

Obrana od poplava

Protection from floods

Josip Silaj

SAŽETAK

Poplave su u cijelom svijetu, a tako i kod nas, jedna od najučestalijih elementarnih nepogoda. Rješavanju takvih problema uglavnom se pristupalo uređivanjem vodenih tokova i gradnjom nasipa kao preventivnih mjera, te po-
duzimanjem različitih operativnih mjera kao što su po-
stavlanje vodenih pregrada u hitnim situacijama. Danas vidimo da te mjere nisu dovoljne jer su poplave sve učestalije, a samim time dovode se u opasnost i ljudski životi, životinje i imovina. Kako napreduje tehnologija u zaštiti i spašavanju, tako dolazi i do promjena u obrani od poplava. Postoji niz takvih obrambenih mjera koje kod nas još uvijek nisu poznate, npr. uzmimo samo za primjer koliko ljudi i tehnike treba da se postavi vodena brana sagrađena od vreća s pijeskom, dok postoji niz drugih jednostavnijih i učinkovitijih vodenih pregrada, ali sve one nose sa sobom svoje mane i prednosti. Kako bi se što efikasnije i brže mogle provoditi mjere obrane od poplava, odnosno izgradnja vodenih pregrada u izvanrednim situacijama, došlo se do izuma nekih novih vodenih pregrada koje bi trebale olakšati i ubrzati kriznu situaciju nastalu na određenom području. Više o tim novim metodama obrane od poplava bit će prikazano u daljnjem radu.

Ključne riječi: poplave, obrana, nove tehnologije

Summary

Floods in the world, but also in our country, are one of the most common natural disasters. Preventive measures in solving problems caused by floods are regulating water flows and building of dams. In emergencies various operative measures such as setting up water barriers are used. Nowadays we realise that these measures are not sufficient because floods occur more and more often, which puts into danger human lives, animals and properties. As the technology of protection and saving is improving, some shifts in the flood defense have been done. There is a whole variety of defense measures that we are still not familiar with. For example, a

lot of people and technics is needed to set up a water barrier built of sandbags, whereas there are a lot of other simpler and more efficient water barriers, but all of them have their advantages and disadvantages.

Building of regulating and protective water structures is conducted according to the Programme of building of regulating and protective water structures, which is enacted by the Government of the Republic of Croatia and proposed by the sectoral minister. Technical and economical maintenance of watercourses, water resources and water structures is based on the Programme of arranging of rivers and other watercourses. This programme is part of the annual plan of water management and is enacted by Croatian Waters in accordance with the Ministry of the regional development, forestry sector and water economics.

Policies and measures to protect nature and the environment will be incorporated In the above plans of water management. The idea to be able to carry out flood protection measures and the construction of water barriers in emergency situations more efficiently and more quickly led to the invention of some new water barriers which would facilitate and accelerate the crisis situation caused on the specific area. In the further work more about these new methods of flood defense will be revealed.

Keywords: floods, defense, new technology

UVOD

Introduction

Poplave su prirodni fenomeni čije se pojave ne mogu izbjeći, ali se poduzimanjem različitih preventivnih mjera rizici od poplavljanja mogu sniziti na prihvatljivu razinu. U Hrvatskoj su poplave među opasnijim elementarnim nepogodama i na mnogim mjestima mogu uzrokovati gubitke ljudskih života, velike materijalne štete, devastiranje kulturnih dobara i ekološke štete. Problematici zaštite od poplava dodatnu dimenziju danas daje i zaštita okoliša od nekontroliranih širenja zagađenja poznatog i nepoznatog porijekla putem poplavnih voda.

Spoznaje o količinama i rasporedu površinskih voda oduvijek su bile nužne za planiranje iskorištavanja i zaštitu od voda, te se početkom 19. stoljeća na prostoru Hrvatske započinje s organiziranim mjerenjima vodostaja i određivanjima protoka. U 20. stoljeću započinju i mjerenja temperature vode, pronosa nanosa i pojava leda, u znatno manjem opsegu. Postupno se povećavao i broj mjernih stanica, a posljednjih se petnaestak godina kretao od 450 do 500.

Upravljanje vodnim resursima kritično je tijekom ekstremnih situacija, suša i poplava kojih je pod utjecajima prirodnih i antropogenih čimbenika sve više. Trendovi suša i poplava, te povećanja temperatura zraka u Hrvatskoj, osobito su pojačani tijekom posljednjih petnaestak godina.

Postupnim naseljavanjem i intenziviranjem iskorištavanja zemljišta na poplavnim područjima tijekom posljednjih dvjestotinjak godina rasle su potrebe za učinkovitom zaštitom od poplava, te zaštitom od erozije i melioracijskom odvodnjom kao njezinim sastavnim komponentama. Značajni regulacijski, zaštitni i melioracijski radovi na nekim su područjima započeli još u devetnaestom stoljeću, a osobito su bili intenzivni tijekom razdoblja od početka šezdesetih do kraja osamdesetih godina dvadesetog stoljeća, čime su bitno smanjene moguće štete od poplava i znatno povećani prinosi poljoprivredne proizvodnje.

VODE I UPRAVLJANJE VODAMA - *Water and water management*

Voda je jedinstven i nezamjenjiv prirodni resurs ograničenih količina i neravnomjerne prostorne i vremenske raspodjele. Iz činjenice da su svi oblici života i sve ljudske aktivnosti više ili manje vezane uz vodu, jasno proizlazi važnost odnosa prema vodi i značenje dokumenata kojima se taj odnos uređuje. Gospodarski razvoj i urbanizacija dovode, s jedne strane do velikog porasta potreba za vodom, a s druge, do ugrožavanja vodnih resursa i vodnoga okoliša. Voda tako može postati ograničavajući čimbenik razvoja, te prijetnja ljudskom zdravlju i održivosti prirodnih ekosustava. Stoga je za svako društvo posebno važno uravnotežiti te odnose i osmisliti politiku i strategiju uređenja, iskorištavanja i zaštite vodnih resursa.

Hrvatska se ubraja u skupinu vodom relativno bogatih zemlja u kojoj problemi s vodom i oko vode još nisu zaoštrjeni i vodni resursi zasad nisu ograničavajući čimbenik razvoja. Prema istraživanjima UNESCO-a iz 2003. godine, Hrvatska je po dostupnosti i bogatstvu vodenih izvora na vrlo visokom 5. mjestu u Europi, a na 42. u svijetu. Bilance površinskih i podzemnih voda pokazuju da Hrvatska raspolaže velikim, nejednoliko prostorno i vremenski raspoređenim, količinama površinskih i podzemnih voda. Sukladno tome, institucije zadužene za upravljanje vodama

imaju ovlasti, obvezu i mogućnosti osmisliti kvalitetna i usklađena rješenja, održiva za sve dijelove vodnoga sustava i sve djelatnosti vodnoga i o vodi ovisnoga gospodarstva. U tome se polazi od koncepcije održivog razvoja za koji se Republika Hrvatska opredijelila, a koji je zasnovan na sljedećim načelima:

- racionalno upravljanje prirodnim resursima;
- očuvanje ekoloških sustava na kojima počiva ukupna kakvoća života sadašnjih i budućih generacija uz očuvanje biološke raznolikosti;
- otklanjanje nejednakosti koje ugrožavaju socijalnu koheziju, pravdu i sigurnost;
- ostvarenje predviđenoga gospodarskog rasta;
- osiguranje integracije u globalno društvo, uz zadržavanje vlastita identiteta.

OPĆE ZNAČAJKE - *General features*

Prostorni raspored površinskih (rijeke, jezera, prijelazne i priobalne vode) i podzemnih voda i njihova veza primarno su određeni morfološkim i hidro-geološkim značajkama područja Hrvatske. Sve vode su dio crnomorskog ili jadranskog sliva, a razvodnica ide kroz gorsko-planinsko područje. U crnomorskom slivu dominiraju veći vodotoci kao što su Sava, Drava i Dunav s velikim brojem manjih podslivova. U jadranskom slivu gustoća i duljina površinskih vodotoka znatno je manja, ali postoje značajni podzemni tokovi kroz krške sustave. Ukupna duljina svih prirodnih i umjetnih vodotoka na prostoru Hrvatske procjenjuje se na oko 32.100 km.

BILANCA KOPNENIH VODA - *The balance of inland water*

Bilanca voda zasnovana je na analizama prosječnih tridesetogodišnjih podataka za crnomorski i jadranski sliv. Iskorišteni su izmjereni podaci oborina, temperatura zraka i protoka u vodotocima tijekom posljednjeg neprekinutog 30-godišnjeg razdoblja (1961. - 1990.) koje se smatra reprezentativnim za donošenje pouzdanih zaključaka. U razdoblju od 1991. do 2000. godine meteorološki i hidrološki nizovi zbog ratnih su razaranja bili prekinuti gotovo na trećini hrvatskoga državnog teritorija.

Crnomorski sliv je bogatiji ako se u obzir uzmu vlastite i tranzitne vode, dok su vlastite vode jadranskoga sliva znatno izdašnije po jedinici površine sliva. Vode koje dotječu iz Bosne i Hercegovine u jadranski sliv nisu tranzitne u doslovnome smislu jer utječu u Jadransko more. Otoci su iskazani kao posebna cjelina.

Prema prosječnoj vodnoj bilanci područje Hrvatske obiluje vodama, ali unutar godišnji raspored količina voda nije povoljan, jer postoji izrazita prostorna i vremenska neravnomjernost u rasporedu vodnoga bogatstva.

UREĐENJE VODOTOKA - *Regulation of watercourses*



Slika 1. Slivovi voda u Republici Hrvatskoj

Figure 1. Water basins in Croatia

Uređenje vodotoka i drugih voda obuhvaća: građenje, tehničko i gospodarsko održavanje regulacijskih i zaštitnih vodnih građevina i vodnih građevina za melioracijsku odvodnju, tehničko i gospodarsko održavanje vodotoka i vodnog dobra, te druge radove kojima se omogućuju kontrolirani i neškodljivi protoci voda i njihovo namjensko iskorištavanje. Zaštita od štetnoga djelovanja voda obuhvaća djelovanja i mjere za: obranu od poplava, obranu

od leda na vodotocima, zaštitu od erozija i bujica, te za otklanjanje posljedica od takvih djelovanja. Pri obavljanju takvih radova poštuju se uvjeti zaštite prirodnih značajki.

ZNAČAJKE POPLAVA - *Features of floods*

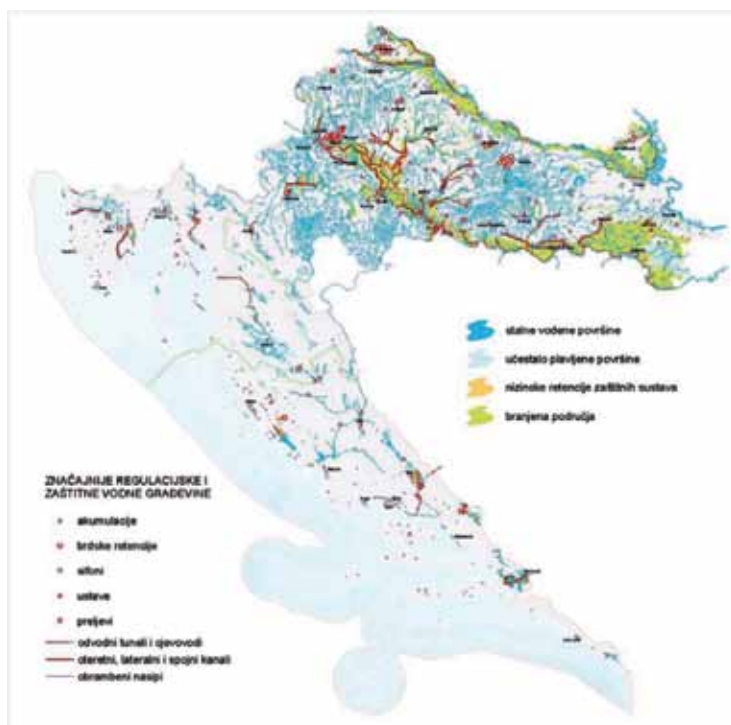
Poplave su prirodni fenomeni koji se rijetko pojavljuju i čije se pojave ne mogu izbjeći, ali se poduzimanjem različitih preventivnih građevinskih i ne građevinskih mjera rizici od poplavlivanja mogu smanjiti na prihvatljivu razinu. One su među opasnijim elementarnim nepogodama i na mnogim mjestima mogu uzrokovati gubitke ljudskih života, velike materijalne štete, devastiranje kulturnih dobara i ekološke štete. Zbog prostranih brdsko-planinskih područja s visokim kišnim intenzitetima, širokih dolina nizinskih vodotoka, velikih gradova i vrijednih dobara na potencijalno ugroženim površinama, te zbog nedovoljno izgrađenih i održavanih zaštitnih sustava, Hrvatska je prilično ranjiva od poplava. Procjenjuje se da poplave potencijalno ugrožavaju oko 15% državnoga kopnenog teritorija, od čega je veći dio danas zaštićen s različitim razinama sigurnosti.

Prirodne poplave koje se pojavljuju u Hrvatskoj mogu se svrstati u pet osnovnih skupina:

1. riječne poplave zbog obilnih kiša i/ili naglog topljenja snijega,
2. bujične poplave manjih vodotoka zbog kratkotrajnih kiša visokih intenziteta,
3. poplave na krškim poljima zbog obilnih kiša i/ili naglog topljenja snijega, te nedovoljnih propusnih kapaciteta prirodnih ponora,
4. poplave unutarnjih voda na ravničarskim površinama,
5. ledene poplave, a još su moguće i umjetne (akcidentne) poplave zbog eventualnih proboja brana i nasipa, aktiviranja klizišta, neprimjerenih gradnji i slično.

Znatan su problem i poplave u urbanim sredinama zbog kratkotrajnih oborina visokih intenziteta koje zbog velikih koncentracija stanovništva na relativno malim prostorima često uzrokuju velike materijalne štete, a za koje se zaštitne mjere planiraju na lokalnim razinama u okvirima poslova odvodnje oborinskih voda iz naselja.

Najveće zabilježene poplave u Hrvatskoj tijekom posljednjih stotinjak godina bile su:



Slika 2. Zaštitni sustavi namijenjeni za obranu od poplava na teritoriju hrvatske

Figure 2. Protective systems intended for flood protection in the territory of Croatian

- poplave Dunava: godine 1926. i 1965.;
- poplave Drave: godine 1964., 1965., 1966. i 1972.;
- poplave Mure: godine 1965. i 1972.;
- poplave Save: godine 1933., 1964., 1966., 1990. i 1998.; 2010.;2012.;2014.;
- poplave Kupe: godine 1939., 1966., 1972., 1974., 1996. i 1998.;
- poplava Une: godine 1974.;
- poplave Neretve: godine 1950., 1995. i 1999.

Iako su intenzivnom izgradnjom zaštitnih sustava u drugoj polovici dvadesetog stoljeća rizici od poplavljanja na većini područja u Hrvatskoj znatno smanjeni, nedavna zapadnoeuropska iskustva pokazuju da se poplave mogu dogoditi i tamo gdje ih nitko ne očekuje, odnosno da se mogu pojaviti i veće vode od projektnih velikih voda vrlo dugih povratnih razdoblja na koje su sustavi dimenzionirani. Dosadašnje procjene šteta nakon poplava po-

svuda po svijetu, pa tako i u Hrvatskoj, pokazale su da su one uvijek bile mnogo veće od troškova provedbe preventivnih mjera. Jedna od mnogih potvrda te činjenice bila je uspješna evakuacija velikoga vodnog vala na Savi 1990. godine s nepovoljnijim hidrološkim značajkama od onog iz 1964. godine, koji je zbog tadašnje nedovoljne razvijenosti zaštitnog sustava izazvao katastrofalnu poplavu u Zagrebu. Problematiči zaštite od poplava dodatnu dimenziju danas daje i zaštita okoliša od nekontroliranih širenja onečišćenja poznatog i nepoznatog porijekla putem poplavnih voda. Takva iskustva stoga nalažu stalni oprez i trajnu brigu o stanju zaštitnih sustava.

PRAĆENJE I PROGNOZIRANJE HIDROMETEOROLOŠKIH POJAVA - *Monitoring and forecasting of hydrometeorological phenomena*

Radi efikasnije provedbe operativne obrane od poplava, Hrvatske su vode sukladno Državnom planu obrane od poplava postavile i automatizirale dio mjerodavnih vodomjera, čime su podaci o vodostajima u realnome vremenu dostupni centrima obrane od poplava. Izmjereni podaci o vodostajima s automatiziranih mjerodavnih vodomjera u realnom su vremenu dostupni i na teletekstu Hrvatske televizije, na web stranici Hrvatskih voda, te na mobilnim telefonima.

Podaci o izmjerenim visinama oborina uglavnom nisu raspoloživi u realnom vremenu, što stvara teškoće pri operativnoj obrani od poplava na manjim slivovima s kratkim vremenima koncentracije otjecanja. Sustavno prognoziranje vodostaja i protoka u Hrvatskim vodama provodi se za 5 karakterističnih lokacija na dionici Save od državne granice sa susjednom Slovenijom do Jasenovca (Jesenice, Zagreb, Rugvica, Sisak - Crnac i Jasenovac), te za Kupu u Karlovcu, što je nedovoljno.

MELIORACIJSKA ODVODNJA - *Melioration drainage*

Sustavi melioracijske odvodnje grade se radi brze i učinkovite odvodnje viška vode s poljoprivrednih i drugih nizinskih površina, a pretpostavka za njihovu gradnju jest prethodna zaštita melioracijskih područja od poplava vanjskih voda. Nužan su preduvjet za intenzivnu poljoprivrednu proizvodnju, te za zaštitu od poplava unutarnjih voda na ravničarskim područjima.

Većina postojećih sustava melioracijske odvodnje danas je uglavnom u lošem stanju kao posljedica prevelike usitnjenosti posjeda, nesanimiranih ratnih šteta ili nedovoljnog održavanja zbog nedostatka novčanih sredstava

RASKLOPIVE VODENE PREGRADE - *Demountable flood barriers*

Rasklopive vodene barijere mogu se koristiti u gotovo svim slučajevima i to u obliku lukova, kvadrata, krugova i dužina. Rasklopne vodene pregrade se postavljaju na područjima gdje se nalaze nagibi i do 20 stupnjeva.

GEODESIGN PREGRADA – *Geodesign barriers*

Jedna od najčešće korištenih privremenih vodenih prepreka u svijetu je Geodesign pregrada. Korištena je u cijeloj Europi, kao i Sjevernoj Americi i Australiji s više od 24000 m u upotrebi. U mogućnosti je zadržati vodeni val visine do 2.4 m.

Ovaj proizvod se također može koristiti i za sigurno presmjeravanje vode ili kao vodena brana. Prednost ovakve pregrade je u tome što su vrlo pouzdane i omogućavaju nadogradnju u slučaju dolaska većeg vodenog vala nego što je bilo najavljeno. Nedostatak je u tome što se postavlja vrlo sporo i zahtijeva dosta ljudi.



Slika 3. Geodesign pregrada postavljena radi usmjeravanja nabujalih voda

Figure 3. Geodesign barrier set up to guide the swollen waters

PRINCIP RADA GEODESIGN PREGRADE - *The principle of operation Geodesign barrier*

Geodesign pregrade izgrađene su od kvalitetnih materijala koji su pouzdani u sustavu zaštite od poplava. Takav sustav pregrada za zaštitu od poplava koristi se od strana Europske civilne zaštitne agencije, građevinskih radova i agencije za zaštitu okoliša.



Nosači su otvoreni i postavljeni
Brackets are open and laid



Nosači su spojeni pomoću vodoravnih profila
The carriers are joined by a horizontal profile



Aluminijske ploče su pričvršćene pomoću ALU-kopči
Aluminum plates are attached using aluminum-buckles



Platna prekrivaju prednji dio pregrade
Canvas covering the front of the barrier



Stražnji pogled na pregradu
Rear view of the bay

Slika 4. Geodesign pregrada

Figure 4. Geodesign barriers



Slika 5. Poplave u Ironbridge, Wales 2004

Figure 5. Flooding in Ironbridge, Wales 2004

Čelični nosači su smješteni u željeni položaj i međusobno su povezani pomoću vodoravnih profila koji održavaju razmak između okvira pružajući jednostavnost izgradnje i izgradnju konstrukcije visoke čvrstoće. Geodesign barijera sastoji se od niza čeličnih pocinčanih sklopivih nosača koji se lako zatvaraju i otvaraju u položaju od 45°. Ovisno o modelima, aluminijski limovi, šperploče ili palete osigurani su na nosačima i prekriveni vodonepropusnim platnom. Jedinstveni dizajn Geodesign barijere omogućuje povećavanje pregrade i u slučajevima kada su pregrade već postavljene, a očekuje se daljnji porast vodostaja.

VODENI KAVEZ – SAMOPUNJUJUĆA VODENA BRANA - *Water Gate Self inflating Barrier*

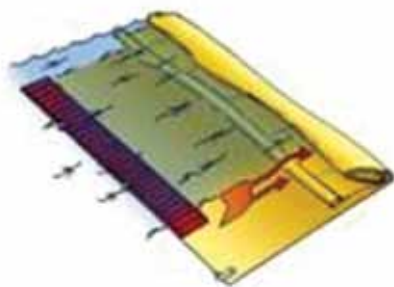
Vodeni kavez je prijenosna i samopunjujuća vodena brana za višekratnu upotrebu koja može zamijeniti tradicionalne metode obrane od poplava kao što su vreće sa pijeskom, zemlja, kamenje itd. Može se instalirati ili ukloniti za nekoliko minuta, te ponovo spakirati i koristiti na nekoj drugoj lokaciji. Nedostatak ove vodene pregrade je u tome što se u slučaju dolaska većeg vodenog vala od predviđenog ova pregrada ne može nadograditi.

Prijenosne brane mogu biti transportirane vozilom ili mogu biti prenosive, te se mogu postaviti za nekoliko minuta u slučaju poplave. U mogućnosti su zadržati vodeni val visine do 2 m. Vodeni kavez može postaviti samo jedna osoba, uz dostupnost od nekoliko različitih visina i duljina mogu se povezati i tako stvoriti duže dionice.

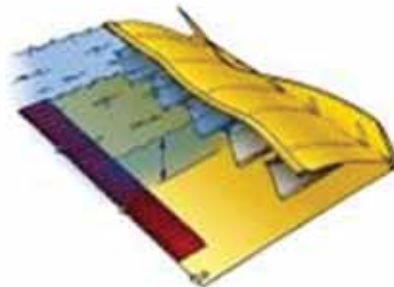
Vodeni kavez može se koristiti u više situacija kao što su poplave, stvaranje akumulacijskih jezera i brana, preusmjeravanje vodotoka i zaustavljanje onečišćenih voda ili tekućina.

PRINCIP RADA VODENOG KAVEZA - *The principle of operation of the water cages*

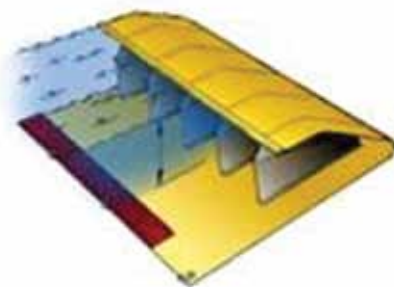
Vodeni kavez je brza samopunjujuća vodena brana koja koristi težinu nadolazeće vode kako bi zaustavila vodu. Njegov jedinstveni dizajn omogućuje vodi da sama utječe u branu gdje se sama raspoređuje i stabilizira na licu mjesta.



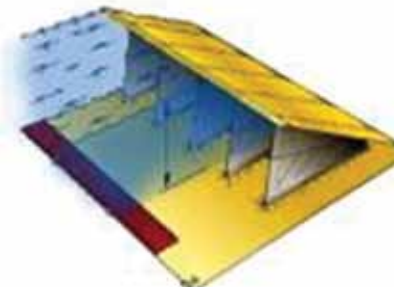
Voda razvija branu i utječe unutar brane
Water dam develops and affects the dam



Kako voda nadolazi tako se brana širi i razvija
How water is coming so the dam is expanding and evolving



Vrh vodene brane prekriva vodene valove te se i dalje nastavlja razvijati
Top water dams covering water waves and continues to develop



Vodena brana je u potpunosti razvijena
The water dam is fully developed

Slika 6. Vodeni kavez

Figure 6. Water cages

Korištenjem ove jedinstvene metode samootvaranja vodnog kaveza smanjuje se vrijeme, uloženi trud i broj ljudi potrebnih za implementaciju ovoga sustava, tako da je ovo prilično brza i efikasna obrana od poplava.

Ovakav princip i način spajanja omogućava da se spajaju dijelovi brana različitih visina.

VODENA PREGRADA PUNJENA VODOM - WIPP *Water-inflated Flood Barrier*

Vodena pregrada punjena vodom dizajnirana je kako bi zaustavila poplavne vode. Ovakav sustav obrane od poplava temelji se na ugrađenoj unutarnjoj pregradi koja služi stabiliziranju cijelog sustava. Poplavna pregrada punjena vodom odlikuje se malom težinom, brzim postavljanjem i rastavljanjem, skladišti se u cjelini, lako je popravljiva i služi za višekratnu upotrebu.

Kako bi se sustav instalirao, jednostavno ga treba odmotati i napuniti s bilo kojim dostupnim izvorom vode.

PRINCIP RADA - *Work principles*

Ovakva pregrada koristi tri glavne komponente potrebne za rad.

Prva komponenta je nadvođe (*freeboard*). To je dio pregrade koji se nalazi iznad površine vode i mora činiti minimalno 25% pregrade kako bi takav sustav uspješno funkcionirao. Nadvođe se može povećati ako se pokaže kako je pregrada izložena ili će u doglednom vremenu biti izložena velikim brzinama vode (do 1 m/s), glatkoći tla ili drugim odgovarajućim hidrostatskim uvjetima.

Druga komponenta je površinsko trenje (*surface friction*). Ono stabilizira pregradu kada je izložena djelovanju vode s jedne strane. Površine poput cesta, betona i prometnih površina će imati veće površinsko trenje. Pregrade koje su izložene mekanom i skliskom tlu zahtijevaju veće nadvođe.



Slika 7. Vodena pregrada punjena vodom

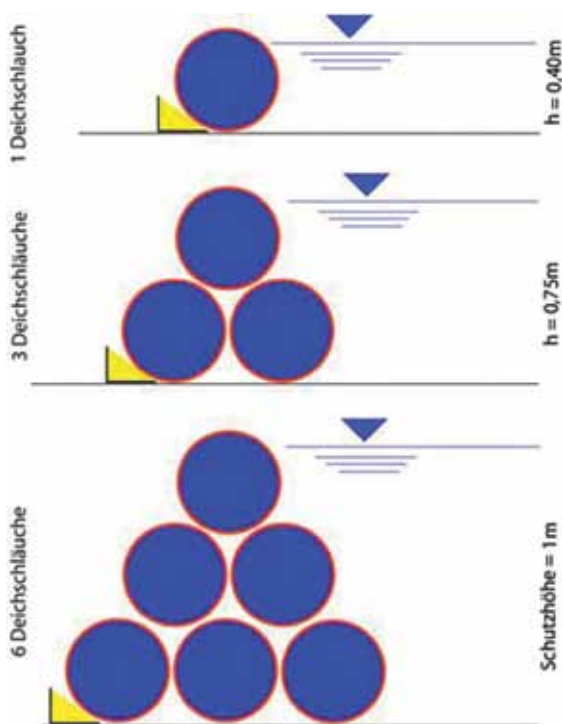
Figure 7 WIPP Water-inflated Flood Barrier

Unutarnji usmjerivač (*Internal Baffle System*) je treća komponenta u sustavu i on tvori sigurnosni usmjerivač koji počinje djelovati kada je pregrada izložena većem djelovanju pritiska vode na jednoj strani.

Pregrade se mogu spajati pomoću jednostavnog postupka preklapanja koji omogućuje prepri korištenje u širokom rasponu konfiguracije. Nakon što je početna pregrada napunjena, susjedna barijera se postavlja tako da se jedan kraj pregrade stavi na već postavljenu barijeru. Veličina pregrade koja se preklapa ovisi o visini barijere.

Zatim se napuni vodom i druga pregrada. Težina vode iz druge prepreke će pritisnuti vodu iz prve prepreke i na taj način dolazi do brtvljenja između prepreka. Pregrade se mogu spojiti pod gotovo bilo kojim kutom.

TIGER BRANA - *Tiger dam*



Zbog sve veće potrebe za alternativnim sredstvima u sustavu zaštite od poplava, američki savez za kontrolu poplava razvio je jednostavan sustav Tiger brana koji je zamišljen kao privremena nužda i pogodan za upotrebu u bilo kojoj situaciji. Takav sustav sastoji se od izduženih fleksibilnih cijevi koje se mogu brzo složiti, spojiti i napuniti s vodom. Struktura piramidičnog oblika stvara pregradu za zaštitu objekata, odmarališta ili bilo kojih drugih objekata prije početka poplave. Cijevi se mogu puniti preko hidranta, pumpe ili nekim drugim izvorom vode. Cijevi mogu biti posložene do visine od 9.7m dok im je dužina neograničena. Mogu biti bilo koje duljine i zauzeti bilo koji oblik. Svaka cijev dok je prazna teži 24 kg, dok napunjena vodom teži 2351 kg.

Slika 8. Tiger brana

Figure 8. Tiger dam

Takva privremeno napravljena tigar brana se počinje prazniti odnosno ispuštati vodu onog trenutka kada se ustanovi da više nema opasnosti od poplava. Rezultat je ponovo korištenje sustava bez upotrebe vreće s pijeskom. Kada se poplavne vode povuku, voda iz cijevi se može ispuštiti za nekoliko minuta, smotati i opet upotrijebiti na nekoj drugoj lokaciji.

Prednost ovakve brane je u tome što se lako nadograđuje za potrebe vodenog vala i vrlo je praktična za postavljanje i prebacivanje na druga područja kojima prijeti poplava.



Slika 9. Tigar brana prikazana u nekoliko različitih položaja

Figure 9. Tiger dam displayed in several different positions

Kada je ispravno postavljena, tigar brana može zaustaviti i do 100 % nadolazeće vode. Cijevi se lako mogu popraviti s kitom, ceradom ili samo privremeno ljepljivom trakom. Nije potrebno koristiti ni jedan oblik teške opreme kako bi se postavila tigar brana koja je idealna za zaustavljanje vode na vrhovima obala, na nasipima i na cesti.

VREĆE S PIJESKOM - Sandbags

Jedna od najčešće korištenih sredstava za obranu od poplava jesu vreće s pijeskom. Kako bi se smanjila šteta od poplava, vreće s pijeskom moraju biti pravilno popunjene i postavljene. Vreće se mogu puniti s bilo kojim materijalom, ali pijesak je najbolji i najlakši materijal koji se koristi za punjenje vreća. Prašina i glina su bolji materijali od pijeska u sprečavanju poplava, ali teško se služiti njima u punjenju vreća. Poželjno je koristiti vreće s pijeskom koje nisu težine preko 15 kg jer će s njima rukovati i starije osobe te djeca.

Korištenje vreća s pijeskom je jednostavan i učinkovit



Slika 10. Punjenje vreće

Figure 10. Filling bags

način da se spriječi ili smanji šteta od poplavnih voda. Gradnja prepreka od vreća s pijeskom ne jamči u potpunosti zaustavljanje vode, ali je zadovoljavajuća za korištenje u većini situacija.

Punjenje vreća s pijeskom je operacija za dvije osobe. Obje osobe trebale bi nositi rukavice za zaštitu ruku. Jedan član tima treba staviti praznu vreću između ili malo ispred raširenih nogu s raširenim rukama. Grlo vreće treba biti savijeno tako da tvori ovratnik, a održava se rukama tako da omogućuje drugom djelatniku da isipa sav materijal s lopate u vreću. Osoba koja drži vreću treba stajati s lagano savijenim koljenima, a glava i lice trebaju biti što udaljeniji od lopate.

Vreće trebaju biti napunjene između jedne trećine ($1/3$) i jedne polovine ($1/2$) kapaciteta. Ovakav način punjenja dopušta vreći da ne bude preteška i da se postavi na mjesto uz dobro brtvljenje, odnosno nepropusnosti vode između vreća ili između vreće i tla. Za velike operacije punjenje vreća može biti ubrzano pomoću mehanizacije, međutim mehanizacija nije uvijek dostupna u hitnim slučajevima.

MEHANIZACIJA ZA PUNJENJE VREĆA S PIJESKOM – *Sandbag Machines*



Slika 11. Sahara - stroj za pakiranje pijeska

Figure 11. Sahara Sand packing machine

Koristeći dva punjača, dvije osobe su u mogućnosti da napune do 750 vreća pijeska u težini od 25 kg svaki sat vremena. Svaka torba je ispunjena s jednakom količinom pijeska koja se kreće od 20 do 40 kg. Potrebna težina može se ručno postaviti na početku ili može biti promijenjena tijekom rada. Ista težina pijeska je jako dobra jer omogućava lakši prijevoz vreća do mjesta na koje se postavljaju. Zgodan i praktičan zatvarač omogućuje brzo i jednostavno zatvaranje vreća s pijeskom. Težina bez pijeska: 400 kg.



Slika 12. Kralj pijeska 800 Turbo

Figure 12. Power Sanding 800 Turbo

- Pogon: Pogonska snaga iz traktora ili sličnog vozila ili kao dodatna opcija: elektromotorni pogon
 - Volumen: 800 litara pijeska
 - 7 velikih brzih cijevi za punjenje vreća,
 - Standardna crvenu boja: RAL standard 3000, ostale boje su moguće po želji
 - Izvedba: Više od 600 vreća po cijevi, tj. više od 4.200 vreća po satu
 - Pogonska osovina za snažan prijenos
 - Prikladno za sve uobičajene veličine vreća s pijeskom na zahtjev
- Ovakav stroj za punjenje pijeska je vrlo siguran, jeftin,



Slika 13. Pauk-stroj za punjenje vreća

Figure 13. Spider sandbag machine

lako prenosiv, brz i učinkovit u punjenju vreća. Može se postaviti za nekoliko minuta, a zatim se preseliti jednako brzo na drugo prioritetno područje.

Pauk stroj za punjenje vreća može proizvesti više od 5000 vreća napunjenih s pijeskom na sat u pješčaniku ili u velikom skladištu za vrijeme nevremena, a vreće s pijeskom onda se mogu transportirati na područja ugrožena od poplava prema potrebi. Pauk je pogonjen sa 1/3 HP elektromotornim uređajem.

VODENE PREGRADE KOJE SE UGRAĐUJU ZBOG ZAŠTITE POJEDINIH OBJEKATA - *Water barriers which are installed for the protection of individual objects*

Upoznati smo sa četiri vrste vodenih pregrada i to :

- rasklopne vodene pregrade
- staklene vodene pregrade
- podizne vodene pregrade
- spuštajuće vodene pregrade

Vrste i dizajni vodenih prepreka sežu od jednostavnih izvedbi pa sve do automatskih vodenih prepreka koje se koriste kada su potrebne.

Automatske vodene pregrade mogu biti izvedene tako da se same podižu s rastom vode ili se mogu ručno podizati sa ovisno o porastu vode.

Rasklopive vodene barijere mogu se koristiti u gotovo svim slučajevima i to u obliku lukova, kvadrata, krugova i dužina. Rasklopne vodene pregrade se postavljaju na područjima gdje se nalaze nagibi i do 20 stupnjeva.

NERASKLOPIVE VODENE PREGRADE - *Non-dismountable water barriers*

Nerasklopive vodene pregrade postavljaju se na ona mjesta gdje se očekuje učestala opasnost od nabujalih voda ili obilnih padalina te su stoga potrebni sustavi za obranu od poplava koji omogućavaju njihovo brzo i jednostavno korištenje u svakom trenutku. Obično se koriste za obranu stambenih ili privatnih objekata.

Svaka staklena pregrada sastavljena je od posebno dizajniranih stakla visoke čvrstoće, konstrukcijskih okvira projektiranih tako da izdrže statička i udarna opterećenja, sustavom za pričvršćivanje i posebno izvedene vodonepropusne brtve. Staklene pregrade postavljaju se na mjesta gdje se očekuje razine vode do 1.8 m.



Slika 14.
Podizne vodene pregrade

Figure 14.
Lifting water barriers



Slika 15.
Spuštajuće vodene pregrade

Figure 15. The sweeping water barriers

Podizne vodene pregrade služe uglavnom na mjestima gdje se očekuje prolaz vozila.

Kako bi se omogućio nesmetani promet vozila, pregrada je spuštena ispod razine tla dok se u slučaju poplava pregrada podiže ovisno o porastu vode.

Takve vodene pregrade mogu biti aktivirane pritiskom tipke, automatski aktivirana preko senzora ili ručnim aktiviranjem.

Kada nije u upotrebi, spuštajuće vodena pregrada se nenametljivo nalazi iznad branjenog prostora. Može biti aktivirana automatskim senzorom ili pritiskom tipke.

ZAKLJUČAK

Conclusion

Poplave su u Hrvatskoj među opasnijim elementarnim nepogodama i na mnogim mjestima mogu uzrokovati gubitke ljudskih života, velike materijalne štete, devastiranje kulturnih dobara i ekološke štete. „U Hrvatskim vodama kažu kako je sustav obrane od poplava izgrađen i funkcionalan u opsegu od oko 70 posto i kako do poplava, u pravilu, dolazi na područjima koja je jako teško braniti” (preuzeto s: <http://www.index.hr/vijesti/clanak/jesu-li-se-mogle-sprijeciti-poplave-saznajte-koliko-hrvatska-ulaze-u-nasipe-a-koliko-trosi-na-stete/729699.aspx>).

Na području Siska ove godine sudjelovao sam na obrani od poplava na mjestima koje povezuju Sisak i glavni grad te iz vlastitog iskustva mogu reći kako je navod iz Hrvatskih voda pogrešan jer su se branjena mjesta nalazila tik uz glavnu prometnicu. Obrana od poplava na području RH uvelike zaostaje za tehnologijom koja se razvile u zadnjih nekoliko desetljeća.

Nažalost, moram zaključiti kako je sustav obrane od poplava nedostatan za učinkovitu obranu jer se naš sustav obrane još uvijek bazira na vrećama s pijeskom.

LITERATURA

References

1. *Plan zaštite i spašavanja za područje Republike Hrvatske, Državna Uprava za zaštitu i spašavanje, Zagreb, lipanj 2010.*
2. *Strategija upravljanja vodama, Hrvatske vode, Zagreb, ožujak 2009.*
3. *www.freepatentsonline.com*
4. *www.gfederas.com*
5. *sandbadger.net*
6. *www.ogniochron.eu*
7. *www.progressiveinnovations-llc.com*
8. *earthbagbuilding.wordpress.com*
9. *<http://www.nww.usace.army.mil/>*
10. *<http://www.environmentalsolutions.dk>*
11. *<http://en.megasecureurope.com/>*
12. *<http://www.floodprotectionsolutions.co.uk/>*
13. *<http://www.hydroresponse.com/watergate.htm>*
14. *info@usfloodcontrol.com*
15. *info@internationalfloodcontrol.com*