

UNIVERZITET SINGIDUNUM

**Departman za
poslediplomske studije i međunarodnu saradnju**

**Inženjerski menadžment
MASTER STUDIJSKI PROGRAM**

Master rad

UNAPREĐENJE I RAZVOJ HIDROGRAFSKOG SISTEMA SA MERAMA ZAŠTITE OD POPLAVE

Mentor:
Prof. Dr.Dragan Cvetković
Br. Indeksa 411268/2013

Kandidat:
Jelena Lukić, dipl. ing.

Beograd, 2015

S A D R Ž A J

1. UVOD	3
1.1. PREDMET I CILJ ISTRAŽIVANJA	
1.2. LEGENDE O POTOPU	
1.3. DEFINICIJE POPLAVA I UZROCI	
1.31. Direktni uzroci poplava	
1.32. Indirektni uzroci poplava	
1.33. Štete od poplave	
2. NAJVEĆE POPLAVE U SVETU	14
2.1. POPLAVE U SEVERNOM MORU	
2.2. POPLAVE NA JANGCENGJANG RECI	
2.3. POPLAVE NA CRVENOJ RECI	
2.4. POPLAVE NA ŽUTOJ RECI	
3. MERE ZAŠTITE OD POPLAVA U SVETU	18
3.1. HOLANDIJA	
3.2. HUANG HO – ŽUTA REKA	
3.3. JANGCENKJANG	
4. SRBIJA	33
4.1. GEOGRAFIJA SRBIJE	
4.2. REČNI SISTEM SRBIJE	
4.3. ISTORIJSKI HIDROLOŠKI OSMATRANJA NA PROSTORIMA SRBIJE	
4.3.1 Prvi hidrološki zapisi	
4.4. PLOVIDBA I PREVOZ	
4.4.1 Plovni putevi	
4.5. GEOLOŠKE KARAKTERISTIKE VEĆIH REKA U SRBIJI	
4.6. UREĐENJE VODOTOKA	
5. DUNAV	51
6. SAVA	56
7. MORAVA	59
8. NAJVEĆA POPLAVE NA BALKANU, MAJ 2014	64
9. ZAKLJUČAK	66
10. SPISAK LITERATURE	68

1. UVOD

Geneza šuma, voda i stena je nezavisna, ali su oni fizički povezani kao na primer minerali koji se pojavljuju u šumi, rečnim tokovima ili vodopadima. Sastav vode zavisi od minerala odnosno od zemljišta kroz koje prolazi. Stene i minerali se različito ponašaju u vodenoj sredini ili van nje. Koren drveća utiče na mehaničko raspadanje stena. Bez vode šume ne mogu da rastu. Sa druge strane, šume utiču na tok vode ideluju kao barijere. Sem toga, utiču i na klimatsku stabilnost koja stabilizuje snabdevanje vode. Zbog takve njihove povezanosti, eksploatacija jednog od njih može dovesti do degradacije drugog.

Medjutim, izbegavanje eksploatacije može dovesti do toga da šume, voda i stene počnu da uništavaju sami sebe a samim tim i životnu sredinu.

Prepoznavanje povezanosti ova tri prirodna resursa je sastavni deo planiranja ispravne odnosno, sprečavanja pogrešne i neodržive eksploatacije koja može da dovede do prirodnih katastrofa, gubitka sredstava za život, uništavanja infrastukture, pa čak i do političke nestabilnosti i konflikta.

U svetu će u narednih 20 godina privredni rast gotovo polovine zemalja zavisiti od njihovih resursa. Zvuči kao neverovatno srećan sticaj okolnosti (nalaženje rentabilnog ležišta sa mineralnom sirovinom koja ima veliku potražnju na tržištu) ali kako pokazuje najnovija studija stručnjaka McKinsey, ishod ovakvih situacija neretko je bio izvor frustracija i za zemlje domaćine i za kompanije koje su ulagale u eksploataciju i preradu mineralnih resursa. Dosadašnje iskustvo pokazalo je da je četiri petine zemalja koje su u prošlosti bazirale svoj razvoj na iznenada izvučenom tiketu na lutriji, prokockalo svoje šanse.

Veliki značaj treba dati i tehničko – tehnološkim, ekološkim kao i ekonomskim faktorima koji mogu da predstavljaju izuzetno veliki problem

1.1 PREDMET I CILJ ISTRAŽIVANJA

Ideja za izradu projekta, potekla je iz činjenice da je Srbija bila jedna od većih izvoznika peska i šljunka iz reka, u isto vreme građevinski materijal je bio jeftin, rečni transport je bio u funkciji, a rečna korita su imala veći kapacitet da prime vodu.

Još davne 1903 godine, na području Srbije, počelo je osnivanje preduzeća za eksploataciju šljunka i peska iz rečnih korita Save i Dunava i njihovih većih pritoka. Od 1947 do početka 90-ih godina Srbija je dominirala tržištem peska i šljunka. Sem prostora bivše SFRJ i Balkana bila je najveći proizvođač građevinskog materijala u Evropi i čak peta u svetu. Sa tim materijalom izgrađen je Novi Beograd, aerodrom “Nikola Tesla”, hidroelektrana “Đerdap”, kao i mnogi drugi veliki i reprezentativni objekti na Balkanu, Istočnoj Evropi i Bliskom Istoku.

Šljunak i pesak prema (u to vreme JUS, a sad SRPS) standardima spadaju u visoko kvalitetne građevinske materijale. Zbog različitog nagiba terena i brzine reke, dolazi do frakcionisanja nevezane sedimentne stene duž rečnog korita. Na taj način, različit granulometrijsk sastav je prisutan čime mogu da se zadovolje sve potrebe u građevinarstvu. Zbog visokog sadržaj SiO_2 , pogotovo u pesku (Dunavskom - staklenac) ovakav materijal može da se koristi i u proizvodnji stakla. Minerali gline ne smeju da se nadju u građevinskom materijalu koji se koristi za visoko gradnju (dozvoljeno je samo za puteve, nasipe i obaloutvrde). U delovima Dunava, kao i u reci Moravi i Drini takav standard može da se ispuni. Na pojedinim kilometrima reke Savenailazi se na glinu, ali toliko visokog kvaliteta da se može koristiti u keramičkoj industriji.

Rečni saobraćaj je najjeftiniji. Cena prevoza rečnim putem srazmerno opada sa dužinom puta. U to vreme su reke Sava i Dunav, kao i sve njihove veće pritoke (Drina, Morava, Kolubara) i kanali (Dunav – Tisa – Dunav) bili plovni. Transportni saobraćaj se odvijao bez ikakvih problema.

Sada, kada je eksploatacija nevezanih sedimentnih stena iz rečnih korita svedena na minimum, akumulacija rečnog nanosa izaziva zatrpavanja rečnog korita. Takvo rečno korito nije sposobno da primi veći priliv vode i dolazi do prelivanja reke, odnosno do plavljenja okolnog terena. U prvom delu rada opisani su primeri najvećih poplava u svetu kao i tehnička rešenja odbrane od poplava.

Veći problemi u hidrografskom sistemu Srbije opisani su u drugom delu rada.

1.2 LEGENDE O POTOPU

Voda je prirodni resurs koji je sastavni deo atmosfere, litosfere (zemljište i geološki resursi), hidrosfere (okeani, podzemne vode i površinske vode) i biosfere (biljni i životinjski svet). Tri četvrtine naše planete nalazi se pod vodom, a u ljudskom organizmu, voda učestvuje sa 70%. Međutim, samo 0,7% slatke vode je dostupno ljudima, a od te količine se 87% koristi u poljoprivredne svrhe. I dok nisu postojali podaci o vodi, prvobitne civilizacije su naseljavale teritorije pored vode. Zbog tih teritorija su često ratovali, a i sama voda im je pričinjavala velike probleme. Ili su morali da se bore sa nestašicama vode ili sa poplavama. Na svim kontinentima mi možemo da nađemo mitove o poplavama.

Najpoznatija legenda se nalazi u Bibliji.

Bog je, videvši da su misli i dela ljudska zla, rešio da uništi sve što je i sam stvorio: “od čoveka do stoke i do sitne životinje i do ptica nebeskih”. Jedino je Noje zaslužio milost Božiju i njemu daje savet da napravi brod i u njega stavi ženu, sinove, snaje i od svih životinjskih vrsta mužjaka i ženku. Nakon 40 dana i 40 noći neprestanih padavina, voda je prekrila celu zemlju. Sva brda su bila pod vodom. Voda je podigla brod i ponela ga. Noje je pustio goluba i gavrana da provere da li je voda počela da se povlači. Znak povlačenja je bio kad se golubica vratila na brod sa maslinovom grančicom u kljunu, a zatim odletela odatle. Bog se pokajao i obećao da više neće kleti zemlju i neće uništavati sve što je živo na njoj. Kao opomenu postavio je dugu na nebu.

Mezopotamijska verzija velikog potopa

Mesopotamija je u prevodu Međurečje, kuća dve reke ili Zemlja između dve reke. Nalazi se između Tigra i Eufrata i predstavlja aluvijalnu ravnicu koja obuhvata područje Iraka i Sirije (i dan danas područje koje je politički prilično nestabilno).

Najpoznatiji mezopotamijski mit je “Ep o Gilgamešu” i podseća na biblijsku verziju potopa. Prva razlika je da je Ep napisan u stihu, a Biblija u prozi. Druga razlika je da su u pripremanju potopa učestvovala četiri Boga, a peti je otkrio njihov plan čoveku i savetovao ga da napravi brod i da u njega stavi zalihe srebra, zlata, svoju porodicu i nekoliko životinja. Čovek (Utnapistim) ga posluša. Napravi plovni objekat po tačnim merama koje mu je Bog dao i stavi u njega sve porodicu, životinje i blago. Nevreme je bilo takvo da su se svi Bogovi na nebu uplašili i sklopčali “poput psa”. Potop je trajao sedam dana i sedam noći. Brod se zaustavio posle sedam dana na nekoj planini. Utnapistim je pustio prvo golubicu, lastavicu i na kraju gavrana. Golubica i lastavica su se vratile, ali gavran nije i to je bio znak da je voda počela da se povlači. Utnapistim je prineo žrtvu i pozvao sve Bogove sem Enlila jer ga je smatrao najodgovornijim za potop. Enlil je bio ljut što je neko preživeo ali je pristao da Utnapistu i njegovu ženu postavi da budu ravni Bogovima i odveo ih da žive negde daleko “na ušću dve reke”.

Starogrčka verzija potopa

U starogrčkoj verziji Zevs, kralj Bogova, odlučuje da uništi ljudski rod poplavom. Deukalion spasava sebe i ženu, praveći brod i obnavljajući ljudski rod bacajući kamenje oko sebe iz koga su izrasli novi ljudi.

Arapske verzije potopa

Arapski zapisi su uglavnom vezani za Egipat i poplave u dolini Nila. Najstarije zapise iz IX i X veka n.e. nalazimo kod arapskog naučnika, Abu Balki. On povezuje poreklo piramida sa poplavama i piše o tome kako su naučnici (mudraci) iz donjeg Egipta naredili da se sagrađe piramide od kamene da bi se ljudi spasili od velikih poplava koje im dolaze.

Masudi, arapski filozof, geograf i istoričar opisuje Cara Saurid, koji je vladao pre potopa i naredio da se sagrađe dve piramide i u njih smeste njegovi zapisi o umetnosti, nauci, položaju i značenju zvezda, kako bi generacije posle njega mogle sve to da osmisle i shvate.

U svetoj knjizi starih naroda Persije, Zend Avesta, pominje se period kad je naišla velika voda na celoj Zemlji, koja je prelazila visinu čoveka

Keltski sveštenici, u svojim zapisima, opisuju period pre i posle katastrofe (potopa).

Britanski antropolog Džems Frejzer, istraživao je Južnu, Centralnu i Severnu Ameriku i zapazio da postoje mnogobrojne legende o potopu. Zajedničko za sve legende je da se u svima pojavljuju muškarac i žena. Druga zajednička crta je da su svi koji su se spasili napravili neki plovni objekat (brod, čamac ili splav)

Svi ti zapisi, legene, mitovi, ispričani jezikom nekadašnjih umetnika, su na neki način glas prošlosti koji nam govori da je oduvek postojala borba čoveka sa vodom.

Danas, u 21 veku, i ako su i nauka i tehnologija napredovale, voda ipak nađe način da napravi sebi mesto u vestima ili na naslovnim stranama o nekom novom "potopu".

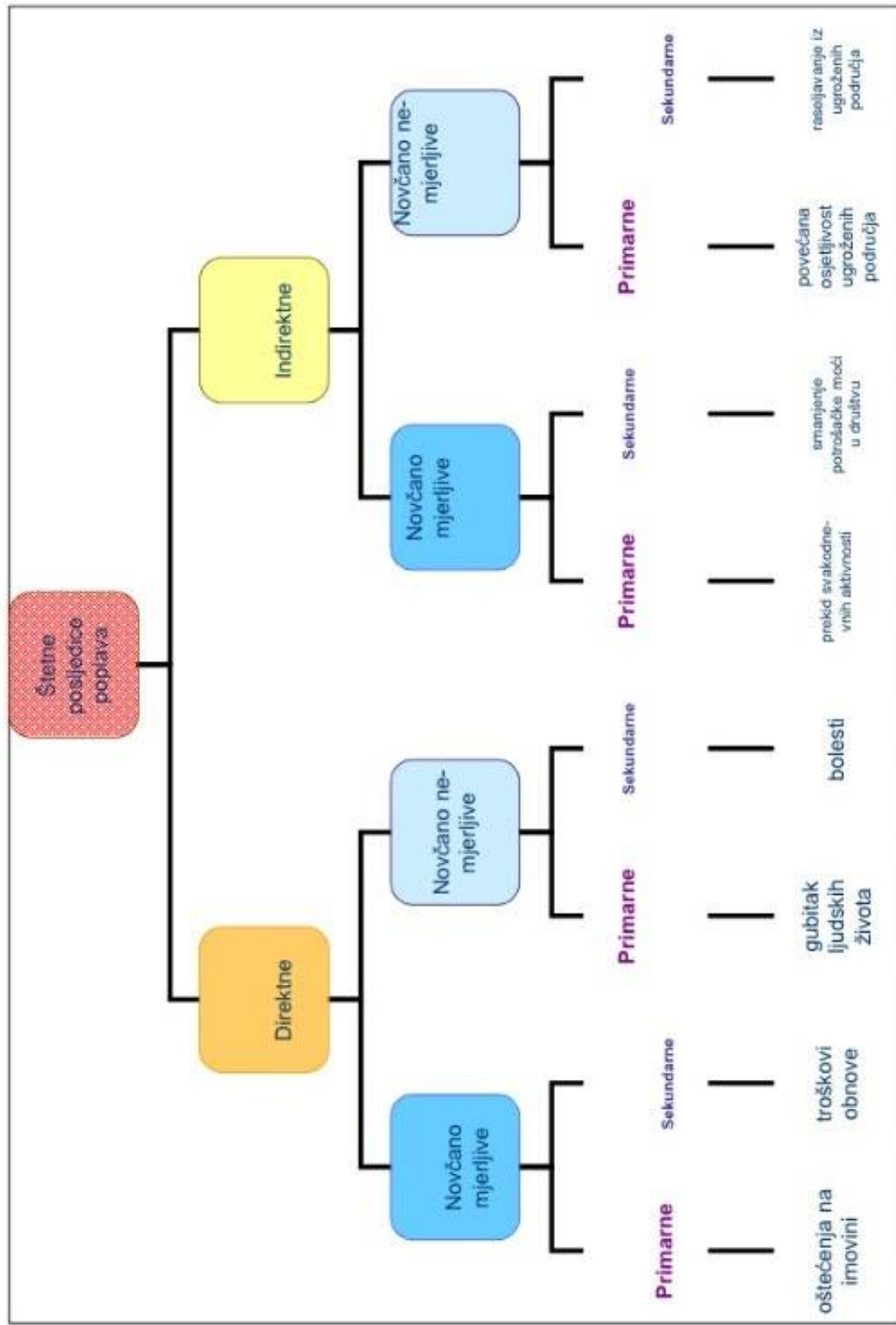
1.3 DEFINICIJA POPLAVA I NJENI UZROCI

Voda, vazduh, obradivo zemljište, ribarstvo i klima predstavljaju oko 60% ekoloških sistema koji obezbeđuju život na Zemlji. Ekološki sistem je ugrožen antropogenim faktorom, ali i prirodnim katastrofama. Po podacima UN i Svetske meteorološke organizacije, godišnje se dogodi na stotine elementarnih nepogoda od kojih su poplave najviše zastupljene sa čak 40%. Ostalih 60% čine oluje (tropski cikloni, uragani, tornada....), suše, zemljotresi, lavine, klizišta, požari, ekstremne temperature (niske i visoke) i vulkanske erupcije (u najmanjem procentu).

Poplavu možemo da definišemo kao prirodnu pojavu koja predstavlja neuobičajeno visok vodostaj u rekama, jezerima ili morima usled čega voda izađe iz svog korita i preplavi zemljište koje obično nije pod vodom. Okolno zemljište može da bude prekriveno vodom usled porasta voda na rekama, gorskim potocima, bujičnih vodotoka kao i u priobalnim delovima mora. Uzroci poplava kontinentalnih voda su najčešće topljenje snega i leda na proleće ili obilnih padavina tokom jeseni. Zbog nedovoljno visokih temperatura i slabog isparavanja, dodatni problem predstavlja i visok nivo podzemnih voda u tim periodima. Kod okeanskih voda, mora i velikih jezera uzroci su najčešće vezani za seizmičke potrese, snažne oluje ili delovanje vulkanskih erupcija.

Pod pojmom “poplava” Zakon o vodama Republike Srbije, izdvaja dve definicije. Poplave spoljnim vodama i poplave unutrašnjim vodama. Razlika je u tome što su poplave izazvane spoljnim vodama uzrokovane izlivanjem vode iz korita reke, a poplave koje nastaju od unutrašnjih voda nastaju od atmosferskih padavinama i podizanjem nivoa podzemnih voda. Područje koje voda plavi bilo kao posledica atmosferskih padavina, bilo izdizanjem nivoa podzemnih voda ili izlivanjem iz rečnog korita, naziva se poplavno područje.

Prema studiji K. Smith and R. Ward (Floods: Physical processes and human impacts), štetne posledice poplavnog talasa dele na **direktne** i **indirektne** (slika 1 i slika 2). Visoka voda na jednoj reci zavisi od niza faktora koji međusobno zavise jedan od drugog i u isto vreme se dopunjuju.



(SMITH, K., WARD, R., (1998.), *Floods, Physical Processes and Human Impacts*, John Wiley&sons, England)

1.31. Direktni uzroci poplava

Kao **direktne uzroke** poplava možemo izdvojiti:

- Atmosferske padavine
- Led na rekama
- Visok vodostaj pre poplava
- Meandriranje toka
- Klizište
- Visok vodostaj na pritokama

Atmosferske padavine se dele u dve grupe:

- Niske padavine (koje se obrazuju pri zemljinoj površini) i u njih spadaju: rosa, rosulja, slana, inje i poledica
- Visoke padavine (padavine iz oblaka) : kiša, ledena kiša, sneg, susnežica, zrnasti sneg, ljutina, krupa, sugradica i grad. Padavine iz oblaka se dele na sipeće, frontalne i pljuskovite

Kiša najbrže dovodi do porasta vodostaja. Pljuskovite kiše traju kratko i deluju lokalno, na deo sliva. Za poplavni talas na celom slivu, najopasnije su ciklonske ili frontalne padavine. Ciklon je oblast niskog vazdušnog pritiska koji nastaje na liniji kontakta dve vazdušne mase. Na početku je ta linija prava, ali pošto je takvo stanje teško održivo, dolazi do poremećaja strujanja i dovodi do uvrtnja linije, prilikom čega dolazi do diferencijacije tople i hladne vazdušne mase. Hladni vazduh se kao teži podvlači ispod toplog i stvara hladni front, dok u isto vreme topli vazduh prelazi preko hladnog i stvara topli front. Pritisak opada od periferije prema centru, a kao posledice se javljaju oblaci, kiša i vetrovi. Takve padavine u jednom području, koje može da obuhvata i više od 800 km^2 , mogu da traju po nekoliko dana (2 – 3 pa čak i više).

Otapanje snežnog pokrivača nekad dovede do velikog priliva vode. Njačešće se topljenje snega poklapa sa povećanjem nivoa podzemne vode i pojavom obilnih padavina tokom proleća. Takvo poklapanje može da dovede do stvaranja poplavnog talasa u srednjim i velikim rekama, sa dužinom trajanja više od 10 – 15 dana.

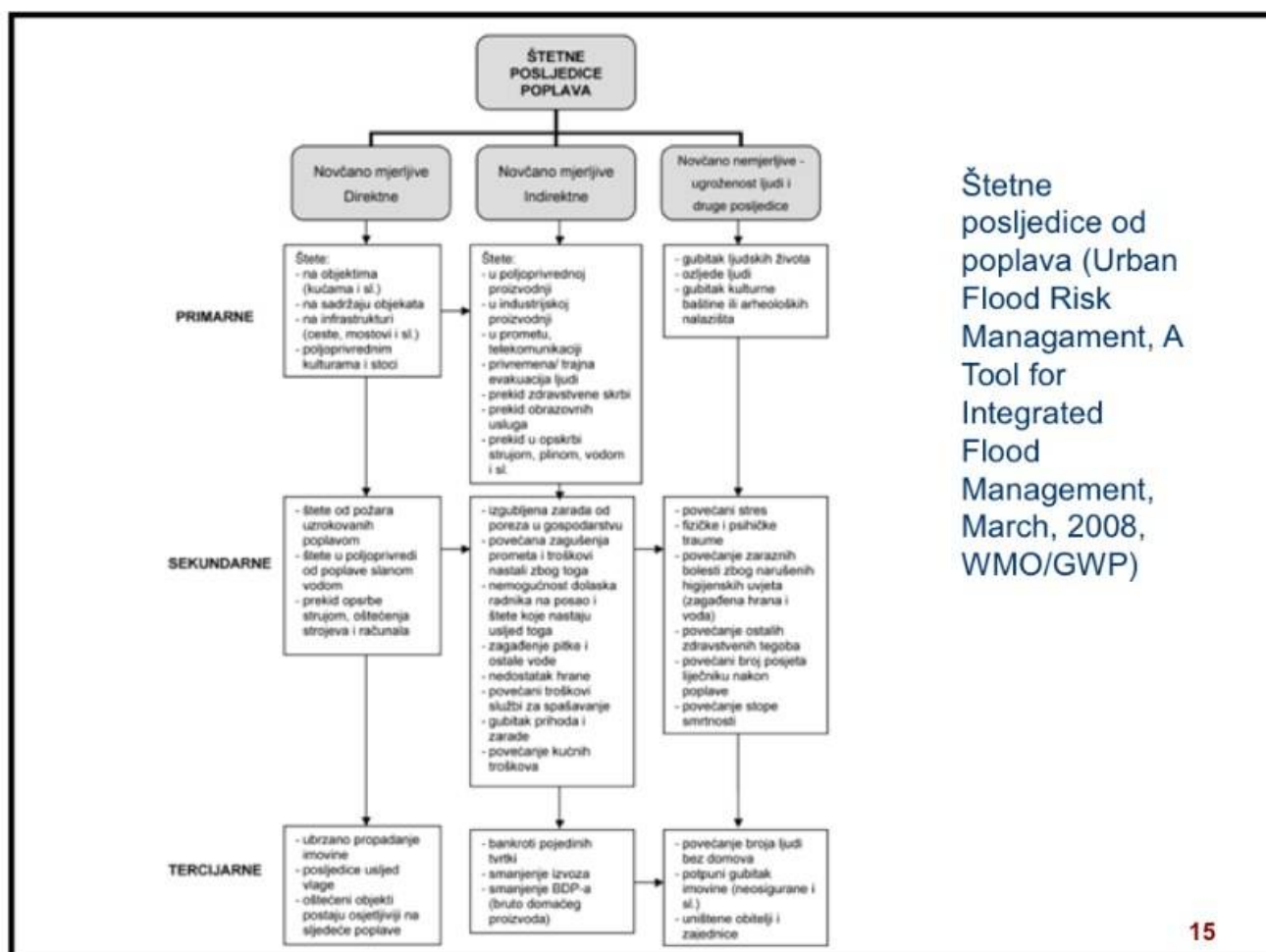
Usled veoma niskih temperatura, na potocima rekama i jezerima stvara se ledeni pokrivač čija debljina može da iznosi između 20 i 60 cm. Porastom temperature dolazi do otapanja leda i podizanja nivoa vode u koritu. Na taj način nastaju ledene poplave. Takođe može da dođe do kretanja ledenih santi rekam. Kada naiđe na neku prepreku (most, sprud ili meandar) led se nagomilava i stvara barijeru koja sprečava oticanje vode. Uzvodno od čepa podiže se nivo vode i dolazi do plavljenja okolnog područja.

Poplave su najčešće u proleće i jesen. U tom periodu je, zbog niskih temperatura i slabog isparavanja, nivo podzemnih voda visok, što dovodi do nemogućnosti okolnog terena da prihvati priliv vode.

Kao direktan uzrok poplava može biti i nesposobnost rečnog korita da prihvati novu količinu vode. Mnogo su češće poplave nakon kišnog perioda, pri čemu dolazi do podizanja nivoa vode, nego nakon sušnog perioda, kada je nivo vode u rečnom koritu nizak. Sem toga, nagib reke je veoma bitan, pa tako u aluvijalnim ravnicama imamo češće poplave nego u terenima sa velikim nagibom. U aluvijonima, reka pravi meandre (krivuda) koji predstavljaju prirodnu prepreku za oticanje vode.

Uglavnom, nakon obilnih padavina, dolazi do pojave klizišta. Stenovita i zemljana masa mogu biti pokrenute i gravitaciono transportovane do reke. Na taj način dolazi do ujezeravanja uzvodnog dela reke i stvaranja poplava. Uglavnom se javlja na delovima reke sa većim nagibom terena.

Svi ovi uzroci poplava mogu da se jave na pojedinim delovima ili na celom slivu. Intenzitet poplavnog talasa u velikoj meri zavisi i od dela reke koji je zahvatila poplava. Najveći poplavni talas će da se javi u koliko su poplavom zahvaćene i pritoke i glavni tok.



Slika 2 – Štetne posledice poplava

1.32 Indirektni uzroci poplava

Indirektni uzroci poplava su: gustina rečne mreže, njena veličina i oblik, morfologija okolnog reljefa (vrsta zemljišta, način obrađivanja i njegova sposobnost da primi vodu, kao i visina podzemnih voda), stepen pošumljenosti (npr. požari mogu da unište šume i biljni svet i na taj način na reljefu sa strmim stranama može da dođe do erozije i klizišta). Antropogeni faktor takođe može da dovede do poplava (neredovno čišćenje nanosa u rekama, neodgovarajući odbranbeni nasipi). Promena klime je značajan indirektan uzrok poplava.

Poplave nastaju pod dejstvom više faktora, a najčešće kao posledica prirodnih – meteoroloških uslova i pod uticajem antropogenog faktora. U Bangladešu imamo primer da usled razvoja naseljenih oblasti, dolazi do intenzivne seče šuma. Zemljište zbog toga više ne može da zadrži vodu i dolazi do stvaranja klizišta. Na taj način, zemlja pravi na rekama prirodne brane, zatrpava korita reka i dolazi do izdizanja vodostaja Ganga i Brahmaputre. Sve to za posledicu ima stvaranje katastrofalnih poplava.

Na našim prostorima, prema uzroku nastanka, možemo izdvojiti nekoliko tipova poplava:

1. Intenzivne i dugotrajne kiše kao i otapanje snega su najčešći uzroci poplava
2. Ledene poplave
3. Poklapanje visokih voda na dve i više reke mogu da izazovu poplavu
4. Bujične poplave
5. Poplave izazvane klizanjem zemljišta
6. Poplave izazvane rušenjem brana
7. Neodgovorno ponašanje prema održavanju rečnog korita (neredovno čišćenje nanosa)

Osim ove podele na našim prostorima možemo izdvojiti po morfologiji terena koji je zahvatila voda, na ravničarska i brdsko – planinska područja. U ravnicama su poplave mirne i kretanje vode je relativno sporo. U brdsko – planinskim predelima poplave su nagle, dovode do erozije terena, stvaranja jaruga i bujičnih tokova. U zavisnosti od sastava terena, takve poplave mogu da se dele na:

1. Blatne – u koliko je sastav terena izgrađen od gline i peska
2. Blatno – kamene – teren predstavljen nešto krupnozrnijim frakcijama (drobina i šljunak)
3. Vodeno kamene – ako je voda pokrenula kompaktnu stensku masu

Sem velikih trenutnih šteta koje poplave naprave, posledice poplava mogu da budu i dugoročnog karaktera. U trenutku delovanja velike količine vode na područje van reke dolazi do gubitka ljudskih života, davljenja stoke, uništavanje poljoprivrednih kultura (voća, povrća, useva), rušenje kuća i štala, uništavanje infrastrukture..... Posledice koje imaju dugoročni karakter nastaju npr, usled dugotrajnog ostajanja plodnog zemljišta pod vodom. Na taj način tlo gubi kvalitet i ugrožava se setva neredne godine. Velika količina vode odnosi mobilne (i kvalitetne hemijske elemente) i plodno zemljište se pretvara u neplodno. U koliko voda proдре u industrijske objekte, može da dovede do uništavanja industrijskih postrojenja i mašina kao i gotovih ili polugotovih proizvoda. Mašine i oprema se može zameniti novom,

ali je to veliki finansijski gubitak i zastoj u proizvodnji ima štetne efekte na kompletnu industriju. U koliko je to bio i način finansiranja okolnog stanovništva, njihov socijalno – ekonomski status se pogoršava. Prodiranje poplavnog talasa u izvorišta sa vodom dovodi takođe do stvaranja velikog zdravstveno - higijenskog problema. Takav talas, koji je prošao kroz njive pune pesticida, đubrišta, deponije, septičke jame, može sve to da donese do izvora pijaće vode. Tu su u opasnosti i ljudski i životinjski životi, a može da bude i uništen riblji fond.

1.33. Šteta od poplave

Kolika će da bude šteta od poplava na prvom mestu zavisi od brzine podizanja nivoa vodenog stuba, zatim od sposobnosti okolnog tla da prihvati vodu, obezbedjenosti i uređenosti rečnog korita, stepena naseljenosti, razvijenosti industrijskih postrojenja i poljoprivrede u rečnim dolinama. Prema visini poplavnog talasa poplave se dele na četiri kategorije:

1. *Niske (male) poplave* – Ne nanose veću materijalnu štetu. Zahvate najviše do 10% poljoprivrednog zemljišta i uglavnom su u ravničarskim terenima. Period njihovog ponavljanja je 5 – 10 godina.
2. *Visoke poplave* – plave 10 – 15 % obradivog zemljišta i zahtevaju delimičnu evakuaciju ljudi i životinja. Njihova cikličnost je 20 – 25 godina.
3. *Izvanredne (velike) poplave* – javljaju se svakih 50 – 100 godina, ali mogu da izazovu veliku materijalnu štetu. Pod vodom bude 50 – 70 % poljoprivredne površine i plave naseljena mesta. U velikim poplavama pod vodom mogu da se jave privredni i industrijski objekti. Masovna evakuacija je obavezna kao i zaštita materijalnih dobara.
4. *Katastrofalne poplave* – obuhvataju plavljenje okoline nekoliko rečnih sistema. Dešavaju se jednom u 100 – 200 godina, pa čak i ređe, ali štete su ogromne. Praćene su gubitkom ljudskih života i ogromnim materijalnim štetama. Poplavni talas potopi više od 70% obradivog zemljišta, ugroženi su privredni i industrijski objekti, uništena i oštećenja infrastruktura (putevi i mostovi).

1927 godine, dolinu reke Misisipi je pogodila katastrofalna poplava. Iygubljeno je oko 250 ljudskih života, udavilo se 1.5 miliona životinja, a materijalna šteta je procenjena na 300000000 \$. Nakon samo 4 godine (1931 godine) došlo je opet do poplave koja je nanela velike materijalne štete i ogroman broj ljudi je izgubio živote. Te godine, u dolini reke Misisipi bilo je poplavljeno oko 16 naseljenih oblasti.

1995 godine je zbog katastrofalnih poplava, u Holandiji, organizovana najveća evakuacija stanovništva (250 000 stanovnika) od Drugog svetskog rata. Najveća opasnost su bile brane koje nisu mogle da izdrže toliki pritisak vode. Uzrok poplava je objašnjen stvaranjem pritiska

u gornjim slojevima atmosfere koji je omogućio vlažnom i toplom vazduhu sa Atlantika da dodje do kontinenta.

Katastrofalna poplava reke Jangcengjang 1996 godine, nanela je ogromne ljudske žrtve i veliku materijalnu štetu Kini. Od posledica poplava, živote je izgubilo oko 1000 ljudi, a nekoliko stotina hiljada ljudi je ostalo bez kuća (više od 800 000 kuća je srušeno i oko 2.8 miliona je oštećeno. Oko 10 miliona hektara plodnog zemljišta je bilo uništeno. Materijalna šteta je procenjena na više od milijardu dolara. U evakuaciji stanovništva je učestvovalo 400000 vojnika.

Morava i Odra su 1997 godine nanele velike štete Poljskoj i Čečkoj. Nekoliko stotina ljudi je izgubilo živote, a naneta je i velika materijalna šteta. Zbog plavljenja i oštećenja infrastrukture u Poljskoj, saobraćaj je bio u prekidu pa je došlo i do prekida u snabdevanju i onih oblasti koje nisu bile zahvaćene poplavama. Šteta je procenjena na nekoliko milijardi dolara.

U našoj zemlji, prva poplava koja je zabeležena je bila 1580 godine u dolini reke Zete. Po nekim zapisima, tada su pod vodom nestali i ljudi i zemlja. U Novom Pazaru je 1731 godine voda je odnela 9 mostova i 36 kuća.

Leskovac, Niš, Kragujevac i Kraljevo je 1963 godine pretrpelo veliku materijalnu štetu (srušeno je oko 1100 kuća i oštećeno oko 15000 objekata).

1965 godine, Čačak je pogodila katastrofalna poplava, a stanovnici su mogli da se evakuišu samo helikopterom. Te godine su zbog koincidencije voda na mnogim vodotocima poplava zahvatila oko 150 opština u Srbiji, a oštećeno je oko 16000 kuća.

1970 godine, Tisa je izlivanjem iz korita poplavila 14 opština, više od 100 naselja, srušila i oštetila 7500 zgrada i ugrozila oko 400 000 stanovnika.

U našoj zemlji je do velikih poplava dolazilo svakih 7- 8 godina, ali u današnje vreme velike poplave se javljaju na 3 – 4 godine.

2. NAJVEĆE POPLAVE U SVETU

Najveće poplave na rekama desavale su se u Kini i Vijetnamu, a problem sa nivoom vode u moru imala je Holandija.

Najveće katastrofe koje je izazvala poplava izlavanjem iz rečnog korita, desile su se na rekama Hoang – Ho, Jancengjang (Kina) i na Crvenoj reci u Vijetnamu.

U prošlom veku, na našim prostorima, izlivanje Dunava iz svog korita 1965 godine dovelo je do uništavanja obradivih površina (oko 150 000 hektara pod vodom), uništeno je oko 16 000 kuća, a velika oštećenja pretrpela je i infrastruktura (preko 200 km puteva je uništeno). Zbog visokog nivoa Dunava, njegove pritoke nisu mogle da se ulivaju u njega tako da je došlo i do plavljenja područja koje nije bilo direktno uz reku Dunav.

2.1 POPLAVE U SEVERNOM MORU

Holandiju je u junu 1212 godine zadesila najsmrtonosnija prirodna katastrofa u istoriji Holandije (slika 3). Poplava koja je odnela oko 60000 ljudskih života bila je posledica ciklona koji u to vreme, zbog ne razvijene tehnologije nije mogao da se predvidi. Šteta je bila ogromna i bili su potrebni meseci da bi se sanirale posledice



Slika 3 – Holandija 1212 godine

POPLAVA SVETA LUCIJA

Poplava je zahvatila severni deo Nemačke i Holandiju pred kraj 1287 godine. Stradalo je više od 80000 ljudi.

Početak novembra 1530 godine, u Holandiji dogodila se poplava poznata kao **POPLAVA SVETI FELIKS**. Materijalna šteta je bila ogromna, preko milion američkih dolara, a žvovte je izgubilo više od 1 200 000 ljudi.

2.2 POPLAVE NA JANGCEKJANG RECI

Najveća poplava na reci Jancengjang dogodila se 1911 godine. Na reci Jancengjang bila je izgrađena najveća hidroelektrana u Kini. Sem toga, reka je bila glavni izvor navodnjavanja i transporta, što je dovelo do porasta migracije stanovništva uz reku. Zbog velike gustine naseljenosti, nakon poplave, tragedija je bila ogromna. Živote je izgubilo oko milion ljudi, a bez domova je ostalo oko 4 miliona stanovništva (slika 4).



Slika 4 –Poplava na Jancengjang reci

1935 godine, došlo je do još jedne katastrofalne poplave na Jancengjang reci. Kao posledica poplave, žvovte je izgubilo 1 500 000 ljudi. Mnogi od tih života bili su izgubljeni zbog bolesti kao što su malarija i tuberkuloza.

2.3 POPLAVA NA CRVENOJ RECI

Hanoja, glavni grad Vijetnama, koji se nalazi u plodnoj ravnici Crvene reke, za vreme rata (1971) bio je potpuno razoren u poplavama. Zbog niske nadmorske visine ni pravljenje bedema i zidova niti kopanje kanala nije uspeo da zaustavi vodenu stihiju. Crvena reka se izlila.

2.4 POPLAVE NA ŽUTOJ RECI

Morfologija Žute reke je takva (niska nadmorska visina i ogromna zaravan oko rečnog korita) da nije potrebno mnogo faktora da se složi da bi došlo do poplave. Najveće poplave su se desile 1887 i 1931 godine. U tim poplavama područje pod vodom zahvatio je 130 000 km^2 . Bez domova je ostalo oko 2 miliona ljudi, a živote je izgubilo između milion i 4 miliona ljudi. Prema procenama, od posledica gladi i raznih bolesti umrlo je isto onoliko ljudi koliko i od poplave.

U poplavi 1938 godine, udavilo se preko 8 miliona ljudi. Poplava je bila posledica vojne strategije kineske vlade koja je rušenjem brane mislila da će da spreči napredovanje japanskih snaga.

NESREĆA NA BANKJAO BRANI

Reka Huang-Ho je probila nasipe i razorila okolna područja u dva navrata. Prvi put 1887. godine kad je živote izgubilo 900 000 ljudi i drugi put 1931 kada se podavilo više od 3,5 miliona ljudi. Da bi sprečili poplave napravljena je brana Bankjao, projektovana da izdrži vodeni talas koji se javlja jednom u hiljadu godina. U leto, 1975 godine, za jedan dan je palo onoliko kiše koliko padne u proseku za godinu dana. Toliki priliv vode, brana nije izdržala i popustila je. Oslobodila je talas koji je išao 50 km/h, bio visok 3 – 7 m i dug oko 10 km. Na aluvijonu oko rečnog korita stvoreno je jezero dugo 55km i široko oko 15 km koje je potopilo celo naselje. Preko 1. 600. 000 ljudi je ubijeno, a million ljudi je bilo zaglavljeno u vodi devet dana (slika 5). Zbog ekstremno loših uslova bila je otežana evakuacija stanovništva.



Slika 5 – velika poplava nakon pucanja Bankjao brane

Zbog ovih događaja ovu reku nazivaju “Kineska tuga” (slika 7)

Ovakve nesreće se, nažalost dešavaju i danas. Iako je tehnologija razvijenija, i može se sprečiti veći broj žrtava, ipak ostaje onaj deo prirode, pred kojim smo nemoćni.



Slika 7 – Kineska tuga

MERE ZAŠTITE OD POPLAVA U SVETU

3.1 HOLANDIJA

Geografski položaj Holandije je strateški veoma povoljan. Sa jedne strane ima izlaz na Severno more, na zapadu i severu, a sa druge strane leži na delti četiri velike reke (donji tok Rajne koja se deli na rukavce Val, Lek i staru Rajnu, reka Mas (ili Mez) i ušće Šelde. Takav položaj doneo je Holandiji veoma veliki razvoj transportnog saobraćaja, trgovine i ribarstva. Da bi poboljšali pivredu i poljoprivredu, Holandjani su poslednjih vekova počeli da isušuju delove svojih teritorija (jezera i delove mora) i povećavaju površinu kopna. Danas, kao rezultat procesa impolderizacije (isušivanje kopna i priprema terena za razvoj poljoprivrede) oko 30% površine i 65 % stanovništva nalazi se ispod nivoa mora, dok je 50% njenog kopna na manje od jednog metra iznad nivoa mora. Da bi se ovi delovi zemlje održali suvim, voda se neprekidno ispumpava. Sem ispumpavanja, Holandija se štiti od poplava hidrograđevinskim objektima: nasipima, barijerama, branama. Zbog niskog nivoa terena Holandija je i dobila Nizozemska.

S obzirom da su gusto naseljeni, i ekonomski veoma značajni delovi zemlje (Amsterdam i Rotterdam) na nižoj nadmorskoj visini od nivoa mora, sistem zaštite od poplava je veoma važan u opstanku Holandije. Zbog toga je u Holandiji napravljen jedan od najvećih projekata za zaštitu i upravljanjem vode u svetu – DELTA WORKS.

Poplava Severnog mora 1953



Slika 8 – Prvi snimak poplave

Voda je Holandiji donela kako koristi tako i štete. Poplave su bile uobičajena pojava i ljudi su od davnina počeli da se brane od vode nasipima i barijerama. U nekim delovima Holandije ti nasipi (terpen) su bili toliko veliki da su podsećali na brda na čijim vrhovima su počeli da grade i manja sela pa čak i gradovi. Da bi spojili sela ljudi su počeli da grade obalske nasipe i poldere između njih. Na taj način održavali su veliki deo zemljišta suvim. Dužina i visina bedema je postala toliko velika, a nedovoljno održavana da je svima bilo jasno da ti nasipi i obaloutvrde neće moći da izdrže veću poplavu. Plan za strukturalna unapređenja bedema i skraćivanje obale uporno je bio u senci drugih stvari, tako da je samo mali broj projekata zaista realizovan. Do kraja januara 1953, Delta Komisija predstavila je prvi izveštaj koji je sadržao planove za presecanje velikih morskih rukavaca u kopnu u cilju zaštite od morskog uticaja. Međutim, samo par dana kasnije, desilo se neminovno.



Slika 9 – izlomljeni bedemi

U noći 1. Februara 1953. godine, kombinacija prolećne plime i severozapadne oluje na Severnom moru, dovela je do velike prirodne katastrofe koja je imala uticaj na Ujedinjeno Kraljevstvo, Belgiju i Holandiju (slike 8 i 9). 2167 ljudi izgubilo je život, od kojih je 1835 bilo iz Holandije. Ova katastrofa imala je veliki uticaj na sadašnjost i budućnost zaštite Holandije od mora.

Loše stanje bedema na delti postalo je bolno očigledno prvofebruarskog jutra 1953. Na jugu Islanda, 30. Januara pojavilo se olujno polje sa velikim poljem niskog vazdušnog pritiska koje je nastalo. Sa severozapada došlo je do Holandije i stuštilo ogromne količine vode u pravcu Kaleskog moreuza. Ovaj uski tesnac poslužio je kao levak, ubrzavajući dotok vode sve više i više, dok je nivo vode drastično rastao. Situacija se pogoršala nakon što se na granici Škotske formirao uragan. U nekim delovima Holandije, voda je već prerasla visinu bedema. U noći 31. Januara oluja iznad Severnog mora postal je jača, a vetar na obalama duvao je jačinom od 10 stepeni Boforove skale. Oluja u kombinaciji sa prolećnom plimom u kombinaciji sa pozicijom Sunca i Meseca, učinila je da nivo vode raste daleko brže nego što bi to obično bio slučaj. Najviši nivo voda je dostigla u 03.24 tog jutra, kada je bila na nivou od 4,55 metara iznad N.A.P. (novi amsterdamski sistem merenja). Bedemi nisu pravljani da izdrže ove visoke nivoe vode i prvi bedemi su urušeni i pre nego što je voda dostigla svoj najviši nivo. Uništeno je ukupno 89 bedema.

Mnogi ljudi probudili su se uplašeni vodom usred noći. Kuće su se rušile pred bujicom vode i razornom olujom. Ozbiljnost situacije u zahvaćenom delu još nije bila vidljiva spoljašnjem svetu. Situacija se pogoršala kada je prvog februara popodne došlo do nove plime. Ova poplava odnela je najveći broj života. Zbog već uništenih bedema, voda je ušla u poldere i dostigla još viši nivo. Mnoge od kuća koje su preživele prvi udar poplave, uništene su u drugom talasu. Za mnoge je pomoć stigla prekasno.

Zbog poplavljenih puteva, početak operacije spasavanja počeo je kasno. Ozbiljnost situacije postal je očigledna u ponedeljak, jutra drugog februara. Stanovnici zahvaćenog područja evakuisani su, a vreće sa peskom bacane su i iz aviona (slika 10). Pokrenut je veliki program pomoći unutar Holandije, a i daleko van njenih granica.

Ministar Drees objavio je 4. Februara 1953, u Drugoj Komori, da će najviši prioritet postati obnova bedema. Pored toga, Vlada je formirala Delta-komisiju, kojom je predsedavao

generalni direktor odeljenja za vodu i javne radove, gospodin Marais. U međuvremenu, volonteri i radnici na bedemima radili su naporno na zapušavanju rupa na bedemima. Na mestima gde su rupe bile prevelike, one su zatvarane takozvanim jednodelnim kesonima. Krajem 1953. Region je zvanično proglašen isušenim.



Slika 10 – postavljanje vreća sa peskom

Posledice poplave bile su katastrofalne.

- 1835 ljudi umrlo je od posledica nepogode
- 200000 stoke se udavilo
- 200000 hektara zemljišta je poplavljeno
- 3000 kuća i 300 farmi je uništeno
- 40000 kuća i 3000 farmi je oštećeno
- 72000 ljudi je evakuisano
- 91 km bedema ozbiljno je oštećen u Zuid-Holland-u, sa rupama veličine i do 1 km
- 10 km bedema je ozbiljno oštećeno u Noord-Brabant-u
- 38 km bedema je ozbiljno oštećeno u Zeeland-u, sa rupama i do 3.5 km

Delta komisija formirana je dvadeset dana nakon poplave Severnog Mora, 21. Februara 1953. Ova komisija radila je na savetovanju za podizanje bezbednosti. Ovo je bio zahtevan zadatak, jer su Nieuwe Waterweg i Westerschelde morale ostati otvorene, obzirom na ekonomski uticaj na rotterdamsku i antverpensku luku. Delta komisija je konačno iznela petočlani plan, koji je kasnije pretvoren u Delta plan, 18. Oktobra 1955. Plan je trebalo sprovesti u narednih 25 godina, a troškovi su bili procenjeni na 1.5 do 2 milijarde holandskih gildera (oko 680 do 900 miliona Evra). Da bi se osigurao kvalitet gradnje brana, 1959. Usvojen je i Delta zakon. Iz razloga što različiti delovi Delta Work-a nisu mogli da se realizuju simultano, Odeljenje vode i javnih radova odlučilo je da prati logički sled: od manjih ka većim, od jednostavnih ka komplikovanijim. Odeljenje vode i javnih radova uzelo je u obzir da je zaštita od olujnih poplava bila potrebna što je pre moguće.

Brane

Izgradnja brana u velikim brazdama zemlje bila je veoma problematična zbog brzine protoka vode. Voda je nosila pesak i kamen sa brana. Tako je razvijena nova tehnika: Phoenix jednodelni kesoni. Ovo su izdubljene betonske kutije, koje se mogu postaviti jedna do druge u zemljane brazde. Na ovaj način, one se mogu grupisati i formirati branu. U toku transporta kesona do brazda, oni su privremeno međusobno odvojeni drvenim daskama. Na mestu postavljanja, daske se uklanjaju i kesoni se spajaju. Na ovaj način, svi kesoni međusobno stoje oslonjeni jedni na druge i postaju delovi trajne brane. Brane su inicijalno imale otvore kroz koje je voda od plima i oseka nesmetano mogla da prođe. Kada se postave na mesto, gornji deo kesona puni se peskom i šljunkom. Pre nego što se kapije ugrađene u kesone zatvore, u sam temelj kesona dodajese kamen i pesak. Spuštanjem kapije kesona, zatvara se morski rukavac i brana je završena. Veersegetdam i delovi Grevelingendama, Volkerakdama i Brouwersdama pravljani su primenom ove tehnike.

U nekim delovima brana ispostavilo se da kesoni i nisu najbolji metod za zatvaranje brazda. Tada je primenjena revolucionarna tehnika. Preko žičara, veliki betonski blokovi, od oko 2.5 tone svaki, ubacivani su u vodu (slika 11). Izgrađena je gondola koja je mogla da nosi 15 tona materijala, a korišćenjem velikih klješta, betonski blokovi kačeni su za dno gondole. Nakon bacanja ovih ogromnih betonskih blokova u vodu, brana je punjena peskom, da između njih ne bi prolazila voda. Ova tehnika primenjena je u Grevelingendamu, Haringvlietdamu i Brouwersdamu.



Slika 11 – prenos blokova preko 2,5 t težine

Gde je nekada morska voda neometano strujala, sada je čvrsto stajala zapečaćena iza brane. Plima je nestala i slana voda pretvorila se u svežu. Ovo je imalo veliki uticaj na prirodu. Morska riba i biljke su izumrle, a ptice su se odselile. Pojedini delovi zemlje koji su nekada bili poplavljani sada su bili isušeni. Neki delovi koji su nekada bili suvi tokom oseke, sada su bili pod vodom.

Ovo je bio prvi plan: postaviti branu na Oosterschelde. To bi značilo da će se voda sa druge strane brane polako pretvoriti u svežu vodu. Otpor prema ovom poduhvatu javio se ubrzo, jer je to značilo da će jedinstveno okruženje koje je nekada bilo pod slanom vodom postati “žrtva” bezbednosnih mera. 1976. godine, došlo se do alternative: Oosterschelde barijera postaće prepreka čija će se vrata spuštati samo u specifičnim vremenskim uslovima. Na ovaj način, jedinstveni morski svet, mušlje, školjke, kao i plima, biće netaknuti. Postavljene su

barijere koje su štitile oblast od oluje, u dužini od 3 km, sačinjene od 65 betonskih stubova, sa 62 čeličnih vrata koja su postavljena između stubova (slika 12). Zemljište na koje je trebalo postaviti barijere bilo je suviše slabo. Da bi se ojačalo, brojni zahvati su sprovedeni, npr. postavljeni su džakovi šljunka na koje su kasnije postavljeni stubovi.



Slika 12 – Barijere koje štite od oluje

Stubovi su bili najvažniji deo brane. Svaki stub visok je između 30.25 i 38.75 metra i teži 18000 tona. Postavljanje stubova je vrlo precizan zahvat i može se sprovedi samo kada je protok vode slab, u toku plime. Stubovi su postavljeni sa spojevima na koje su kasnije montirane kapije barijere (slika 13). Oosterscheldekering postala je najveća barijera u svetu. Troškovi barijere bili su znatno viši od prethodno planirane brane: bilo je potrebno 2.5 milijarde evra za završetak barijere. 4. Oktobra 1986. Kraljica Beatrix svečano je otvorila Oosterscheldekering.



Slika 13 – Stubovi sa kapijama

Mislilo se da je završetkom Oosterscheldekering-a projekat Delta Works završen. Međutim, poboljšanja nasipa oko Nieuwe Waterweg-a nisu bila dovoljna zaštita okolnih oblasti, pa ni Roterdama. Iz tog razloga, Ministarstvo Voda i Javnih radova organizovalo je javno takmičenje u konstruisanju barijere za odbranu od olujnih udara. Ova barijera bi bila postavljena na Nieuwe Waterweg-u. Budući da je ovaj vodeni tok ujedno i glavna ruta ka roterdamskoj luci, barijera nije smela da prekine brodski saobraćaj; samo je u posebnim situacijama barijera mogla biti zatvorena. Pobednički dizajn sastojao se od dvoje zakrivljenih čeličnih vrata koja bi se spajala na početku vodenog prolaza. Maeslantkering (slika 14) je jedina barijera od olujnih udara u svetu sa pokretnim delovima tolikih dimenzija; svaka od ovih vrata su dugačka 240 metara. U normalnim vremenskim uslovima, vrata su skroz otvorena, usidrena u dok pored vode. Ovo brodovima omogućava nesmetan prolaz do roterdamske luke. U toku olujne plime, vrata se zatvaraju. Zakrivljeni oblik vrata obezbeđuje njihovu neprobojnost tokom oluje. U subotu, 10. Maja 1997. Zvanično je otvorena barijera

Nieuwe Waterweg u Hoek van Holland-u. Zahvaljujući njoj, million ljudi zaštićeno je od mora.



Slika 14 - Maeslantkering

Napokon, Delta Works je završen. Međutim, projekat je daleko premašio cifru od očekivanih 680-900 miliona Evra. Sveukupno, Delta Works je koštao 5 milijardi Evra. Pored ukupnog smanjivanja dužine morskog bedema za 700 km, Delta Works imao je i mnogo drugih prednosti. Prva od njih bila je bolja snabdevenost okruga svežom vodom koja je od velikog značaja za poljoprivredu. Pored ovoga, Delta Works doprineo je i saobraćaju i vodenim tokovima u sklopu kopna. Konačno, osetio se veliki uticaj na razvoj ekonomije, rekreacije i same prirode. Neki predeli prirode otišli su u nepovrat, ali su zato neka prirodna blaga napravljena i očuvana. Delta Works su globalni model tehnološkog razvoja u kome bezbednosti ljudi i prirode igraju centralnu ulogu. Stoga je Holandija proširila svoje vidike u perspektivi bezbednosti i očuvanja vode. Delta Works predstavlja uspešan kompromisni bilans između bezbednosti, ekonomije, rekreacije i prirode. Međutim, završetak Delta Works-a za Holandiju ne znači i oproštaj sa brigom o vodama, Holandija sada ima nove izazove sa kojima se suočava. Klimatske promene zahtevaju fundamentalni osvrt na dugotrajniji životni dizajn Holandije, za buduće generacije. Pored toga, zemljište koje je posle isušivanja postalo bljutavo, slegnuto zemljište, kvalitet vode i ekologija, sve ovo zahteva nove poduhvate. Da bi ovakve izazove odgovorno rešila, Holandija će u budućnosti ulagati u trajne delta sisteme, u zamenu za socijalno prihvatljive troškove.

Menadžment vode u Holandiji



Slika 15 – virtualna tura

U Holandiji je rad sa vodom trajna borba koja je kulturu same zemlje kreirala tako da Holandani imaju poseban pogled na svet oko njih. Kao rezultat ovoga, Holandani su strah za sopstveni život pretvorili u seriju mogućnosti, konstatno inovirajući dolazak do novih rešenja i proizvoda koji bi doprineli holandskoj tehnologiji delti. Ova tehnologija je integrisani holandski pristup koji omogućava život u deltinim regijama. Pored tradicionalnih disciplina menadžmenta vode i hidrauličkog inženjeringa, ova tehnologija uključuje i mnoga polja kao što su prostorno planiranje i ekologija, koja doprinose inovativnim rešenjima.

Holandija nije samo niska ravna zemlja. Veliki deo nje je preuzet od mora! Da nije bedema, dina i barijera, 66% zemlje, uključujući i gradove kao što su Amsterdam, Hag i Rotterdam, bili bi svakodnevno potopljene. Šta više, poplave bi zahvatile regije koje donose mnogo prihoda, koje donose i do 70% bruto društvenog proizvoda zemlje. Holandija je zemlja visoke gustine naseljenosti (465 stanovnika po kvadratnom kilometru). U kombinaciji sa ekonomijom koja znatno zavisi od saobraćaja, navigacije i luka, rezultat je pritisak prostora i okoline kojima se mora pažljivo manevrirati. Da bi ovaj poduhvat uspešno izneli, Holandani planiraju da uključe sve relevantne stakeholdere, primene održiva inženjerska rešenja i “pametne” infrastrukture u kompleksnim okvirima na koje nailaze.

Holandija nailazi na dva velika izazova klimatskih promena: povećanje nivoa mora i promena paterna kiše (učestaliji i jači naleti kiša, kao i lokalni periodi suša i padavina). Kao mnoge druge delta regije, Holandiju pogađa i sleganje tla. Međutim, izazovi prirodne okoline nisu jedini problem koji ove regije imaju. Veliki pritisak vrši i uvećanje populacije koje dovodi do većeg zahteva za prostorom i drugim izvorima, kao što je pića voda. Holandani će još vekovima živeti u svojim područjima delti i zato će nastaviti sa inovativnim rešenjima kojima će prihvatiti izazove pred koje ih stavljaju delte.

U cilju rešavanja problema na koje nailazi, Holandija se oslanja na razvijene institucionalne okvire i detaljne planove za održivi razvoj menadžmenta vodom. Da bi razvili odgovarajuće mere, Holandani ovaj posao otpočinju preciznom razradom vodenog sistema sa kojim rade. Oni su svetski lideri u hidraulici, sleganju kopna, so-voda problemu i vodenoj ekologiji. Oni prepoznaju značaj integrisanja ovih znanja u razumevanje prirodnog sistema naporima koje

ulažu u socio ekonomske aspekte sistema na visokom nivou (u basenima reka), kao in a nižem (u urbanim područjima).

U Holandiji se trenutno sprovodi mnogo projekata koji imaju za cilj da obezbede više “Mesta za vodu”. Na primer, do nedavno je standardna politika bila da se visina bedema povećava do maksimuma kako bi se održao nivo zaštite od poplava. Međutim, 2000. Godine ova politika je napuštena i zamenjena novom politikom “Mesta za reku”. Nova politika je zahtevala da se rečni tok proširi postavljanjem bedema dalje od reke ili spuštanjem nivoa rečne obale. Pažnja se obraća i na to da se ne promeni prirodni izgled regije i kulturna istorija. Pristup zahteva da se vodi računa o balansu između sadašnjosti i bliske budućnosti, kao i zahteva koje će budućnost postaviti, pritom vodeći računa o svim prilikama za poboljšanje bezbednosti i očuvanju predela i poboljšanju sveobuhvatnih uslova životne okoline.

U cilju odgovornog susreta sa izazovima budućnosti, Holandija će nastaviti sa razvojem inovativnih planova, proizvoda i usluga, koji će biti dobri za situaciju u kojoj se Holandija nalazi. Pored toga, možda se mogu upotrebiti i na međunarodnom nivou. Ubrzaćemo inovacioni ciklus boljom saradnjom sa vlastima, obrazovnim institucijama, tržišnim učesnicima i socijalnim organizacijama; spojićemo različita polja stručnosti. U ovom trenutku, napredak u ključnim oblastima je itekako vidljiv: dizajnerska rešenja rizika, inovativni bedemi, njihova ojačanja i tehnike proučavanja, sistemi za obaveštavanje o poplavama i stručnost u višestrukom korišćenju zemljišta. Holandija je pilot projekat za inovativna delta rešenja koja omogućavaju delta život.

1.2 HUANG HO – ŽUTA REKA

Huang HO ili Žuta reka, druga reka po veličini u Kini, posle Jangcekjanga, i šesta u svetu. Dugačka je 5464 km. Izvire u planini Bazan i protiče kroz Tibetansku u Lesnu visoravan, a zatim navodnjava pustinju Gobi i omogućava stanovništvu uslove za život. Uliva se u Žuto more. Sliv reke iznosi oko $752\,000\text{ km}^2$. Najveća pritoka Hoanghoa je reka Vejho.

Geološki sastav terena kroz koji protiče Huang – Ho pretežno izgrađen od lesa. Les spada u najsitniju frakciju nevezane sedimentne stene, žute je boje, izuzetno lagan tako da eolskim putem (snagom vetra) biva unešen u rečno korito. Zbog njegove žute boje i sama reka je dobila naziv – Žuta reka.

Pustinja Gobi je pretežno izgrađena od lesa. Nanošenjem lesnog materijala u korito reke, dolazi do zatrpavanja rečnog korita i do čestog menjanja toka reke (po nekim zapisima, do sada čak 18 puta). U poslednjih 4000 godina, reka je plavila oko 1600 puta kinesku niziju.

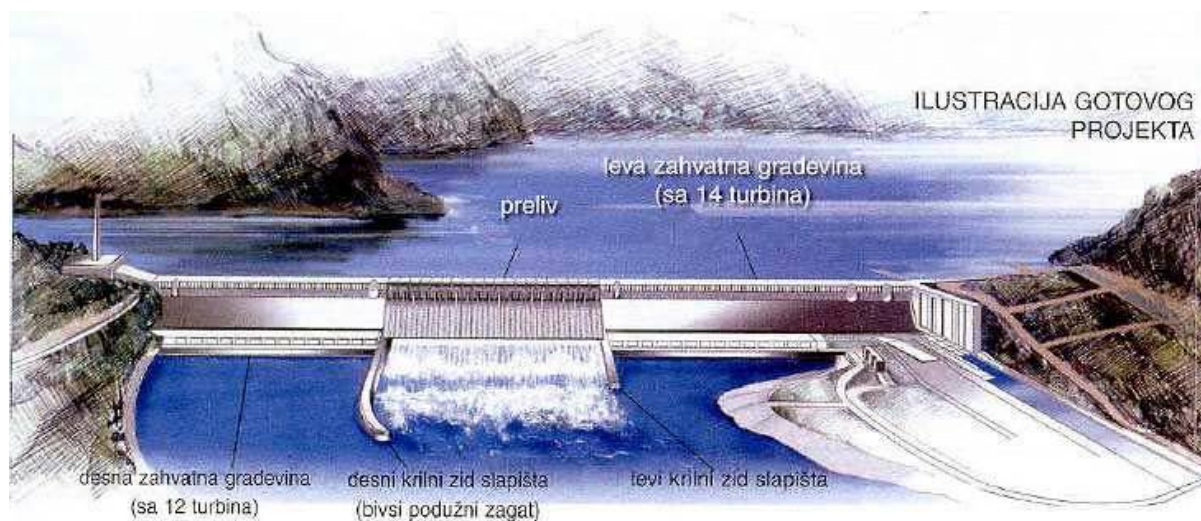
Zbog morfologije okolnog terena (široka, ravna nizija) i zatrpavanje korita reke eolskim materijalom, očekivane su česte i jake poplave. Najveća je bila 1887 godine kad je živote izgubilo skoro dva miliona ljudi. Svi nasipi su popustili i voda se “prosula” po nizijском području uz rečno korito prekrivši vodom $130\,000\text{ km}^2$. Od gladi i bolesti, koje je nastupilo nakon povlačenja vode, umrlo je isti broj ljudi kao i od snage samog poplavnog talasa.

Nakon velike, katastrofalne poplave 1931 godine u kojoj je živote izgubilo (udavili se, od gladi i bolesti), po nekim podacima 4 miliona ljudi, Huang – Ho nazivaju “Kineska tuga”. U toj poplavi više od $880\,000\text{ km}^2$ bilo je potpuno pod vodom.

Međutim, već 40 godina Žuta reka jednostavno presušuje pre nego što dođe do mora. Donji tok reke je bez vode čitavih 230 dana godišnje. Na reci i na njenoj obali izgrađene su brojne brane, rezervoari vode i kanali za navodnjavanje, što je doprinelo isušivanju. U Kini se preduzimaju određene mere zaštite ove reke, a uglavnom se svode na zabranu poljoprivrednicima da crpe vodu u pojedinim delovima toka.

Zbog svega toga, dolina ove reke prestaje da bude naseljena i stanovništvo uglavnom migrira u dolinu reke Jang Ce. Sa druge strane Huang – He je i dalje plovna reka i povezana je kanalom za Jang – Ce, na taj način predstavljajući značajan plovni put.

1.3 JANCENGJANG



Slika 16 – Ilustracija projekta

Jancengjang je posle Amazona i Nila najduža reka na svetu. Dužina joj je oko 6380 km, a površina sliva Jancengjanga je 1775000 km^2 i zauzima petinu Kine. U gornjem toku prolazi kroz najveće klisure na zemlji i u tim oblastima ima najveći energetske potencijal. Plovna je i za morske brodove (1200 km) i za rečne (2850 km). Uliva se u istočno Kinesko more, a širina ušća prelazi 20 km. Na reci je izgrađen veliki broj veštačkih jezera, kanala i hidroelektrana. Najpoznatija je brana Tri klisure koja je građena 17 godina.

Dr. San Jat Sen, osnivač Kineske Republike, 1919. godine dao je predlog o podizanju brane na potezu ove tri klisure pre svega radi proizvodnje energije. Tadašnji politički i ekonomski uslovi nisu bili povoljni za realizaciju projekta i ideja je odbačena. Nakon većeg broja katastrofalnih poplava koje su rezultirale oduzimanjem ljudskih života i nanošenjem značajne materijalne štete, komunistički vođa Mao Tse-Tung doneo je odluku o pokretanju projekta. Zabeleženo je da je 1954. godine poplava odnela 30.000 ljudskih života, a milion ljudi je ostalo bez svojih domova. Od 1958. godine kineski i strani stručnjaci su se posvetili detaljnijem planiranju i projektovanju najmoćnije hidroelektrane na svetu. Zatim je usledila serija demonstracija i energičnog protivljenja izgradnji brane ukazujući na veću štetu nego na korist. Par puta je doneta odluka o obustavljanju radova na projektu ali se sa njima ipak nastavilo. Dolazilo je do promena na političkoj sceni, a ono što je ostajalo, to je bio projekat.

Zvanični radovi na ovom gigantskom projektu su počeli 1993. Finansijska sredstva potrebna za realizaciju projekta procenjena su na 27 milijardi dolara, dok se nezvanično smatra da će troškovi dostići i vrednost od 70 milijardi dolara. Puštanjem u pogon hidroelektrana, koje imaju zajednički naziv "Tri klisure", proizvođaće se sedmina od ukupne godišnje potrošnje električne energije u Kini. Na žalost, brana može biti zapamćena i po svom negativnom socijalnom i ekološkom uticaju a ne zbog svojih izvanrednih tehničkih mogućnosti!

Karakteristike brane Tri klisure:

- Predstavlja najveću branu svetu
- Tip brane je: betonska - gravitaciona
- Visoka je oko 190 m
- Dugačka je oko 2260 km
- Zapremina akumulacionog jezera: 39,3 milijardi m^3
- Vreme realizacije: 16 godina
- U izgradnji je učestvovalo oko 25000 radnika (od toga 10000 su bile žene)
- Izgrađena je od :
 - oko 2 000 000 t čeličnih profila
 - 11 000 000t cementa
 - 1,6 miliona tona drvene gradje
- Oko 27 000 000 m^3 betona
- Temperatura betonske mešavine $7^{\circ}C$
- Veličina maksimalnog zrna agregata 15cm
- Iskop 102,59 miliona m^3 nanosa
- Izgradnja 231.000 m^3 vodonepropusnih betonskih zidova
- Potopljeno: 13 većih gradova, 140 varoši, 1.352 sela, 657 fabrika i 30.000 hektara kultivisane zemlje
- Iseljavanje 1, 9 miliona stanovnika

Način izgradnje

Posle razmatranja i detaljne analize dobijenih rezultata istražnih radova, za izgradnju je usvojen profil u klisuri Ksiling gde su geološke i geomehaničke karakteristike tla (pretežno granitno tlo) ocenjene kao najpovoljnije. Radi najefikasnijeg transporta radnika izgrađen je autoput sa četiri trake koji povezuje gradilište sa prvim gradom značajnije veličine, Jicangom. Sam po sebi, put (ukupne dužine 30 km i vrednosti od 110 miliona dolara) predstavlja značajan poduhvat. Na izgradnji ovog hidroenergetskog objekta megalomanskih razmera učestvuje 25.000 radnika (od čega je 40% žena). Veliki obim radova, kao i utvrđena dinamika (ugradnja oko 400.000 m^3 betona mesečno), uslovljavaju upotrebu kompleksnog i ekstenzivnog sistema za proizvodnju, transport i ugradjivanje betona. Spravljanje betona za glavne betonske radove vrši se u šest fabrika betona lociranih na samom gradilištu.

Unutrašnji transport betona vrši se Rotec-ovim transportnim sistemom koji se sastoji od toranjskih kranova i transportnih traka za dopremanje betona i dozatorskih transportnih traka. Od fabrike betona do mesta ugradnje, sveža betonska masa se transportuje sistemom traka znatne brzine i ukupne dužine oko 8 km montiranim na 6 toranjskih kranova. Transportne trake, okačene i oslonjene na kranove, podižu se na potrebnu visinu u zavisnosti od trenutne visine konstrukcije. O strele kрана su okačene teleskopske transportne trake projektovane da ugradjuju beton intenzitetom od 420 m /h. Još jedan u nizu problema sa kojim se susreću učesnici ovog projekta predstavlja ugrađivanje betona. Usled oslobađanja velike količine toplote prilikom vezivanja betona u blokovima velikih dimenzija mogu se javiti značajni temperaturni uticaji, naponi zatezanja koji izazivaju stvaranje prslina i koji slabe otpornost brane. Eminentni kineski, francuski i američki stručnjaci su zaduženi za kontrolu ugradnje betona čija temperatura mora biti održavana na samo 7C tokom perioda očvršćavanja.

Hidroelektrana sa 26 turbina je ujedno i najveća kineska građevina posle izgradnje kineskog zida. Godišnje proizvodi oko 18000 megavata struje (kao 18 nuklearnih elektrana, odnosno, približno je jednaka energiji koja se dobija sagorevanjem 50 000 000 t uglja za godinu dana).

Podizanjem betonske gravitacione branestvara se akumulaciono jezero sa kotom normalnog uspora na 175 mm. Dužina akumulacionog jezera koje nastaje potapanjem nakon izgradnje brane, iznosi 660 km, a površina vodenog ogledala na koti normalnog uspora je $1.045 km^2$. Jangce reka time postaje najveća plovna reka na svetu uz mogućnost plovidbe brodova nosivosti do 10.000 tona tereta.

S druge strane, ekolozi žele da spreče ili bar umanje veličinu projekta, uz navođenje dokaza da će doći do ekološke katastrofe narušavanja prirodnog ekvilibrijuma reke Jangce, kao i do nestajanja određenih biljnih i životinjskih vrsta. Izgubljeni ispod jezera ostaće i drevni hramovi i druge istorijske znamenitosti. Vlada Kine je ovim projektom pokazala svoju inženjersku snagu kao i želju za modernizacijom zemlje. Međutim, negativni publicitet projekta značajno je otežao njegovo izvodjenje. Svetska banka je odbila finansijsku pomoć Kini u realizaciji ovog projekta. Mnoge velike kompanije koje bi se inače borile za unosne ugovore, nisu želele da se upuštaju u ovaj riskantan projekat.

Izvori finansiranja:

1. Fond hidroenergetskog objekta Tri klisure
2. Prihod od Gezuba hidroelektrane (locirane nizvodno od HE Tri klisure)
3. Kredit Kineske banke za obnovu i razvoj
4. Krediti domaćih i stranih komercijalnih banaka
5. Akcionarske obveznice

I, kao što svako zašto ima i svoje zato, kao što sve ima svoju dobru i lošu stranu, tako i Tri klisure projekat ima svoje pozitivne i negativne kritičare.

ZAŠTITA OD POPLAVA: Treća po dužini u svetu, reka često plavi i odnosi hiljade i hiljade Ijudskih života. Procene su da će se izgradnjom brane opasnost od poplava smanjiti za 90%. Međutim, trebalo je voditi računa da usled stalnog nanosa materijala i pojave klizišta oko brane, može doći do smanjenja kapaciteta korita da prihvati veliku količinu vode (22000000 m^3 vode) kao i da poveća količinu vode uzvodno od brane. Na taj način, brana bi izgubila svoju glavnu funkciju – zaštite od poplava. Ovoliko velika brana može dosta povećati seizmičku aktivnost u regionu, usled čega je moguće rušenje brane pogotovo ukoliko su pri njenoj izgradnji napravljeni izvesni propusti. Odbrana tvrdi da je rizik da se to desi neznatan. .

PROIZVODNJA STRUJE: Zvaničnici kineske vlade i zapadni analitičari smatraju da će brana nesumnjivo podmiriti rastuće potrebe za električnom energijom u privredi i drugim aktivnostima. Energija dobijena od hidroelektrane namenjena je pre svega nedovoljno razvijenim elektroprivrednim područjima (centralnom i istočnom delu Kine). Imajući u vidu da Kina poseduje velika nalazišta uglja koja su omogućila da cene struje do sada ostanu niske uprkos njenom brzom i snažnom razvitku. Kritičari smatraju da projekat Tri klisure nikada neće isplatiti uložena finansijska sredstva jer će se očuvati iste (niske) cene struje.

TROŠKOVI IZGRADNJE: Troškovi su značajno prevazišli prvobitno utvrđene okvire. Spominje se suma od 70 milijardi dolara, pa i više. Postoje mišljenja da će se projekat isplatiti kada krene proizvodnja električne energije. Neki opet tvrde da ne postoje tolike potrebe za energijom, da čak ni energija proizvedena Gezuba branom nije u celosti iskorišćena. Kritičari projekta izražavaju strah da će ostali neophodni projekti ostati nerealizovani usled nepostojanja finansijske podrške odnosno usmeravanja svih sredstava ka realizaciji Tri klisure.

POBOLJŠANA TRGOVINA: Rezervoar formiran branom Tri klisure se završava kod grada Conkinga. Jedan od ciljeva projektaje da omogući pristup znatno većim brodovima iz Sangaja ovom gradskom centru.

RASELJAVANJE: Plavljenjem površine priobalja više od 630 km^2 nameće prinudno iseljavanje skoro 2 miliona Ijudi što predstavlja kršenje osnovnih Ijudskih prava. Gledano iz drugog ugla, 15 miliona Ijudi naseljenjih nizvodno od brane dobija bolje uslove života u pogledu zaštite od poplava i bolje snabdevenosti električnom energijom. Iseljavanje je izvršeno u tri faze: 1997, 2003. i 2009. godine.

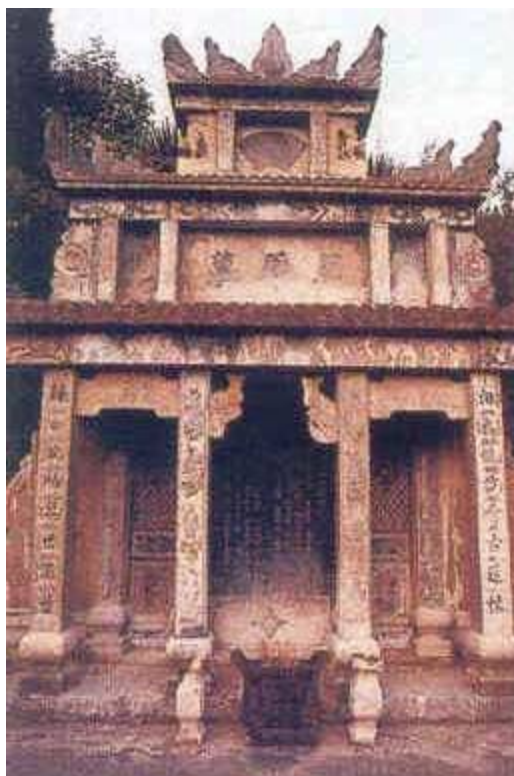
ŽIVOTNA SREDINA: Hidroelektrična energija je znatno čistija od energije dobijene sagorevanjem uglja i neuporedivo sigurnija od nuklearne energije. Prilikom sagorevanja uglja oslobađaju se velike količine ugljendioksida i sumpor-dioksida, glavnih izazivača globalnog zagrevanja i kiselih kiša. Protivnici ovog projekta ukazuju na negativnu promenu ekosistema usled dospevanja na dno reke raznih zagađivača zaostalnih u napuštenim gradovima, selima, fabrikama i drugim objektima infrastrukture. Direktna posledica je nestanak mnogih pripadnika flore i faune i istrebljenje retkih životinjskih vrsta, kao sto je rečni delfin.

PREDIVNE KLISURE: Po svojim lepotama i retkim primercima flore i faune, tri klisure spadaju medju najlepše predele na svetu.

NIVO VODE: Ova dva mosta ukazuju na razliku nivoa vode pre i posle izgradnje brane.

PLOVIDBA: Vekovima je Kina koristila Jangce kao centralni „autoput“. Jedan od ciljeva projekta je da plovidba postane brza, jeftinija i sigurnija, ali, i da omogući prolazak tokom cele godine brodovima veće nosivosti, čak i od 10.000 tona (znatno više u odnosu na sadašnjih 5.000 tona nosivosti). Neki naučnici smatraju da će erozija tla izazvana prekomernim uništavanjem šume u gornjim vodama reke dovesti do stvaranja ogromne količine nanosa u zoni uspora, sve do Congking luke. Taloženje velike količine nanosa u akumulaciji može značajno otežati odvijanje rečnog saobraćaja.

SPOMENICI KULTURE: Jangce dolina je mesto hiljada arheoloških nalazišta i značajnih istorijskih objekata (kao što je i mauzolej na slici 17).



Slika 17 – značajan istorijski objekat

Kineska vlada preduzima potrebne mere za njihovo izmeštanje na sigurnije lokacije, ali kritičari navode da nema dovoljno vremena ni novca da se spasu simboli bogate kineske prošlosti.

Jedan od većih problema sa kojim se susreće kineska vlada je ekološkog tipa. Naime, tropske kiše, koje su česte u tim područjima dovode do toga da se spere sve sa priobalja reke (djubre kao i različiti tipovi deponija). Poplave koje su bile 2010 godine, unele su u reku toliko đubreta, da je kod brane, u području uspora vode, sloj đubreta bio toliko debeo da se moglo hodati po njemu, a postojala je i opasnost da se brana zapuši.

Kineske vlasti su na kraju priznale da je brana Tri klisure pored koristi koje je donela, izazvala i veliki broj problema: ekoloških, socijalnih i geoloških i da ti problemi moraju pod

hitno da se reše. Treba izmestiti stonovništvo, sprečiti ekološka zagađenja i moguće geološke nesreće. Takođe treba da se obezbedi nesmetana plovidba kao i snabdevanje vodom.

Za čišćenje otpada, raseljavanje stanovništva i sprečavanja daljih prirodnih katastrofa kao i za regulaciju saobraćaja, potrebno je izdvojiti više od milijardu dolara. Kineska vlada je obećala da će da ubrza napore i da obezbedi sigurnost brane, ali dalji tačni planovi nisu dati.

Uspeh ili neuspeh?

Šta nas navodi da stalno oblikujemo naš svet, da gradimo više zgrade, duže tunele, veće brane? Da li je to što nas tera da stalno pomeramo granice mogućeg nešto urođeno u svakom od nas? Da li će projekat “Tri klisure” postati jedan od najvećih inženjerski uspeh, a ekonomskih i ekoloških neuspeh? Da li ima više dobrih ili loših strana? Vreme će pokazati...

4. SRBIJA

4.1. GEOGRAFIJA SRBIJE

Srbija pripada teritoriji Balkanskog poluostrva, tj jugoistočnoj Evropi.

Severni deo zemlje, Vojvodina, učestvuje u delu Panonske nizije koja u našoj zemlji obuhvata oko 25% teritorije. Morfološki je predstavljena aluvijalnim ravnima uz dosta lesnih zaravni. Bogata je rečnim tokovima, a najviši vrhovi su Fruška gora (538 m) i Vršачki breg (639 m).

Najveći deo teritorije je brdsko – planinski (zausima 50 % površine) sa dosta šuma i voda. Planinski vrhovi su od 1000 do 2000 m. Oko 65% površine zauzimaju planine visine između 500 i 1000 m. Oko 10% planinskih vrhova je iznad 1000 m nadmorske visine, a čak 15 vrhova je iznad 2000 m nadmorske visine. Najviši vrh je Đeravica (na Prokletijama) čiji je vrh na 2656 m nadmorske visine. Tri glavna planinska venca, koja „ograđuju“ teritoriju Srbije su : Rodopske planine, Karpsko – Balkanske planine i Dinarske planine.

Kroz dolinu Rodopskih planina, teku Južna i Velika Morava. Rodopski masiv sačinjavaju sledeće planine: Dukat, Koćura, Besna Kobila, Vardenik, Čemernik, Ruj-planina, Stalačka planina (nalaze se sa desne obale reka), dok levu obalu grade: Jastrebac, Juhor, Crni Vrh, Azanjska planina, Vidojevica, Kukavica...

Karpsko – Balkanske planine se prostiru istočnim delom Srbije. Njihovim nabiranjem nastaju planine koje se mogu razvrstati u tri planinska venca. Prvom vencu pripadaju: Zviške planine, Homoljske planine, Beljanica, Kućajske planine, Rtanj, Ozren, Devica i Suva planina. U drugom planinskom vencu su: Šomrda, Stol, Veliki Krš, Crni vrh, Tupužnica, Tresibaba i Svrlijske planine. Treci planinski venac nastao nabiranjem dela venačnih planina severne Evrope, poseduje planine: Miroč, Veliki Greben, Deli Jovan i Stara planina.

Reke Srbije pripadaju slivovima Crnog, Jadranskog i Egejskog mora (u tabeli 1 data je dužina reka kroz Srbiju i njihova ukupna dužina od izvora do ušća). Najveća je površina Crnomorskog sliva i zauzima više od 90% teritorije (oko 81 000 km^2). Ovom slivu pripadaju: Tisa, Sava, Velika Morava, Drina i Ibar. One se ulivaju u Dunav koji sve okupljene vode nosi do Crnog mora. Jadranskom slivu pripada oko 5% teritorije Srbije, odnosno oko 4 500 km^2 . Beli Drim teče kroz zapadni deo Kosova i Metohije, u Albaniji se spaja sa Crnim Drimom i na kraju se ulivaju kao Drim u Jadransko more. Egejski sliv čine tri reke: Lepenac, Dragovištica i Pčinj. One se preko reke Vardar i Srume u Bugarskoj ulivaju u Egejsko more. Ovo je najmanji sliv u Srbiji i njemu pripada oko 3% površine Srbije, odnosno 650 km^2 .

U Srbiji su jedino Dunav, Sava, Tisa i delom Velika Morava plovne reke. Najduži tok kroz Srbiju čini sliv reke Morave koji se prostire na 40% njene teritorije.

Tabela 1. – Dužina reka kroz Srbiju

Reka	Dužina u Srbiji	Ukupna dužina
<u>Dunav</u>	588 km	2783 km
<u>Zapadna Morava</u>	308 km	308 km
<u>Južna Morava</u>	295 km	295 km
<u>Ibar</u>	272 km	272 km
<u>Drina</u>	220 km	346 km
<u>Sava</u>	206 km	945 km
<u>Timok</u>	202 km	202 km
<u>Velika Morava</u>	185 km	185 km
<u>Tisa</u>	168 km	966 km
<u>Nišava</u>	151 km	218 km
<u>Tamiš</u>	118 km	359 km
<u>Begej</u>	75 km	244 km

4.2 REČNI SISTEM SRBIJE

Posmatrajući reku od izvora do ušća, na osnovu njenih nadmorskih visina, određuje se nagib korita od izvora do ušća (uzdužni nagib). Taj nagib predstavlja ukupan pad reke. Najčešće se, međutim, meri kilometarski pad reke i isti se izvodi tako što se visinska razlika od izvora do ušća podeli dužinom reke u kilometrima. Tako na primer, Dunav ima nagib 678 metara, ili u proseku 24 cm/km., a od Madjarske granice do Beograda, 2,7 cm/km., ili ukupan pad od 7 metara. Uzdužni nagib plovnog puta reke Save (588 km.) je 23,6 metara ili 4 cm/km dužni. Uzdužni pad donjeg dela Save (od Sr.Mitrovice do Beograda) iznosi 4,35 metara ili oko 3 cm/km.

Dakle, pad i izgled korita reke i težina vode, određuju kretanje vodene mase, odnosno, njenu brzinu. Međutim, brzina reke nije svuda jednaka. Na površini i prema sredini, reka je brža, a prema dnu korita i obalama sporija je. Po pravilu, najveća brzina reke odgovara najvećoj dubini i taj deo reke se zove matica. Sva najdublja mesta spojena uzdužnim linijama, daju brazdinu, kojom uglavnom teče matica reke. Reka se u osnovi zmijoliko kreće zbog otpora zemljišta i spiralno, zbog uticaja inercije, zemljine teže i centrifugalne sile. Brazdina je u okukama duboka, ali iz prelaza iz jedne u drugu krivinu je plitka. Brodari to zovu pragovi ili prelazi jer preko njih menjaju stranu reke tokom plovidbe.

Tamo gde reka teče pravo, najveća dubina, odnosno matica je na sredini. Čim reka počne vijugati, najveća dubina se premešta prema spoljnoj strani krivine. Tu je brzina reke najveća. Kod tzv., "S" krivina najveća dubina i matica se kreću kroz takve krivine gotovo pravo. Iz toga proizilazi ideja da se pri uzvodnoj plovidbi treba držati unutrašnje krivine reke (uz pretpostavku da je dubina dovoljna za gaz plovila i da ne ugrožava druga plovila). Time se savladava slabija struja vode, ostvaruje manja potrošnja goriva, za kraće vreme se predje planirani put itd. U protivnom, treba ploviti plovnim putem.

Pored uzdužnog kretanja reke, dakle, postoje i takozvana poprečna i oscilatorna kretanja reke. Ona su posledica reljefa korita reke od obale do dna, gde voda pri udaru od dna i od dna do druge obale reke, pravi oscilatorno-kružno kretanje. Slično kretanje reke odvija se i u krivinama, s tim što je ono posledica centrifugalne sile koja potiskuje vodu ka unutrašnjoj (konkavnoj) strani obale. Na tom delu, nivo vode se diže, a na suprotnoj obali (ispupčeni deo) spušta. Ovo se zove još i valjanje vode.

U svom toku reka nailazi na prepreke različitog geološkog sastava. Tamo gde su prepreke čvršće, reka skreće, stvarajući krivine. Svojom snagom reka dubi korito, spira obale i odnosi materijal. Brodari takvu pojavu zov : voda radi.

Tamo gde se smenjuju krivine, u profilu reke, gde se stvaraju tzv. pragovi, mogu pri nižim vodostajima predstavljati smetnju za normalnu i bezbednu plovidbu. Vodeni tokovi, bez obzira na količinu vode, prenose nanose. Sitan nanos reka nosi, dok krupan nanos (šljunak) valja, drobi i čini ga sitnijim (pesak). Nanos koji reka stvara pri rušenju unutrašnje strane obale (izdubljenje), prenosi se na drugu stranu obale gde ga taloži.

Gde je korito reke široko, nanosi se talože na sredini korita reke, stvarajući poprečne sprudove, koji vremenom mogu narasti u adice, a zatim u ade itd. Nanosi u reci se trideset puta sporije talože nego u morskoj vodi.

Reka kad raste, kupi sve sa obale, najčešće granje, panjeve, bezbroj plastičnih folija, kutija i kutijica, što može biti kobno za propeler ili osigurač propelera kod malih plovila. Kad se povlači, obale ostaju nakvašene, muljevite, gotovo živo blato, pa je značajno pre pristajanja uz obalu dobro osmotriti i izabrati mesto sa tvrdjom obalom.

Kad reka raste, talas narastanja vode nema isto dejstvo na svim sektorima reke. Na pr., talas Dunava iz Beča, u Zemunu će se iskazati sa 30% visine. Talas Save iz Siska, ima u Beogradu oko 8% visine. Prosečna brzina talasa nivoa reke kreće se otprilike ovako: U Savi od Siska do ušća, talas se kreće brzinom od oko 4,19 km/h. Na Dunavu od ušća Drave do Zemuna (213 km.), talas se kreće brzinom od oko 2,93 km/h. Od Zemuna do Drenkove (155 km.), kreće se brzinom od oko 2,96 km/h. Na oštrim krivinama, usled naglog skretanja, voda gubeći snagu, stvara vrtloge i limane. Voda se kreće spiralnim putem kod vrtloga, povećanjem brzine prema središtu vrtloga, gde se stvara udubljenje u vidu levka. Limani nastaju na mestima gde se reka naglo širi i oni se zovu mrtvi vrtlozi, za razliku od levkastih, koji se zovu živi vrtlozi. U limanu voda se kružno kreće. Karakteristična mesta na reci mogu biti i tzv., povrati, gde se obala uklinjuje u rečni tok i vraća vodu uzvodno. Ispred klina nivo vode je veći, tok brži i treba izbegavati sidrenje na takvom delu reke.

Nautičari moraju znati da je plovidba na reci daleko složenija i teža nego na jezeru ili moru, jer postoji veći broj prepreka od uobičajenih, kao što su vetar, noć, magla, led, ali i brzaci, mostovi, električni stubovi i drugi vodovi, prepreke u vidu panjeva, rečne gradjevine i sl. Noćnu plovidbu po pravilu treba izbegavati, posebno kad je visok vodostaj reke, kada konture obala nisu uočljive za bezbedno pristajanje.

Vetrovi kao prepreka veoma su neprijatni za nautičare, posebno ako duvaju uz reku, stvarajući talase. Mali talasi su neprijatni, a veliki opasni. Najčešći vetrovi na našim rekama (Sava, Dunav, Tisa, Morava) su košava i severac. Najsnažnija je košava, koja dostiže brzinu strujanja vazduha i preko 100 km/h. Ona duva sa jugoistoka ili istoka i najjača je na Dunavu kod Slankamena, Zemuna, Ade Huje, ušća Morave, Rama, Velikog Gradišta i Golubca, a na Savi najjača je duž celog donjeg toka Save od Ostružnice do Sremske Mitrovice. Severac obično duva iz pravca severoistoka. Mada je obično slabiji od košave, zna izazvati niz nepravilnosti nautičarima ako nisu pripravnici ili ako improvizuju plovidbu, pogotovu uzvodno od Donjeg Milanovca. Brodari takav vetar zovu gornjak.

Magla je velika prepreka za plovidbu. Javlja se u kasnim jesenjim, zimskim i ranim prolećnim danima. Srednji broj dana sa maglom u Beogradu: januar i decembar 10 dana, februar 7 dana, mart 3 dana, april, maj, juni i juli 1 dan, avgust i septembar su bez magle, oktobar 13 dana i novembar 8 dana.

Led kao prepreka najpre se javlja na rekama čiji je vodotok izuzetno usporen (kanal DTD, reka Tisa itd.). Na Dunavu i Savi, led se javlja kad se temperatura spusti ispod -10 stepeni i kad traje više dana. Led je inače češći na Dunavu nego na Savi, jer je Sava znatno toplija. Led se na Dunavu prosečno javlja svake druge, a na Savi svake četvrte godine. Vreme trajanja leda je različito. Od 1889. godine, od kad se zvanično vodi statistika, led se najduže zadržao na Dunavu kod Zemuna 1928/29. godine, 76 dana, od čega je stajao 56 dana, a 20 dana bio je u pokretu. Dostizao je debljinu od 60 santimetara. Najopasniji led je onaj koji se formira na dnu rečnog korita, tzv., podnac. Led koji se formira na površini reke, takodje je opasan zbog mogućeg oštećenja plovila i zove se vedrac. Led kad krene, zvuci negovog lomljenja su jezivi, jeziva je i snaga pokrenutog leda i najsigurnije je reku posmatrati sa obale!

4.3 ISTORIJAT HIDROLOŠKIH OSMATRANJA

Prve pisane podatke o stanju vodostaja na teritoriji Republike Srbije nalazimo početkom XIX veka, odnosno 1812 godine na Petrovaradinskoj tvrđavi, na desnoj obali Dunava. Do drugog svetskog rata na Dunavu je postavljeno 12 vodomernih stanica: Novi Bečej 1855. godine, Bezdan 1856. godine, Zemun 1859. godine, Senta 1860. godine, Slankamen 1888. godine itako dalje.

Prve zapise o merenju proticaja vode na Dunavu, nalazimo 1924. godine i to o Bezdanu, Slankamenu i u Ritopeku. Postoje zapisi po kojima su merenja proticaja vršena mnogo ranije. R. Vesherhli je vršio merenje proticaja na Dunavu 1838. godine. Na proučavanju profila od Tekije do Oršave 1893. – 1895. godine, radio je A. Hospocki pri čemu je izvršio i 8 merenja proticaja. Međutim ozbiljna merenja proticaja su počela 1924 godine i do Drugog svetskog rata na vodomernoj stanici Bezdan urađeno je oko 15 merenja, a u Bogojevu 19 merenja.

4.3.1 Prvi hidrološki zapisi

Područje naše zemlje, bogato vodama je oduvek privlačilo civilizacije da ga naseljavaju. Mada tačnih podatak o prvim hidrološkim zapisima na našim područjima nema, pretpostavlja se da su takva osmatranja morala biti obavljana još u starom veku. Poznato je da je poslednje rimsko carstvo, kao i vizantijska naselja bila na prostorima naše zemlje. Gamzigrad, Caričin grad, Naisusa i Singidunum, otkriveni su sa kompletno izgrađenom infrastrukturom. Dobro su očuvani vodovodni i kanalizacioni sistemi kao i bunari. Sve to ukazuje na dobro razvijen hidrotehnički sistem. Takođe su u doba starih Rimljani bili dobro izgrađeni plovni putevi, mosovi (Trajanov most kod Kladova), a neki putevi su čak bili i izmešteni i skrenuti iz rečnih korita. Za sve te radove bilo je potrebno praćenje i dobro poznavanje vodostaja reka.

Po manastirima Srbije, Crne Gore i na Hilandaru nađeni su zapisi o vodostajima, poplavama i štetama koje su uzrokovale poplave na pojedinim rekama. Iz tog razloga se monasi mogu smatrati i prvi hidrolozi na našim prostorima. Po evropskim muzejima mogu se naći ovi zapisi.

Arhiepiskop Danilo je pratio život i pisao biografiju Kralja Milutina. On je decembra 1282. godine opisao odustajanje Vizantije od napada na srpske zemlje zbog velikih poplava. Pokušali su da pređu nadošlu reku Drim, ali se voda naglo podigla i potopila i ljude i konje. Danas je poznato, da Beli Drim ima velika variranja vodostaja, pogotovo u zimskim mesecima, što i nije karakteristika drugih reka. Poznate su pojave da Beli Drim čak u toku jednog dana može da poraste i po nekoliko metara.

O Poplavama reke Raške i Skadarskog jezera postoje zapisi iz XVI veka. Razaranja fruškogorskog manastira i manastira Mileševo u velikim poplavama, zabeležena su u XVII veku.

Postoje zapisi iz 1770. Godine o poplavama na Dunavu. Početkom aprila je Dunav potopio Nemačku, Beograd i Karlovlašku i “bi veliki potop”. O velikoj poplavi u Sremskim Karlovcima piše se 1793. godine. Tolike kiše su padale da su bujice uništile ceo atar pa čak i parohijsku kuću do temelja razorile. Međutim, poplava tad nije došla sa Dunava, nego su je prouzrokovale kiše i bujice koje su se spustile niz okolna brda Fruške gore.

Jun i juli mesec 1864 godine je bio katastrofalan po pitanju poplava u celoj Srbiji. U porti manastira Studenica postoje i danas zapisi na kamenu koji opisuju poplavu u studeničkoj porti te godine. U novinama iz tih meseci mogu se naći tekstovi o stradanju Beograda u potopu. U okolini Jagodine voda je odnela 11 sela. Stoka je pomrla, a usevi uništeni. U Čupriji, Podarevačkom i Smederevskom kraju postoje zapisi da su ljudi sedeli na drveću, po krovovima i tavanima dok nisu došli da ih spasu.

Generalna direkcija voda osniva se posle Prvog svetskog rata. Direkcija merila vodostaj, proticaj vode i imala je službu za izvođenje hidrotehničkih radova. Održavali su postojeće stanice i otvarali nove.

Od 1938. godine, u periodu između dva svetska rata, u Ministarstvu građevinarstva, osniva se hidrotehničko odeljenje. Osim merenja i projektovanjem zaštita obaloutvrda, delatnost i zadaci ovog odeljenja bili su da napravi popis svih voda Kraljevine Srba, Hrvata i Slovenaca. Zadatak direkcije je bio da sva merenja i istraživanja obavezno publikuje kako bi ti podaci mogli da se koriste kasnije za izradu tehničke dokumentacije pri projektovanju hidrotehničkih objekata. Sem toga treba težiti ka umanjenju ili čak i ka uklanjanju svih opasnosti koje voda može da izazove. Treba napomenuti, da se ti podaci koriste i dan – danas za rešavanje vodoprivrednih pitanja i problema. Anali sa ovakvim podacima čuvaju se u arhivi Saveznog hidrometeorološkog zavoda Srbije (SHMZ Srbije).

Za vreme Drugog svetskog rata, prekidaju se aktivnosti i istraživanja hidrotehničkog odeljenja, a merenja vodostaja i proticaja se obavljaju na smanjenom broju stanica. Nakon Drugog svetskog rata, i potpisivanjem konvencije o režimu plovidbe, ponovo se počinje sa hidrotehničkim radovima. Tom konvencijom su sve države na Dunavu bile u obavezi da kontrolišu i razmenjuju informacije sa vodomernih stanica. Tada počinje modernizacija i proširenje rečnog sistema na prostorima naše zemlje.

4.4 PLOVIDBA I PREVOZ

4.4.1. Plovni putevi

Plovni put je deo vodene površine (na unutrašnjim vodama) koji je jasno definisan širinom, dužinom i dubinom. Plovni objekti moraju da poštuju tačno određene gabarite koji su dozvoljeni u zavisnosti od reke (i plovnog puta na njoj). Takođe je na plovnom putu obeležena (plovnim lampama) trasa kretanja broda, razmak između mostova i dubine reke kod najnižih vodostaja.

Dva velika evropska koridora (koridor X i koridor VII) koji povezuju deset zemalja i izlaze na Dunav, prolaze kroz našu zemlju. Zbog strateški dobrog položaja, poslednjih godina, strani investitori ulažu u deo Srbije (gornji tok Dunava, uglavnom) koji povezuje koridore i plovni tok reke.

Plovne reke su Dunav, Sava, Tisa i kanal Dunav – Tisa – Dunav. Na Dunavu je izgrađeno osam međunarodnih luka. Dunav je jedina reka koja je plovna kroz celu teritoriju Republike Srbije za rečne brodove svih težina. Duž Save i Tise (u vreme normalnog vodostaja, ne niskog) mogu da plove rečni brodovi težine do 1500 tona. Na svim ostalim rekama i na kanalu Dunav – Tisa – Dunav, plovidba je ograničena (tabela 2). Ukupna dužina plovnog puta kroz Srbiju (u režimu srednjeg nivoa voda) iznosi oko 1680 km.

Preko Dunava smo povezani sa Nemačkom, Austrijom, Slovačkom, Mađarskom, Hrvatskom, Rumunijom, Bugarskom, Moldavijom i Ukrajinom. Sava nas spaja sa Hrvatskom, Bosnom i Hercegovinom, a Tisa sa Mađarskom (slika 2).

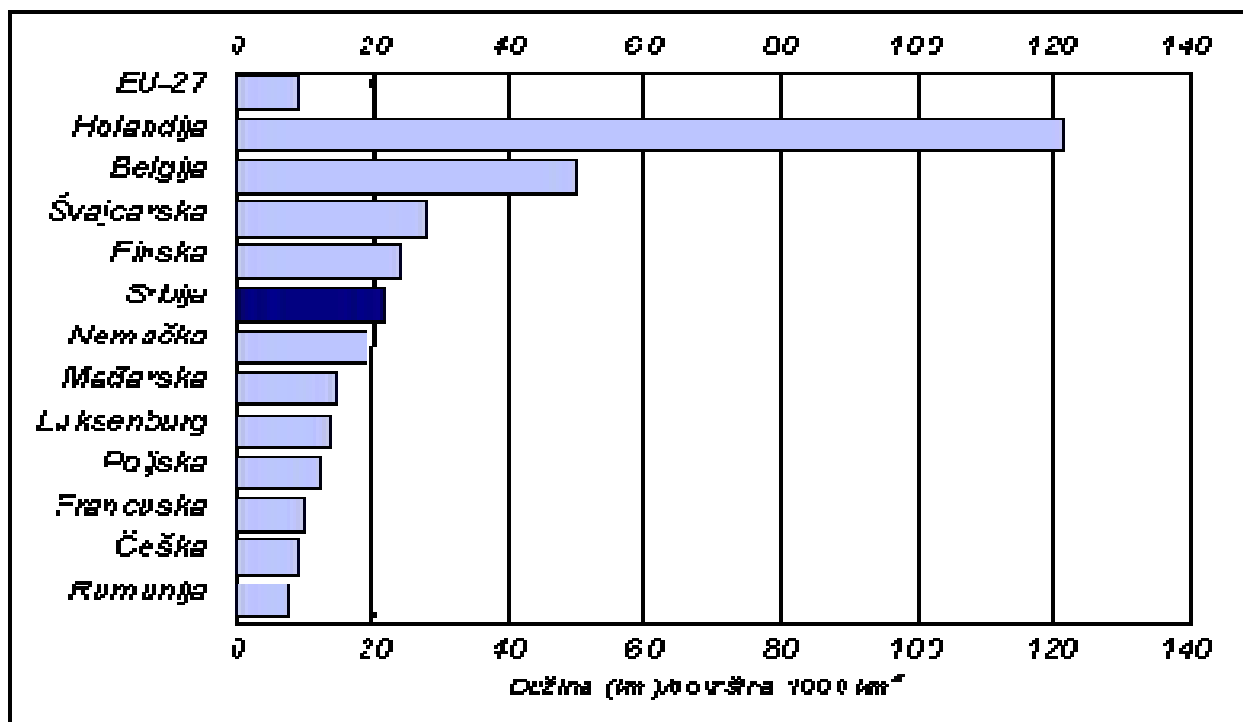
Tabela 2 – Dužina plovnih puteva u Republici Srbiji, 2009.

Unutrašnji Plovniputevi	Ukupnaplovna dužina (km)	Dužinaplovnihputeva (km) zabrodovenosivosti:				
		do 150 t	do 400 t	do 650 t	do 1500 t	preko 1500 t
Dunav	588	588	588	588	588	588
Sava	207	207	207	207	207	-
Tisa	164	164	164	164	164	-
Begej	77	77	77	77	31	-
Tamiš	41	41	3	3	3	-
HS DTD	600	342	321	321	-	-
Ukupno	1677	1419	1360	1360	993	588

Izvor: Republički zavod za statistiku, Bilten saobraćaj, skladištenje i veze za 2009. (2011)

Razvijenost plovnih puteva u Evropi je različita (gustina mreže prikazana je u grafikonu 1). Zemlje kao što su Holandija i Belgija imaju veoma razgranatu mrežu plovnih puteva, dok druge zemlje skoro da ih ni nemaju. Republika Srbija je sa svojom gustinom plovnih puteva (21.7 km na 1000 km²) iznad proseka za Evropsku Uniju.

Grafikon 1 – Gustina mreže unutrašnjih plovnih puteva u Evropskim zemljama, 2006.



Izvor: Eurostat, Energy, Transport and Environment indicators, 2009.

U pogledu plovidbe, a po evropskoj klasifikaciji, unutrašnji plovni putevi u Srbiji (slika 19) se dele na sledeće kategorije.

Dunav je podeljen na četiri sektora. Od Mađarske granice (1433 km) do Beograda (1166 km), pripada VI-b kategoriji plovnog puta. Od Beograda do brane Đerdap I (942 km) i Đerdap II (863 + 550 km) tok reke je usporen (kanalisan) tako da plovni put na ovim potezima pripada u VII kategoriji. Nizvodno do granice sa Bugarskom, dozvoljena nosivost brodova je slična kao na uzvodnom sektoru, s tim što se u ovom delu Dunava mogu naći potopljeni objekti pa čak i neeksplozivna sredstva u nekima od njih. Zbog svega toga, ovaj deo Dunava pripada VI – b klasi plovnog puta.

Dunav u našoj zemlji zauzima 2580 km. Zbog svoje dužine, a i plovnosti izuzetno je važan član panevropskog Koridora VII (slika 18).

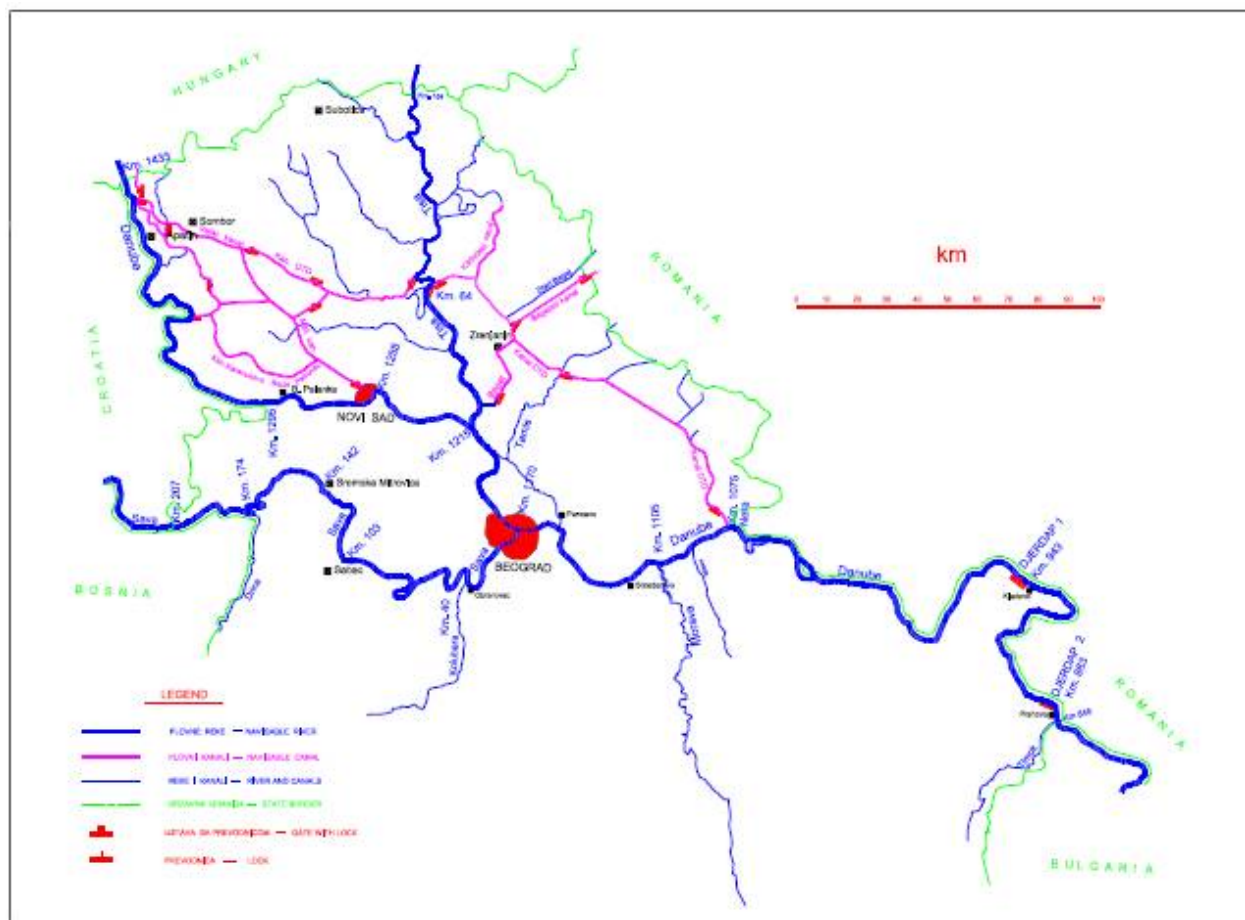


Slika 18 – Plovni tok panevropskog koridora VII

Reka Sava, koja se u Dunav uliva na km 000+700, plovna je kroz Srbiju 207 km, ali još uvek nema status međunarodnog plovnog puta. Na potezu od Beograda do Siska pripada III kategoriji plovnog puta, ali za reke takvog značaja kao što je Sava, minimalna kategorija je IV klasa. Trenutno je reka u “prirodnom režimu” tako da se ne vrše nikakva ulaganja, signalizaciona obezbeđenja pa čak ni čišćenje ni redovno održavanje rečnog korita. Trenutno ne postoje ni politički ni finansijski uslovi da se unapredi plovnost reke Save.

Leva pritoka Dunava, reka Tisa plovna je celom svojom dužinom od 164 km kroz Srbiju. Usko grlo bi moglo biti kod Novog Bečaja tako da su potrebna manja ulaganja u ovu reku.

Plovni sistem Dunav – Tisa – Dunav kroz našu zemlju prolazi dužinom od 930 km, s tim da je samo 600 km ovog sistema plovno. Kanal Dunav – Tisa – Dunav je višenamenski sistem koji sem za plovidbu ima i funkciju navodnjavanja i odvodnjavanja. U Evropi predstavlja jedan od najvećih kanalskih plovbenih sistema koji obahvataju i reke Begej i Tamiš. Najznačajniji objekat je brana kod Novog Bečaja koja reguliše režim vode u kanalu. U kanalu je izgrađeno 16 prevodnica, od kojih 12 mogu da prime plovne objekte nosivosti do 1000 t. U kanalu je izgrađeno i oko 30 stalnih i privremenih pristaništa. Međutim kanal je slabo korišćen za plovidbu. Uglavnom su razlozi za slabu plovidbu: ne razvijena signalizacija, podvodna i obalska vegetacija, nedovoljna širina kanala. Za strana plovila je potrebna dozvola Ministarstva saobraćaja, a domaći objekti uglavnom transportuju robu samo u jednom pravcu i na malom rastojanju.



Slika 19 – Unutrašnji plovni putevi u Srbiji

Izvor: Generalni plan za unutrašnji vodni transport u Srbiji, WitteveenBos, 2005

4.5.GEOLOŠKE KARAKTERISTIKE VEĆIH REKA U SRBIJI

Erozija i akumulacija

Na morfologiju terena utiču unutrašnje i spoljašnje sile. U spoljašnje sile ubrajaju se faktori koji utiču na razaranje reljefa: sunce, vetar, voda, led.... Svojim dejstvom razaraju stenovitu stensku masu menjajući reljef na zemlji i na taj način stvaraju erozione oblike. Taloženjem razorenog stenskog materijala stvaraju se akumulacioni oblici.

Fluvijalna (rečna) erozija

Krećući se kroz rečno korito, reka razara, oštećuje i odnosi stenski materijal. Na taj način vrši eroziju. Erozija može biti u horizontalnom ili vertikalnom smislu u zavisnosti od toga da li je jačina vode jača na bočnim stranama ili na dnu reke. Takođe zavisi i od samog sastava rečnog korita. Kompaktnu stensku masu, voda će teže da razbije. Sem toga, snaga vode i erozija zavise i od nagiba terena kao i od količine i brzine vode. Nakon erozije, reka taj materijal nosi dalje i kad se steknu uslovi za njeno odlaganje, dolazi do stvaranja akumulacionih oblika reljefa.

Rečno korito je žljeb kroz koji reka teče, a rečna dolina je uže ili šire udubljenje sa obe strane rečnog korita. Rečna dolina se sastoji od dolinskog dna, u koje je usečeno korito reke i od dolinskih strana.

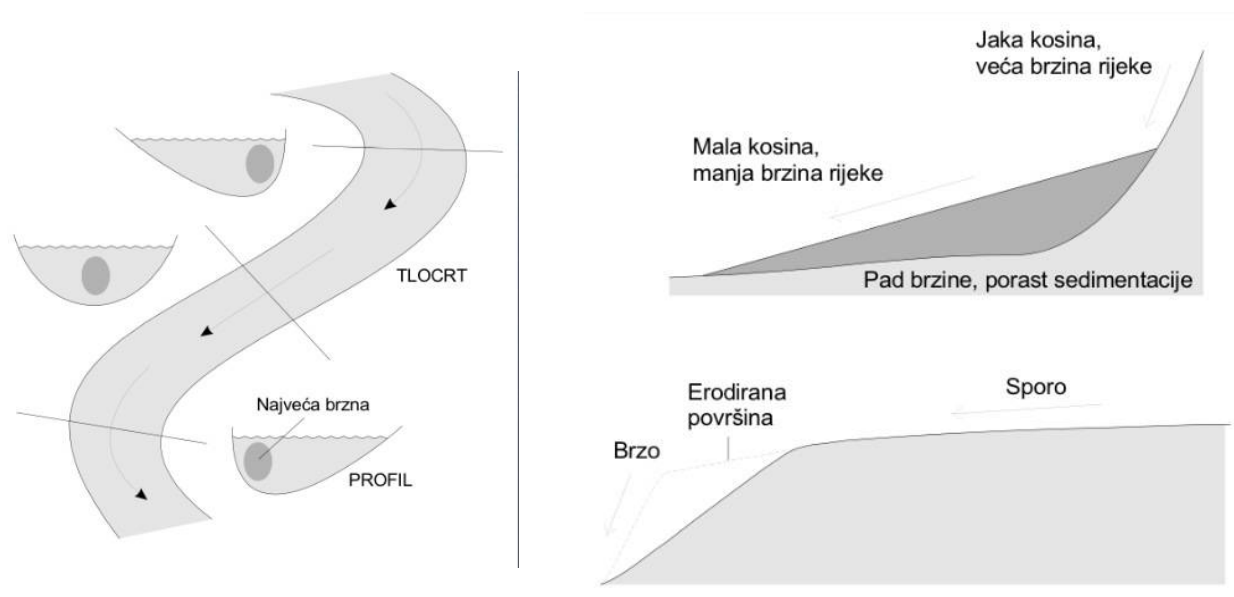
Reka svojim erozivnim radom produbljuje rečno korito i proširuje rečnu dolinu. Planinske reke imaju duboke i uske rečne doline. Rečne doline ravničarskih reka su plitke i široke. Kretanje vode zavisi od nagiba terena, gravitacije, geološkim karakteristikama terena (tip stena, tektonska poremećenost), količini vode. Voda uvek teče smerom najmanjeg otpora, a posledice mogu biti razaralačke i graditeljske. Razaralačka delatnost: voda svojom snagom, zajedno s pokupljenim materijalom dubi korito (erozija) bočno i dubinski. Posledice toga zavise od nagiba i od tvrdoće (otpornosti) podloge.

Gornji tok: ima izvorište, veliki nagib, jača je dubinska nego bočna erozija (korito liči na latinično slovo V), voda ima veliku snagu, pa preseca i neke prepreke.

Srednji tok: manji nagib, pliće korito, bočna erozija jača od dubinske (javlja se samo za vreme višeg vodostaja), dolazi do uvijanja korita.

Donji tok: voda teče polagano i mirno u proširenim koritima, sklanja se preprekama, javljaju se meandri, mrtvi rukavci, ade.

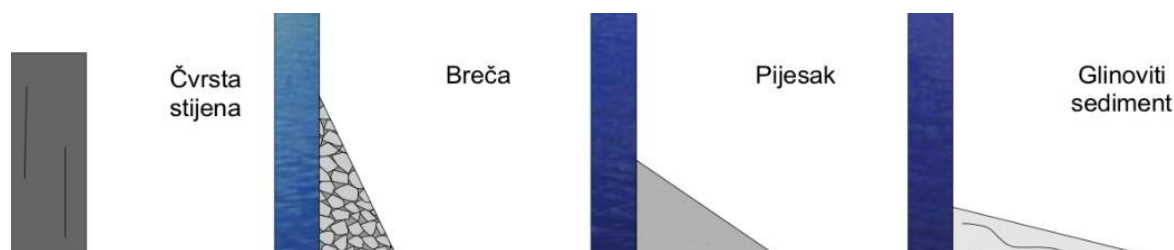
Erozija deluje regresivno, u smeru izvorišta. Baze erozije su najniža mesta gde prestaje dubljenje, a prenos materijala je minimalan. Na promenu erozijske baze utiče promena nagiba terena (slika 20), količina materijala, promena klime itd.



Slika 20 – fluvijalna erozija u zavisnosti od brzine reke i nagiba terena

Klisure nastaju u procesu vertikalne fluvijalne erozije. Izuzetno su strmih strana. S obzirom da sastav stena nije isti duž celog korita, na kontaktu čvrstih i manje otpornih (rastresitih) stena često dolazi do stvaranja vodopada, slapova ili brzaka.

Najčešće je u gornjim tokovima nagib reke najveći. Voda razara stenski materijal i nosi ga sa sobom jer je brzina reke velika. Čim dođe do smanjenja nagiba terena, slabi brzina vode i ona počinje da odlaže usitnjeni materijal.



Slika 21 – klasifikacija sedimentnih stena po krupnoći

Na taj način nastaju akumulativni oblici. To su plavine, rečna ostrva, aluvijalne ravni i delte.

Plavine – se stvaraju na mestima gde rečni tok iz planinske oblasti izlazi u ravnicu, usled čega njegova transportna snaga naglo slabi. Tu se najkrupniji rečni materijal taloži u vidu prostrane lepeze ili kupe blagih strana.

Rečna ostrva ili ade se stvaraju na sektorima usporenog kretanja ravničarskih reka. Do usporenog kretanja dolazi pri ušćima reka, u meandrima i na velikim okukama (Veliko ratno ostrvo).

Aluvijalne ravni predstavljaju nisko zemljište pored reka, koje je, ako nema nasipa, često plavljeno. Posle svake poplave tu se taloži suspendovani nanos ili mulj koji čini ove površine veoma pogodnim za poljoprivrednu proizvodnju.

Delte su prostrane nanosne ravnice na ušćima reka u mora ili jezera. Na tim mestima prestaje rečni transport i taloži se sav materijal koji je do tad reka donela. Zbog taloženja ogromne količine nanosa rečno korito se račva u veliki broj rukavaca.

Kada se izvrši razaranje stenske mase rastvoreni material i nerastvoreni ostatak se prenose sa mesta raspadanja u nova područja. Transportna sredstva mogu biti veoma različita. Prenosnje se u prirodi vrši na sledeće načine: gravitacijom, vodom, vetrom i ledom.

Transport materijala tekućom vodom vrši se do bližih ili daljih regiona u zavisnosti od brzine vodenog toka i karaktera fragmentiranog materijala. Ukoliko je brzina vodenog toka veća, utoliko je mogućnost transporta bolja. Transport svake čestice zavisiće i od specifične gustine čestice, njenog oblika i veličine. Teže se transportuju materijali veće specifične gustine. S obzirom na oblik, najlakše se transportuju pločasta i ljuspasta tela, a najteže kuglasta. Pri tome jedna vrsta odlomaka lebdi u vodi (samo najfiniji materijal), dok se druga kotrljaju po dnu rečnog korita pri čemu se stalno zaobljava. Zrna veće tvrdine teže se zaobljavaju od zrna manje tvrdine.

Materijal koji je transportovan vodom i istaložen na mestu gde snaga transportnog sredstva opadne naziva se aluvijalan nanos.

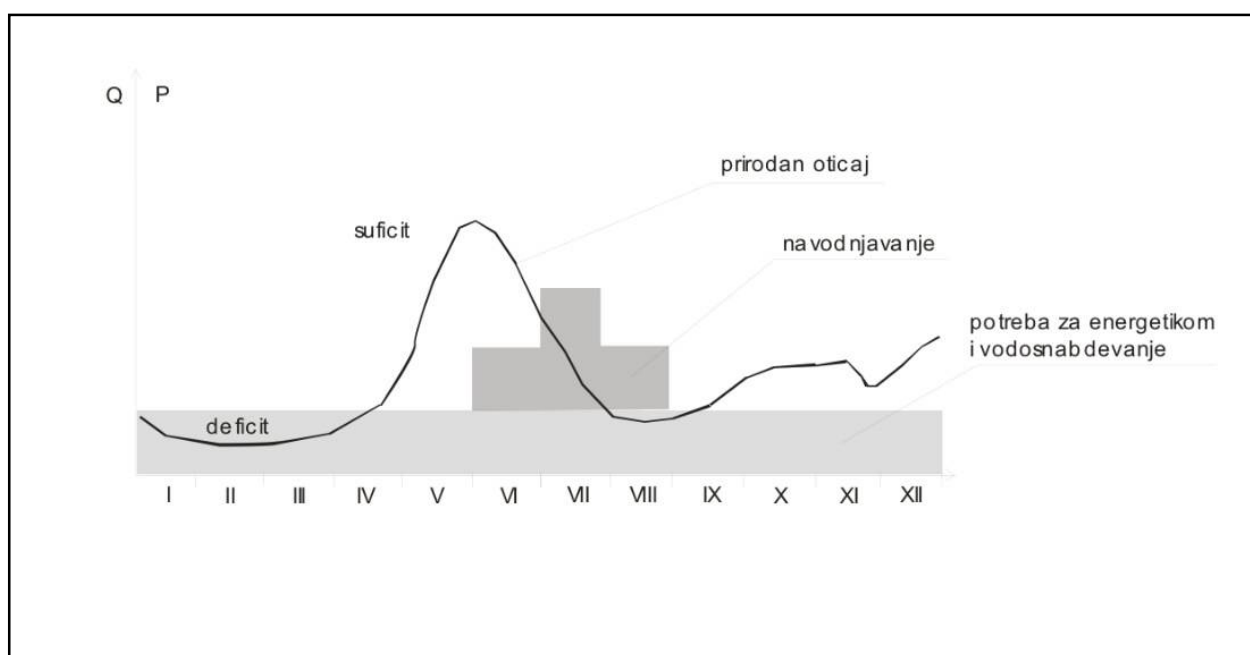
Kod aluvijalnih nanosa javlja se klasiranje materijala po krupnoći (slika 21) ali i velika heterogenost u sastavu, usled toga što se krupnozrniji material transportuje samo brzim rečnim tokovima (gornji tokovi reka, planinski potoci i bujice). Materijal srednjeg zrna prenose reke srednje brzine dok najsitniji materijal putuje vrlo daleko i biva često donesen u mora. Pri svakom dužem putu mešanje materijala sa raznih terena je intenzivno te je mehanički detritus u aluvionima obično vrlo heterogen, tim pre što kumulise najfiniji material koji vodi poreklo sa celokupnog područja sliva.

Transport materijala u većim vodenim basenima vrši se pod uticajem promenljivog kretanja vode, pod dejstvom talasa, struja i podvodnih tokova, kao i gravitacionog klizanja muljevitog materijala.

4.6 UREDJENJE VODOTOKA

Generalno, sve karakteristike vodnog režima iskazuju se preko proticaja. Kao prvo zato što je rečno korito podložno promenama usled prirodnih ili antropogenih faktora. Kao drugo jer se na taj način mogu sračunati direktne zavisnosti između vodostaja i proticaja za sadašnje, postojeće, stanje. Na taj način sve izvedene (računske) vode mogu se inverznim putem vratiti na vodostaje, ako se to izričito zahteva (plovidba, projektovanje pristaništa, vodozahvata i sl).

Prosečne vode su osnova za sagledavanje ključnih elemenata pri izboru objekata za uređenje vodnog režima, kao i objekata i mera za korišćenje i upotrebu voda, zaštitu voda i zaštitu od voda. Pod pojmom „režim prosečnih voda“ podrazumevaju se svi kvantitativni pokazatelji vodnog režima u prirodnom vodotoku, ili slivu koji karakterišu vodnost razmatranog slivnog područja (slika 22).



Slika 22 - Prosečne vode na hidrološki izučanim profilima

Pre proračuna prosečne višegodišnje vodnosti sliva neophodno je izvršiti analizu cikličnosti srednje-godišnjih proticaja, odnosno zakonitost smenjivanja vlažnih i sušnih godina, pri čemu jedan ciklus obuhvata jedan vlažan i jedan sušan period.

Raspodela oticaja unutar godine je bitna karakteristika sa gledišta vodoprivrede. Postoje sezonske fluktuacije proticaja i vodostaja izazvane klimatskim faktorima koji utiču na rečni oticaj. Pored klimatskih faktora, na različiti karakter unutargodišnjeg režima oticaja utiču vegetacioni pokrivač, zemljište, geologija, karst, jezernost i antropogeni uticaj (izgradnja akumulacija, nasipa i sl). Postoje tri osnovna tipa režima raspodele oticaja unutar godine:

- 1) Jednostavni – imaju reke kod kojih postoje samo dve izražene sezone: vlažna i sušna

- 2) Složeni prvog reda – spadaju prelazni snežni tip, snežno – kišni tip i kišni režim, sa dve sezone velikih voda
- 3) Složeni drugog reda – čine reke sa različitim klimatskim uticajima. Primer, duž toka reke Dunav menja se karakter unutar godišnjeg režima. Počinje uzvodno, od pretežno ledničkog tipa, pa do složenog tipa sa dve kišne sezone nizvodno od ušća velikih reka (Drava, Tisa, Sava i Velika Morava) koje u znatnoj meri menjaju režim, da bi se na kraju toka na Dunavu osetio kišni mediteranski (primorski) režim oticaja.

Poznavanje režima i karakteristika malih voda vodotokova je veoma važno za uređenje njihovih korita, za projektovanje, građenje i korišćenje raznih vodoprivrednih objekata i sistema. Posebno je interesantno sa aspekta vodosnabdevanja (naselja i industrije), očuvanje životne sredine, hidroenergetike, termo i nuklearne energetike, navodnjavanja, plovidbe, rekreacije, sporta na vodama i turizma. Mogućnost nekog vodotoka da snabdeva vodom naselja i industriju, kao i da primi otpadne vode, zatim obezbedi vodu za ostale korisnike i omogući povoljne uslove za opstanak biljnog i životinjskog sveta u njima, obično se utvrđuje hidrološkim analizama režima vodotoka u kritičnim sušnim periodima.

Postoji više definicija suše. U oblasti meteorologije, pod pojmom "suša" podrazumevaju se periodi kada su ukupne padavine znatno ispod prosečnih (normalnih), a u poljoprivredi su to periodi u toku kojih je vlažnost zemljišta znatno ispod prosečne i nedovoljna je za razvoj poljoprivrednih kultura. U hidrologiji se pod ovim pojmom, poznatijim kao "hidrološka suša", podrazumevaju dugotrajni periodi malih voda sa izrazito niskim vodostajima u rekama i akumulacijama koji su znatno manji od prosečnih. Pojava dugotrajnih sušnih perioda, pored smanjenja proticaja i vodostaja u rečnom koritu, izaziva i opadanje nivoa i zaliha podzemnih voda u slivu. Periodi vremena sa pojavom ekstremno malih proticaja nazivaju se malovodni periodi. Sposobnost terena da vodu koja je pala na sliv zadrži u podzemlju i kasnije vrati u rečni tok, predstavlja jednu od važnijih karakteristika sliva, koja u velikoj meri definiše režim oticaja u sušnim periodima. Zakon iscrpljenja podzemnih voda definiše se karakterom opadajuće grane hidrograma, odnosno oblika retardacione krive hidrograma.

Vodoprivreda je organizovana aktivnost na vodama kojom se ostvaruje plansko iskorišćavanje vodnih resursa, njihova adekvatna zaštita i zaštita štetnog delovanja vode. Smisao niza grana vodoprivrede je u tome da popravljaju vodne resurse sa gledišta količine, kvaliteta vode i njenog odnosa sa okolinom – da prosečne proticaje usaglase sa dinamičkim potrebama korisnika, da ublaže velike vode, povećaju (oplemene) male vode, poprave kvalitet, itd.

Osnovni cilj navedenih vodoprivrednih objekata je obezbeđenje upravljanja vodnim resursima. Akumulacija je najpogodniji objekat za upravljanje vodnim resursima jer se pomoću nje može izvršiti odgovarajuća preraspodela proticaja po vremenu, kojom se ostvaruje željeni vodni režim. Namenskim ispuštanjem vode ostvaruju se ne samo željeni kvantitativni režimi, već se vrlo bitno utiče i na poboljšanje kvalitativnih vodnih režima, oplemenjivanje malih voda, ispuštanjem čiste vode iz čeonih akumulacija. Zakonom o vodama propisano je da se nizvodno od vodozahvata mora obezbediti "garantovani

minimum”. Sa gledišta vodoprivrede posebno su važna dva režima: “vodoprivredni minimum” i “ ekološki garantovani minimum”. Vodoprivredni minimum ($Q_{vod,min}$) je proticaj koji uzvodni korisnici moraju da ostave u reci nizvodno od svojih zahvata za potrebe nizvodnih korisnika. Do ove veličine dolazi se optimizacijom i iterativnim usaglašavanjem interesa uzvodnih i nizvodnih korisnika.

Ekološki garantovani minimum je veličina proticaja reke koja se mora uvek obezbediti u reci za normalan opstanak i razvoj biocenoze u reci kao biotipu. Određuje se na osnovu ekološke studije i predstavlja ograničenje za sve dalje poljoprivredne proračune. To je namensko ispuštanje vode u reku kako bi se poboljšali ekološki uslovi. Na primer, u toplom delu godine, kada opada sadržaj kiseonika u vodi zbog povećanih temperature, treba više vode ispuštati iz uzvodnih akumulacija radi poboljšanja uslova za razvoj biocenoze u nizvodnim delovima hidrografskog sistema. Na sličan način, povećanjem ispuštanja, treba intervenisati u svim uslovima pogoršanja stanja u odnosu na zahtevane uslove kvaliteta, naročito ako dođe do udarnih ili incidentnih zagađenja.

Jednu od važnih osobina režima voda predstavljaju učestalost i trajanje proticaja, odnosno vodostaja. Što je kriva trajanja ravnomernija (odnosno, što su manje razlike između visokih i niskih vrednosti razmatrane hidrološke promenljive), to je vodni režim ravnomerniji, pa su povoljniji uslovi za korišćenje i uređenje vodotoka.

- Uredjenje vodotoka radi zaštite obale od plavljenja i nekontrolisanog razvoja rečnog korita
- Uredjenje vodotoka za potrebe plovidbe
- Uredjenje vodotoka u sklopu meliracionih sistema
- Uredjenje vodotoka u sklopu hidroenergetskih sistema
- Regulacije rečnih tokova na deonici kroz grad, naselje i slično
- Izgradnja lokalnih nasipa radi zaštite pojedinih objekata u neposrednoj blizini korita (pruga, mostovi i slično)
- Dimenzionisanja akumulacija radi regulacije protoka i upravljanjem režimom voda i to posebno pri pojavi katastrofalnih voda
- Dimenzionisanja objekata u samom rečnom koritu (mostovski stubovi, vodozahvati i slično)
- Uredjenja rečnog korita u zoni zahvata vode ili ispusta otpadnih voda
- Izmeštanja rečnog korita da bi se zaštitilo priobalno područje od posebne važnosti (površinski rudni kopovi i sl.)

5. DUNAV

Dunav je druga po veličini reka u Evropi (posle Volge) a prva u Evropskoj uniji. Dužina njegovog toka do ulaska u Crno more je 2850 km. Sam tok reke proteže se od zapada ka istoku. Dunav je jedina reka čija se dužina meri od ušća ka izvoru. Pravi granicu između deset država: Nemačke, Austrije, Slovačke, Mađarske, Hrvatske, Srbije, Rumunije, Bugarske, Moldavije i Ukrajine..

Dunav je dobio ime po gradu u kome izvire – Donaueschingenu. Nastaje spajanjem dve manje reke: Breg i Brigah. Latinski naziv ove reke je Danubius.

Ceo sliv Dunava zauzima površinu od 805 000 km². Najveće pritoke Dunava sa količinom proticaja u sekundi su: Iler (70m³/s), Leh (200 m³/s), Nab (49 m³/s), Altumul (17 m³/s), Izar (174 m³/s), In (163 m³/s), Traun (150 m³/s), Ens (195 m³/s), Morava (108 m³/s), Raba (63 m³/s), Vag (161 m³/s), Hron (55 m³/s), Ipel (22 m³/s), Drava (577 m³/s), Tisa (794 m³/s), Sava (1564 m³/s), Tamiš (47 m³/s), Velika Morava (232 m³/s), Timok (31 m³/s), Žiu (86 m³/s), Iskar (54 m³/s), Olt (174 m³/s), Jantra (47 m³/s), Ardžeš (71 m³/s), Jalomica (45 m³/s), Siret (240 m³/s), Prut (110 m³/s).

Geologija

Pre 290 miliona godina, u toku gornjeg trijasa nastupilo je povlačenje Karpatskog mora iz mnogih delova istočne Srbije. Između Dinarskog mora na zapadu i Karpatskog mora na istoku, nastala je jedinstvena celina Panonskog (obuhvatalo je okolinu Beograda i celu Šumadiju) i Rodopskog kopna (istočna Makedonija ka severu preko današnjih oblasti sliva Južne Morave, Kopaonika, Goča, Gledičkih planina, Juhora i Crnog Vrh) sa manjim vodenim basenima. Međutim, početkom jure Karpatsko more je ponovo počelo da nadire, preplavilo je jedan široki pojas od Dobre na Dunavu i Đerdapa preko današnjih planina Miroča i Velikog grebena, na jug do Stare planine i Ruja.

U čitavom ovom pojasu stvorili su se plitkovodni sedimenti od kojih su kasnije nastali peščari, krečnjaci i laporci sa slojevima kamenog uglja. Na obalama ovog donjejurkog mora u zalivima i estuarima slagale su se izumrle biljne materije od kojih je nastao kameni ugalj u rudnicima Vrška Čuka, Dobra na Dunavu i u Jermi. Nalazak biljnih ostataka uz slojeve kamenog uglja u Istočnoj Srbiji, ukazuje nam na blizinu kopna i prisustvo šuma u kojima su glavni stanovnici bili paprati i četinari.

U toku srednje jure u najdubljim delovima mora stvarali su se krečnjački sedimenti debljine oko 60 cm, otkriveni su na rtu Greben na Dunavu kod Donjeg Milanovca, u kome se nalazi veliki broj amonita (Lytoceras, Bulatimorphites, Macrocephalites, Perisphenictes, Oxycerites, Siemiradzkaia, Phylloceras i dr.). Retko gde u Evropi može da se prati takva sukcesija amonitskih zajednica, te je zbog ove stratigrafske kompletnosti jedinstven lokalitet u jugoistočnoj Evropi. Mnogo veću rasprostranjenost i debljinu (~ 600 m) imaju sivi i beli krečnjaci koji su postali u plitkim delovima mora na izdignutim grebenima. Za njihov nastanak krive su izumrle životinje: korali, amoniti puževi (Pleurotomaria), školjke (Pholadomya, Pecten), hidrozoe (Ellipsactinia) i drugi sprudotvorni organizmi. Skoro čitav

Đerdap je izgrađen od fosilnih ostataka izumrlih organizama, obala Dunava, na Miroču, Vrškoj Čuki i dr.

Tokom krednog perioda koji je trajao skoro 90 miliona godina, veliki deo istočne Srbije je pod Karpatskim morem. Dubokovodni pojas Karpatskog mora je bio dosta udaljen od mora, prostirao se od Donjeg Milanovca na Dunavu do Stare planine.

U toj oblasti za vreme donje krede, stvarali su se glinovito laporoviti sedimenti pretežno sa faunom glavonožaca. U fosilnoj fauni pronađeni su: amoniti (*Desmoceras*, *Procerites*, *Parkinsonia*, *Ptychopachiceras*, *aptyhusi* i dr.), školjke (*Chlamys*) i ostaci belemnita, koje danas nalazimo na otvorenim profilima Grebena kod Donjeg Milanovca i u oblasti Golupca, Boljetina i Ciganija.

Karpatsko more je tokom senona pokrivalo celu Istočnu Srbiju. Iz ovog mora izdizali su se pojedini delovi kopna u vidu ostrva obraslih bujnom florom, od koje su postali debeli slojevi kamenog uglja koji se eksplatiše u rudnicima Rtanj, Dobra sreća i Podvis. Krajem krede oblast Istočne Srbije bila je obuhvaćena širim ubiranjem Zemljine kore, što je prouzrokovalo naglo povlačenje mora. Snažni pokreti su uslovlili podizanje Karpatskog planinskog venca i potpuno isušivanje Karpatskog mora.

U paleocenu posle povlačenja Karpatskog i Dinarskog mora održali su se neki manji jezerski baseni, u kojima su se stvarali slatkovodni sedimenti.

Međutim, početkom miocena, uporedo sa izdizanjem planinskog venca došlo je do pucanja Zemljine kore na nekim mestima i do spuštanja čitavih kompleksa. Na taj način duž više dubokih pukotina spuštene su prostrane oblasti, obrazovani baseni i kotline. Između Alpa, Karpata i Dinarida stvorena je prostrana Panonska potolina. Spuštanje zemljišta između Alpa na jugu i Češkog masiva, duž doline Rone formiran je morski zaliv kojim su prodirale vode iz Sredozemnog mora i preplavile celu Panonsku niziju. Na taj način nastalo je prostrano more od Beča na zapadu do Turkestina na istoku, koje se pružalo uporedo sa Tetisom, a Panonsko more predstavlja samo jedan deo prostranog Paratetisa. Tercijarne tvorevine Đerdapa razvijene su u vidu "oaza": Golubački tercijar, slatkovodni tercijar Dobre i marinski tercijar Donjeg Milanovca. Sedimenti su predstavljeni peskovima, glinama i bogati su dobro očuvanom i raznovrsnom faunom: školjke (*Arca*, *Cardita*, *Pectunculus*, *Lucina*), puž (*Conus*, *Strombus*, *Voluta*, *Cerithium*) i kolonije koralja.

O nastanku Dunava, najpoznatije je tumačenje Jovana Cvijića, koji je smatrao da se sa jedne i druge strane Karpata nalazilo po jedno more (panonsko i Vlaško). Kada je nivo Vlaškog basena opao voda iz Panonskog počela je da se preliva u niže Vlaško more. Između ta dva basena formirala su se ostrva. Mora su se vremenom pretvarala u jezera. Dunav je nastao spajanjem tih jezera i močvara između njih. Za to vreme Karpatsko –Balkanske planine su se izdizale, a Dunav je erodovao stene i pravio klisuru kroz koju i danas prolazi.

Krajem donjeg pliocena Panonsko more je izdizanjem Karpata ponovo i zauvek prekinulo vezu sa Crnim morem. To je sada ponovo prostrano jezero koje je počelo postepeno da se smanjuje, zadržavši se samo iznad najdubljih delova Panonskog basena. Školjke i puževi koji

su se našli u ovako oslađenoj vodi, postepeno počinju da se prilagođavaju nametnutim životnim uslovima. Glavni predstavnici ove faune su: od školjaka: limnokardium, draisenzia, unio, a od puževa: melanopsis, vivipare, hidrobije i valensienzije. U ovom stadijumu došlo je do obrazovanja Dunava. Panonsko more je nastalo pre trideset miliona godina, a konačno je oteklo Dunavom pre 600.000 godina.

U kvartaru nastaju krupne promene u klimi tzv. "ledeno doba", tako da Panonska nizija, Slavonija i Severni deo Srbije bivaju okovani ledom. Ali, u našim istočnim krajevima oskudnije su bile snežne padavine i samim tim je odsustvo pravih lednika i često prekidanje snežno belih površina sa sivim površinama niskih polja i rečnih dolina. Na tim sivozelenim površinama – kotlinama ili dubokim rečnim dolinama uspeo je da se sačuva određen broj biljnih i životinjskih vrsta. To su uglavnom bile vrste koje su i pre ledenog doba živele na niskim temperaturama: mamut, runasti nosorog, irvas, bizon, mosušno goveče, los, tekunica, skočimiš i dr. Najveće reke Panonske nizije nisu izgledale kao danas, jer su to bile močvare i baruštine kroz koje je proticala voda ovih reka pre ulaska u Đerdapsku klisuru i oticanja u Crno more.

U rečnoj dolini Dunava, van oblasti glacijacije nalaze se relativno debele aluvijalne naslage koje su predstavljene rečnim terasama i različitim tipovima sedimenata prostranih aluvijalnih ravnica. Na području Beograda i njegovoj užoj okolini nalaze se savske i dunavske terase pretežno izgrađene od šljunka.

U oblasti Đerdapa i Negotinske krajine, Jovan Cvijić je izdvojio sistem prostranih terasa kladovsko – dunavskog ključa. Rečne naslage Smederevskog Podunavlja izgrađuju fluvijalne površi, terase i aluvijalne ravni. Pronalasci fosilnih ostataka mamuta, bizona i drugih životinja ukazuju da su one naseljavale te oblasti za vreme ledenog doba.

U nizijama se taloži les, u vidu lesnih platoa (titelski, sremski) koji nastaje nagomilavanjem prašine donete vetrom sa većih daljina. Zahvaljujući brojnim raskopima, bunarima, ciglanama, tunelima i bušotinama na zemunskoj strani les je konstatovan u vidu zaravni, a južno od Dunava kao padinski les.

Zemunski lesni plato odnosno bežanijska kosa završava se strmim lesnim odsecima (debljine preko 30 m) prema Dunavu. U podini su rečno-jezerski sedimenti sa mekušcima. Na primer, u tom sedimentu je pronađena fosilna školjka Corbicula, koja se krajem srednjeg pleistocena povukla iz Evrope rekom Dunav i naselila Kaspijsko more. Duž Dunava, naročito na njegovim strmim stranama mogu da se posmatraju debele mase ovih stena u vidu lesnih odseka (Surduk, Novi i Stari Slankamen, Čot, Batajnica, Mišeluk i dr.). Južno od Dunava na prostoru gročansko-smederevskog i ramskog Podunavlja lesni sedimenti leže preko starijih padina i rečnih terasa. Les lesnih zaravni, iz navedenih oblasti je tipičan stepski sediment terestričnog karaktera sa šupljinama od korenja biljaka i brojnim ostacima suvozemnih gastropoda i tragovima stepskih glodara.

Mnoge geološke zbirke Prirodnjačkog muzeja u Beogradu, nastale su tokom istraživanja Dunava. Danas, one predstavljaju vredne tragove koje svedoče o postanku, evoluciji, promenama, a "naslućuju" budućnost najveće reke srednje i jugostočne Evrope - Dunav.

U pleistocenu, pre ledenog doba, vode sa Alpa, koje danas prave reku Rajnu, nekad su činile sliv reke Dunav. Dunav je tad bio mnogo veći, a dokaz za to mogu se naći u delovima Švapske Jure. Fluvijalna erozija je dovela do stvaranja doline Rajne, pa su tako i reke sa Alpa počele da teku Rajnom. Na osnovu svega toga može se reći da je Dunav mnogo stariji od Rajne. I u današnje vreme, tokom leta, u delovima Švapske Jure (koja je izgrađena uglavnom od poroznih krečnjaka), dešava se da reka presuši i da se povuče u podvodne kanale. Pretpostavlja se da će gornji tok Dunava potpuno nestati jednog dana.

POPLAVE NA DUNAVU

Sa početkom izgradnje dunavskih odbrambenih nasipa u drugoj polovini devetnaestog veka, počinje organizovana borba čoveka sa velikim vodama Dunava. To se događa najpre u zapadnoj i južnoj Bačkoj, a kasnije i u Banatu. Svojim visokim vodostajima Dunav je često zadavao ogromne brige i truda učesnicima odbrane i velike troškove i štete kako vlasnicima ugrožene ili poplavljene imovine tako i državi i naseljenim mestima kroz koje prolazi.

Prema podacima o visini vodostaja na Dunavu sa kojima se raspolaže za poslednjih 90 godina (1876 – 1965), vanredna odbrana od poplave odvijala se prosečno svake sedme godine i na gornjem i na donjem delu vojvođanskom sektoru Dunava. Na potezu Dunava kod ušća Tise potreba za vanrednom odbranom je upola ređa obzirom da se dunavske velike vode, pojavljuju po pravilu u kasno proleće i rano leto, kada je Tisa obično mala, obzirom da njene velike vode oteknu već u rano proleće.

U proteklom periodu bilo je dosta visokih i kritičnih vodostaja, teških i dugotrajnih odbrana, ogromnih šteta i katastrofa koje su poplave u istoriji Vojvodine izazvale ali je odbrana od dunavskih velikih voda u 1965 godini prevazišla sve do sada zabeležene, kako po nezapamćenoj visini vodostaja tako i po trajanju i težini vanredne odbrane. Po visinama dunavskih vodostaja naročito su zapažene 1880, 1895 i 1897 u prošlom i 1907, 1924, 1926, 1940, 1942, 1944, 1947, 1954 i 1965 godine u ovom veku. Ovo su u posmatranom periodu od 90 godina 12 najkarakterističnijih za ceo vojvođanski Dunav. To istovremeno ne znači da je svaka ova godina od interesa za ceo tretirani potez Dunava, ni da je u svakoj od ovih godina bilo katastrofalnih poplava, niti pak da van navedenih godina nije bilo katastrofalnih poplava od Dunava i pri nešto nižim vodostajima.

Kada se govori o Dunavu u okviru problema visokih vodostaja i odbrani od poplave onda je teško govoriti o njemu u celosti, pa čak i o njegovom potezu kroz Vojvodinu. U nizu navedenih 12 najkarakterističnijih godina svaka deonica našeg Dunava, deonica u domenu jedne vodomerne stanice, ima manji broj godina sa najvišim vodostajima koji nju i najbolje karakterišu. Tako, na primer za najuzvodnij deo našeg Dunava, uzvodno od ušća Drave, najinteresantnije su godine 1926, 1954 i 1965. Tada su vodostaji na vodomerima Bezdan i Apatin bili nsjviši. Na sektoru državna granica – Apatin dugoj 35 km bilo je u prošlosti četiri prodora sa poplavama i jedna poplava vodama prodrim iz Mađarske (1956 godine).

Kada se govori o Dunavu u okviru problema visokih vodostaja i odbrane od poplave onda je teško govoriti o njemu u celosti, pa čak i o njegovom potezu kroz vojvodinu. U nizu navedenih 12 najkarakterističnijih godina svaka deonica našeg Dunava, deonica u domenu jedne vodomerne stanice, ima manji broj godina sa najvišim vodostajima koji nju i najbolje karakterišu. Tako, na primer za najuzvodniji deo našeg Dunava, uzvodno od ušća Drave, najinteresantnije su godine 1926, 1954 i 1965. Tada su vodostaji na vodomerima Bezdan i Apatin bili najviši.

6. SAVA

Reka Sava je duga oko 950 km. Njen sliv, čija je površina 97713,20km² predstavlja najveći sliv jugoistočne Evrope. Sliv obuhvata pet zemalja: Sloveniju, Hrvatsku, Bosnu i Hercegovinu, Crnu Goru i Srbiju. Broj stanovnika u slivnom području je oko 8 176 000, odnosno oko 45 % stanovnika ovih pet zemalja žive u slivnom području Save. Uliva se u Dunav kod Beograda i čini 12 % vode u Dunavu.

Najniža nadmorska visina reke Save je kod Beograda (71 m), a najviša u Sloveniji na Triglavu, Slovenačkim Alpima (2864 m). Od izvora do ušća teren je promenljiv. U gornjem delu sliva, prolazi kroz gromadne planine Alpe i Dinaride, a u srednjem i donjem delu toka prolazi kroz plodno tlo Panonske nizije.

Rečno korito je izgrađeno od slabo do srednje razvijenog tla (oko 50% sliva) kambisola. Ostalih 50% u geološkom stubu čini zemjište bogato ilovačom, šljunkom i mlado tlo u aluvijalnim naslagama. Najveći deo ovog slivnog područja je prekriven šumom (oko 55%), a pod poljoprivrednim površinama je oko 45%

Klima je uglavnom umereno kontinentalna sem u gornjim delovima sliva gde preovladava Alpska klima. Zima može biti oštra sa dosta padavina, a leta su topla i duga. Prosečna godišnja temperatura je oko 9.5°C. Najniža je oko -1,5°C, a najviša prosečna je 20°C. Prosečna godišnja količina padavina na ovom slivnom području je oko 1100 mm, a evapotranspiracija je 530 mm/godišnje. Područja sa najvećom količinom padavina su u slivovima reka: Kupe, Pive Tare, Une, Vrbasa i Drine, a najmanje količine padavina su zabeležene u Slavoniji i Semberiji. Gornji tokovi reke Save (Kupe, Une, Vrbasa, Bosne, Pive i Tare) imaju visok prinos vode u Savu, dok Bosut i Kolubara beleže najniže prilive vode.

Reka Sava nastaje spajanjem Save Dolinke koja izvire između Triglava i kranjske Gore i Save Bohinjke koja nastaje iz Bohinjskog jezera. Njena dužina je 945 km, ali sa svojim izvornim krakom proteže se u dužinu od 990 km.

Njene desne pritoke u gornjem toku sliva su Sora, Ljubljanka i Krka, a leve pritoke: Kokra, Kamniška Bistrica i Savinja. Dalje kroz Bosnu reka Sava počinje da krivuda a karakteristike bosanskog sliva (pogotovo desnih pritoka Una i Drina) je bujično ponašanje reka. Reka Una ima nekoliko vodopada u svom gornjem toku, a zatim, ka ušću njeno rečno korito gubi pad. Drina je najveća pritoka Save. Njeno slivno područje prolazi kroz četiri države: Crnu Goru, Bosnu i Hercegovinu, Srbiju i malim delom kroz Albaniju (slika 23). Njena dužina je 346 km, a površina slivnog područja je 19 570 km².

Kod Beograda, desne pritoke reke Save su Kolubara i Topčiderska reka.



Slika 23 - Hidrografska mreža sliva reke Save – reke obuhvaćene analizom

Strateški položaj reke Save je izvanredan. Nalazi se na raskrsnici mreže Jugoistočne Evrope i njena transportna moć može da se dopunjuje uz razvijen drumski i železnički saobraćaj. Sa druge strane može da učestvuje u evropskom koridoru kao pritoka reke Dunav. Međutim, politička i ekonomska situacija tokom devedesetih godina, ne samo da je sprečila, nego je unazadila razvoj plovnog puta. Trenutno se reka Sava jedva koristi za rečni saobraćaj. Samo u režimu srednjeg nivoa voda (ne pri niskim vodama) saobraćaj na Savi njenim pritokama je moguć za rečnu plovidbu i to:

- Reka Sava od rkm 0 (Beograd) do rkm 594 (Sisak), u Zagrebu nije plovna
- Reka Kolubara od rkm 0 do rkm 5
- Reka Drina od rkm 0 do rkm 15
- Reka Bosna od rkm 0 do rkm 5
- Reka Vrbas od rkm 0 do rkm 3
- Reka Una od rkm 0 do rkm 15
- Reka Kupa od rkm 0 do rkm 5

Osnovni problemi koji sprečavaju plovidbu su na prvom mestu nedovoljan gaz u vreme letnjih meseci pogotovo, zatim nedovoljna širina rečnog korita i mnogobrojnih meandara koji ograničavaju dužinu i širinu broda, a često u mnogome i produžavaju plovni put.

S obzirom da je stanje infrastrukture prilično loše, urađena je studija izvodljivosti za obnovu i razvoj plovidbe na reci Savi. Po toj studiji treba izvršiti bagerovanje (nivelisanje dubine rečnog korita) i druge hidrotehničke radove na 21 deonici reke. Na 20 deonica treba sanirati problem krivina i 3 mosta se moraju rekonstruisati. Zatim uklanjanje olupina i neeksplozivnih objekata, izgradnja zimovnika, primena rečnih informacionih sistema.... To su zahtevi koji ispunjavaju Va kategoriju plovnosti reke do Siska. Od Siska uzvodno radovi se planiraju za drugu fazu.

Gore su navedeni samo tehnički uslovi koji moraju da se ispune, ali postoji i dosta ekonomsko – pravnih regulativa koje treba ispoštovati (prenošenje prava i propisa EU o saobraćaju na unutrašnjim plovnim putevima, uvođenje moderne tehnike i tehnologije, pojačati marketinšku kampanju, privući investitore i povećati potražnju za transportom plovnim putevima....).

7. MORAVA

Reka Morava je glavna reka u Srbiji i teče u smeru jug – sever ulivajući se u Dunav kao njegova pritoka. Sastoji se iz tri dela: uzvodno je reka Južna Morava (oko 295 km), srednja pritoka je Zapadna Morava (oko 308 km) I na mestu gde se prethodne dve spajaju nastaje Velika Morava (oko 185 km).

Neki podaci pokazuju da je eksploataciono istraživanje Morave započeto još pre oko 100 godina. Rana istraživanja su uglavnom bila usmerena na plovidbu rečnim tokom sa namerom da se otvori pomorski saobraćajni kanal od Dunava do Egejskog mora, povezujući srpsku reku Moravu sa makedonskom rekam Vardar i omogućujući da se ova srpska reka ulije u Egejsko more kroz Grčku.

Rezultati istraživanja sprovedenih poslednjih godina uključuju ne samo plovidbu, već i sveukupno funkcionalno korišćenje (uključujući multifunkcionalno korišćenje, kao što je proizvodnja električne energije, navodnjavanje i vodosnabdevanje) moravske doline. U ovom trenutku, srpska Vlada posvećuje veliku pažnju sveukupnom iskorišćavanju reke Morave. Međutim, eksploatacija nije implementirana već više od 100 godina zbog kompleksnosti projekta, ogromnih ulaganja i velikog javnog interesa.

METEOROLOGIJA

Zbog umereno kontinentalne klime, u moravskoj dolini su izražena četiri godišnja doba, sa hladnim zimama i toplim letima, kao i sa umerenim prolećima i jesenima. Međutim, proleća su relativno kratka, godišnje temperaturne razlike su velike, a padavine koncentrisane u određenim periodima. Vlažna klima ne može da dopre do ovog područja koje je udaljeno od okeana, što uslovljava pojavu suše i nedostatak padavina. Kontinentalna klima ovog područja je ekstremna, dok su godišnje i mesečne temperaturne razlike veće nego u svim drugim tipovima klime.

Prema statističkim podacima dobijenim sa svih meteoroloških stanica u slivu Morave, prosečna godišnja temperatura na severnom delu iznosi 10.8°C - 5°C, a u južnom i centralnom 10.0°C - 12.1°C. Najtoplije je u julu, sa srednjom temperaturom od 25°C - 38°C, a najhladnije u januaru sa prosečnom temperaturom od 0°C - 5°C. Ekstremni maksimum koji je zabeležen iznosi 42.7 °C, a ekstremni minimum -32.6°C.

Srednja relativna vlažnost u dolini iznosi 68.7% - 80.4%. Prosečno godišnje trajanje sunčevog sjaja je 1819 h – 2100 h. Srednji kapacitet evaporacije je 940 mm – 1065 mm. U najvećem delu toplog perioda (od aprila do septembra), duvaju severozapadni i zapadni vetrovi, dok u hladnom periodu (od oktobra do marta) duvaju najčešće istočni i severoistočni vetrovi. Prosečna godišnja količina padavina u moravskoj dolini iznosi 699 mm. Pošto količina padavina varira u zavisnosti od visine, prosečna godišnja količina padavina u planinskim područjima iznosi 600 mm – 1000 mm, dok je u ravničarskim područjima manja od 800 mm. Najveća količina padavina je u julu, što čini 12% - 13% od ukupne godišnje prosečne količine, dok je najmanja u februaru i oktobru, sa oko 5% - 6% od ukupnih

prosečnih godišnjih padavina. Dnevni ekstremni minimum padavina je 220 mm, a ekstremni godišnji maksimum padavina iznosi 1,641.5 mm.

TOPOGRAFIJA I OBLICI RELJEFA

Moravska dolina je visoka na jugu, a niska na severu. Na severu se prostire do vojvođanske ravnice, na srednjem delu dostiže Dunav, južno do brda Mahdia, produžetka Balkanskih planina. Najveći deo doline karakteriše teren niskih brežuljaka i ravnice. Visinska razlika između rečnog toka i uzvišenja obale od 2 do 10 metara. Deonica sa planinskim klisurama se nalazi na Južnoj Moravi, gde šuma prekriva obe strane rečnog toka, i gde su planine masivne.

NANOS

Velika Morava je reka sa velikom količinom vučenog nanosa iz sliva stvorenog radom vode i gubitkom zemljišta. U toku kišne sezone svake godine u reci dođe do novih prinosa nanosa. U odnosu na seriju nanosa u periodu 1961 – 2007, srednji godišnji pronos suspendovanog nanosa u slivu stanica Varvarin, Bagrdan i Ljubičevski most iznosi 2172 t/god, 2622 t/god i 3412 t/god. Opasne vode i spiranje zemljišta u Južnoj Moravi donosi iz godine u godinu sve veće količine nanosa, prosečan sadržaj suspendovanog nanosa u slivu stanice Mojsinje i Kurvingrad na Južnoj Moravi je $0.12 \text{ kg/m}^3 - 0.78 \text{ kg/m}^3$ i $0.03 \text{ kg/m}^3 - 0.54 \text{ kg/m}^3$

MINERALNI RESURSI

Reka Morava je bogata ugljem, gvožđem, olovom, cinkom, bakrom, zlatom i srebrom. U području doline Velike Morave postoje dva velika ugljena basena Resavsko – Moravski (lignit) i Kostolački (lignit), i mali ugljeni basen u okolini Čićevca. U pogledu rezervi, Kostolački lignitski basen je drugi po količini eksploatacije u Srbiji. U dolini Južne Morave nalazi se Aleksinački lignitni basen, koji je bio predmet eksploatacije i upotrebe od kraja 19 veka. Eksploatacija je završena u ranim devedesetim godinama 20 veka. U dolini Zapadne Morave postoje lignitski baseni raspoređeni između Čačka i Kraljeva. Lignit je bio korišćen za kragujevačku železnicu od 19 veka, i eksploatisan je sve do 1965. U blizini Aleksinca, u oblasti blizu Niša i Vranja (u dolini Južne Morave), postoje izvesne rezerve uljanih škriljaca, od kojih se mogu praviti sintetička ulja i drugi proizvodi. Na području Kosova i Metohije (uključujući Trepču, Janjevo, Novo Brdo, Kišnicu, Ajvaliju) mogu se naći naslage olova, cinka, zlata i srebra.

UPRAVLJANJE, RAZVOJ I OČUVANJE DOLINE

a) PLOVIDBA

Trenutno, u Srbiji postoje tri glavne međunarodne plovne reke: Dunav, Sava i Tisa, a jedino reka Dunav je međunarodni plovni put. Vodni saobraćaj čini samo 7% od ukupnog domaćeg teretnog transporta, a najveći procenat tereta se prevozi Dunavom do Crnog mora. Južna i Zapadna Morava trenutno nisu plovne, dok je Velika Morava plovna samo u dužini od 25 km u svom donjem toku do ušća. Koristi se uglavnom samo lokalno za plovidbu malih brodova i

bagera. Prema preliminarnim podacima relevantnih institucija, postoji 58 mostova preko reka Morava. To su uglavnom drumski i železnički mostovi, a većina njih su na nižoj koti od palube, što utiče na mogućnost plovidbe.

Plovidbena mogućnost reke generalno zavisi od dva faktora i to:

- 1) Nizak nivo vode u periodu plovidbe
- 2) Razmera brodova i gaza

Ostali faktori, kao što su povremene prepreke i plicaci, širine rečnog korita koja omogućava prolazak broda, minimalni radijus krivine, promene rečnog korita prilikom niskog vodostaja, mogu biti savladani kroz nekoliko sanacionih radova koji obuhvataju bagerovanje, ispravljanje, učvršćivanje obala i druge zaštitne radove. Trenutno, reka još uvek nije plovna, ali po svoj prilici, kanal može postati plovna pod trenutnim uslovima ako se obave sanacioni radovi malog obima u toku sušnog perioda:

- 1) Brodovi nosivosti 60 t mogu ploviti Velikom Moravom
- 2) Brodovi nosivosti 15 t mogu ploviti od ušća Nišave u Južnu Moravu do njenog spajanja sa Zapadnom Moravom
- 3) Brodovi nosivosti 30 t mogu ploviti od ušća Ibra u Zapadnu Moravu do njenog spajanja sa Južnom Moravom

Dodatno, tokom vlažnih perioda, barže do 150 t mogu ploviti duž Velike Morave, barže do 60 t duž Zapadne Morave i barže do 30 t duž Južne Morave. U sledećoj fazi studije, biće razmatrani i utvđeni tačni modeli brodova.

b) PROIZVODNJA ELEKTRIČNE ENERGIJE

Upravljanje i rad domaće elektroprivrede vodi Elektroprivreda Srbije i trenutno, ukupna instalisana snaga je oko 8400MW, od toga 70% dobija u termoelektranama, a 30% iz hidroelektrana. Najveći potrošači su stanovnici, oko 60%. Neravnoteža između proizvodnje i potražnje nije naglašena. Postoji 25 hidroelektrana u moravskoj dolini, sa ukupnom instalisanom snagom od oko 1500 MW, uglavnom na Južnoj Moravi i kraku Zapadne Morave, ali ne postoji ni jedna na glavnom toku reke Morave. Godine 2010, Energoprojekt i nemačka kompanija RWE sproveli su preliminarnu studiju iskorišćenja energetskog potencijala Velike morave koja predviđa optimizaciju svođenja 7 kaskada na 5, sa instalisanom snagom od 147.7 MW i godišnjom proizvodnjom od 645.5 GWh.

c) ZAŠTITA VODNIH RESURSA

Trenutno, stanje životne sredine duž reke Morave je dobro, zahvaljujući malom broju fabrika i manje antropogenih uticaja, tako da su prirodni ekološki uslovi u osnovi održavani, a kvalitet vode dobar. Industrijske otpadne vode i kanalizacija iz domaćinstava se direktno ulivaju u reke, sa slabim merama za očuvanje.

d) KONTROLA POPLAVA

Najveću površinu u dolini Morave čine brežuljkaste ravnice, a obale su samo za nekoliko metara više od rečnog toka. Dugačka deonica reke Morave nema nasipa niti brana, a velike poljoprivredne površine su suočene sa pretnjom od poplave. Postojeći nasipi na glavnom toku reke i rukavcima su izgrađeni odavno, čak i posle Drugog svetskog rata, dok su drugi izgrađeni u periodu 1956 – 1978. Standardi za odbranu od poplava za nasipe u skladu su sa verovatnoćom pojave velikih voda jednom u 20 do jednom u 100 godina, sa različitim strukturama i materijalom za punjenje.

GLAVNI POSTOJEĆI PROBLEMI

a) Spor razvoj plovidbe

Plovni putevi čine samo 7% domaćeg teretnog saobraćaja, a najveća količina tereta se transportuje preko Dunava i Crnog mora plovnim putem dužine oko 1928 km. Razdaljina je veća, a bezbednost na deonici u Crnom moru je zabrinjavajuća. Plovidba se sporo razvija, očigledno zaostajući za drumskim i železničkim saobraćajem, sa količinom transporta koji se smanjuje iz godine u godinu, to je najslabija karika u saobraćajnoj mreži.

b) Nedovoljni razvoj hidroenergetskih resursa

U Srbiji, instalisani kapacitet hidroenergije iznosi samo 30% od ukupne proizvodnje u državi. Postoji 25 hidroelektrana na području moravske doline, sa ukupnom instalisanom snagom od oko 1500 MW, pretežno na Južnoj Moravi i na pritokama Zapadne Morave, ali ne postoje veće hidroelektrane na glavnom toku reke Morave. Prema preliminarnim proračunima i analizama, teoretske rezerve hidroenergije na glavnom toku Morave iznose 350 MW, tako da postojeći resursi nisu u potpunosti iskorišćeni.

c) Negarantovano vodosnabdevanje

Postoje 23 akumulacije na području doline Morave, pretežno locirane na njenim pritokama. Gradovi sa obe strane reke se pretežno snabdevaju vodom preko pumpi i podzemne vode. Podešavanje performansi projekta za vodosnabdevanje je slabo, dovodi do nedostatka stabilnosti u vodosnabdevanju, kao i loše bezbednosti i garantovane količine.

d) Zaostala izgradnja sistema za kontrolu poplava

Dugačka deonica duž reke Morave nema odbranbenih nasipa i brana, a velike poljoprivredne površine su izložene pretnji od poplava. Standardi izgradnje postojećih nasipa su niski, a nasipi su stari i loše održavani.

e) Nedovoljne mere za zaštitu vodnih resursa

Industrijske otpadne vode i kanalizacija iz domaćinstva iz naselja sa obe strane se direktno ispuštaju u reku sa malo zaštitnih mera.

ZAKLJUČAK

Sudeći po svemu navedenom projekat izgradnje moravskog kanala kroz Srbiju izvodljiv i isplativ, te da ima pozitivan uticaj u sledećim oblastima:

- 1) Plovidba – s obzirom na to da povezuje zapadnu i srednju Evropu sa Egejskim morem i smanjuje troškove transporta, te poboljšava mobilnost, bezbednost i kvalitet života
- 2) Proizvodnja električne energije – povećava količinu obnovljive energije u sistemu, donosi ekonomsku korist i pozitivno utiče na optimizaciju energetske strukture u Srbiji
- 3) Industrija (poljoprivreda, turizam, saobraćaj) – Zemlja je obradiva i stoga pogodna za gajenje raznih vrsta biljaka (pšenica, kukuruz, voće i mnogih drugih)
- 4) Navodnjavanje – omogućava razvoj sistema za navodnjavanje, što pozitivno utiče na poljoprivredu
- 5) Stabilnost snabdevanja pijaće vode
- 6) Zaštita od poplava

Sve ovo pozitivno utiče na razvoj industrije i privrede i na zapošljavanje ljudi, čime se povećava životni standard u tom delu Srbije.

8. POPLAVE NA BALKANU 2014

Iako su tehnika i nauka napredovale, da je tesko predvideti i sprečiti prirodne katastrofe, dokaz su poplave i klizišta koje su zahvatile zapadni Balkan na proleće 2014 godine. Urok poplava je bio ciklon koji je imao nepredviđenu putanju. Kretao se izuzetno sporo iz Mediterana preko Balkanskog poluostrva i Panonske nizije. Prenosio je hladan vazduh sa Alpa u centralno Sredozemlje, dok je u isto vreme sakupljao vlagu iz Sredozemlja i Crnog mora. Najjaču snagu, ciklon je dostigao 15 maja, sa centrom iznad zapadne Rumunije i sa najnižom vrednošću pritiska u prizemlju od 996 hPa. Ciklon se kretao od Đenovskog zaliva preko Apenina, južnog Jadrana, juga Republike Srbije, Bugarske i Rumunije, a zatim pravio putanju u obliku elipsaste “petlje” iznad jugoistočnih delova Panonske nizije (područje severne Srbije, istočne i jugoistočne Mađarske i severozapadne Rumunije. Ono što je neobičajeno za ovaj ciklon je da je odstupio od svoje uobičajene putanje prema Crnom moru.

Najveću štetu pretrpele su Srbija, Bosna i Hercegovina i Hrvatska. Poginulo je preko 62 ljudi, a bez domova je ostalo stotine hiljada ljudi. Najviše su stradali gradovi Obrenovac u Srbiji i Doboj u Bosni i Hercegovini. U Srbiji su poplave pogodile 1,6 miliona ljudi, od čega je 32000 bilo evakuisano. U Bosni i Hercegovini je bilo ugroženo 1,5 miliona stanovništva (35000) evakuisano, dok su u Hrvatskoj poplave pogodile manje područje i oko 40000 ljudi bilo pogodjeno poplavama, a 18000 evakuisanih. Sem ljudskih žrtava, oštećenih domova i bolesti koje su pretile da se razviju nakon poplave u Bosni i Hercegovini i Hrvatskoj postojala je još jedna opasnost. Poplavni talas se širio područjima na kojima su se nalazila neeksplozivna minsko polje. Postojala je opasnost da se minsko polje na taj način premeste.

Ono što je pogoršalo situaciju i dovelo do veće katastrofe je to što je Republika Srbija bila izložena padavinama i pre pojave ovog ciklona. Zapravo, od sredine aprila do početka maja, na teritoriji Republike Srbije palo je između 120 i 170 l/m². Najviše je bilo u planinskim delovima zemlje (Kopaonik, Zlatibor...), a najmanje na severu Banata i u Kikindi. Te padavine su već izazvale manje poplave i zasitile okolno zemljište vodom, tako da ni rečna korita ni aluvion nije mogao da primi dodatnu količinu vode. Podigao se nivo podzemnih i površinskih voda, tako da su nove padavine samo dovele do većih poplava i pokretanja klizišta.

Za tri dana je na području zapadnog Balkana palo toliko kiše, koliko u proseku padne za tri meseca. Na pojedinim rekama izazvale su ekstremno povećanje vodostaja koje nije zabeleženo za poslednjih 120 godina od kad su počela merenja. Poplavni talas se javio na početku na rekama sa manjim branama. Poplava je prvo zahvatila levu pritoku Save, reku Orljave. Potopljeno je oko 500 domaćinstava u okolnim selima, a u slivu reke Ilove poplavljeno je više od 100 kuća. Desne pritoke Save – Bosna, Vrbas i Una, napravile su velike štete u tim područjima. Sliv reke Drine izazvao je ekstremne poplave i klizišta. Reka Kolubara je potopila okolna sela, a najviše je stradao grad Obrenovac. Sem grada i sela, Kolubara je poplavila površinske kopove lignita (Tamnavu i Veliki Crljeni). U mestima u blizini rudnika, došlo je do mešanja vode, blata i jalovine (otpadnog materijala iz rudnika). Veliki priliv vode iz pritoka Save doveo je do ekstremnog porasta Save, pogotovu u pograničnom području. Poplavni talas je probio nasipe na levoj obali Save, uzvodno od

granice sa Srbijom. Na taj način se talas slivao duž ravnice ka Srbiji poplavivši poljoprivredna zemljišta i šume. Voda je napustila rečno korito i taj talas Save nije došao u Srbiju svom svojom jačinom, tako da su mnogi gradovi (Šabac, Beograd....) bili pošteđeni veće štete. Na slikama 24 i 25 je prikazano područje zahvaćeno poplavama iz ulga gledišta većih medijskih agencija.



Slika 24 - Mapa poplavljenih područja, CNN



Slika 25 - Mapa poplavljenih područja Al Jazeera Balkans

9. ZAKLJUČAK

Poplave koje su zadesile područje Balkana u maju 2014 godine, pokazale su da se prirodne katastrofe ne mogu lako predvideti i da mogu da izazovu veoma veliku katastrofu. Problem je što je sve veća gustina naseljenosti u oblastima pored reka. Zbog toga su ljudski životi i imovina izloženi velikom riziku.

Najveći razlog poplava na delovima bivše Jugoslavije (Hrvatskoj, Bosni i Hercegovini i Srbiji) u maju 2014 godine je neadekvatno upravljanje rekama. Neredovno održavanje rečnog korita, poslednjih decenija, dovelo je do akumulacije rečnog nanosa i zatrpavanja korita. I manja količina vode lako može da podigne nivo vode u reci.

Kao što sam prethodno napomenula, ove oblasti su ravničarske i reke, odnosno slivovi koji su doveli do poplava su sklone stvaranju bujičnih poplava baš zbog morfologije terena. Drugi razlog je veliki broj meandara na ovim prostorima koji sprečavaju oticanje voda. Voda se u njima nagomilava, izdiže i izliva. Tokom zimski perioda meandri su pogodna mesta za zadržavanje i nagomilavanje santi leda. Zbog svega toga, jedan od glavnih zadataka regulacije reka, bio bi presecanje i ispravljanje meandara (pogotovu na Savi i Drini, slika 26)



Slika 26 - Ušće Drine u Savu

Redovnim održavanjem rečnog korita, i presecanjem meandara, sem sprečavanja poplava, dobili bi i plovni put koji bi obezbedio trgovački i turistički prevoz.

Dunav je kroz Srbiju plovao mnogo više (588 km) nego kroz Hrvatsku (137 km), ali ovu prednost nismo iskoristili. Ne samo da nema dovoljan broj luka (samo jedna u Apatinu) i pristaništa nego nema ni jedna benzinska pumpa duž celog toka Dunava kroz Srbiju. Poslednja pumpa je u Vukovaru tako da se brodovi ili ne zadržavaju u Srbiji ili čak ni ne prolaze kroz nju. Po carinskim propisima, strani brod gde god da stane i koliko god puta da

stane mora da se izvrši carinska i policijska kontrola celog broda i posade. Sve to nervira brodare i oni izbegavaju da prolaze kroz Srbiju.

Prema statističkim podacima, u poslednjih 20 godina, uzrok jedne trećine ekonomske krize u svetu su poplave.

U prvom delu rada prikazane su zemlje koje su imale mnogo više problema sa vodama nego naša zemlja, kao i tehnička rešenja problema. Mnogo je para bilo uloženo u to, a strah od vode u tim regionima postoji i dan danas.

U drugom delu, prikazan je bogati hidrografski sistem Republike Srbije, i ideja da samo malo uloženog truda u održavanje tog sistema može da dovede do velike finansijske koristi sa jedne strane, kao i da se izbegnu poplave i suše sa druge strane.

U regionu treba poboljšati infrastrukturu, modernizovati saobraćaj, obezbediti pristup internetu i unaprediti komunikacione sisteme. Energija bi samim tim pojeftinila. Eksploatacija građevinskog materijala dovela bi do pojeftinjenja u građevinarstvu. Problemi obrazovanja i zapošljavanja bi u velikoj meri bili prevaziđeni. Sve se to može uravnotežiti sa pravilima i propisima o zaštiti životne okoline. Na taj način minimizovali bi se rizici poplava, suša i industrijskih katastrofa.

Odnos kamena i vode treba zaštititi i iskoristiti.

LITERATURE

- [1] Dimitrije Milanov: ODBRANA OD VELIKIH VODA DUNAVA I PRITOKA U VOJVODINI 1965 GODINE:
Direkcija hidrosistema DTD, Novi Sad, februar 1966
- [2] Lazar Jeftić: ISTORIJSKA UČESTALOST I PROSTORNA RASPODELA POPLAVA NA TERITORIJI JUGOISTOČNE EVROPE,
Novi Sad, 2010
- [3] Žarko Vukmirović: RANO UPOZORAVANJE OD POPLAVA U SRBIJI,
Novi Sad, 2011
- [4] Richard Cronin, Amit Pandya: EXPLOITING NATURAL RESOURCES
- [5] Mc. Kinsey: MAXIMIZING THE POTENTIAL OF RESOURCE – DRIVEN ECONOMIES
- [6] ZAŠTITA OD POPLAVA U SRBIJI,
Institut za vodoprivredu “ Jaroslav Černi “, Beograd, 1998
- [7] STUDIJA ODRŽIVOG RAZVOJA VODOPRIVREDE U SRBIJI
Institut za vodoprivredu “ Jaroslav Černi ”, Beograd, 2001
- [8] ZAŠTITA OD POPLAVA I UREĐENJE VODOTOKA U SRBIJI
Institut za vodoprivredu “ Jaroslav Černi “, Beograd, 2001
- [9] METEOROLOŠKI USLOVI U MAJU 2014 GODINE I
MOGUĆNOST PROGNOZIRANJA OBILNIH PADAVINA
Republički hidrometeorološki zavod Srbije
- [10] ZAŠTITA REKA ZAPADNOG BALKANA
Publikacija Evropske Unije i Ureda za udruge Vlade RH
- [11] STRATEGIJA EVROPSKE UNIJE ZA DUNAVSKI REGION
Evropska komisija
- [12] ZAKON O VODAMA
Službeni glasnik Republike Srbije
- [13] ZAKON O PLOVIDBI I LUKAMA NA UNUTRAŠNjim
VODAMA,
Službeni glasnik Republike Srbije
- [14] SERBIA FLOODS:
UN, World Bank Group

Konsultovane su internet adrese:

www.hidmet.sr.gov.yu

<http://www.meteosrbija.rs>

<http://www.politika.rs/>

<http://serbianna.com/>