Režim rijeke Drave u Hrvatskoj s obzirom na poplave

Bošnjak, Goran

Undergraduate thesis / Završni rad

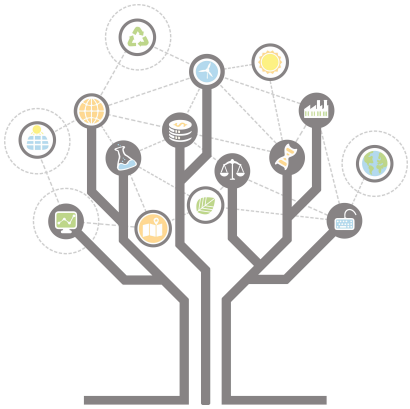
2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Geotechnical Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:130:897352

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

Repository of Faculty of Geotechnical Engineering - Theses and Dissertations

zir.nsk.hr

DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Režim rijeke Drave u Hrvatskoj s obzirom na poplave

Bošnjak, Goran

Undergraduate thesis / Završni rad

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Geotechnical Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Geotehnički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:130:897352

Rights / Prava: In copyright

Download date / Datum preuzimanja: **2020-10-22**

Repository / Repozitorij:

Repository of Faculty of Geotechnical Engineering

zir.nsk.hr

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GEOTEHNIČKI FAKULTET

GORAN BOŠNJAK

REŽIM RIJEKE DRAVE U HRVATSKOJ S OBZIROM NA POPLAVE

ZAVRŠNI RAD

VARAŽDIN, 2018.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
GEOTEHNIČKI FAKULTET

REŽIM RIJEKE DRAVE U HRVATSKOJ S OBZIROM NA POPLAVE

ZAVRŠNI RAD

KANDIDAT:
GORAN BOŠNJAK

MENTOR:
Doc.dr.sc. BOJAN ĐURIN

VARAŽDIN, 2018.

Sveučilište u Zagrebu
Geotehnički fakultet

ZADATAK ZA ZAVRŠNI RAD

Pristupnik: GORAN BOŠNJAK

Matični broj: 2436 - 2014./2015.

NASLOV ZAVRŠNOG RADA:

REŽIM RIJEKE DRAVE U HRVATSKOJ S OBZIROM NA POPLAVE

Rad treba sadržati: 1. Uvod
2. Rijeka Drava
3. Poplave rijeke Drave
4. Utjecaj čovjeka na vodni režim rijeke Drave
5. Zaključak
6. Popis literature
7. Popis slika
8. Popis tablica

Pristupnik je dužan predati mentoru jedan uvezen primjerak završnog rada sa sažetkom. Vrijeme izrade završnog rada je od 45 do 90 dana.

Zadatak zadan: 28.05.2018. Rok predaje: 06.09.2018.

Mentor:

Doc.dr.sc. Bojan Đurin

REPUBLIKA HRVATSKA - GEOTEHNIČKI FAKULTET - SVEUČILIŠTE U ZAGREBU - VARAŽDIN

Predsjednik Odbora za nastavu:

Izv.prof.dr.sc. Igor Petrović

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je završni rad pod naslovom

REŽIM RIJEKE DRAVE U HRVATSKOJ S OBZIROM NA POPLAVE

(naslov završnog rada)

rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na istraživanjima te objavljenoj i citiranoj literaturi te je izrađen pod mentorstvom doc.dr.sc. Bojana Đurina.

Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem također, da nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

U Varaždinu, 13.09.2018

GORAN BOŠNJAK

(Ime i prezime)

Bošnjak Goran

(Vlastoručan potpis)

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je završni rad pod naslovom

---

(naslov završnog rada)

rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na istraživanjima te objavljenoj i citiranoj literaturi te je izrađen pod mentorstvom doc.dr.sc. Bojana Đurina.

Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem također, da nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

U Varaždinu, _____

_____

(Ime i prezime)

_____

(OIB)

_____

(Vlastoručan potpis)

IME I PREZIME AUTORA: Goran Bošnjak

NASLOV RADA: Režim rijeke Drave u Hrvatskoj s obzirom na poplave

SAŽETAK RADA:
Uvodni dio rada opisuje rijeku Dravu, njezine najvažnije karakteristike, povijesni pregled događaja i hidrološke karakteristike. Slijedeći dio opisuje poplave rijeke Drave, kojih je bilo u velikom broju u proteklom razdoblju. Poplave su nepogode koje mogu imati prirodne i antropogene uzroke. Uradu se analizira utjecaj čovjeka na vodni režim rijeke Drave. Hidrotehničke građevine koje se grade u svrhu zaštite od poplava su akumulacije, retencije, vodne stepenice, regulacijski zahvati i nasipi. U posljednjem dijelu rada analiziraju se pravni i ekološki problemi vezani uz poplave.

KLJUČNE RIJEČI: rijeka Drava, vodni režim, poplava, građevine.

SADRŽAJ

1. UVOD 1
2. RIJEKA DRAVA 2
2.1. Općenito o rijeci Dravi 2
2.2. Povijesni pregled 6
2.3. Hidrološke karakteristike rijeke Drave 7
3. POPLAVE RIJEKE DRAVE 10
3.1. Općenito o poplavama 10
3.2. Povijesni prikaz poplava rijeke Drave 11
4. UTJECAJ ČOVJEKA NA VODNI REŽIM RIJEKE DRAVE 18
4.1. Regulacijski zahvati 19
4.2. Nasipi 21
4.3. Vodne stepenice 23
4.4. Akumulacije i retencije 24
5. ZAKLJUČAK 26
6. POPIS LITERATURE 28
7. POPIS SLIKA 31
8. POPIS TABLICA 32

1. UVOD

U današnje vrijeme čovjek svojim neodgovornim ponašanjem sve više narušava prirodnu ravnotežu pa se sve češće pojavljuju prirodne nepogode. Sve više ljudi stradava od potresa, požara, poplava, suša, snježnih lavina, orkanskih vjetrova, vulkanskih erupcija, odrona i klizanja tla. Poplave su jedna od najčešćih prirodnih katastrofa. Poplava je pojava neuobičajeno velike količine vode na nekom području zbog prirodnih uzroka (velike količine oborina, potresi i sl.) ili antropogenih uzroka (ljudski čimbenici kao što su loše projektiranje, izvedba i nadzor nad branama, teroristički napadi, ratna razaranja i sl.). Poplave se mogu podijeliti s obzirom na uzroke nastanka i vrijeme formiranja.

Problem poplava je nemoguće riješiti u potpunosti. Moguće je izgraditi zaštitne građevine kako bi se broj i intenzitet poplava smanjio, međutim poplava je prirodna pojava koja se teško može predvidjeti. Zato se vodostaji i protoci rijeka prate kako bi se u slučaju velikih vodostaja i protoka poduzele mjere i pokušalo zaustaviti poplavu ili barem ublažiti katastrofu.

Rijeka Drava je jedna od najočuvanijih rijeka u svijetu. Na rijeci Dravi je kroz prošlost bilo mnogo poplava, mnogo je štete načinjeno, no ljudi se svejedno vraćaju živjeti uz rijeku Dravu. Borba protiv poplava odnosno njezinih negativnih posljedica, bili su značajni faktori u razvoju prvih ljudskih civilizacija.

U prvom dijelu završnog rada je opisana rijeka Drava općenito, hidrološki aspekt i povijesni pregled. U drugom dijelu rada su opisane poplave rijeke Drave. U trećem dijelu završnog rada je opisan utjecaj čovjeka na vodni režim rijeke Drave. U završnom dijelu završnog rada se govori o pravnim i ekološkim problemima vezanim uz poplave.

Borba protiv poplava odnosno njezinih negativnih posljedica bili su značajni čimbeniciu razvoju prvih ljudskih civilizacija. Važno je pratiti hidrološke karakteristike rijeke Drave, kako bi pokušali smanjiti broj poplava ili bar umanjiti posljedice poplava.

2. RIJEKA DRAVA

2.1. Općenito o rijeci Dravi

Rijeka Drava je duga 749 km. Dionica kroz Hrvatsku je dužine 322,8 km (Slika 1). Povezuje alpska područja Italije, Austrije i Slovenije s panonskim područjima Hrvatske i Mađarske. Drava je jedan od najvećih pritoka Dunava, a ove dvije rijeke s Murom čine veliko europsko riječno područje. Rijeka Drava je okosnica planiranog UNESCO-ova Prekograničnog rezervata biosfere „Mura–Drava–Dunav“, koji će nakon osnivanja biti najveće europsko zaštićeno riječno područje (700 km). Rezervat će ujedno i biti prvi svjetski pentalateralni (Hrvatska, Austrija, Mađarska, Slovenija i Srbija) UNESCO-ov rezervat biosfere. Navedeno područje i njegova okolica sadrže najveće zalihe slatke vode u Hrvatskoj [1].



Slika 1. Geografski položaj rijeke Drave [2]

Drava je plovna i iskorištava se za dobivanje električne energije. Pijesak i šljunak vade se i rabe kao građevni materijal. Iz dravskoga pijeska su ljudi od davnina ispirali zlatna zrnca. Očuvana priroda je najveće bogatstvo rijeke Drave. Drava je jedna od najočuvanijih nizinskih rijeka u Europi. U šumama rijeke Drave žive mnoge ptice, jeleni, srne, divlje svinje i mnoge druge životinje. U rijeci Dravi živi oko 70 vrsta riba [1].

Izvor rijeke Drave nalazi se u planinskom lancu Dolomiti di Sesto (Slika 2). Izvor je u blizini jezera Dobbiaco (Toblach) u Italiji, na 1450 metara nadmorske visine. Rijeka teče prema istoku kroz Austriju (Tirol i Koruška). Tamo je sastavni dio Dravske doline, najduže uzdužne doline u Alpama. Odande teče jugoistočno kroz Sloveniju, vijuga kroz Hrvatsku i jug Mađarske gdje tvori granicu između dviju zemalja. Zatim konačno doseže Dunav u blizini grada Osijeka [1].



Slika 2. Izvor rijeke Drave [3]

Na rijeci Dravi izgrađene su ukupno 22 hidroelektrane. Na svom toku kroz Hrvatsku Drava je tri puta pregrađena uzvodno od ušća Mure. Drava je tipična pluvio-glacijalna rijeka koja se počela razvijati u neogenu uz oblikovanje početnog tektonskog rova. Sedimentacijski procesi u kombinaciji s tektonskim kretanjima i kasnijom riječnom erozijom oblikovali su dvije važne riječne terase, kao i manje depresije. To je bila osnova za aluvijalne procese koji su stvorili brojna i raznolika staništa s velikim poplavnim područjima, močvarama, rukavcima i strmim obalama [1].

Drava je izrazito brza, alpska rijeka do utoka rijeke Mure te su na tom području taloženi krupniji šljunci. Od utoka Mure pa do Barcsa tok je dosta mirniji i tu su taloženi sitniji šljunci. Dalje do Osijeka većinskim dijelom prevladavaju pijesci. Mnogobrojnim istraživanjima se utvrdilo da u donjem toku rijeke Drave postoje velike naslage šljunka i pijeska nastale sedimentacijom vučenog i nošenog materijala iz Alpa. Promjenom klime, tj. otapanjem leda, velike količine klastičnog materijala glacijalnog porijekla s Alpa su transportirane vodenim bujicama i taložene na ovom području. Proces se događao u ciklusima koji se podudaraju izmjenama ledenog i međuledenog doba, godišnjim klimatskim ciklusima te klimatskim promjenama za vrijeme ovih doba. Zbog toga česte su i nepravilne litološke izmjene. Povećan broj uložaka pijeska i gline pojavljuje se istočno od Ludbrega. Debljina nevezanih šljunkovito-pjeskovitih sedimenata se povećava od zapada prema istoku. Na formiranje dubljih lokalnih depresija popunjenih sa šljunkom i pijeskom utjecalo je neotektonsko spuštanje bazena. Poznate su pojave zlata u pijesku rijeke Drave. Postoje podaci da se zlato ispiralo u dolini Drave od 1440. do 1560. godine. Šljunčani nanosi u dolini Drave predstavljaju prostor zaliha podzemnih voda velikih dimenzija sa specifičnim hidrološkim karakteristikama [4].

Drava godišnje prenosi oko 40.000 m³ sedimenta (šljunka i pijeska). U normalnim uvjetima, pronos sedimenta u Dravi je u ravnoteži, što znači da se na određenom području odnesena količina sedimenta zamjeni istom količinom s gornjih (uzlaznih) dijelova. Uz pronos sedimenta koji se odvija od izvora prema ušću (uzdužni pronos), postoji i bočna erozija koja uzima sediment s obala rijeke. Uz obalu je voda dublja i brža te dolazi do jačanja erozije obale čime se ona troši, a voda odnosi materijal. Nasuprot tome, s druge strane voda otječe nešto sporije i dolazi do taloženja sedimenta. Posljedica takvog djelovanja na riječno korito je da ono sve više krivuda dok meandar rijeka se ne probije i stvori paralelno kraće korito. S vremenom duži rukavac zbog manjeg nagiba i sporijeg protjecanja postaje zatrpan sedimentom i odvojen jednim svojim krakom od rijeke. Voda u njemu prestaje otjecati te se takvo vodeno tijelo naziva mrtvaja. Kroz određeni vremenski period mrtvaja bude potpuno odsječena od rijeke te razina vode u njoj ovisi od razina podzemnih voda. Uslijed sukcesije mrtvaje se smanjuju sve dok na kraju ne pređu u poplavne šume. Ovakvi prirodni uvjeti više ne postoje na Dravi. Izgradnja hidroelektrana, iskopavanje sedimenta i kanaliziranje vodotoka doveli su do pojave da sedimenta u rijeci ima sve manje i manje. To znači da Drava odnosi ili gubi više sedimenta nego što ga dobiva iz gornjih dijelova. Radi toga rijeka uzima potrebni sediment iz korita koje se sve više produbljuje iz godine u godinu. Kod Botova korito se produbljuje oko 2.6 cm/god. Osamdeset godina unazad Drava je produbila svoje korito kod Botova za oko 2 m, a kod Terezinog polja za oko 2.3 m. Kanaliziranjem rijeke izgradnjom obaloutvrda prekidaju se bočni erozivni procesi, a samim time i uvjeti za nastanak novih mrtvaja. Erozijom dna i padom nivoa podzemnih voda, dolazi do pada površinskih voda u mrtvajama, ubrzavanja procesa sukcesije te one presušuju i prelaze u šume. Da bi se jednim djelom usporio ili zaustavio ovaj negativan trend, potrebno je rijeci ostaviti širi prostor i dozvoliti da rijeka u njemu slobodno meandrira. Šire korito rijeke omogućuje manje oscilacije vodostaja, a meandriranje smanjuje nagib rijeke te ju usporava što za konačnicu rezultira usporavanjem erozije dna riječnog korita (Slika 3). Očuvanjem dinamičkih procesa karakterističnih za rijeke osigurava se opstanak najugroženijih vrsta i najvrjednijih staništa, a također se zaustavlja i proces opadanja razine podzemnih voda. Na taj način se omogućava i opstanak čovjeka na ovim prostorima [4].



Slika 3. Rijeka Drava snimljena iz zraka (preuzeto od Goran Šafarek) [5]

Na području dravskog sliva smješteno je oko 970 naselja u kojima živi oko 830 000 stanovnika. Uglavnom prevladavaju manja naselja, a od većih gradova izdvaja se Osijek (108 000 stanovnika) i Varaždin (49 000 stanovnika). Oko 63% sliva su poljoprivredne površine sa znatno manjim udjelom šuma (25%) [6].

2.2. Povijesni pregled

Prvi izgled rijeke Drave nastaje nakon geoloških i klimatoloških promjena na Zemlji, nakon završetka procesa sedimentacije Panonskog mora, a započinje proces povlačenja mora i zasipavanje prostranih aluvija nanosom velikih rijeka. Nakon stotinjak tisuća godina, prostrane aluvije će naseliti prve civilizacije koje će živjeti uz rijeku i u skladu s rijekom. Ljudi su kroz povijest naučili živjeti s Dravom, izradili su vodenice i razna plovila koja im služe za prijevoz ljudi i tereta. Gradili su utvrde i kopali kanale kako bi se obranili od neprijatelja. Drava je zbog obilnih kiša i otapljanja ledenjaka izašla iz svojeg korita i potopila utvrde i oranice uz ljudske i materijalne žrtve pa su ljudi nakon toga gradili čvrste utvrde na sigurnoj udaljenosti, što je definiralo smještaj današnjih gradova [7].

U predrimsko doba je prvo poznato ime Drave na grčkom bilo *Draos*, što je keltskog porijekla. U prapovijesti prije Krista su uz Dravu najstarija imenom poznata bila većinom keltska plemena; Laianci oko izvorišta u Tirolu pa najmoćnija Noriciu u sjevernoj Sloveniji, Serapilli oko ušća Mure, jugoistočno nizvodno Iassi te Cornacates uz ušće Drave u Dunav. Kad je Podravinu zauzeo carski Rim, Drava se latinski zvala Dravus, a uz nju je išla rimska cesta na kojoj je poznato desetak antičkih naselja npr. Poetovio (današnji Ptuj), Aquaviva (Varaždinske toplice), Iovia (Ludbreg), Carrodunum (Legrad), Bolentium (Orešac kod Virovitice) i nizvodno od ušća Mursa (današnji Osijek) [8]. Ispiranje zlata iz naplavina rijeke Drave vrlo je stari način proizvodnje zlata na sjevernohrvatskim prostorima [9].

2.3. Hidrološke karakteristike rijeke Drave

Najznačajniji pritok rijeke Drave u Hrvatskoj je rijeka Mura, čija ukupna dužina toka je 493 km s površinom sliva od 14 149 km^2. Rijeka Mura u Hrvatskoj od Gibine pa do ušća u Dravu u dužini od 79 km čini većim dijelom državnu granicu s Republikom Slovenijom i Republikom Mađarskom. Vodni režim je sličan dravskom. Karakteristični protoci Mure kreću se od 160 m^3/s na ulazu u Hrvatsku pa do 182 m^3/s na ušću u Dravu. Ostali manji pritoci Drave u Hrvatskoj su Plitvica, Bednja, Bistra, Ždala, Rogstrug, Lendava, Ođenica, Županijski kanal (Vaška), Čađavica, Vučica i Karašica. Osnovna karakteristika ovih vodotoka je da imaju izražene osobine brdsko-planinskih i ravničarskih tokova, kratki su i malih slivnih površina što je uvjetovano reljefom područja. Za formiranje većih vodotoka nema prirodnih uvjeta. Klima vodnog područja rijeke Drave je kontinentalna što je u skladu s geografskim položajem. Godišnja količina oborina na slivu Drave varira od 660 do 1530 mm, s time da je količina oborina veća u gornjem dijelu sliva [7].

Rijeka Drava ima kišno-ledenjački vodni režim. Karakterizira ga mala vodnost zimi, velika u drugoj polovici proljeća i početkom ljeta. Tako se najmanji protoci Drave javljaju u siječnju i veljači, dok se velike vode javljaju u svibnju, lipnju i srpnju uslijed otapanja snijega i leda i pojave godišnjih maksimuma oborina. Srednji protok Drave u Hrvatskoj kreće se od 326 m^3/s na granici sa Slovenijom

pa sve do 561 m^3/s na ušću u Dunav. Dravu također karakteriziraju izrazite morfološke promjene u koritu, a kvartarne šljunčane-pjeskovite naslage koje izgrađuju dravsku depresiju čine vodonosni kompleks sa značajnim količinama podzemne vode. Među panonskim rijekama, Drava ima najveći prosječni pad (163 mm/km) odnosno u promilima 0,163 pa je u svom donjem toku relativno brza (npr. 1,7 m/s kod Varaždina te 1,14 m/s kod Osijeka) [7].

U tablici 1. i 2. prikazane su karakteristične godišnje vrijednosti protoka i vodostaja za period od 2008. do 2017.godine na hidrološkoj postaji Botovo.

Tablica 1. Karakteristične godišnje vrijednosti protoka za period od 2008. do 2017. godine [10]

Godina	Maks. (m^3/s)	Datum	Min. (m^3/s)	Datum	Srednjak (m^3/s)
2008	998	8.6.2008.	112	23.2.2008.	413
2009	1388	28.6.2009.	152	7.1.2009.	590
2010	1707	20.9.2010.	173	24.4.2010.	518
2011	1127	21.6.2011.	144	24.11.2011.	405
2012	2071	7.11.2012.	136	10.1.2012.	509
2013	1427	25.11.2013.	106	10.9.2013.	580
2014	2399	16.9.2014.	148	29.1.2014.	742
2015	1646	24.5.2015.	111	31.12.2015	465
2016	1303	4.5.2016.	100	4.1.2016.	505
2017	1727	21.9.2017.	93	10.1.2017.	418

Tablica 2. Karakteristične godišnje vrijednosti vodostaja za period od 2008. do 2017. godine [11]

Godina	Maks. (cm)	Datum	Min. (cm)	Datum	Srednjak (cm)
2008	302	8.6.2008.	-13	23.2.2008.	116
2009	392	28.6.2009.	12	7.1.2009.	173
2010	485	20.9.2010.	14	24.4.2010.	141
2011	323	21.6.2011.	-13	24.11.2011.	94
2012	513	7.11.2012.	-15	10.1.2012.	132
2013	403	25.11.2013.	-23	10.9.2013.	153
2014	577	16.9.2014.	11	29.1.2014.	200
2015	428	24.5.2015.	-19	31.12.2015.	107
2016	350	4.5.2016.	-23	4.1.2016.	120
2017	450	21.9.2017.	-24	10.1.2017.	88

3. POPLAVE RIJEKE DRAVE

3.1. Općenito o poplavama

Danas se poplave različito definiraju, ali sve se definicije svode na to da je poplava voda koja izlazi iz prirodnih i/ili umjetnih obala i preplavljuje okolno tlo, koje nije potapljano. Poplave se pojavljuju na različitim mjestima i različitih su veličina, a izazvane su brojnim uzrocima s brojnim posljedicama [7].

Prema uzrocima nastanka poplave se mogu podijeliti na:
1) poplave nastale zbog jakih oborina,
2) poplave nastale zbog nagomilavanja leda u vodotocima,
3) poplave nastale zbog klizanja tla ili potresa,
4) poplave nastale zbog rušenja brane ili ratnih razaranja [12].

S obzirom na vrijeme formiranja vodnog vala poplave se mogu razvrstati na:
1) mirne poplave - poplave na velikim rijekama kod kojih je potrebno deset i više sati za formiranje velikog vodnog vala,
2) bujične poplave - poplave na brdskim vodotocima kod kojih se formira veliki vodni val za manje od deset sati,
3) akcidentne poplave - poplave kod kojih se trenutno formira veliki vodni val rušenjem vodoprivrednih ili hidroenergetskih objekata [12].

Uzroci poplava na slivu rijeke Drave su:
1) klimatološke naravi – najutjecajniji faktor su kiša, otapanje snijega, led i kombinirano djelovanje pojedinih faktora,
2) djelomično klimatološki uzroci koji se na rijeci Dravi mogu svesti na interaktivno djelovanje dvaju vodotoka (prostor ušća Drave i Mure ili Drave i Dunava),
3) ostali uzroci su oštećenja hidrotehničkih objekata, prinudna ispuštanja vode zbog akcedentnih situacija [7].

Na dravskom slivu razlikuju se poplave:
1) na užoj ili široj riječnoj dolini, gdje čitav sliv sudjeluje u formiranju poplavnoga vala superponiranjem velikih voda rijeke i pritoka,
2) na području pojedinih slivova pritoka kao brze poplave (flashfloods) bujičnih voda,
3) na području hidroelektrana gdje je rijeka promijenjena u svim karakteristikama (vodni režim, vodne površine, hidrauličke, hidrološke i biološke karakteristike, morfologija itd.) [7].

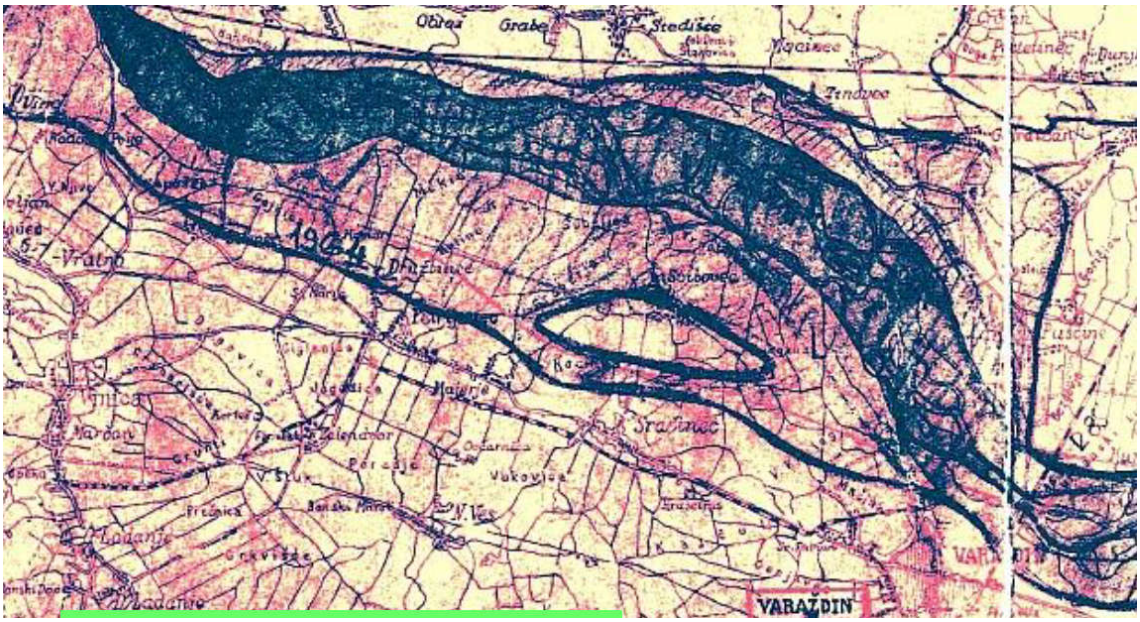
3.2. Povijesni prikaz poplava rijeke Drave

Povijesna podjela poplava na Dravi i Muri sastoji se od:
- doba života s poplavama (od prvoga "Potopa" do cca 15. stoljeća),
- doba poplava za vrijeme aktivnih borbi protiv poplava (od 15. st. – 1962.),
- doba poplava za vrijeme utjecaja čovjeka na vodni režim (1962. – poč. 21. st),
- doba suživota s poplavama (poč. 21. st) [7].

Dostupni pisani podaci o plavljenju rijeke Drave spominju velike poplave i javne radove na podizanju obrambenih nasipa te utjecaj mlinova na poplave rijeke Drave kod Varaždina (na sjednicama hrvatskoga Sabora u Varaždinu i Zagrebu 1633., 1649., 1678., 1692. i 1698. godine). Daljnje istraživanje i pretraživanje državnih i gradskih arhiva dovelo bi i do ranijih podataka o velikim vodnim valovima, štetama i borbi protiv njih. Dokaz da i nizvodno područje sliva Drave nije bilo pošteđeno poplava u dalekoj prošlosti pružaju mnogi pisani materijali arhivske građe. Jedan od najstarijih dokumenata datira od 2. lipnja 1770. godine kada su ondašnji povjesničari zabilježili poplavu u Osijeku gdje je ogromna količina vode iz Drave doprla do same Tvrđe. Deset godina kasnije "*pater historicum*" osječkog samostana zabilježio je da se te godine Drava iz korita izlila pet puta. Možda je u međuvremenu, do svibnja 1787. godine, bilo i nekih većih poplava, ali samo za tu godinu postoje podaci da je Drava brzo rastući srušila četiri stupa Beljskog mosta koji je bio sagrađen od četverostrano sječenoga kamena [7].

Poplave 1926. godine u lipnju i srpnju bile su katastrofalnih razmjera, o čemu svjedoče brojni napisi. Osijek je 30. lipnja 1926. godine poplavljen (Solarski trg, Gornjodravska obala od kupališta Neptun do Donjeg grada), a dobar dio Baranje bio je pod vodom. Početkom srpnja veliki vodni val Dunava probija nasip kod Tikveša, pri čemu je poplavljeno 60 357 jutara plodnoga zemljišta, a nakon toga i nasip kod Batine. Poplavljena su sela Suza, Kneževi Vinogradi i Zmajevac, a 8. srpnja Baranja je potpuno odsječena jer su dunavske vode probile nasip kod Bilja. Za područje uzvodno od Varaždina, u Sloveniji, mnogobrojni su podaci o poplavama koje su bile prije Prvog svjetskog rata. Među njima su najveće 1827. i 1851.godine. Za 1851. godinu procjenjuje se da je protok bio izvanredno visok – oko 4000m³/s. Slijedile su poplave 1874. i 1878. godine. Velike poplave zabilježene su 1882. godine kad je povodanj bio tako snažan da su se rušili masivni mostovi i dijelovi donjega stroja željezničke pruge Maribor – Dravograd. Iste godine u Varaždinu je zabilježen vodostaj od +410 cm što bi odgovaralo protoku Drave od 2521 m³/s. Na području Drave kod Varaždina spominju se velike poplave još 1889. i 1898. i niz poplava u 20. stoljeću [7].

Od velikih vodnih valova po veličini se izdvajaju valovi iz 1903., 1904., 1907., 1908., 1920., 1925., 1926., 1939., 1940., 1946., 1951., 1964. (Slika 4), 1965., 1966., 1972., 1993. (četiri vodna vala na Dravi i četiri na Muri) i 1998. godine. Samo u razdoblju od 1964. do 1999. godine zabilježena su 54 velika vodna vala [7].



Slika 4. Poplave na rijeci Dravi 1951. i 1964. godine [13]

Poplava u rujnu 1965. godine bila je najveći vodni val na Dravi uzvodno od ušća Mure u proteklih 120 godina. Te godine u mjesec dana prošla su tri vodna vala od kojih je treći dosegao najvišu razinu na vodomjernoj letvi Varaždin od +424 cm i uzrokovao poplavu u Varaždinu. Protok velike vode procjenjuje se na 2800 m³/s. Vodni val u Varaždinu trajao je šest dana. Kronologija događanja vezana uz poplavu iz 1965. godine počinje sredinom svibnja kada su procjene vodnogospodarskih stručnjaka ukazivale na mogućnost značajnoga porasta rijeka Drave i Dunava na našim prostorima. Mjere izvanredne obrane od poplava na Dravi kod Osijeka proglašene su 21. svibnja 1965. godine kada je vodostaj Drave dostigao razinu od +396 cm. Drava 25. lipnja 1965. godine kod Osijeka i Dunav kod Vukovara dostižu svoj apsolutni maksimum +542 cm, odnosno +766 cm koji još i danas predstavljaju maksimalno zabilježene vodostaje. Unatoč velikome broju ljudi i mehanizacije na očuvanju obrambenih linija, dogodili su se brojni prodori nasipa koji su imali za posljedicu pustoš na branjenom području. Prodori nasipa dogodili su se na glavnome dravskom nasipu u Baranji, popustili su baranjski dunavski nasipi na dva mjesta, popustio je baranjski nasip Sece koji je predstavljao drugu obrambenu liniju kod sela Kopačevo, popustio je stari obrambeni nasip iznad Carskih livada kod crpne stanice Vadar (što je omogućilo vodnom valu visine pet metara da poplavi osječka prigradska naselja Tvrđavicu i Podravlje). Voda je poplavila i cestu

Osijek-Bilje (Slika 5) te se stvorilo jedinstveno jezero nastalo od dotoka dravske i dunavske vode. Mjere obrane od poplava ukinute su 21.srpnja 1965. godine. Posljedice poplave iz 1965. godine (koja je trajala 105 dana) su da je na području tadašnjega kotara Osijek bilo poplavljeno 56 381 ha zemljišta, ugrožena su bila 82 naselja s 35 000 stanovnika, poplavljeno je 3448 stambenih objekata, srušen 1371 objekt, te je uništeno 16 km kanalizacijske mreže, 42 km parovoda i vodovodne mreže te cesta u dužini od 52 km. Velike štete zabilježene su i na području Valpova, Donjega Miholjca, Slatine, a značajno je stradao i tadašnji PIK Belje [7].



Slika 5. Poplava rijeke Drave u Osijeku 1965. godine [14]

Poplave iz 1972. godine (Slika 6) po svom opsegu i štetama premašile su i katastrofalnu poplavu iz 1965. godine. Tada je poplavama bilo ugroženo cijelo vodno područje od Varaždina do Osijeka, ukupno 87000 ha površina [7].



Slika 6. Poplava rijeke Drave u Podravini 1972. godine [15]

Uslijed jakih kiša u Austriji 1972. godine, u više navrata pojavile su se velike vode na Muri (sedam vodnih valova) od kojih su one iz srpnja bile katastrofalne. Na Dravi su se pojavila četiri poplavna vala, od kojih je najveći bio u srpnju. Na vodnom području pale su jake kiše u srpnju (150-300 mm u nekoliko dana), a brdske vode s Bilogore, Papuka i Krndije dodatno su povećale ionako veliki nadolazeći vodni val Mure i Drave. Premašeni su svi dosadašnji zabilježeni maksimalni vodostaji na vodomjernim postajama Drave i Mure u rasponu od 16 do 72 cm (osim Varaždina – maksimum iz 1965. godine i Osijeka – maksimum također iz 1965. godine uslijed uspora Dunava). Oborine su premašile višegodišnji prosjek (od 1931.do 1970. godine) za pet puta pa je izlijevanje vode iz korita Drave, Mure i kanala bilo neizbježno. Uslijed dugotrajnih visokih vodostaja nasipi su bili prokvašeni, a obrana od poplave otežana uslijed procjednih voda s unutarnje stanje nasipa. Situaciju su dodatno otežavali stalni pljuskovi, odnosno kiše. Uslijed vrhunca vodostaja dolazi do četiri proboja nasipa Lanka-Leševo, Kapinci-Budakovac kod Zanoša, Belišće-Nard i Glavnog

dravskog nasipa kod Novog Bezdana. Radi omogućavanja otjecanja poplavnih voda, miniran je nasip Belišće-Nard te dionica ceste Osijek-Bilje, čime je omogućena evakuacija poplavnih voda u Dunav s područja zapadno od navedene ceste putem Biljskog jezera i ustave Kopačevo. Iako je na obrani od poplava sudjelovalo više od 30 000 ljudi, velike se štete nisu mogle izbjeći, a uz ogroman napor izbjegnute su ljudske žrtve. Mjesecima su slavonska i baranjska polja bila pretvorena u nepregledna jezera, a najveću pustoš poplava je ostavila na područjima Beloga Manastira i Slatine.

Pritoci rijeke Drave u Hrvatskoj su izrazito bujičnoga karaktera. Ti vodotoci za vrijeme oborina velikih intenziteta naglo porastu i poplavljuju doline, a u slučaju velike vode Drave poplavljuju područja oko svojih ušća. Karašica je primjerice poplavljivala cijelu dolinu 1931., 1940., 1942. i 1947. godine. Do velikih kiša dolazi 1972. godine (20. i 21. kolovoza palo je više od 200 mm), što je izazvalo katastrofalne poplave uslijed bujičnih voda koje su rušile sve pred sobom (npr. na području Slatine i Orahovice srušeno je više od 70 mostova). Bujične vode Voćinke, Vojlovice, Vučice, Karašice, Radlovca i drugih vodotoka poplavile su velika područja, a situaciju je dodatno otežao visoki vodostaj Drave koja nije bila u stanju prihvatiti sve te vode. Poplave zbog intenzivnih oborina dogodile su se i 1996. godine kao i u dva navrata 2001. godine [7].

Poplava 2012. godine jedna je od najvećih poplava na rijeci Dravi. Vrhunac vodenog vala na Dravi stigao je iz Slovenije u Hrvatsku te je odmah uzrokovao velike probleme. Nabujala rijeka prelila se preko zaštitnog kanala na područje mjesta Virje Otok, gdje je pod vodom bilo šezdesetak kuća. Mjera obrane od poplava proglašena je za općine Cestica, Petrijanec, Sračinac te za grad Varaždin (Slika 7). Izmjeren je protok vodenog vala od čak 3.300 m^3/s. Stručnjaci Hrvatskih voda spomenuti protok nazvali su “tisućljetnom vodom”, odnosno razinom koju rijeka Drava dostiže jednom u tisuću godina [7].



Slika 7. Poplava rijeke Drave u Varaždinskoj županiji 2012. godine [16]

4. UTJECAJ ČOVJEKA NA VODNI REŽIM RIJEKE DRAVE

Ljudi su se oduvijek naseljavali uz vodu. Uz rijeke su plodne ravnice za poljoprivredu, šume u kojima ima divljači i ostale hrane, rijeka predstavlja put, a daje i zaštitu od neprijatelja. Život uz rijeku izlagao je stanovništvo i dobra velikim vodama. U zaključcima hrvatskog Sabora iz 17. stoljeća postoje odluke o izvođenju radova izgradnje i održavanja nasipa, o izradi prokopa, o uvođenju posebnoga poreza za plaćanje graditelja te o osiguranju radne snage za izvođenje nasipa. Velik dio tih zaključaka i odluka odnosi se na Dravu, najviše oko Varaždina. Koliko su Drava i Mura bile aktivne rijeke možemo vidjeti i danas na topografskim kartama – Mura ima vrlo vijugav tok, a uz Dravu se vide napušteni rukavci (Križnica, Stara Drava kraj Lepe Grede (Slika 8), Čambina, Ješkovo). Počeci izgradnje nasipa uz donju Dravu vezani su za 18. stoljeće, točnije 1720. godine grof Veterni dao je kulukom izgraditi nasip dužine 6,7 km na području ušća Drave u Dunav. Na lokaciji današnjega glavnog Dravskog nasipa u prošlosti se protezao nasip od Gordiše do Darde čija je izgradnja započela 1790. godine. Većina današnjih nasipa uz Dravu izgrađena je još u 19. stoljeću, a niz prodora tih nasipa u prošlosti i njihove stalne rekonstrukcije svjedoče o tadašnjim njihovim nedostacima. Prve udruge za obranu od velikih voda javljaju se na ovom području krajem 19. i početkom 20. stoljeća. Njihov prvenstveni zadatak bio je zaštita od velikih voda (ponajprije od unutarnjih voda), što se rješavalo izgradnjom odvodnih kanala, ali također i zaštita od odnošenja obala, što je rezultiralo izgradnjom obaloutvrda, pregrada na manjim rukavcima i sl. Promatrajući tokove vode u okolišu, može se zapaziti da rijekama protječu različite količine vode i da te vode uzrokuju eroziju obala (i premještanje korita) te poplave. Pritom treba razlikovati poplavu koja nastaje zbog velike količine vode koju donosi rijeka iz “dalekih” uzvodnih područja (vanjske vode) i poplavu koja nastaje zbog obilnih oborina na promatranom području (unutarnje vode). Osnovni zahvati za zaštitu od vanjskih voda su regulacije (povećava se propusna moć korita) i nasipi (ograničava se inundacija), a za zaštitu od unutarnjih voda izvode se regulacije vodotoka na slivu, izgradnja kanala te izgradnja akumulacija i retencija (u redovito brdovitom dijelu sliva) [7].



Slika 8. Stara Drava kraj Lepe Grede [17]

4.1. Regulacijski zahvati

Stalna plavljenja širokih inundacijskih prostora tijekom poplavnih valova i teškoće u plovidbi tijekom niskih vodostaja potaknula su početkom devetnaestog stoljeća gradnju mnogih regulacijskih zahvata pa su tako od 1805. do 1848. godine na dionici Drave od ušća Mure do ušća u Dunav izvedena 62 velika prokopa čime je riječni tok skraćen za 75 km ili 23 % njegove prethodne dužine. Sistematski regulacijski radovi na rijeci Dravi otpočeli su 1884. godine u svrhu omogućavanja plovidbe Dravom, a 1908. godine otpočelo se u istu svrhu s regulacijom korita. Do Prvog svjetskog rata Drava je svrstavana među najreguliranije rijeke na ovim prostorima, održavala se plovidba brodovima do Botova. Nakon 1918. godine zbog novonastale političke podjele (i novih granica) dolazi do opadanja intenziteta plovidbe Dravom, a plovni put je skraćen do Terezinog polja. Tijekom Drugog svjetskog rata plovidba se odvijala povremeno, a posljednjih godina rata u korito su postavljene mine, dok su mostovi na Dravi bili porušeni. Nakon završetka rata pa do 1965. godine, regulacijski radovi na Dravi bili su potpuno zanemareni, a

nakon toga, sedamdesetih godina dolazi ponovno do izgradnje regulacijskih građevina na Dravi u suradnji s Mađarskom. Specifičnost vodnoga područja u postojećem i budućem stanju te ekonomski kriterij kao osnovni princip bili su odlučujući pri određivanju optimalnih tehničkih rješenja uređenja vodotoka i obrane od poplava. Budući da glavni vodotoci područja, Drava, Mura i Dunav, većim svojim dijelovima tvore državnu granicu, planiranje radova na dionicama od zajedničkog interesa sa susjednim državama odvija se na temelju elaborata usklađenih na međudržavnoj razini pa je tako razvijena uspješna vodno gospodarska suradnja sa susjednim zemljama Slovenijom i Mađarskom (koja traje neprekidno od 1956. godine) po pitanju integralnoga upravljanja dionicama rijeka od zajedničkoga interesa. Veliki regulacijski zahvati na Dravi i Muri uslijedili su nakon velikih voda koje su se dogodile 1965. i 1966. godine na Dravi uzvodno od ušća Mure te 1965. 1966. i 1972. godine na Muri i nizvodnome dijelu Drave. Zbog nestabilnosti korita izgrađene su mnoge obaloutvrde, pera, pregrade pa i prokopi. Na Dravi je premještanje korita na lijevu obalu i ugrožavanje nasipa Repaš – Botovo bilo razlog da je 1976. godine započeta izrada prokopa uzvodno od mosta Repaš (rkm 208,5). Izrada prokopa počela je kao eksploatacija šljunka pa je zbog toga prokop dovršen tek 1986. godine. Time je glavni tok odmaknut od ugroženog nasipa i postignut je bolji smjer tečenja Drave s obzirom na most. Kod mosta Botovo (rkm 227), 1979. godine izveden je prokop zbog toga jer je Drava zbog erozije počela ugrožavati željezničku prugu u Mađarskoj i teči prema mostu pod vrlo nepovoljnim kutom. Također zbog ugrožavanja željezničke pruge u Mađarskoj, 1980.godine izveden je prokop Kingovo (rkm 193). 1981. godine izveden je prokop kod sela Gabajeva Greda (rkm 212) jer je Drava počela značajno premještati korito na desnu obalu i ugrožavati nasip Ledine – Komatnica. Tijekom osamdesetih godina prošloga stoljeća izvedeno je još nekoliko prokopa: Nemetin (rkm 12,5) (Slika 9), Valpovačke plaže (rkm 49), Zalata (rkm 107), a glavni razlog bilo je zadovoljavanje kriterija plovnog puta [7].



Slika 9. Prokop Nemetin na rijeci Dravi 1986. godine [18]

4.2. Nasipi

Obrana od poplava, regulacija vodotoka i meliorativni zahvati na vodnome području sliva Drave imaju dugu i bogatu tradiciju, zahvaljujući činjenici da borba čovjeka na ovim prostorima da plodno područje Podravine, zaštiti od brdskih voda s jedne, kao i velikih voda Drave i Dunava s druge strane traje stoljećima. Činjenica da je na vodnome području poplavama potencijalno ugroženo 144280 ha poljoprivrednoga zemljišta, dovoljno govori o važnosti provođenja hidrotehničkih radova na ovim prostorima. Prije sustavnog pristupa rješavanju problema zaštite od poplava na ovim prostorima krajem šezdesetih i početkom sedamdesetih godina prošloga stoljeća, povijesni zapisi svjedoče o uglavnom djelomičnim zahvatima zaštite najugroženijih područja izgradnjom nasipa različitih gabarita i visina uz velike rijeke, koji su formirali diskontinuiranu liniju obrane s nejednakim stupnjevima zaštite, a koji su u pravilu popuštali uslijed nailaska vodene stihije. Današnje stanje uređenosti vodotoka i izgrađenost sustava za obranu od poplava za vodno područje Drave i Dunava razlikuju se za pojedina slivna područja i za pojedine vodotoke, no općenito se

može ustvrditi da je stupanj reguliranosti i izgrađenosti sustava za obranu od poplava uglavnom proporcionalan s veličinom pripadajućih vodotoka [7].

Ulaganja u sustav obrane od poplava dovela su do toga da je do današnjih dana na slivu rijeke Mure izgrađeno ukupno 51,34 km nasipa državnoga značaja, na slivu rijeke Drave ukupno 340,36 km nasipa (Slika 10), a na neposrednom slivu Dunava izgrađeno je ukupno 132,20 km nasipa državnoga značaja, dok je ukupno na vodnome području slivova Drave i Dunava izgrađeno 523,90 km nasipa državnoga značaja. Iz ovih podataka jasno se vidi da na dionicama Drave i Mure, gdje je planirana izgradnja vodnih stepenica, sustav obrane od poplava počiva na klasičnome pristupu, odnosno provodi se isključivo obrambenim nasipima. Dosadašnja izgradnja objekata zaštite od poplava na Muri, Dravi i Dunavu dala je pozitivne rezultate, pri čemu su zaštićene značajne industrijske zone, magistralne prometnice, gradovi i sela. Dijelove gradskih naselja na vodnome području ugrožavaju samo ekstremne velike vode 500-godišnjega ili dužeg povratnog razdoblja. Unatoč činjenici da u posljednjih 30 godina na vodnome području nisu zabilježene poplave katastrofalnih razmjera od velikih voda Mure, Drave i Dunava, nameće se potreba angažiranja na održavanju i dogradnji, odnosno poboljšanju sustava zaštite od poplava uz najveće rijeke vodnoga područja [7].



Slika 10. Nasip rijeke Drave kod Osijeka [19]

4.3. Vodne stepenice

Težnja da se iskoristi veliki hidropotencijal Drave rezultirala je građenjem hidroelektrana na gornjem i srednjem toku Drave, što je intenzivno započelo šezdesetih godina prošloga stoljeća. Tako su danas na rijeci Dravi uzvodno od ušća Mure izgrađene ukupno 22 hidroelektrane, od čega 11 u Austriji, 8 u Sloveniji i 3 u Hrvatskoj – HE Varaždin (1975. god.), HE Čakovec (1982.god.) i HE Dubrava (1989. god.) [7].

Ove tri hidroelektrane su derivacijskog tipa s ukupnim volumenom pripadajućih akumulacijskih jezera od 151,9 hm^3, ukupne instalirane snage 239 MW, a prosječna godišnja proizvodnja energije iznosi 1280 GWh. Osamdesetih godina Hrvatska i Mađarska potaknule su kompleksna istraživanja mogućnosti uređenja i višenamjenskoga korištenja rijeke Drave, što je rezultiralo zajedničkim projektima. Prema tim projektima, donji tok Drave bi se potpuno energetski iskoristio, ostvario bi se značajan međunarodni plovni put, omogućilo bi se gravitacijsko navodnjavanje brojnih poljoprivrednih površina u dravskim zaobaljima i ostvarila bi se potpuna zaštita zaobalja od plavljenja. Prema ovim projektima, na Dravi nizvodno od ušća Mure planirala se izgradnja četiriju

višenamjenskih hidroenergetskih objekata: HE Đurđevac, HE Barcs, HE Donji Miholjac i HE Osijek. Snažna ekološka protivljenja gradnji planirane HE Đurđevac te odustajanje Mađarske utjecali su na odbacivanje varijante s tom hidroelektranom i na pokretanje alternativnog projekta s hidroelektranom Botovo te s hidroelektranom Novo Virje koja je u cijelosti na našem teritoriju. Što se tiče obrane od velikih voda, hidroelektrane imaju Pravila za rad gdje je propisan režim rada pri pojavi velikih voda. Hrvatske vode su upoznate s navedenim Pravilima na koja su dale svoju suglasnost. U obrani od velikih voda vrlo je značajno da postoji vrlo dobra suradnja djelatnika svih hidroelektrana. Suradnja se očituje prvenstveno u dojavama pojave i kretanja vodnih valova, tako da se mogu provoditi aktivnosti poput pretpražnjenja akumulacija ili zadržavanja vodnoga vala u akumulacijama. Djelovanje pojedine građevine nema velik značaj, ali kada svi (ili veći broj građevina) djeluju zajedno, postižu se značajna smanjenja vrha vodnoga vala. Djelovanje pojedinačnoga objekta može se ilustrirati na pojednostavljenom primjeru akumulacije HE Dubrava. To je najveća akumulacija na Dravi u Hrvatskoj, s korisnom zapreminom od 16,5 mil. m^3. Za slučaj stalnoga dotoka velike vode povratnoga razdoblja od 100 godina (Q=2600 m^3/s) u praznu akumulaciju, vrijeme potrebno da se ispuni korisna zapremina (bez istjecanja) je 1 sat i 45 minuta [7].

4.4. Akumulacije i retencije

Na Dravi, u vrijeme 60-tih i 70-tih godina, izvršene su mnoge regulacije pritoka. Time se značajno povećala sposobnost odvodnje velikih voda sa slivnih područja. U to vrijeme prišlo se izgradnji kanalske mreže čime je značajno poboljšana odvodnja zaobalja. Međutim, i dalje je postojao problem brzoga dotoka vode iz brdskih dijelova slivova. Zato su izrađene studije i projekti kojima je predviđena izgradnja akumulacija i retencija (u Međimurskoj županiji 10 objekata, u Varaždinskoj županiji 38 objekata, u Koprivničko-križevačkoj županiji 40 objekata). Djelomično je došlo do realizacije planova – u Međimurskoj županiji je izgrađen velik dio predviđenih objekata (4 akumulacije i 2 retencije za zaštitu Čakovca te još 2 akumulacije), u Koprivničko-križevačkoj županiji izgrađene su 2 akumulacije (Rasinja i Koljak) a u Varaždinskoj županiji

izvedeno je 14 objekata. Većina objekata izvedena je kao mali ribnjaci s vrlo ograničenom sposobnošću ublažavanja vodnog vala [7].

Na slivnim područjima donje Drave izgrađene su do danas dvije akumulacije: Lapovac II (Slika 11), volumena $2{,}41 \times 10^6$ m³ na slivnom području Karašica-Vučica i akumulacija Borovik na slivnom području Vuke (volumena $8{,}6 \times 10^6$m³) te 11 retencija na slivnom području Županijski kanal. U budućnosti se planira izgraditi još ukupno 40 što akumulacija što retencija kojima bi se, uz poboljšano održavanje sustava odvodnje, postigao zadovoljavajući stupanj zaštite ovog dijela vodnoga područja od brdskih voda. Koliko su akumulacije i retencije značajne u zaštiti od poplava najbolje se moglo vidjeti 2001. godine kada su velike količine oborina uzrokovale velike štete u Slavoniji, ali ne i na području VGI Županijski kanal (sa sjedištem u Virovitici) gdje je izgrađeno 11 retencija [7].



Slika 11. Akumulacija Lapovac 2 [20]

5. ZAKLJUČAK

Poplave su neizbježni dio ljudskog života. U današnje vrijeme raspolaže se kvalitetnim informacijama pa se na vrijeme mogu poduzeti odgovarajuće mjere kako bi se ljudske žrtve i štete smanjile na najmanju moguću mjeru. Privreda smatra da se ekolozi suprotstavljaju gospodarskom napretku. Ekolozi upozoravaju na vrijednost koju danas ima još jedan od rijetkih priobalnih i riječnih biotopa kao što je rijeka Drava, a to je kulturni i prirodni krajolik koji zaslužuje zaštitu od gospodarskog iskorištavanja. U tu svrhu ekolozi njeguju prekograničnu suradnju s Mađarskom, Slovenijom i Austrijom. No prekograničnu suradnju ekologa ugrožavaju gospodarski interesi. Po svemu sudeći oni se neće obazirati na biotope i raznolikost vrsta životinjskog i biljnog svijeta, koji u Podravini još pronalazi zaštićeni prostor. Mađarska ne pogoduje svojim ekolozima koji se brinu za zaštitu pograničnog pojasa, a sve to ide na štetu Hrvatskoj i Sloveniji [21].

Ekolozi tvrde kako su Drava i Mura među posljednjim prirodnim riječnim koridorima u Europi i visoko su rangirane sa stajališta zaštite prirode prema međunarodnim konvencijama. Međutim, treba naglasiti da su uz Dravu i Muru izgrađeni nasipi za zaštitu od poplava pa je “prirodni” režim samo unutar nasipa. Na Dravi su izvedeni mnogi zahvati (utvrđivanje obala kamenom, izvedba prokopa, pera, pregrada i drugih objekata) [7].

Republika Austrija podržava očuvanje Podravske regije u Hrvatskoj kao ekološki čiste s visokom kvalitetom života. Austrija pomaže svojim županijama uz Dravu u poboljšanju kvalitete vode rijeke Drave, koja je trpjela zbog već izgrađenih hidroelektrana. Na to se nastavlja zbrinjavanje otpada i otpadnih voda, koje ne smiju utjecati u korito rijeke Drave, jer je zbog hidrocentrala Drava promijenila svoje fizikalne čimbenike, a među njima i sposobnost samopročišćavanja [21].

Klimatske promjene negativno utječu na razinu i intenzitet poplava. Konkretni problem je u tome što su se građevine za zaštitu od poplava projektirale i gradile u prošlosti u periodu u kojem su vladali drugačiji klimatski uvjeti nego

danas. Tadašnji vremenski nizovi, odnosno veličine ulaznih hidroloških i meteoroloških podataka na osnovu kojih su se dimenzionirale građevine od prije 80 pa i više godina svakako se razlikuju od današnjih podataka, odnosno vremenskih nizova od prije cca 10 i 20 godina. Navedeno podrazumijeva da je, zbog ekstremnih klimatskih promjena koje su se nažalost počele događati, postojeće građevine za zaštitu od poplava potrebno rekonstruirati u smislu povećanja faktora sigurnosti. Konkretno, radi se o nadvišenjima nasipa, pojačanjima tijela brana, intenzivnijim čišćenjem vodotoka i "čepova" koji mogu uzrokovati zastoje kod tečenja i povratne tokove, ali i pojačanim nadzorom vodostaja i protoka. Bez ljudskih intervencija, rijeka Drava bi poplavila mnoga područja i uzela živote.

6. POPIS LITERATURE

[1] Drava life. *Rijeka Drava*. Dostupno na: http://www.drava-life.hr/hr/rijeka-drava/. Datum pristupa: 15.4.2018.

[2] Hrvatska.eu. *Geografski položaj rijeke Drave*. Dostupno na: http://croatia.eu/article.php?lang=1&id=9. Datum pristupa: 15.4.2018.

[3] Lupiga. *Dravom u kajacima od izvora do ušća*. Dostupno na: https://www.lupiga.com/vijesti/foto-dravom-u-kajacima-od-izvora-do-usca. Datum pristupa: 16.4.2018.

[4] Pavković I. Analiza režima otjecanja Drave i Krke, Diplomski rad. Osijek: Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera, Građevinski fakultet: 2016.

[5] Međimurske novine. *Rijeka Drava postaje nacionalni park.* Dostupno na: http://www.mnovine.hr/hrvatska/aktualno/rijeka-drava-postaje-nacionalni-park/. Datum pristupa: 5.4.2018.

[6] Zavod za prostorno uređenje Koprivničko Križevačke Županije. *See river projekt.* Dostupno na: http://www.seeriver.net/modules/uploader/uploads/system_menu/files_glavni. Datum pristupa: 7.5.2018.

[7] Žabčić V., Brezak S., Grđan L., Kereša Z. *Primijenjena hidrologija - Obrana od poplava na primjeru sliva Drave*. Izlaganje, 2015.

[8] Drava i Podravina. *Povijest Podravine*. Dostupno na: https://hr.metapedia.org/wiki/Drava_i_Podravina. Datum pristupa: 21.4.2018.

[9] Januška B. Ispiranje zlata na rijeci Dravi, Zagreb 1998.godina. Datum pristupa: 22.4.2018.

[10] Hrvatske vode. Karakteristične godišnje vrijednosti protoka (m^3/s) za period od 2008. do 2017. godine, hidrološka postaja Botovo.Varaždin, Hrvatske vode, 2018.

[11] Hrvatske vode. Karakteristične godišnje vrijednosti vodostaja (cm) za period od 2008. do 2017. godine, hidrološka postaja Botovo. Varaždin, Hrvatske vode, 2018.

[12] Wikipedija. *Poplava.* Dostupno na: https://hr.wikipedia.org/wiki/Poplava. Datum pristupa: 5.6.2018.

[13] Poplave u našem dvorištu. *Poplave na rijeci Dravi 1951. i 1964. godine*. Dostupno na: https://www.researchgate.net/profile/Zdenko_Keresa/publication/288808139_FLOODS_IN_OUR_YARD_VARAZDIN_COUNTY/links/5683ce9008aebccc4e0fd261/FLOODS-IN-OUR-YARD-VARAZDIN-COUNTY.pdf. Datum pristupa: 15.6.2018.

[14] SIB.hr. *Poplava rijeke Drave u Osijeku.* Dostupno na: http://sib.rtl.hr/sibplus/skidamo-prasinu/10075-poplava-u-osijeku-1965-godine.html. Datum pristupa: 15.6.2018.

[15] Koprivnica.net*. Iz povijesti poplava u Podravini. U 19. stoljeću velik dio Drnjanaca odselio je u Prekodravlje.* Dostupno na: https://epodravina.hr/iz-povijesti-poplava-u-podravini-u-19-stoljecu-velik-dio-drnjanaca-odselio-je-u-prekodravlje/. Datum pristupa: 20.6.2018.

[16] Večernji list. *Nezapamćena poplava: U Lovrečan Otoku troje ljudi izgubilo dom.* Dostupno na: https://www.vecernji.hr/vijesti/nezapamcena-poplava-u-lovrecan-otoku-troje-ljudi-izgubilo-dom-472924. Datum pristupa: 15.6.2018.

[17] Stara Drava kraj Lepe Grede. Dostupno na: privatna arhiva Goran Bošnjak, 2016.

[18] Agencija za vodne puteve*. Prokop Nemetin*. Dostupno na: https://www.google.hr/search?q=prokop+nemetin&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwia8PvKqL_cAhUBpiwKHWOwBHkQ_AUICigB&biw=1680&bih=944#imgrc=7_-9LYhXmapCLM. Datum pristupa: 3.7.2018.

[19] Legaland. *Prince Charles po drugi put u Osijeku.* Dostupno na:http://lega-land.com/2016/08/25/test-post-03/. Datum pristupa: 15.7.2018.

[20] Akumulacija Lapovac 2 Dostupno na: https://www.google.hr/searchq=akumulacija+lapovac+2&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiT1p6Urb_cAhVGkSwKHb32AyMQ_AUICgB&biw=1680&bih=895#imgdii=b2Cb9APW5VITEM:&imgrc=18EpGOKI_OLhsM. Datum pristupa: 15.7.2018.

[21] Grünfelder, A. M. Drava - izvor sukoba u prošlosti – meta europske suradnje u sadašnjosti i budućnosti, *Podravina: časopis za multidisciplinarna istraživanja*. 2006. 5(10), pp. 50-73.

7. POPIS SLIKA

Slika 1. Geografski položaj rijeke Drave 2
Slika 2. Izvor rijeke Drave 3
Slika 3. Rijeka Drava iz zraka (preuzeto od Goran Šafarek) 6
Slika 4. Poplave na rijeci Dravi 1951. i 1964. godine 13
Slika 5. Poplava rijeke Drave u Osijeku 1965. godine 14
Slika 6. Poplava rijeke Drave U Podravini 1972. godine 15
Slika 7. Poplava rijeke Drave u Varaždinskoj županiji 2012. godine 17
Slika 8. Stara Drava kraj Lepe Grede 19
Slika 9. Prokop Nemetin na rijeci Dravi 1986. godine 21
Slika 10. Nasip rijeke Drave kod Osijeka 23
Slika 11. Akumulacija Lapovac 2 25

8. POPIS TABLICA

Tablica 1. Karakteristične godišnje vrijednosti protoka (m^3/s) za period od 2008. do 2017. godine 8

Tablica 2. Karakteristične godišnje vrijednosti vodostaja (cm) za period od 2008. do 2017. godine 9