u danima (projekto vano i bt mere) za pp 5g (dan)	Vreme odvodnj. pp 10g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama za pp 10g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama uz lin objekte za pp 10g (dan)	Razlika u danima (projekto vano i bt mere) za pp 10g (dan)	Vreme odvodnj. pp 20g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama za pp 20g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama uz lin objekte za pp 20g (dan)	Razlika u danima (projekto vano i bt mere) za pp 20g (dan)
Čenta*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Žitište-Klek	25	21,7	24,8	3,3	32	27,8	31,8	4,2	39	33,9	38,7	5,1
Aleksandrovački	25	21,5	24,9	3,5	32	27,5	31,9	4,5	39	33,5	38,8	5,5
Babatov**	63	-	-	-	75	-	-	-	87	-	-	-

Biotehničke mere kao mogućnost za povećanje efikasnosti sistema za odvodnjavanje

Banatski Dvor	119	102,3	117,4	16,7	139	119,5	137,2	19,5	155	133,3	152,9	21,7
Begejci	50	43,3	49,8	6,7	61	52,9	60,8	8,1	71	61,5	70,8	9,5
Belo Blato	8	7,1	7,9	0,9	10	8,9	9,9	1,1	12	10,6	11,9	1,4
Carska Bara*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dubica-Jarkovac	29	27,7	28,8	1,3	36	34,4	35,8	1,6	43	41	42,7	2
Elemir-Aradac**	47	-	-	-	57	-	-	-	65	-	-	-
Šozo	34	29,7	33,8	4,3	43	37,6	42,7	5,4	51	44,6	50,7	6,4
Farkaždin	14	12,2	14	1,8	21	18,2	21	2,8	28	24,3	27,9	3,7
Itebej-Crnja	40	34,9	39,7	5,1	46	40,1	45,7	5,9	51	44,4	50,7	6,6
Jorgovan	37	32,8	36,7	4,2	43	38,1	42,7	4,9	48	42,5	47,7	5,5
Karađorđevo-Molin	39	34,1	38,7	4,9	46	40,2	45,6	5,8	51	44,5	50,6	6,5
Knićanin-Čenta	20	17,6	19,8	2,4	26	22,9	25,8	3,1	32	28,2	31,7	3,8
Konak	42	37,7	41,6	4,3	50	44,9	49,6	5,1	57	51,2	56,5	5,8
Lanka-Birda	41	36,7	40,6	4,3	49	43,9	48,5	5,1	55	49,3	54,5	5,7
Lukićevo	26	23,1	26	2,9	33	29,3	33	3,7	40	35,6	40	4,4
Medja	50	45,2	49,5	4,8	59	53,4	58,4	5,6	68	61,5	67,3	6,5
Medjurečje	22	19,1	21,8	2,9	28	24,3	27,7	3,7	33	28,6	32,6	4,4
Melenci I	30	28,2	29,8	1,8	37	34,8	36,8	2,2	43	40,4	42,7	2,6
Melenci II	28	24,1	27,8	3,9	35	30,1	34,8	4,9	41	35,3	40,7	5,7
Melenci III	30	27,3	29,9	2,7	37	33,7	36,9	3,3	43	39,2	42,9	3,8
Mihajlovo-Begej	32	27,5	32	4,5	39	33,5	39	5,5	45	38,7	44,9	6,3
Mihajlovo-DTD	30	25,8	29,9	4,2	37	31,8	36,8	5,2	43	37	42,8	6
Mužlja-Lukino Selo	10	-	-	-	12	-	-	-	14	-	-	-
Neuzina-Brzava*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Neuzina-DTD*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Neuzina-Tamiš	140	121,3	138,8	18,7	170	147,3	168,6	22,7	197	170,7	195,3	26,3
Oredj-Bele Bare-Sutjeska	25	21,7	24,8	3,3	31	26,9	30,7	4,1	36	31,3	35,6	4,7
Orlovat-Pašnjak	26	23,6	26	2,4	33	29,9	33	3,1	40	36,3	40	3,7
Ribnjak*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Biotehničke mere kao mogućnost za povećanje efikasnosti sistema za odvodnjavanje

Ribnjak Sutjeska*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stajićevo	30	28,1	29,9	1,9	37	34,6	36,8	2,4	43	40,2	42,8	2,8
Tomaševac	26	22,7	25,9	3,3	33	28,8	32,9	4,2	40	35	39,9	5
Turski Begej	30	25,9	29,8	4,1	35	30,2	34,8	4,8	39	33,7	38,7	5,3
Ušće Tamišac	35	30,3	34,7	4,7	44	38,1	43,6	5,9	52	45	51,6	7
Zrenjanin	29	25,1	28,9	3,9	36	31,1	35,9	4,9	42	36,3	41,9	5,7

311. Tamiš-Dunav. Pančevo

Naziv sistema	Vreme odvodnj. pp 5g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama za pp 5g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama uz lin objekte za pp 5g (dan)	Razlika u danima (projekto vano i bt mere) za pp 5g (dan)	Vreme odvodnj. pp 10g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama za pp 10g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama uz lin objekte za pp 10g (dan)	Razlika u danima (projekto vano i bt mere) za pp 10g (dan)	Vreme odvodnj. pp 20g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama za pp 20g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama uz lin objekte za pp 20g (dan)	Razlika u danima (projekto vano i bt mere) za pp 20g (dan)
Baštine-Opovo	29	27	29	2	36	33,5	35,9	2,5	42	39,1	41,9	2,9
Crepajski*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CS Topola II	45	38,7	45	6,3	55	47,3	55	7,7	63	54,2	63	8,8
Debeljački-Baštine*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dolovački Begej*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Glavni Glogonjski	30	26,1	30	3,9	37	32,1	36,9	4,9	44	38,2	43,9	5,8
Glavni Jabučki	73	62,8	72,8	10,2	89	76,5	88,7	12,5	104	89,4	103,7	14,6
Gradska šuma*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Idvor-Uzdin-Sakule	101	97,1	100,7	3,9	128	123,1	127,7	4,9	154	148	153,6	6
Inundacija*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ivanovo	18	16,4	17,9	1,6	21	19,2	20,9	1,8	24	21,9	23,8	2,1
Jabučki	70	60,3	69,5	9,7	87	74,9	86,4	12,1	102	87,8	101,3	14,2
Kačarevački*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Marijino Polje	38	34	37,7	4	45	40,3	44,7	4,7	51	45,7	50,7	5,3
Naritak*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Biotehničke mere kao mogućnost za povećanje efikasnosti sistema za odvodnjavanje

Pančevački	41	35,6	40,9	5,4	51	44,3	50,8	6,7	59	51,3	58,8	7,7
Pešcarsko-Debeljački*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Skorenovac	32	29,1	31,8	2,9	39	35,5	38,7	3,5	45	41	44,7	4
Sporedno Crepajski*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Verovac*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

312. Podunavlje. Kovin

Naziv sistema	Vreme odvodnj. pp 5g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama za pp 5g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama uz lin objekte za pp 5g (dan)	Razlika u danima (projekto vano i bt mere) za pp 5g (dan)	Vreme odvodnj. pp 10g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama za pp 10g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama uz lin objekte za pp 10g (dan)	Razlika u danima (projekto vano i bt mere) za pp 10g (dan)	Vreme odvodnj. pp 20g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama za pp 20g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama uz lin objekte za pp 20g (dan)	Razlika u danima (projekto vano i bt mere) za pp 20g (dan)
Bavanište	17	15,3	16,8	1,7	21	18,9	20,7	2,1	24	21,6	23,7	2,4
Dubovac**	11	-	-	-	14	-	-	-	17	-	-	-
Gaj	41	37,7	40,7	3,3	49	45,1	48,6	3,9	57	52,4	56,5	4,6
Ibrifor	36	31,9	35,7	4,1	43	38,1	42,7	4,9	49	43,4	48,6	5,6
Ponjavica*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vrba	25	21,9	24,7	3,1	30	26,3	29,7	3,7	35	30,7	34,6	4,3

313. Južni Banat. Vršac

Naziv sistema	Vreme odvodnj. pp 5g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama za pp 5g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama uz lin objekte za pp 5g (dan)	Razlika u danima (projekto vano i bt mere) za pp 5g (dan)	Vreme odvodnj. pp 10g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama za pp 10g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama uz lin objekte za pp 10g (dan)	Razlika u danima (projekto vano i bt mere) za pp 10g (dan)	Vreme odvodnj. pp 20g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama za pp 20g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama uz lin objekte za pp 20g (dan)	Razlika u danima (projekto vano i bt mere) za pp 20g (dan)
Bobaja - Peščara	23	19,8	22,7	3,2	27	23,2	26,7	3,8	31	26,7	30,6	4,3
Celine*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Biotehničke mere kao mogućnost za povećanje efikasnosti sistema za odvodnjavanje

Deliblatska Peščara*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dobrica I	19	16,3	18,9	2,7	24	20,6	23,9	3,4	28	24,1	27,9	3,9
Dobrica II-Iland_a	65	55,9	64,4	9,1	80	68,8	79,2	11,2	93	80	92,1	13
Guzajna	42	41,2	41,8	0,8	51	50	50,7	1	60	58,8	59,6	1,2
Izbište-Zagajica	41	35,3	40,9	5,7	51	43,9	50,9	7,1	60	51,7	59,9	8,3
Izolacioni kanal-Ilka	43	41,2	42,8	1,8	53	50,7	52,8	2,3	62	59,4	61,8	2,6
Janošik	27	23,2	26,7	3,8	33	28,4	32,7	4,6	39	33,5	38,6	5,5
Keveriš	21	18,8	20,8	2,2	26	23,2	25,8	2,8	31	27,7	30,7	3,3
Lokve	20	18,5	19,8	1,5	26	24	25,7	2	32	29,6	31,7	2,4
Mali _am-Veliko Središte 1**	18	-	-	-	23	-	-	-	27	-	-	-
Mali _am-Veliko Središte 2	19	18,3	18,9	0,7	24	23,2	23,8	0,8	28	27	27,8	1
Maloritski kanal*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nera	29	26,7	28,8	2,3	36	33,2	35,8	2,8	42	38,7	41,8	3,3
Ni _i Jarak-PavliŰki rit**	45	-	-	-	54	-	-	-	63	-	-	-
Novi Kozjak	25	21,8	24,9	3,2	31	27	30,9	4	37	32,3	36,9	4,7
Plandište III-Stari Lec	27	24,7	26,7	2,3	32	29,2	31,6	2,8	37	33,8	36,5	3,2
Plandište II-Kupinik	42	36,1	41,7	5,9	50	43	49,7	7	57	49	56,6	8
Plandište I-Miletićevo	53	45,8	52,5	7,2	64	55,3	63,4	8,7	72	62,2	71,3	9,8
Plandište IV-Rojga	16	14	15,9	2	19	16,7	18,8	2,3	22	19,3	21,8	2,7
Plandište V-Barice	43	37	42,5	6	52	44,7	51,4	7,3	60	51,6	59,4	8,4
Plandište VI-Moravica	35	30,1	34,6	4,9	43	37	42,5	6	48	41,3	47,4	6,7

Priobalje Karaša-desna obala*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Priobalje Karaša-leva obala*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vlajkovac I	17	14,6	16,8	2,4	22	18,9	21,8	3,1	26	22,4	25,7	3,6
Vlajkovac II	19	16,3	18,7	2,7	23	19,8	22,7	3,2	27	23,2	26,6	3,8
Vlajkovac III	19	16,3	18,9	2,7	24	20,6	23,9	3,4	28	24,1	27,9	3,9
Vršački ritovi	37	32	36,5	5	44	38,1	43,4	5,9	50	43,3	49,3	6,7

314. Ušće. Bela Crkva

Naziv sistema	Vreme odvodnj. pp 5g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama za pp 5g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama uz lin objekte za pp 5g (dan)	Razlika u danima (projekto vano i bt mere) za pp 5g (dan)	Vreme odvodnj. pp 10g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama za pp 10g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama uz lin objekte za pp 10g (dan)	Razlika u danima (projekto vano i bt mere) za pp 10g (dan)	Vreme odvodnj. pp 20g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama za pp 20g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama uz lin objekte za pp 20g (dan)	Razlika u danima (projekto vano i bt mere) za pp 20g (dan)
Dunav-priobalje*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kanal DTD leva obala*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kanal DTD-Grebenac*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kanal DTD-Kajtasovo*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Karaš leva obala*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

315. Galovica. Zemun

Naziv sistema	Vreme odvodnj. pp 5g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama za pp 5g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama uz lin objekte za pp 5g (dan)	Razlika u danima (projekto vano i bt mere) za pp 5g (dan)	Vreme odvodnj. pp 10g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama za pp 10g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama uz lin objekte za pp 10g (dan)	Razlika u danima (projekto vano i bt mere) za pp 10g (dan)	Vreme odvodnj. pp 20g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama za pp 20g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama uz lin objekte za pp 20g (dan)	Razlika u danima (projekto vano i bt mere) za pp 20g (dan)
Galovica	44	37,9	43,6	6,1	57	49,1	56,4	7,9	68	58,6	67,3	9,4
Jaračka Jarčina	29	26,4	28,9	2,6	36	32,8	35,8	3,2	43	39,2	42,8	3,8
Patka	54	47,1	53,8	6,9	69	60,2	68,7	8,8	84	73,3	83,7	10,7
Progarska Jarčina	28	26,3	27,7	1,7	34	31,9	33,6	2,1	39	36,6	38,5	2,4
Sistem J-1*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vranj**	31	-	-	-	37	-	-	-	42	-	-	-
XXXXKrivaja*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

316. Bosut. Sremska Mitrovica

Naziv sistema	Vreme odvodnj. pp 5g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama za pp 5g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama uz lin objekte za pp 5g (dan)	Razlika u danima (projekto vano i bt mere) za pp 5g (dan)	Vreme odvodnj. pp 10g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama za pp 10g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama uz lin objekte za pp 10g (dan)	Razlika u danima (projekto vano i bt mere) za pp 10g (dan)	Vreme odvodnj. pp 20g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama za pp 20g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama uz lin objekte za pp 20g (dan)	Razlika u danima (projekto vano i bt mere) za pp 20g (dan)
Čikas**	32	-	-	-	38	-	-	-	43	-	-	-
Bosut**	29	-	-	-	35	-	-	-	40	-	-	-
Čijakov - Dekalica*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hrtkovačka Draga*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hrtkovci*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Istočno	35	-	-	-	41	-	-	-	45	-	-	-

Biotehničke mere kao mogućnost za povećanje efikasnosti sistema za odvodnjavanje

obodni**												
Konav	26	24,8	25,8	1,2	32	30,6	31,7	1,4	38	36,3	37,7	1,7
Kudoš	18	17,9	17,9	0,1	22	21,9	21,9	0,1	26	25,9	25,9	0,1
Lipac**	28	-	-	-	33	-	-	-	36	-	-	-
Mandelos - Petrovci	16	13,8	15,8	2,2	19	16,3	18,8	2,7	21	18,1	20,7	2,9
Popova Bara	28	24,1	27,7	3,9	35	30,1	34,7	4,9	40	34,4	39,6	5,6
Vrtić	9	8,5	8,9	0,5	11	10,4	10,9	0,6	12	11,4	11,9	0,6

317. Podrinje. Šabac

Naziv sistema	Vreme odvodnj. pp 5g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama za pp 5g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama uz lin objekte za pp 5g (dan)	Razlika u danima (projekto vano i bt mere) za pp 5g (dan)	Vreme odvodnj. pp 10g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama za pp 10g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama uz lin objekte za pp 10g (dan)	Razlika u danima (projekto vano i bt mere) za pp 10g (dan)	Vreme odvodnj. pp 20g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama za pp 20g (dan)	Vreme odvodnj. sa BT merama uz lin objekte za pp 20g (dan)	Razlika u danima (projekto vano i bt mere) za pp 20g (dan)
Bitvnski*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Stojšića Bogaz*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zasavički*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

