

ERAZMUS+ PROJEKAT



NatRisk

PRIRUČNIK

za obuku civilnog sektora
u situacijama prirodnih katastrofa

Januar, 2018.

www.natrisk.ni.ac.rs

SADRŽAJ

1. Zemljotresi kao prirodne katastrofe.....	2
1.1. Seizmičnost.....	2
1.2. Predviđanje pojave zemljotresa.....	8
1.3. Efekti zemljotresa.....	9
1.4. Seizmička aktivnost na teritoriji Bosne i Hercegovine.....	11
1.5. Normativno-pravni okvir angažovanja subjekata sistema zaštite i spasavanja u slučaju zemljotresa u Bosni i Hercegovini.....	15
1.6. Studije, mjere i aktivnosti za umanjeње efekata zemljotresa prije nastanka prirodne katastrofe.....	18
1.7. Mjere i aktivnosti nakon zemljotresa.....	23
1.8. Dugoročne mjere i aktivnosti nakon zemljotresa.....	29
1.9. Mjesto i uloga pojedinaca građana u slučaju potresa...	29
2. Poplave.....	34
2.1. Uvod.....	34
2.2. Uzroci i vrste poplava.....	35
2.3. Poplave u Bosni i Hercegovini.....	40
2.4. Štete od poplava.....	43
2.5. Zaštita od poplava.....	47
2.6. Zaključak.....	60
3. Klizišta.....	64
3.1. Uvod.....	64
3.2. Klizišta i priroda u BiH.....	64
3.3. Uloga pojedinaca i zajednice u prevencija pojave klizišta i ublažavanje rizika.....	69
3.4. Hitne interventne mjere i postupak sanacije klizišta....	71
3.5. Mjere sanacije klizišta.....	81
3.6. Mjesto i uloga pojedinaca prije i nakon nastanka klizišta.....	84
4. Suše.....	87
4.1. Uvod.....	87
4.2. Suše u Bosni i Hercegovini.....	92
4.3. Planiranje borbe protiv suše.....	96
4.4. Zaključci.....	100

1. ZEMLJOTRESI KAO PRIRODNE KATASTROFE

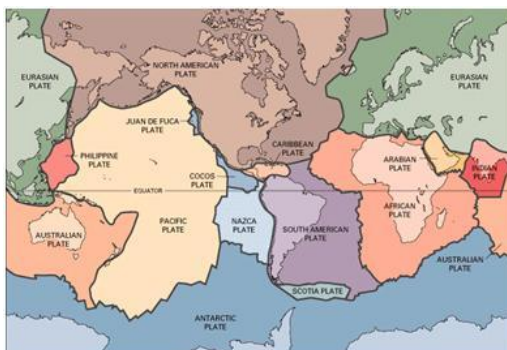
1.1. SEIZMIČNOST

Nauka koja izučava zemljotrese i unutarnju strukturu Zemlje naziva se *seizmologija*, a predstavlja dio geofizike kao šire naučne discipline. „*Seismos*“ na grčkom znači zemljotres. Seizmologija izučava složene procese koji uslovljavaju pripremu i genezu zemljotresa, zatim procese stvaranja i prostiranja seizmičkih talasa kroz Zemljinu unutrašnjost, tektonske procese u žarištu zemljotresa, mehaničke efekte dejstva seizmičkih talasa na tlu i građevinskim objektima i slično. Također se bavi utvrđivanjem parametara seizmičkog hazarda (seizmičke opasnosti) širih regiona, seizmičkom mikrorejonzacijom, izučavanjem mogućnosti prognoze jakih zemljotresa, stvaranjem i kretanjem cunamia itd. Mnoge pojave mogu uzrokovati pojavu zemljotresa: vulkanska aktivnost, eksplozije, pomjeranje tektonskih ploča i slično. Pomjeranje tektonskih ploča nastaje bez ikakvog upozorenja i taj uzrok sa inženjerskog aspekta je najinteresantniji.

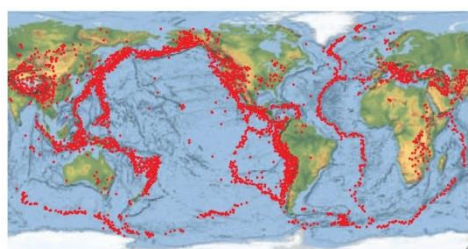
UZROCI POJAVE ZEMLJOTRESA

Najprihvatljivije objašnjenje sa naučnog stanovišta u vezi pojave zemljotresa veže se za model tektonskih ploča. Ova teroja objašnjava velika pomijaranja Zemljine litosfere. Litosfera je podijeljena na "tektonske ploče", šest (6) ploča veličine kontinentata i četrnaest (14) podkontinentalnih ploča (Slika 0). Ove ploče se pomijeraju jedna u odnosu na drugu i tokom svojih kretanja klize jedna pored druge ili jedna ploča podilazi ispod druge ploče (subdukcija).

Slika 0 – Tektonske ploče [4]
Pojava zemljotresa je uglavnom, ali ne i uvijek, vezana za mjesto gdje dolazi do kontakta između dvije ploče, nazvan granični pojas ploča. Zemljotresi nastaju na mjestima rasjeda unutar



zemljine kore. Zemljotresi se javljaju na mjestima već postojećih rasjeda, ali isto tako može doći do formiranja novih rasjeda i pojave potresa. Međutim, kada jedan duži vremenski period nema značajnijih međusobnih pomjeranja tektonskih ploča dolazi do akumulacije velike količine energije, pri čemu usljed naglog oslobađanja energije dolazi do pucanja ploča (rasjeda) i pri tome biva oslobođena veoma velika količina energije. Uobičajeno, energija se oslobodi u prvih 10 do 15 sekundi (iako u nekim slučajevima registrirano je vrijeme od 30 do 60 sekundi). Do sada, najveća oslobođena količina energije je iznosila 1×10^{25} erga zemljotres u Čileu koji se desio 1960 godine [2].

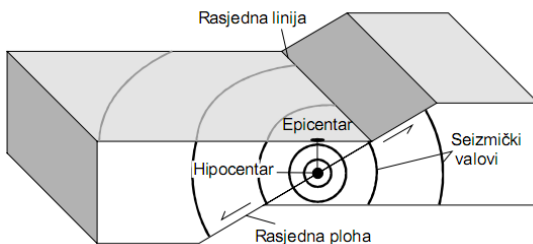


Slika 1 – Globalni raspored potresa

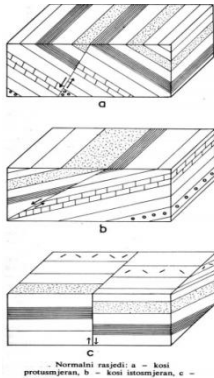
Smatra se da oko 80% seizmičke energije biva oslobođeno unutar prstena vatre "Ring of Fire" (Pacifički pojas), dok samo 15% u drugom pojasu (Alpski pojas), koji počinje u Mediteranskom području i u istočnom pravcu širi se preko Azije. Tačnost vezana za registraciju zemljotresa zavisi od mreže instaliranih seizmoloških stanica.

Osnovne elemente koje treba poznavati kod potresa su (Slika 2):

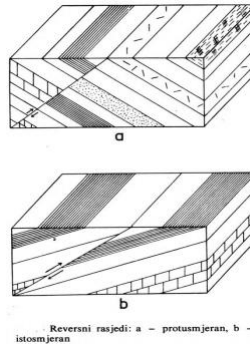
1. Rasjed-rasjedna linija
2. Epicentar
3. Hipocentar
4. Seizmički valovi/talasi



Slika 2 – Pomjeranje rasjeda



Slika 3 – Normalni rasjedi [5]



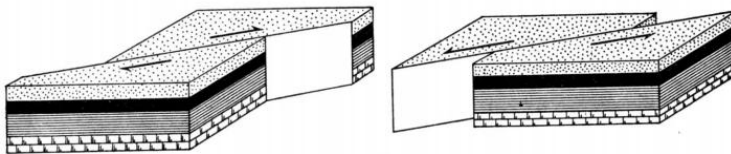
Slika 4 – Reverzibilni rasjedi [5]

Postoje osnovna tri tipa rasjeda:

Normalni rasjedi - obuhvaćaju sve vertikalne rasjede (bez hoda) i rasjede kose paraklaze čiji hod udaljava krila (podinsko krilo se uzdiže, a krovinsko krovinsko spušta), (Slika 3) [5].

Reversni rasjedi - krovinsko krilo se uzdiže po paraklazi, prostor se sažima, pa ovi rasjedi, zauzimaju manje prostora od prethodnih. Skok i hod su obrnuti nego kod normalnog rasjeda s kosom paraklazom paraklazom (Slika 4).

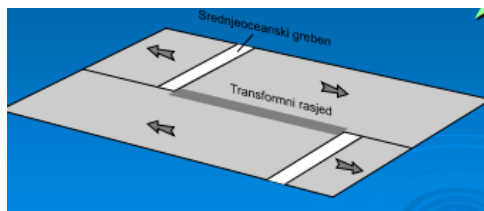
Rasjedi s horizontalnim kretanjem - kretanje samo u pravcu pružanja paraklaze bez skoka i hoda. Pomak može biti u dva smjera pa se razlikuje desni i lijevi rasjed, ovisno kako su krila pomaknuta jedno prema drugome (sistem kazaljke na satu - u smjeru desni i protusmjerno lijevi). Još se nazivaju i transkurentni rasjedi, a oni koji pri pružanju mijenjaju pomak nazivaju se transformni (Slika 5) [5].



Desni i lijevi rasjedi (po Holmesu)

Slika 5 – Desni i lijevi rasjedi [5]

Transformni rasjedi (Slika 6) su rasjedi su vezani uz srednjooceanske grebene i zone otvaranja novih oceana.



Slika 6 – Transformni rasjed [5]

Epicentar (grčka riječ za sjedište iznad), je mjesto neposredno iznad hipocentra ili žarišta zemljotresa. Te dvije tačke predstavljaju stalne tačke u kojima se rastojanje između neke tačke u odnosu na hipocentar naziva "hipocentralno rastojanje", a u odnosu na epicentar – "epicentralno rastojanje". Hipocentralno rastojanje između epicentra i hipocentra se naziva dubina "žarišta" (Slika 2).

Hipocentar je naziv za mjesto nastanka potresa u Zemljinoj unutrašnjosti. Hipocentar se po dubini može svrstati u 3 kategorije: plitki, srednji i duboki. Plitki su oni do dubine od 70 km ispod površine Zemlje, najčešće u zonama razmicajaja litosfernih ploča. Hipocentri srednje dubine su oni između 70 i 300 km ispod površine. Duboki hipocentri se nalaze na dubinama između 300 km i 730 km ispod površine Zemlje, a to su najčešće hipocentri u zonama subdukcije (Slika 2).

Zemljotres je talasno kretanje zemlje usled interakcije tektonskih ploča. *Seizmički talasi/valovi* se kroz Zemljinu koru prostiru po zakonima fizike. Pošto unutrašnjost planete nije homogeno raspoređena, očekivano je da se seizmički talasi neće kretati pravolinijski. Pravac i brzina njihovog kretanja se može proračunati u zavisnosti od toga gdje je bio potres i koliko je vremena prošlo do registrovanja tog potresa na različitim seizmološkim stanicama. Još jedna stvar koja utiče na vrstu zemljotresa je dubina nastanka.

Postoje dva osnovna tipa seizmičkih talasa a to su prostorni i površinski (Slika 7). Prostorni talasi se prostiru kroz cijelu Zemljinu unutrašnjost, dok se površinski prostiru kroz plitak sloj pri slobodnoj Zemljinoj površi.

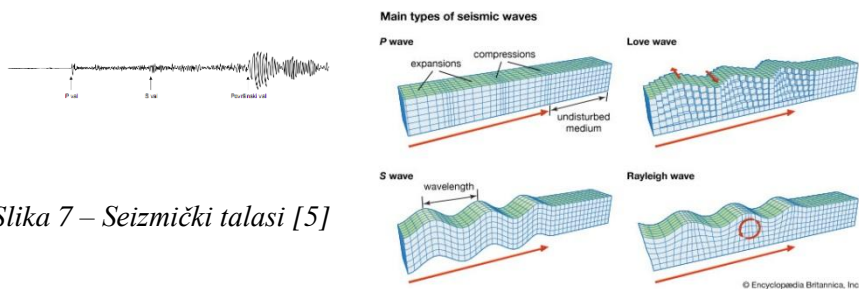
Prostorni/zapreminski talasi prostiru se brže od površinskih a manifestuju se kao dva tipa - longitudinalni i transverzalni.

Longitudinalni talasi imaju 73 % veću brzinu prostiranja od transverzalnih i označavaju se kao primarni (P) talasi, dok se transverzalni talasi označavaju kao sekundarni (S) talasi. Oba talasa uzrokuju da čestice u posmatranom tijelu osciluju oko njihovog položaja ravnoteže, ali su ta oscilovanja različita. Za vrijeme prolazanja longitudinalnih talasa čestice sredine

osciluju u pravcu prostiranja talasa, analogno akustičnim oscilacijama. U slučaju nailaska transverzalnih talasa, čestice sredine osciluju u ravni upravnoj na pravac prostiranja talasa, analogno prostiranju svjetlosti ili elektromagnetnim talasima. P talasi su elastični seizmički talasi. Nešto poput zvučnih talasa. Takođe P talas ima karakteristiku da za razliku od S talasa prolazi kroz tečnosti, što je osnovni uslov za prenošenje P talasa kroz Zemljino jezgro. Samim tim različite seizmološke stanice registruju različite magnitude i različite talase. U homogenim i izotropnim materijama P talasi se kreću najčešće uzdužno. Čestice materije koje prenose P talase vibriraju uzduž ili paralelno kretanju talasa (Slika 7).

Najčešće brzine P talasa kod zemljotresa su od 5 do 8 km/s. Brzina varira od toga kroz kakvu materiju se talas prostire.

Druga vrsta talasa su S talasi ili talasi smicanja. Nekada se mogu nazvati i elastični talasi zbog prirode svog kretanja. Oni se kreću kroz materiju, za razliku od površinskih talasa. S talas je poprečni talas. Njegovo kretanje je normalno na pravac prostiranja talasa. S talasi se kreću kao talasi na užetu koje je zatreseno, za razliku od P talasa koji se takoreći “šunjaju”. S talas pravi elastične deformacije tako da pravi efekat smicanja na objekte koji se nadju pogodjeni ovim talasom i predstavljaju veliki problem za konstrukcije (Slika 7).



Slika 7 – Seizmički talasi [5]

Pri opštoj analizi seizmograma razmatraju se samo longitudinalni i transverzalni talasi. Međutim, postoje dva tipa površinskih talasa koji se često javljaju kod udaljenijih zemljotresa. Oni su po istraživačima koji su ih prvi analizirali i opisali, nazvani Laveovi (Love) i Rejljevi (Rayleigh) talasi (Slika 7).

Love talas je poseban tip transverznog talasa kod koga se oscilacije vrše u horizontalnoj ravni, upravno na pravac prostiranja talasa, dok je *Rayleigh* talas kombinacija longitudinalnog i transverznog talasa kod koga se oscilacije vrše u ravni upravnoj na površinu, a paralelnoj pravcu

prostiranja. *Rayleigh* talasi obično imaju najveće amplitude na vertikalnim komponentama zapisa, dok su *Love* talasi najbolje registrovani na horizontalnim komponentama seizmograma. U pogledu brzina prostiranja i jedni i drugi talasi su sporiji od zapreminskih talasa, pri čemu se *Love* talasi prostiru brže od *Rayleigh*.

Slika 7 prikazuje kretanje talasa da je tlo homogeno, no mora se voditi računa da to nije slučaj pa je neophodno uzeti u obzir refleksiju talasa i ostale komponente koje se ovdje neće obađivati, no samo se napominje da materija nije homogena.

SKALE ZA MJERENJE POTRESA

Osim lociranja epicentra jednog potresa vrlo je bitno kvantificirati i njegovu jačinu. Potres, odnosno njegova snaga se može odrediti ili preko *magnitude* ili preko *intenziteta* potresa. Kao što je čitatelju vjerovatno već poznato, najkorišćenija ljestvica (na našim prostorima) *magnitude* zemljotresa je Richter-ova skala, a *intenziteta* zemljotresa se mjeri preko Mercali - Cancani - Siebergovu skale, ili kraće preko Merkalijeve skale.

Određivanje snage zemljotresa nije lagan zadatak. Što je zemljotres jači, to je teže odrediti njegovu *magnitudu*. Zemljotresi slabijih *intenziteta* su tačnije izmjereni nego jači zemljotresi. Što je jači zemljotres, imamo i veću grešku prilikom njegovog određivanja. Kod izuzetno jakih potresa (kao skorašnjeg u Japanu) znatno više elemenata utiču na sam potres, a to su:

- nelinearno povećanje toplote tla usljed trenja,
- nastanak slobodnih oscilacija usljed velikih potresa,
- uticaj na rotaciju Zemlje usljed preraspodjele mase i energije u njenoj unutrašnjosti i
- trajnih deformacija.

Bitno je istaći da zemljotres može imati samo jednu *magnitudu*, jer to predstavlja količinu oslobođene energije u hipocentru, a može imati više *intenziteta* u zavisnosti gdje se razmatra. O ovome će više riječi biti u slijedećim odlomcima.

Magnituda potresa

Stvarnu količinu oslobođene energije u hipocentru jednog potresa određuje *magnituda* potresa. To je neimenovan broj, a uobičajene vrijednosti *magnitude* nalaze se u granicama 1 - 9, iako je skala *magnitude* otvorena i sa gornje i sa donje strane. Veoma slabi zemljotresi mogu imati i negativnu *magnitudu* (pošto je *magnituda* definisana logaritamskom funkcijom).

Dakle, magnituda je ekvivalentna energetska mjera zemljotresa vezana za njegovo žarište, što znači da ne zavisi od dubine hipocentra. U čast seizmologa Rihtera (Charls Richter), koji je 1935. godine matematički definisao magnitudu kao energetska mjeru dogođenog zemljotresa, ovaj parametar zemljotresa se naziva i Rihterova magnituda.

Intenzitet potresa

Intenzitet potresa je opisna veličina rušilačkih djelovanja na površini Zemlje (određuje se prema seizmičkim ljestvicama). Intenzitet zemljotresa izražava stepen površinskih efekata zemljotresa - na građevinskim objektima, tlu i ljudima. Izražava se cjelobrojnim skalama od I do XII stepeni za tzv. Merkalijevu (Mercali - Cancani - Siebergovu) skalu, ili kratko MCS, kao i ekvivalentne, ali znatno detaljnije skale: EMS-98 (Evropska Makroseizmička Skala iz 1998. godine), odnosno MSK-64 (Medvedev - Sponhauer - Karnik skala definisana 1964. godine). Skala intenziteta u opsegu I-IX stepeni je tzv. Japanska skala itd. Određivanje rušilačkih djelovanja potresa „opisno“, tj. prema intenzitetu je bilo korisno prije pronalaska seizmografa. Tako danas, na osnovu tih povijesnih opisnih podataka i geoloških karakteristika terena možemo približno izračunati magnitudu nekadašnjih potresa.

Intenzitet zemljotresa na zemljinoj površi značajno zavisi od dubine žarišta zemljotresa (dublji hipocentar sa istom magnitudom znači manji intenzitet na površi tla i obrnuto), ali i od rastojanja tačke posmatranja do epicentra. Površni koje u široj oblasti epicentra obuhvataju zone sa istim stepenom dogođenog intenziteta nazivaju se izoseistama zemljotresa.

1.2. PREDVIĐANJE POJAVE ZEMLJOTRESA

Već od davnina ljudi znaju da pojedine životinje mijenjaju ponašanje uoči pojave zemljotresa, pa kao pretkazivače potresa u Meksiku drže zmije, a u Japanu akvarijske ribice. Životinje mogu svojim vrlo diferenciranim živčanim sistemom i osjetilima uočiti promjene u magnetizmu, vibracije tla i slične pojave koje prethode zemljotresu, ali samo nekoliko minuta ili nekoliko sati prije izbijanja katastrofe. Međutim, promjene u ponašanju životinja nisu ni tipičan ni pouzdan znak da bi se na temelju njih mogao, na primjer, evakuirati grad ili područje s milijunskim stanovništvom. Znanstvena istraživanja radi prognoziranja zemljotresa provode se u mnogim zemljama, osobito u Japanu, SAD-u i Rusiji, no do danas ni jedan zemljotres nije pretkazan znanstvenim metodama.

Predviđanje prirodnih zemljotresa podrazumijeva prognoziranje i magnitude i vremena i lokacije. Dosadašnji pokušaji pristupa problemu predviđanja bili su neuspješni. To je prvenstveno zbog toga što je nepoznat objedinjavajući fizikalni princip koji uzrokuje tektoniku kao glavnog generatora seizmiciteta na Zemlji.

Statistička seizmologija koristi statističke metode i historiju dosadašnjeg seizmiciteta, koja ide milione godina u prošlost, u pokušaju tipizacije i mogućeg predviđanja budućih zemljotresa. Njen uspjeh u seizmičkom prognoziranju je minoran, ali ona ima veliku važnost u utvrđivanju parametara seizmičke opasnosti pojedinih regija, te s tim u vezi mikrorejonomizacijom manjih prostora kao što su lokacije građevinskih objekata. Njena uloga je prvenstveno u utvrđivanju zakonskih akata u građevinarstvu, odnosno određivanju zakonskih mjera koje obavezuju na aseizmičku gradnju.

1.3. EFEKTI ZEMLJOTRESA

Generalno efekti zemljotresa se mogu podijeliti na primarne i na sekundarne. *Primarni* efekti zemljotresa su oni koji nastaju direktno od samog zemljotresa. To uključuje: rušenje zgrada i mostova; pucanje puteva i zakrivljenje putnih pravaca i drugih veza infrastrukture; razbijanje stakla i povreda / smrtnih slučajeva nastali kao posljedica ovoga, pojava i širenje panike i šok ljudi koji su pogođeni (Slika).

Sekundarni efekti su oni koji proizilaze iz primarnih efekata. Na primjer, kretanje tla može dovesti do pucanja cijevi za gas i vodu (primarni efekti), što može dovesti do ozbiljnih požara usljed eksplozije uzrokovane iscurivanjem gasa i poteškoća prilikom gašenja požara zbog nedostatka vode iz eksplozivnih mreža (sekundarni efekti) (Slika 9). Drugi sekundarni efekti uključuju beskućništvo, bankrotiranje i zatvaranje posla itd. Kao sekundarni efekti mogu se javiti: slijeganje terena, klizišta, odroni i likvifikacija; poplave usljed rušenja brana i odbranbenih nasipa; nagla promjena nivoa vode i pojava cunamija; "Natech" događaje (tehnoške nesreće usljed prirodnih katastrofa) kao što su požari usljed zemljotresa, oslobađanje opasnih materijala, hemijska i radioaktivna kontaminacija, kao i uništavanje saobraćajne, komunalne i tehničke infrastrukture, stambenih zgrada, industrijskih objekata i postrojenja; pojava oboljenja i gladi usljed nedostatka čiste vode i medicinskih ustanova; smrtni slučajevi uzrokovani niskim temperaturama; ekonomski uticaji mogu biti značajni kod djelovanja snažnih zemljotresa koji mogu dovesti u nekim slučajevima čak

i do potpunog prekida ekonomskih i društvenih funkcija unutar šireg područja. [9].



Slika 9 – Direktni i indirektni posljedice zemljotresa (različite web stranice)

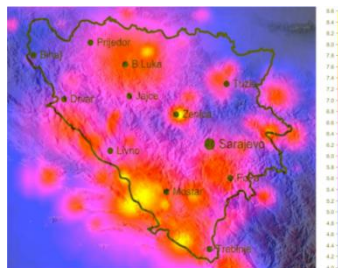
1.4. SEIZMIČKA AKTIVNOST NA TERITORIJI BOSNE I HERCEGOVINE

Područje Bosne i Hercegovine je uključeno u središnje dijelove Dinarskog planinskog sistema koji je smješten sjeveroistočno od kompresionog geotektonskog kontakta između Jadranske mase i Dinarida.

Jadranska mikroploča (Adriatic microplate), kao dio afričke ploče, je pritisnuta između Apenina i Dinarida duž seizmičkih aktivnih rasjeda. Zabilježeni zemljotresi na području Bosne i Hercegovine vezani su za energiju nastalu subdukcijom Afričke ploče pod Evropsku ploču. Na samoj teritorij BiH gotovo se svakodnevno javljaju zemljotresi intenziteta manje od III stepena Merkalijeve skale, koje registruju samo instrumenti. Snažniji zemljotresi su relativno rijetki. Dubina hipocentra se kreće od 2 km do 35 km [2].

Mada je nezahvalno davati “prognozu” seizmičkih događanja za bilo koju teritoriju, ipak na osnovu instrumentalnih podataka (kataloga), primjenjujući matematičko-fizikalni model seizmičnosti, došlo se do zaključka da se u narednih 100 godina na teritoriji BiH mogu očekivati zemljotresi maksimalnog intenziteta do VIII stepeni Merkalijeve skale. Zemljotresi tog intenziteta izazivaju materijalna oštećenja na građevinskim objektima. Međutim, za vremenski period više od 100 godina, prema ovim prognozama, može doći do razornih zemljotresa u jugoistočnom i sjeverozapadnom dijelu BiH (područje Trebinja, Neuma, Banja Luke i planine Treskavice) koji mogu izazvati ogromne materijalne štete na građevinskim objektima i odnijeti mnogo ljudskih života [10]. Na teritoriju Bosne i Hercegovine zbilo se više razornih zemljotresa s najjačim intenzitetima iz žarišnih zona Ljubinje, Treskavica i Banja Luka [11].

Slika 10 – Prognostička karta seizmičkog intenziteta za teritoriju BiH u narednih 100 godina [10].



Južna i zapadna Hercegovina najugroženije su potresima. Posljednji potres koji se desio u Livnu 2004. Godine bio je jačine 3,3 stepena po Richter-u. Ponovno je epicentar potresa bio u planini Goliji, pokazujući kako nekoliko

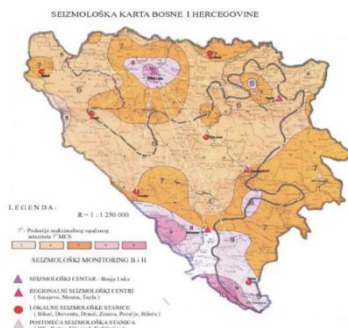
prethodnih na tome području nisu bili slučajnost. U posljednje 104 godine u Bosni i Hercegovini je zabilježeno 1.084 potresa jačih od tri stepena Richterove skale [11].

Pored toga, u Bosni i Hercegovini ima i nekoliko znatnih regionalnih rasjeda kao što su bugojanski, višegradski, neretvanski i banjalučki, uz koje se mogu stvarati potresi razorne jačine, a često uzrokuju manja podrhtavanja tla. Tako se, po podacima seizmografa, u Bosni i Hercegovini godišnje zabilježi oko 1.100, ili u prosjeku tri potresa dnevno slabija od tri stepena po Mercallijevoj skali. Radi se o potresima koje zabilježe uređaji, dok ih ljudi ne osjete, a oko desetak potresa godišnje osjete stanovnici Bosne i Hercegovine [11].

POVRATNO RAZDOBLJE I SEIZMIČKI UČINCI

Seizmografi tvrde da se u sljedećih 50 godina na teritoriju Bosne i Hercegovine mogu očekivati potresi maksimalnog intenziteta do sedam stepena Mercallijeve skale, dakle, s mogućim oštećenjima stambenih i drugih objekata. No, za razdoblje od 100 ili više godina za područje Banja Luke, planine Treskavice, te područje Trebinja i Neuma, prognoziraju se razorni potresi s velikim štetama, ali i ljudskim žrtvama.

Slika 11 – Seizmološka karta Bosne i Hercegovine [11].



Na seizmološkoj karti Bosne i Hercegovine izdvojene su zone s maksimalnim intenzitetima potresa i zapaža se, da se najveći dio teritorija nalazi u zoni 7, 8 i 9-og stepena seizmičkog intenziteta MCS skale [11]. Banjalučko seizmogeno područje, seizmički je jedno od najaktivnijih žarišnih područja Bosne i Hercegovine i šire. U ovom seizmogenom području dogodilo se više razornih potresa u prošlosti, i to u serijama: 1884., 1935., 1969. i 1981. godine [2]. Značajno je spomenuti da se dubina hipocentra kreće od 4 do 30 km, dakle radi se o potresima koji se nalaze na maloj dubini pa njihova razorna moć može biti velika jer se velika količina

energije oslobađa na površini te može nanijeti materijalnu štetu na građevinskim objektima.

SEIZMIČKI HAZARD, SEIZMIČKI RIZIK I UPRAVLJANJE VANREDNOM SITUACIJOM U SLUČAJU ZEMLJOTRESA

Seizmički hazard - Predstavlja vjerovatnoću pojavljivanja zemljotresa odgovarajućih karakteristika, u okviru određenog perioda vremena i na određenom mjestu, koji će se na određeni način manifestovati na toj lokaciji. Seizmički hazard se izražava sa tri međusobno zavisna elementa: amplitudom kretanja tla, povratnim periodom vremena i vjerovatnoćom realizacije takvog događaja.

Seizmički rizik - Predstavlja stepen mogućih gubitaka ljudskih života i materijalnih dobara u slučaju pojave zemljotresa određenog intenziteta na određenom području i obično se izražava relativnim brojevima (u odnosu na maksimalno mogući gubitak). Matematički se definiše kao konvolucija seizmičkog hazarda i funkcije povredljivosti objekta (kvaliteta ili seizmičke otpornosti objekta).

Kod zemljotresa je stepen uticaja nezavisan u odnosu na vjerovatnoću pojave opasnosti, rizik se može izraziti algebarski na sledeći način:

$$\text{Rizik} = \text{uticaj opasnosti} \times \text{vjerovatnoća pojave}$$

Upravljanje seizmičkim rizikom je process sistematske primjene politika, procedura, tretmana i praćenja seizmičkog rizika [12]. Upravljanje rizikom znači gledati u budućnost, unaprijed razmišljati o potencijalnim događajima, djelovanjima i posljedicama s kojima se može suočiti u budućnosti usljed pojave zemljotresa te pravovremeno poduzimati mjere kako bi se rizici smanjili u što većoj mjeri, dakle minimalizirali, a time nepovoljni učinci izbjegli odnosno smanjili.

Upravljanje rizikom uključuje: formalno, kvantitativno vrednovanje potencijalne štete ili gubitka u određenom vremenskom intervalu; sagledavanje i korigovanje nedostataka sistema bezbjednosti.

Osnovni cilj je obezbijediti održivosti i to tri ključna segmenta: razvoj liderstva (ljudstvo), razvoj kapaciteta (sredstva), jačanje svijesti javnosti (informiranost, obuka i edukacija).

Procjena seizmičkog rizika predstavlja proces u kojem se vrši utvrđivanje prioriteta prilikom upravljanja rizikom i to se vrši putem procjene i upoređivanja nivoa seizmičkog rizika sa nivoom prihvatljivog (ciljanog)

rizika, a koji predstavlja nivo zaštite koji društvo može prihvatiti prema njegovim ekonomskim mogućnostima. Dakle za različit razvoj zemalja prihvatljivi rizik će biti različit.

*Slika 12 –Komponente procjene
rizika-u skladu sa IPCC SREX 2012
[13]*



Vanredna situacija zahtijeva organizaciju i odgovor društva koji je drugačiji u odnosu na djelovanja koja se javljaju pri normalnim situacijama.

Upravljanje vanrednim situacijama obuhvata: Organizovanu analizu, Planiranje, Donošenje odluka, i Raspoređivanje raspoloživih resursa, Ovo je neophodno radi: Prevencije,¹²Umanjivanja odnosno ublažavanja efekata, Spremnosti, Odgovora, i Oporavka od posljednjih zemljotresa (5 do 10 godina ili više).

Postoje određene potreškoće koje se javljaju prilikom upravljanja vanrednim situacijama u slučaju zemljotresa:

- ✓ prije svega pojava zemljotresa je iznenadna. Kao što je poznato zemljotres se javlja bez bilo kakvog upozorenja; nakon snažnog zemljotresa, sekundarni udari mogu upozoriti na pojavu novog potresa ili pak niza potresa (“*after tremors*”)
- ✓ jaki potresi (vibracije), pojava rasjeda i klizišta, koja mogu biti kombinovana i sa poplavama, pa mogu izazvati gubitke širokih razmjera, oštećenja stambenih objekata, objekata saobraćajne, komunalne i tehničke infrastrukture, postrojenja.
- ✓ Ukoliko ne postoji nikakvo upozorenje ili ako upozorenje ne dođe na vrijeme broj žrtava može biti značajno uvećan.
- ✓ U slučaju da dođe do teških oštećenja stambenog fonda neophodno je hitno djelovati u smislu pretraživanja objekata, spašavanja i

¹ „Uspostavljanje kulture prevencije nije jednostavno. I dok troškovi prevencije moraju biti plaćeni u sadašnjosti, njene prednosti leže u dalekoj budućnosti. Štaviše, koristi od prevencije nisu opipljive; to su zapravo katastrofe koje se nisu dogodile.“ (Kofi Annan, generalni sekretar UN, 1999).

² Iskustva u zemljama Europske unije – 1 Euro investiran u intervenciju katastrofa rezultira uštedom od 4 do 7 Eura u fazi odgovora na pojavu prirodne katastrofe [14].

pružanja hitne medicinske pomoći zatrpanom stanovništvu ili pak stanovništvu koje je odsječeno od ostalog dijela regije.

✓ U slučaju da dođe do prekida infrastrukture javljaju se problemi samog dolaska na lice mjesta, te se treba okrenuti alternativnim rješenjima-upotreba helikoptera, uključivanje armije i slično. U nekim slučajevima čak može doći do uključivanja i susjednih zemalja koje će pružiti pomoć ili pak razvijenih zemalja koje imaju iskustvo sa potresima. Dakle, u ovom slučaju javlja se problem pristupa mjestima koja su pogođena potresom i ograničenost kretanja.

✓ Poteškoće su većih razmjera u slučaju ako se radi o gusto naseljenim mjestima, kao i objektima velike spratnosti.

✓ U slučaju da se zemljotres desi u blizini nekih hemijskih postrojenja ili pak nuklearnih centrala tada postoji opasnost od oslobađanja opasnih materijala i slično. Ovo može imati katastrofalne posljedice i one nisu samo trenutnog karaktera nego se radi o dugoročnim posljedicama koje će imati uticaja na generacije.

✓ Identifikacija žrtava često može biti veoma teška. A s obzirom na mogućnost širenja zaraza neophodno je što prije izvršiti zakopavanja tijela.

✓ Zahtjevi u procesu oporavka mogu biti veoma opsežni i skupi.

✓ U pojedinim područjima koja su pogođena djelovanje potresa može imati negativan odraz na ekonomiju kontra-mjera kao i na samu savijest javnosti. U slučaju da se radi o turističnim mjestima sama pojava zemljotresa će umanjiti novi priliv turista iz straha za svoju bezbjednost u slučaju pojave novog zemljotresa.

1.5. NORMATIVNO-PRAVNI OKVIR ANGAŽOVANJA SUBJEKATA SISTEMA ZAŠTITE I SPASAVANJA U SLUČAJU ZEMLJOTRESA U BOSNI I HERCEGOVINI

Zakoni koji predstavljaju osnovu za sprovođenje zaštite i spašavanja ljudi i imovine su:

✓ Zakon o zaštiti i spasavanju ljudi i imovine u slučaju prirodnih ili drugih nesreća, "Službeni glasnik Bosne i Hercegovine", br. 39/03, 22/06 i 43/10

✓ Okvirni zakon o zaštiti i spašavanju ljudi i imovine u slučaju prirodnih ili drugih nesreća u Bosni i Hercegovini ("Službeni glasnik BiH", broj 50/08)

✓ Metodologija za izradu procjene rizika Bosne i Hercegovine u slučaju prirodnih ili drugih nesreća (Službeni glasnik Bosne i Hercegovine 86/09)

✓ Zakon o nadležnosti kantonalnih vlasti u oblasti zaštite i spašavanja ljudi i imovine u slučaju prirodnih ili drugih nesreća ("Službeni glasnik Kantona Sarajevo 39/08")

✓ Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o nadležnosti nadležnih organa Sarajevskog kantona u oblasti zaštite i spašavanja ljudi i imovine u slučaju prirodnih ili drugih nesreća ("Službene novine Kantona Sarajevo 19/11")

✓ Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o nadležnosti kantonalnih vlasti u oblasti zaštite i spašavanja ljudi i imovine u slučaju prirodnih ili drugih nesreća ("Službeni glasnik Kantona Sarajevo 45/15")

Procjena rizika od prirodnih nepogoda za BiH obavljena je 2012. godine i predstavlja osnovni dokument koji se koristi za izradu plana zaštite i spašavanja ljudi i imovine u slučaju prirodnih ili drugih nesreća u Bosni i Hercegovini i Programa za razvoj zaštite sistema i spašavanja institucija i vlasti BiH. Ovaj dokument nije konačan, i kao i svaki drugi dokument predstavlja materijal koji treba ažurirati dinamički. Podložno je izmjenama, dopunama, dopunama, nadogradnji. [28]

Plan zaštite i spašavanja ljudi i imovine u slučaju prirodnih ili drugih nesreća institucija i organa Bosne i Hercegovine je okvir za djelovanje u vezi sa pripremom, organizovanjem i sprovođenjem zaštite i spašavanja ljudi i imovine institucija i tijela Bosne i Hercegovine u slučaju prirodnih ili drugih nesreća. U planu zaštite i spašavanja utvrđuju se organizacija kao i mjere i sredstva za sprovođenje mjera zaštite i spašavanja, kao i zadatke za institute i tijela Bosne i Hercegovine u zaštiti i spašavanju, kao i snage i finansijska sredstva potrebna za ispunjavanje zadatke iz Okvirnog zakona ("Službeni glasnik" 50/08) [14], Zakon o ministarstvima i drugim organima uprave Bosne i Hercegovine ("Službeni glasnik" 32/02, 5/03, 42/03, 26/04, 42 / 04, 45/06, 88/07, 35/09, 59/09 i 103/09) i druge propise koji se bave ulogom i zadacima instituta i organa iz oblasti zaštite i spašavanja kao stručni materijali, međunarodna dokumenta i praksa. Ovaj plan daje smjernice za formiranje planova zaštite i spasavanja na entitetskom nivou i Distriktu Brčko. Plan takođe ima za cilj poboljšanje spremnosti za prirodne ili druge nesreće i razjašnjavanje podjele vlasti i odgovornosti kako bi se efikasno zaštitili ljudi i imovina u optimalnom korištenju resursa. Ovaj plan je zapravo praktičan informacioni podatak i alat za koordinaciju smanjenja rizika od prirodnih ili drugih nesreća. Procjena rizika izvršena je za tri

grada Banja Luka, Grahovo i Ljubinje (Izvještaj Vijeća ministara BiH u martu 2011. godine).

FEDERALNI HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD

Zavod, u skladu sa zakonom, obavlja stručne i druge djelatnosti koje se odnose na permanentni monitoring iz oblasti meteorologije, hidrologije, kvaliteta životne sredine, seizmologije i astronomije; vrši istraživanje atmosfere, vodnih resursa, kvaliteta životne sredine (zrak, voda, tlo), seizmoloških procesa i astronomskih pojava; prikuplja, obrađuje, analizira i objavljuje podatke iz djelokruga svoje djelatnosti za područje Federacije BiH; svakodnevno objavljuje vremenske biltene i prognoze, te aktivno surađuje sa Svjetskom meteorološkom organizacijom (SMO) primjenjujući njene standarde u razmjeni podataka i unapređenju službe.

PLAN ZAŠTITE I SPAŠAVANJA

Direktor Federalnog hidrometeorološkog zavoda 2014 godine donio je plan zaštite i spašavanja [2].

Plan sadrži organizaciju i način ostvarivanja zaštite i spašavanja ljudstva i materijalnih dobara Federalnog hidrometeorološkog zavoda od prirodnih i dugih nesreća kao i način izvršavanja zadataka koji se za pravno lice utvrde u Planu zaštite i spašavanja općine, ili kantona odnosno Federacije.

Ovim dokumentom predviđeno je da se utvrde mjere, postupci i zadaci pravnog lica na izvršavanju zadataka koji se odnose na zaštitu i spašavanje od prirodnih i drugih nesreća a razrađuju se posebno za tri situacije: za fazu preventivne zaštite, za fazu spašavanja, za fazu otklanjanja posljedica.

Planom zaštite i spašavanja se utvrđuju [24]: postupci i mjere za spriječavanje ili ublažavanje katastrofe, operativne snage za provedbu zaštite i spašavanja, ljudski resursi i materijalno-tehnička sredstava, način rukovođenja, koordiniranja i zapovijedanja u zaštiti i spašavanju.

REPUBLIČKI HIDROMETEOROLOŠKI ZAVOD

Djelatnost Republičkog hidrometeorološkog Zavoda definisana je Zakonom o meteorološkoj i hidrološkoj djelatnosti, Službeni glasnik Republike Srpske broj 20/00 od 17. jula 2000. godine [21], Zakonom o seizmološkoj djelatnosti, Službeni glasnik Republike Srpske broj 20/97 od

28. jula 1997. godine [22] i Zakonom o zaštiti vazduha, Službeni glasnik Republike Srpske broj 124/11 od 14. decembra 2011. godine [23].

Djelatnost Zavoda se odvija kroz postojanje tri sektora i jednog odjeljenja:

✓ *Sektor za meteorologiju*, sa dva odjeljenja: odjeljenje bdijenja i odjeljenje za klimatologiju i agrometeorologiju u kojem postoje dva odsjeka: odsjek za klimatologiju i odsjek za agrometeorologiju.

✓ *Sektor za hidrologiju*, sa dva odjeljenja: odjeljenje za hidrologiju i odjeljenje za ekologiju,

✓ *Sektor za seizmologiju*, sa dva odjeljenja: odjeljenje za opservatorsku seizmologiju i odjeljenje za instrumentalnu i inženjersku seizmologiju.

✓ *Odjeljenje za finansijske i pravne poslove.*

1.6. STUDIJE, MJERE I AKTIVNOSTI ZA UMANJENJE EFEKATA ZEMLJOTRESA PRIJE NASTANKA PRIRODNE KATASTROFE

Mjere ublažavanja posljedica zemljotresa imaju dugotrajni karakter i podrazumevaju permanentnu angažovanost države i stručnjaka sa ciljem uspostavljanja konzistentnih naučnih osnova i njihove praktične primjene za umanjene i ublažavanje seizmičkog rizika. U seizmički aktivnim regionima, komponente za umanjene efekata zemljotresa treba ostvariti zajedničkim naporima svake pojedinačne zemlje regiona u bliskoj saradnji sa drugim zemljama. Mjere za umanjene seizmičkog rizika na regionalnom i nacionalnom nivou prije nastanka zemljotresa obuhvataju [12]:

✓ studije seizmičke aktivnosti regiona na osnovu registrovanih i istorijskih podataka zemljotresima koji su se dogodili;

✓ izradu seizmotektonske karte regiona;

✓ izvođenje studija seizmičkog hazarda i izrada karata seizmičkog hazarda svake od zemalja seizmički aktivnog regiona;

✓ izradu karata seizmičke mikrorregionizacije značajnih urbanih područja i zona izloženih seizmičkom hazardu snažnog intenziteta kao podloga za projekovanje i planiranje;

✓ izvođenje detaljnih studija povredivosti (ranjivosti) i nivoa prihvatljivog seizmičkog rizika u svakoj od zemalja seizmički aktivnog regiona;

✓ prostorno planiranje seizmički aktivnih regiona na osnovu procjene oštećenja i studija povredivosti;

- ✓ izradu državnih zakona i propisa za zaštitu od zemljotresa;
- ✓ izradu standard na nivou države, uputstava i priručnika za aseizmičko projektovanje i građenje novih i prevenciju postojećih objekata, kao i kontinuirani rad na njihovom poboljšanju;
- ✓ studije za potrebe planiranja, projektovanja i izgradnje objekata od vitalnog značaja;
- ✓ razvoj i unapređenje organizacija za kontrolu projektovanja i izgradnje sa specijalizovanim odeljenjem u oblasti zemljotresnog inženjerstva i inženjerske seizmologije;
- ✓ razvoj centara za istraživanje i obuku u oblasti seizmologije, zemljotresnog inženjerstva, seizmičkog rizika, prostornog i urbanističkog planiranja i planiranja u fazi pripreme efikasnog odgovora u vanrednim situacijama, u okviru postojećih građevinskih institucija, organizacija za kontrolu projektovanja i izgradnje, odjela za građevinarstvo i arhitekturu na univerzitetima, u uskoj saradnji sa seizmološkim, geofizičkim, geološkim i drugim organizacijama i institucijama i dugoročnom saradnjom među zemljama učesnicama regiona;
- ✓ kontinuirano obrazovanje i usavršavanje znanja naučnika, inženjera i planera za potrebe primjene utvrđenih naučnih osnova u procesu prostornog i urbanističkog planiranja, projektovanja i građenja u regionu;
- ✓ permanentno praćenje i snimanje zemljotresa;
- ✓ kombinovanje seizmoloških instrumenata sa drugim vrstama instrumenata u svrhu kratkoročnog predviđanja zemljotresa;
- ✓ razvoj, instalaciju, rad, održavanje i prikupljanje podataka regionalnih mreža za jake zemljotrese, kontinuirani monitoring tipskih i kapitalnih zgrada, objekata i postrojenja, kao i uspostavljanje standardizovanih baza podataka o zemljotresima i izazvanim oštećenjima;
- ✓ razvoj i unapređenje mreže seizmoloških stanica sa kompjuterizovanim sistemima za brzo prikupljanje i analizu podataka o zemljotresu.

PLANIRANJE KORIŠTENJA ZEMLJIŠTA

Efekti zemljotresa mogu se umanjiti pravilnom politikom korišćenja zemljišta. Ovo predstavlja jedan postepen i kontinuiran proces koji se obezbeđuje kroz procese prostornog i urbanističkog planiranja i podrazumijeva da obrazac urbanizacije (iskorišćenost zemljišta, usvojeni tip konstrukcija, raspodjela i koncentracija materijalne svojine itd.) bude

usaglašen sa nivoom i prostornom raspodjelom očekivanog seizmičkog hazarda.

U slučaju da se radi o već izgrađenim urbanim jezgrima mora se voditi računa da se prilikom eventualnih modifikacija situacija ne pogorša (nadgradnja postojećih objekata). No, kada se radi o novoj regiji u tom slučaju neophodno je ostvariti usku saradnju sa specijaliziranim i ovlaštenim institucijama za planiranje korištenja zemljišta i prilikom projektovanja iskoristiti sve moguće podatke i informacije kako bi se posljedice pojave eventualnog zemljotresa, odnosno seizmičkog hazarda svele na najmanju moguću mjeru.

SVEOBUHVAATNA PROCJENA SEIZMIČKOG RIZIKA

Jačina, magnitude, lokacija te učestalost pojave zemljotresa na određenoj lokaciji se ne može precizno predvidjeti. No, upravljanje seizmičkim rizikom može se realizovati na bazi modela povredivosti (osjetljivosti) i gubitaka za zgrade, objekte infrastrukture i kapitalne objekte.

Povredljivost (osjetljivost) zavisi od nekoliko faktora. Prije svega tu su starost objekta, tip konstrukcije, namjene objekta, geometrije, visine, stepena konzervacije itd.

Nivo gubitaka postojećeg ili planiranog regionalnog/urbanog korišćenja zemljišta je kvantitativna mjera postojećeg ili potencijalnog seizmičkog rizika i može se izraziti na osnovu:

- ✓ fizičkih gubitaka (procenat oštećenih ili srušenih objekata/bruto površina), ili
- ✓ funkcionalnih gubitaka (gubitak funkcionalnosti objekta).

Primjenom odgovarajućeg faktora koštanja izazvane štete na funkcije kojima se predstavlja fizička povredivost objekata može se procijeniti ekonomski gubitak (funkcija gubitka vrijednosti) [12].

Gubici koji nastaju kao posljedica nastale štete mogu se svrstati u dvije skupine:

- ✓ određeni gubici, koji su definisani investicijama;
- ✓ neodređeni gubici, koji se odnose na gubitak ljudskih života i ugroženo stanovništvo (povrijeđeni i oni koji su ostali bez svojih domova), što odgovarajuću kvantifikaciju čini nemogućom.

Pravilna procijena veličine eventualne katastrofe, kao i potrebni nivo investiranja prije pojave same katastrofe neophodnih za ublažavanje posljedica zemljotresa, treba da se zasnivaju na modelu gubitaka koji može

uzeti u obzir i dugoročne efekte gubitaka usljed zemljotresa, koji mogu dovesti do nenadoknadivih ekonomskih gubitaka države [12].

KRITERIJI ZA PROJEKTIRANJE SEIZMIČKI OTPORNIH KONSTRUKCIJA

U cilju definisanja parametara projektovanja seizmički otpornih konstrukcija na bazi seizmičkog rizika, neophodno je poznavati i analizirati nekoliko faktora, od kojih su najvažniji [25]:

- ✓ model seizmičnosti područja;
- ✓ vjerovatnoća pojave zemljotresa i povratni period;
- ✓ izloženost seizmičkim dejstvima;
- ✓ eksploatacioni vijek objekta;
- ✓ važnost i namjena objekta;
- ✓ nivo zaštite, tj. prihvatljivi seizmički rizik.

Pod projektovanjem seizmički otpornih konstrukcija (aseizmičko projektovanje) podrazumeva se projektovanje koje obezbeđuje adekvatnu sigurnost od povreda i gubitka života i minimalnu štetu materijalnih dobara i osigurava kontinuitet u radu vitalnih sistema, na nivou prihvatljivih troškova. Potpuna zaštita od zemljotresa nije ekonomski prihvatljiva niti tehnički izvodljiva. Takođe, rizik od kompletnog rušenja objekata, posebno objekata visokih kategorija (nuklearne centrale, brane itd.), u potpunosti je neprihvatljiv. Kriterijumi aseizmičkog projektovanja građevinskih objekata podrazumevaju: odoljevanje slabim zemljotresima, bez pojave oštećenja objekata; odoljevanje umjerenim zemljotresima (tzv. projektni zemljotres koji se može pojaviti jednom ili više puta tokom eksploatacionog vijeka objekta) bez pojave oštećenja nosivih (primarnih) elemenata koji pružaju otpornost konstrukcije na opterećenja i sa izvjesnim stepenom oštećenja nenosivih (sekundarnih) elemenata, uglavnom arhitektonskih komponenti; odoljevanje snažnim, katastrofalnim zemljotresima (tzv. maksimalni zemljotres, čija je vjerovatnoća pojave tokom čitavog eksploatacionog vijeka objekta mala, ali se ipak može dogoditi) uz dozvoljavanje ograničenih oštećenja nosivih elemenata i vitalnih oštećenja nenosivih elemenata, koja neće uticati na stabilnost konstrukcije, tj. izazvati rušenje. Cilj je da se oštećenja nosivih elemenata ograniče na nivo oštećenja koja se mogu sanirati.

Kombinovanjem parametara seizmičkog hazarda sa parametrima konstrukcije definisanim prema standardima za aseizmičko projektovanje

(Eurokod 8 [26]) i filozofijom projektovanja, donosi se odluka o nivou prihvatljivog seizmičkog rizika i optimalnom konceptu građenja:

- ✓ izgradnja seizmički otpornih građevinskih objekata;
- ✓ ojačanje postojećih objekata kako bi bili otporniji na seizmička dejstva.

Uzimajući u obzir ekonomska ograničenja code-ovi za projektovanje konstrukcija na dejstvo zemljotresa u većini zemalja uzimaju povratni period od 475 godina. Shodno tome, poštujući pravila aseizmičkog projektovanja, može se očekivati da će gubitak života biti spriječen; naravno može doći do pojave značajnih oštećenja konstrukcije, kako njenih nenosivih tako i nosivih dijelova, no u svakom slučaju ne bi trebalo doći do njenog rušenja.

KRITIČNA INFRASTRUKTURA-PLANIRANJE, PROJEKTOVANJE I IZGRADNJA

Pod kritičnom infrastrukturom se podrazumijevaju, transportni sistemi (ceste, željeznice, mostovi, tuneli, aerodromi, luke), vode (snabdijevanje, zaštita od poplava, kanalizacija), dostava različitih vidova energije (struja, gas, nafta, nuklearna energija), telekomunikacije i digitalne komunikacije, finansije, dostavljanje hrane, zdravstvo, istraživanja, sisteme bezbjednosti i hitne službe. Seizmička zaštita kritične infrastrukture je od vitalnog i krucijalnog značaja za efikasan odgovor u vanrednim situacijama, uključujući snabdijevanje energijom, vodom, hranom i pružanje usluga komunikacija, zdravstvenih i hitnih službi, i transporta, kao i za obezbeđivanje brojnih funkcija u društvu nakon zemljotresa i pokretanje socijalnog i ekonomskog oporavka. U ovom smislu ispravne odluke vezane za procjenu seizmičkog rizika i pravilnog aseizmičkog projektovanja i građenja su od krucijalne važnosti i značaja. Razlog za ovo leži u tome da i nakon djelovanja snažnog zemljotresa da najveći broj ovih objekata bude u funkciji, neki objekti moraju zadržati svoju potpunu funkciju, dok s druge strane neki objekti će zadržati djelimičnu funkciju no funkcija mora biti u takvoj mjeri da se omogući što brža intervencija u zahvaćenom području. Objekti koji bi trebali da ostanu neoštećeni ili sa najmanjim mogućim oštećenjima su brane, nuklearne centrale, hemijska postrojenja, cjevovodi, elektrane i slično. Ovdje se radi o objektima kod kojih sekundarno djelovanje zemljotresa (požar, poplava, prekid cijeli, radijacija itd.) može imati čak i značajnije i katastrofalnije posljedice u odnosu na samo djelovanje zemljotresa.

U tom smislu prilikom projektovanja i izgradnje ovih objekata posebnu pažnju treba posvetiti slijedećim elementima [10]:

- ✓ regionalnim studijama za procjenu seizmičkog rizika lokacije radi određivanja dva nivoa prihvatljivog seizmičkog rizika, uzimajući u obzir poznate i potencijalne seizmičke zone;
- ✓ detaljnim studijama lokalnog terena sa ciljem utvrđivanja faktora amplifikacije i modifikacije očekivanog kretanja terena;
- ✓ određivanju dva nivoa kriterijuma projektovanja (granična nosivost i granična upotrebljivost) na bazi operativnih i sigurnosnih zahtjeva;
- ✓ specifičnim studijama pojave rasjeda, seizmičke stabilnosti kosina, nestabilnosti podtla, indukovane seizmičnosti i dr.;
- ✓ primjeni metoda i tehnika planiranja, analize i projektovanja objekata u preliminarnoj i finalnoj fazi projekta;
- ✓ posebnim zahtjevima za planiranje, izradu detaljnih planova, kontrolu kvaliteta i seizmički monitoring objekata.

Preporučuje se sistemski pristup metodologiji procjene rizika u kojem se objekti kritične infrastrukture tretiraju kao međusobno povezana mreža [12]. Vlasnici ovih objekata i operativci su u obavezi da pripreme planove zaštite i bezbjednosti servisa, i da predstavljaju ključni sektor koji će biti uključen u proces procjene rizika.

1.7. MJERE I AKTIVNOSTI NAKON ZEMLJOTRESA

U fazi otklanjanja nastalih posljedica radi se na stvaranju uslova za normalizaciju života na ugroženom području. Nakon proglašenja prestanka stanja prirodne i druge nepogode, neophodno je pristupiti provedbi aktivnosti koje su naznačena u slijedećim paragrafima.

U prvoj fazi neophodno je raditi kontinuirano na prikupljanju, obradi, analizi i arhiviranju hidrometeoroloških podataka neophodnih za ostvarivanje zaštite i spašavanja ljudi, materijalnih dobara i okoline, potrebe vodoprivrede, vodosnabdijevanja, agro i humane meteorologije, hidroenergetike, navodnjavanja, izradi studija o velikim poplavama, sušama i zagađenosti atmosfere, seizmičkog djelovanja. Neophodno je ostvariti kontakte, saradnju i koordinaciju sa službama operativnih organa zaštite i spašavanja kantona, općina, Federacije Bosne i Hercegovine, Distrikta Brčko, Republike Srpske i cijele Bosne i Hercegovine. Ovo sve u cilju postizanja kako naučnih tako i praktičnih ciljeva.

HITNE MJERE I AKTIVNOSTI NAKON ZEMLJOTRESA

Kada se govori o hitnim mjerama zaštite stanovništva i materijalnih dobara u zemljotresom pogođenom području, kao i o mjerama urgentne rehabilitacije funkcionalnosti sistema su od vitalnog i krucijalnog značaja [10].

Mobilizacija centara, koji će u svakom gradu, naselju, selu, općini, kantonu i instituciji sprovesti hitne mjere zaštite.

✓ Gašenje požara, u prvi mah uključivanjem volontera, i angažovanjem vatrogasnih službi.

✓ Spašavanje: hitno spašavanje ljudi koji su zarobljeni u zgradama i pod ruševinama (oprema za otkrivanje preživjelih).

✓ Liječenje i zbrinjavanje žrtava: pružanje prve pomoći, odlaganje mrtvih, identifikacija žrtava, organizovanje terenskih trijažnih centara u parkovima i/ili na travnatim površinama izvan objekata, organizovanje improvizovanih hirurških sala sa operacionim stolovima za liječenje teško povređenih, identifikovanje potreba u smislu liječenja, hospitalizacije i medicinske evakuacije; evakuacija povređenih koji ne zahtijevaju hitnu medicinsku pomoć i koji nisu u kritičnom stanju do medicinskih centara u susjednim gradovima; organizovanje vazdušnog prevoza teško povređenih lica.

✓ Evakuacija: evakuacija iz gusto naseljenih i ugroženih područja; utvrđivanje da li je potrebno odmah evakuisati stanovništvo iz pogođenog područja ili će se evakuacija sprovesti nešto kasnije. Razmatranje da li postoji potreba o uključivanju pomoćnih snaga iz susjednih općina, kantona ili pak iz susjednih ili drugih država koji imaju veće resurse.

▪ Sklonište: organizovanje privremenog smještaja, medicinskih centara i drugih javnih servisa na osnovu hitnih potreba; obezbjeđivanje skloništa onima čiji su domovi uništeni ili nisu sigurni odnosno bezbjedni: hitna sanacija nekih objekata; obezbjeđivanje šatora, cerada i/ili kontejnera kao privremenog skloništa; smještanje grupa beskućnika u škole, sportske sale itd.

✓ Snabdijevanje hranom: uspostavljanje centara za snabdijevanje hranom i organizacija drugih hitnih aktivnosti; organizovanje poljskih kuhinja; obezbjeđivanje i distribucija hrane ugroženoj populaciji, kao i timovima za zaštitu i spašavanje; procjena štete na zalihama hrane; procjena dostupnih rezervi hrane (uključujući i nepožnjevenu ljetinu).

✓ Sistemi komunikacije: ponovno uspostavljanje radio, telefonskih, telefaks, faksimil i informatičkih (internet) veza.

✓ Raščišćavanje i pristup: raščišćavanje ključnih puteva, aerodroma i luka kako bi se omogućio pristup vozilima, avionima i brodovima; priprema lokacija za sletanje helikoptera.

✓ Snabdijevanje vodom i strujom: ponovno uspostavljanje snabdijevanja vodom i električnom energijom, angažovanje cisterni. Snabdijevanje vodom za piće je veoma često teško, naročito u ranim fazama odmah nakon zemljotresa. Stoga se treba snabdijeti opremom za prečiščavanje vode i/ili koristiti tablete za prečiščavanje.

✓ Snabdijevanje ostalim sredstvima: obezbeđivanje odjeće i obuće, dekama, kompletima za elementarne nepogode, posuđa za kuhanje i plastičnih folija. Ovo sve u cilju kako bi se ugroženoj populaciji omogućili uslovi za ostanak u području i time smanjila potreba za evakuacijom.

✓ Zdravlje i sanitet: preduzimanje mjera za zaštitu zdravlja ljudi u pogođenom području i održavanje neophodnih sanitarnih objekata.

✓ Obnavljanje javnih usluga: klinike pod improvizovanim krovom, apoteke, pošte i prodavnice u mobilnim vozilima.

✓ Javne informacije: informisanje građana u pogođenim područjima o tome šta treba da urade, posebno u pogledu samopomoći, i u kojim akcijama bi mogli da pomognu; sprečavanje špekulacija i glasina o trenutnoj situaciji i budućem stanju. Informisanje ljudi koji nisu pogođeni potresom i davanje uputa kako mogu pomoći ljudima u ugroženim područjima.

✓ Sigurnost: održavanje reda i zakona, posebno da bi se spriječile pljačke i nepotrebna šteta; zabrana ulaska građanstva u teško oštećene objekte koji nisu bezbjedni. Ulazak u ovakvu vrstu objekata se dozvoljava samo spasilačkim službama i ljudima koji su obučeni za rad u vanrednim situacijama.



KRATKOROČNE STUDIJE I AKTIVNOSTI NAKON ZEMLJOTRESA

Cilj ovih mjera je dobijanje praktičnijih i prenosivih podataka koji potencijalno mogu biti korišćeni za razvoj programa revitalizacije, obnove i dugoročne rehabilitacije [10]. Ove mjere obuhvataju:

- ✓ Planiranje i obezbjeđivanje privremenog smještaja (montažna naselja), organizacija medicinskih centara, zaliha, škola (hangari) i dr.
- ✓ Spašavanje i izmještanje arhiva i nacionalnih bogatstava.
- ✓ Dezinfekcija ugroženog područja zračnim prskanjem.
- ✓ Sveobuhvatna inspekcija i klasifikacija nivoa oštećenja i upotrebljivosti zgrada, inženjerskih objekata, lokalne i regionalne infrastrukture primjenom uniformne metodologije klasifikacije oštećenja.
- ✓ Studije efekata zemljotresa i distribucije nastale štete.
- ✓ Istraživanja seizmičke aktivnosti sa postojećim i privremeno instaliranim seizmičkim stanicama i hitno montiranje akcelerografa i seizmoskopa za jake zemljotrese sa ciljem snimanja naknadnih potresa.
- ✓ Prikupljanje seizmičkih zapisa i njihova obrada u svrhu razrađivanja seizmičkih kriterijuma za izradu projekata sanacije i ojačanja oštećenih objekata.
- ✓ Izrada zahtjeva i upustava za sanaciju i ojačanje oštećenih zgrada i drugih objekata.
- ✓ Ponovno razmatranje prostornih i urbanističkih planova sa kartiranjem prostorne raspodjele efekata zemljotresa.
- ✓ Procjena vrijednosti štete izazvane zemljotresom, planiranje finansijskih i pravnih akcija za umanjeње posljedica zemljotresa.
- ✓ Urbanističko planiranje za izgradnju novih stambenih naselja, medicinskih centara, škola i drugih javnih i komunalnih sistema na osnovu hitnih potreba, broj upotrebljivih objekata i način za budući urbani razvoj.
- ✓ Građevinske mjere i aktivnosti: uklanjanje ruševina i nestabilnih dijelova objekata koji predstavljaju direktnu opasnost za stanare, korisnike ili pješake i rušenje (eksplozivom) teško oštećenih objekata čije iznenadno urušavanje može ugroziti ljude ili druge objekte u blizini; prilikom procesa samog rušenja neophodno je izraditi planove rušenja kako ne bi došlo do oštećenja neoštećenih objekata koji se mogu nalaziti u neposrednoj blizini; sanacija i ojačanje oštećenih objekata uz paralelno sprovođenje terenskih istraživanja i izradu projekata sanacije i ojačanja.

- ✓ Socijalna pomoć: bavljenje socijalnim problemima stanovništva i građana, uključujući potragu za nestalim licima i ponovno okupljanje porodica.
- ✓ Održavanje javnog morala: mjere za pomoć fizičkoj i psihološkoj rehabilitaciji osoba koje su pretrpele posledice katastrofe. Uključivanje psihologa i psihijatarata radi umanjenja pretrpljenog straha i stresa.

HITNA INSPEKCIJA I KLASIFIKACIJA OŠTEĆENJA OBJEKATA

Ciljevi hitne inspekcije oštećenja

Kada se radi o ciljevi hitne inspekcije oštećenja neophodno je istaći da oni mogu biti primarni i sekundarni.

Pod primarnim ciljem se podrazumijeva spašavanje ljudskih života i sprječavanje povreda na taj način što će se identificirati objekti koji su oštećeni potresom i s obzirom na njihovo takvo stanje predstavljaju potencijalnu opasnost i stepen njihove ugroženosti je veći ukoliko dođe do pojave još jednog ili više jačih pa u nekim slučajevima i zemljotresa srednje jačine.

Pod sekundarnim ciljevima, nakon što se izvrši identifikacija oštećenih objekata, podrazumijeva se definisanje hitnih potreba i mjera ojačanja objekata, bilo da se radi o nekoj vrsti ukrućivanja, podupiranja, djelimičnog ili potpunog rušenja i slično. Nadalje jedan od ciljeva je i snimanje oštećenja te procjena upotrebljivosti objekta. Na osnovu ovih podataka izvršiće se klasifikacija objekata u smislu njihovog korištenja, odnosno dozvoljenog korištenja. Pri tome neophodno je obezbijediti što je više moguće stambenih objekata koji se mogu koristiti vodeći računa da bude zadovoljen nivo prihvatljivog seizmičkog rizika. Također, na osnovu procjene stanja nakon nepogode, potrebno je obezbijediti informacije o neophodnom broju privremenih stambenih jedinica. Neophodno je naznačiti saobraćajne tokove koji mogu biti izloženi potencijalnoj opasnosti od urušavanja obližnjih objekata. Na osnovu pregleda terena neophodno je identificirati lokacije podesne da se koriste kao privremena skloništa. Te prikupljanje podataka neophodnih za dobijanje pouzdanih procjena efekata zemljotresa, na osnovu kojih će nadležni organi predložiti i preduzeti odgovarajuće mjere oporavka, formirati politiku ublažavanja katastrofe i raspodjeliti raspoložive resurse. Na osnovu baze podataka o oštećenjima formiraće se pregled čestih uzoraka oštećenja te na osnovu toga usvojiti potencijalni i mogući planovi rehabilitacionih mjera na bazi procjena koja

su sproveda. Također prikupljene informacije se nadalje mogu koristiti za izradu različitih studija i to sa ciljem: preispitivanja urbanističkih planova kartiranjem prostorne raspodjele efekata zemljotresa; preispitivanja postojećih standarda za aseizmičko projektovanje i građevinske prakse, kao i ažuriranja seizmičkih karata; i, izrade modela seizmičke povredljivosti za procjenu potencijalnog seizmičkog rizika.

Prikupljanje podataka o oštećenjima izazvanih zemljotresom

Odlučujući faktor prilikom klasifikacije oštećenja predstavlja nivo ozbiljnosti oštećenja u smislu uticaja na nosivost glavnog konstruktivnog sistema, drugim riječima na sigurnost konstrukcije. Procjena oštećenja u smislu finansija je također bitan faktor koji je neophodan kako bi se izvršila procjena štete u finansijskom smislu, no ovo je sekundarno, jer prije svega je bitan život stanovništva. U prvom momentu neophodno je odrediti dobru procjenu oštećenja, izvršiti njenu klasifikaciju te odrediti da li se data konstrukcija može koristiti, odnosno odrediti *upotrebljivost* ili *neupotrebljivost* objekta. Ovo predstavlja jako zahtjevan posao i ovakve procjene uvijek vrše eksperti sa visokom pouzdanost inženjerskog prosuđivanja. Naravno, sam postupak prikupljanja podataka u velikoj mjeri zavisi od nivoa priprema i obuke inspeksijskih timova koje bi trebalo sprovesti u normalnim uslovima prije pojave zemljotresa. Prethodne pripreme su od esencijalnog značaja za osposobljavanje timova za brzo i kvalitetno sprovođenje klasifikacije oštećenja primjenom uniformne metodologije. Ukoliko ove pripreme nisu prethodno sprovedene, onda bi trebalo nakon zemljotresa sprovesti jednonedeljne kurseve obuke i probne klasifikacije inspeksijskih timova angažovanjem značajnog broja instruktora i supervizora. Međutim, treba imati u vidu da su priprema neophodne inspeksijske dokumentacije (karte i formulari) i organizacija mobilizacije inspeksijskih timova veoma teško izvodljive u izuzetno teškim uslovima nakon zemljotresa. Neophodno je istaći da je značajno da se cjelokupni proces prikupljanja podataka obavi u roku od jednog do dva mjeseca nakon zemljotresa. Fotografisanje oštećenja objekata je veoma važno radi kompletiranja dokaza i podataka o zemljotresom izazvanim oštećenjima, imajući u vidu da će zatečeno stanje na terenu nestati u kratkom vremenskom periodu.

1.8. DUGOROČNE MJERE I AKTIVNOSTI NAKON ZEMLJOTRESA

Ovdje treba naznačiti da se u biti radi o istim mjerama koje se tiču prije nastanka zemljotresa. Ono što je značajno istaći jeste da svi prikupljeni podaci i rezultati koji su dobijeni i prikupljeni prilikom vršenja aktivnosti neposredno nakon djelovanja potresa treba na adekvatan način primjenivati i analizirati. Ovdje se posebno ističu podaci koji su dobijeni a vezani su za samu klasifikaciju oštećenja, raspodjelu oštećenja, stepen povredljivosti, odnosno osjetljivosti konstrukcije, mogućnosti upotrebljivosti odnosno neupotrebljivosti određenog objekta nakon djelovanja zemljotresa. Svi ovi podaci koji su dobijeni trebaju biti obrađeni na adekvatan način te se upotrijebiti radi umanjenja seizmičkog rizika u slučaju ponovljene seizmičke aktivnosti koja se u realnim okvirima može očekivati [10]. Pod dugoročnim mjerama podrazumijevaju se odgovarajuće mjere rekonstrukcije, izgradnje novih objekata koji su srušeni ili u značajnoj mjeri oštećeni prilikom djelovanja potresa. Također, prilikom izgradnje novih objekata u trusnim područjima neophodno je primjeniti pravila aseizmičkog građenja pa u nekim slučajevima i određene moderne tehnologije (base isolation, upotreba dampera kod mostova itd.)

1.9. MJESTO I ULOGA POJEDINACA GRAĐANA U SLUČAJU POTRESA

Obiteljski priručnik za ponašanje u slučaju prirodnih ili drugih nesreća je izradio Sektor za zaštitu i spašavanje Ministarstva sigurnosti Bosne i Hercegovine u suradnji sa Republičkom upravom civilne zaštite Republike Srpske, Federalnom upravom civilne zaštite Federacije Bosne i Hercegovine i Odjelom za javnu sigurnost Brčko Distrikta Bosne i Hercegovine u okviru projekta “Spreman, spašen”, a uz finansijsku i savjetodavnu potporu Fonda Ujedinjenih naroda za djecu (UNICEF) u Bosni i Hercegovini i Američke agencije za međunarodni razvoj (USAID) [25]. Naime, posljedice prirodnih nepogoda mogu se značajno ublažiti ukoliko su građani informisani i upoznati s načinima prevencije prirodnih nepogoda. To znači da, ukoliko dobro poznaju rizike i opasnosti u svojim lokalnim zajednicama i znaju od koga trebaju dobiti informaciju te kako se organizovati u kritičnim trenucima, život građana i njihovih bližnjih bit će sigurniji. Prilikom nastanka prirodne nepogode prva reakcija zavisi od samih građana kao pojedinaca, prema tome građani postaju glavni akteri.

Shodno ovome neophodno je da građani posjeduju znanje o opasnostima, kako reagovati na njih, te način saradnje s drugima su od krucijalne važnosti. Priručnik je napravljen s ciljem da pruži pomoć građanima kako da se ponašaju prilikom prirodnih nepogoda i šta treba učiniti.

Svaki momenat u prirodnoj nepogodi je dragocjen.

Što činiti za vrijeme potresa?

- ✓ Ostanite mirni i prisebni i ne dozvolite da Vas obuzme panika.
- ✓ Budite svjesni da su neki zemljotresi samo početni i da nakon njih može doći do jačih.
- ✓ Ne stvarajte paniku!
- ✓ Ne pokušavajte bježati!
- ✓ Spustite se na pod, sklopčajte se i zaklonite glavu! Potres nastaje uslijed pomicanja tektonskih ploča, kretanja Zemljine kore ili pojave udara. Posljedica toga je podrhtavanje tla i oslobađanje velike energije. Sama jačina potresa ovisi o više elemenata.

Upute za vrijeme zemljotresa ukoliko se nalazite u zatvorenom prostoru

✓ Nađite zaklon na sigurnim mjestima u kući kao što su štok od vrata, nosivi zidovi, ispod stola, čvrstog namještaja, i ostanite tamo dok potres/zemljotres traje.



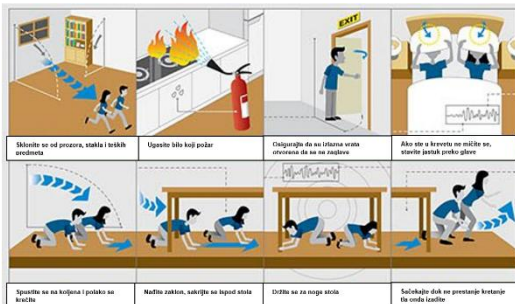
✓ Lice i glavu pokrijte rukama kao zaštitu i sklonite se u uglove unutrašnjih zidova.

✓ Udaljite se od stakla, prozora, vanjskih zidova, vanjskih vrata, kućanskih elemenata koji mogu pasti na vas kao što su luster, police sa knjigama ili drugim elementima i sl.



✓ Ukoliko ste u krevetu, spustite se pored kreveta i zaštitite glavu

✓ Ostanite u kući sve dok zemljotres ne prestane i dok ne bude dovoljno sigurno izaći. Istraživanje pokazuje da je najviše povreda upravo onda kada ljudi pokušavaju izaći iz kuće ili zgrade u vrijeme trajanja zemljotresa.



✓ Iz prizemne kuće

ili s prvoga sprata možete izići vodeći računa da svoje sklonište pronađete na čistini, daleko od zgrade.

- ✓ Sve dok potres traje, izbjegavajte stubišta i liftove.
- ✓ Ne koristite lift!
- ✓ Ne izlazite na terasu ili balkon.
- ✓ Ne držite police iznad kreveta.
- ✓ Ukoliko ste u blizini ili unutar visoke zgrade, sklonite se od stakla i vanjskih zidova.
- ✓ Ukoliko ste u javnom objektu (škola, preduzeće, tržni centar, trgovina) ostanite mirni i izbjegavajte paniku. Držite se dalje od mase ljudi koja je u panici i kreće se prema izlazu.
- ✓ Budite svjesni o prestanku napajanja električnom energijom i tom prilikom se mogu upaliti protupožarni i drugi alarmi.
- ✓ Uvijek imajte pripremljenu baterijsku lampu i rezervne baterije kao i mali tranzistor.
- ✓ Odmah isključite dovod električne energije, plina i vode. Ako ste koristili bilo koji izvor topline, isključite ga dok se zemljotres ne smiri.
- ✓ Ukoliko dođe do požara, pokušajte ga ugasiti i obavijestite lokalnu vatrogasnu jedinicu.
- ✓ Ukoliko je potrebno i ako ste u mogućnosti, pridružite se timovima za spašavanje iz ruševina i uključite se u potragu i pružanje pomoći nastradalima pod ruševinama objekata.

Upute za ponašanje tijekom zemljotresa na otvorenom

- ✓ Sklonite se od ulične rasvjete, električnih kablova, zgrada, građevina.
- ✓ Najveće opasnost su građevine, izlazi i vanjski zidovi građevina, pogotovo ako se radi o kulturno historijskim objektima jer može doći do odvaljivanja cijelog zida van njegove ravni.
- ✓ Ukoliko ste na ulici, opasnost od obrušavanja visokih zgrada je velika, stoga se sklonite na dovoljnu udaljenost od opasnosti obrušavanja dimnjaka, crijepova, stakla i sl.
- ✓ Zaštitite glavu rukama ili torbom.

Upute za ponašanje tijekom zemljotresa ukoliko se nalazite u vozilu u pokretu

- ✓ Zaustavite se na mjestu gdje je to dozvoljeno i sigurno.
- ✓ Izbjegavajte zaustavljanje u blizini zgrada, drveća, nadvožnjaka, podvožnjaka, električnih vodova i mostova.
- ✓ Oprezno vozite nakon prestanka potresa. Izbjegavajte pravce koji uključuju prelazak mosta ili rampe, a koji su možda oštećeni potresom.

Upute za ponašanje ukoliko se nađete pod ruševinama

- ✓ Ne palite šibicu.
- ✓ Ne krećite se.
- ✓ Usta prekrijte tkaninom ili rupčićem.
- ✓ Udarajte o cijevi ili zid kako biste obavijestili spasioce o svojoj nazočnosti. Ako imate pištaljku, koristite je. Vikanje je posljednja opcija jer se tako možete ugroziti udišući opasno velike količine prašine.
- ✓ Sačuvajte prisebnost i pokušajte se orijentisati.
- ✓ Ako ste pritisnuti materijalom, započnite s odstranjivanjem, štedeći snagu i pazeći na kontakt s oštrim predmetima kako biste izbjegli da se povrijedite.

Upute za ponašanje poslije prvog udara zemljotresa

- ✓ Budite spremni da može doći do pojave novih dodatnih potresa. Ako je objekt oštećen, mogućnost jačeg potresa predstavlja opasnost, stoga napustite objekt smireno i bez panike. Evakuacija ide redosljedom: majke s djecom, stari, bolesni, osobe s invaliditetom itd.
- ✓ Ukoliko se nalazite u oštećenu objektu i osjećate miris plina ili vidite pokidane kablove, ne palite svijeću i šibicu jer postoji opasnost od požara i/ili eksplozije.
- ✓ Provjerite je li neko povrijeđen. Ozbiljno povrijeđene osobe ne pomičite.
- ✓ Pratite upute nadležnih/ovlaštenih osoba.
- ✓ Telefon koristite samo u najnužnijim uvjetima kako se telefonske linije ne bi opteretile.
- ✓ Ne koristite automobile kako biste spasilačkim službama ostavili ulice prometnim.
- ✓ Izbjegavajte ulaziti u objekte, posebno ako su u njima oštećene električne ili plinske instalacije.

LITERATURA

1. Bozorgnia, Y., & Campbell, K. W. (2004). Engineering characterization of ground motion. Chap. 5 of: Bozorgnia, Y., & Bertero, V. (eds), Earthquake Engineering: From Engineering Seismology to Performance-Based Engineering. Boca Raton, FL: CRC Press.
2. Ademović (2012). Ponašanje zidanih konstrukcija u BiH pri dejstvu zemljotresa sa stanovišta savremenih teoretskih i eksperimentalnih saznanja, Doktorska disertacija, Građevinski fakultet u Sarajevu, Univerzitet Sarajevo
3. Polyakov (1985). Design of Earthquake Resistant Structures, 1985
4. US – Geological-Survey, 2011

5. Rasjed i Navlake, <https://www.pmf.unizg.hr/download/repository/Predavanje3.pdf>
6. Encyclopedia Britannica Inc.
7. <http://www.sdgs.usd.edu/publications/maps/earthquakes/rscale.htm>
8. <https://emergencytactics.com/the-earthquake-dilemma>
9. European Commission staff working document. (2017). *Overview of Natural and Man-made Disaster Risks the European Union may face*. Brussels, 23.05.2017., SWD (2017) 176 final.
10. Ivan Brlek, Hazim Hrvatović, Amra Krehić, Rusmir Gorušanin. Pregled zemljotresa na području Bosne i Hercegovine 2011-2015, Bosnia i Hercegovina, Federacija Bosne i Hercegovine, Federalni meteorološki zavod, Sarajevo 2016
11. Procjena ugroženosti Federacije Bosne i Hercegovine od prirodnih i drugih nepogoda, Novembar 2014, Federalna uprava civilne zaštite
12. Milutinović, Z. (2006). *Management of Disaster Risk*. Institut za zemljotresno inženjerstvo i inženjersku seizmologiju, Skoplje, Makedonija.
13. <http://www.un-spider.org/risks-and-disasters/disaster-risk-management>
14. http://ec.europa.eu/echo/files/aid/countries/factsheets/thematic/disaster_risk_management_en.pdf.
15. Zakon o zaštiti i spasavanju ljudi i imovine u slučaju prirodnih ili drugih nesreća, "Službeni glasnik Bosne i Hercegovine", br. 39/03, 22/06 i 43/10[13].
16. Okvirni zakon o zaštiti i spašavanju ljudi i imovine u slučaju prirodnih ili drugih nesreća u Bosni i Hercegovini ("Službeni glasnik BiH", broj 50/08)
17. Metodologija za izradu procjene rizika Bosne i Hercegovine u slučaju prirodnih ili drugih nesreća (Službeni glasnik Bosne i Hercegovine 86/09)
18. Zakon o nadležnosti kantonalnih vlasti u oblasti zaštite i spašavanja ljudi i imovine u slučaju prirodnih ili drugih nesreća ("Službeni glasnik Kantona Sarajevo 39/08")
19. Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o nadležnosti nadležnih organa Sarajevskog kantona u oblasti zaštite i spašavanja ljudi i imovine u slučaju prirodnih ili drugih nesreća ("Službene novine Kantona Sarajevo 19/11")
20. Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o nadležnosti kantonalnih vlasti u oblasti zaštite i spašavanja ljudi i imovine u slučaju prirodnih ili drugih nesreća ("Službeni glasnik Kantona Sarajevo 45/15")
21. Zakon o meteorološkoj i hidrološkoj djelatnosti, Službeni glasnik Republike Srpske broj 20/00 od 17. jula 2000. godine
22. Zakon o seizmološkoj djelatnosti, Službeni glasnik Republike Srpske broj 20/97 od 28. jula 1997. godine i
23. Zakon o zaštiti vazduha, Službeni glasnik Republike Srpske broj 124/11 od 14. decembra 2011. godine
24. Plan zaštite i spašavanja Federalnog hidrometeorološkog zavoda od prirodnih i drugih nesreća, juni 2016 godine, Federalni hidrometeorološki zavoda
25. Mihailov, V., Dojčinovski, D. (2006). *Engineering Seismology*. Institut za zemljotresno inženjerstvo i inženjersku seizmologiju, Skoplje, Makedonija.

2. POPLAVE

2.1. UVOD

Poplave na rijekama su prirodni fenomeni koji daleko prevazilaze okvire vodoprivrede i hidrotehnike. U istoriji je poznato da su rijeke i poplave imale značajan uticaj na razvoj ljudskog društva. Izlivanje velikih voda iz riječnih korita i plavljenje riječnih dolina svrstavaju se u najstarija ljudska iskustva, jednako kao i njihov antipod – suša.

Poplave, kao i suše, predstavljaju ekstremne hidrološke pojave koje utječu na stanovništvo, društvene i ekološke sisteme. Poplava je plavljenje užeg ili šireg kompleksa tla, izlivanjem vode iz riječnog korita, jezera ili mora. Nastaje od velikih kiša, naglog otapanja snijega, jakih potresa i vjetrova i drugih prirodnih nepogoda. Drugim riječima, poplave su prirodne pojave koje označavaju neuobičajeno visok vodostaj, zbog koga se voda iz korita prelijeva preko obale te plavi okolicu. Smanjuje se ili sprječava izgradnjom nasipa, brana, kanala ili velikih akumulacijskih bazena koji prihvataju najveći dio plavne vode (Imamović, 2015).

Iako su poplave još od prvih civilizacija bile velika prijetnja za ljudsku zajednicu, ovaj problem aktueliziran je nakon nekoliko velikih poplava u raznim dijelovima Evrope i svijeta u posljednjoj deceniji dvadesetog vijeka, praćenih visokim štetama i gubicima ljudskih života (Ivetić et al., 2014). Bez obzira na uzroke pojave poplava, vjerovatnost poplava uvijek postoji, pa ovu pojavu kao prirodni fenomen nije uvijek moguće spriječiti, ma koliko siguran sistem odbrane i mjere prevencije bile (Kuspilić et al., 2014).

U sklopu evidentnih klimatskih promjena, za koje se može reći da nema nikog ko ih na svojoj koži već nije osjetio, poplave predstavljaju samo jednu od njihovih manifestacija. Promjene šeme prostiranja, trajanja, intenziteta padavina i sušnih perioda ukazuju na promjene u ukupnim ulaznim podacima u jednačinu bilansa voda. Prema dosadašnjim podacima, godišnje sume padavina nisu se promjenile u većem obimu, ali su njihovi ekstremi postali izrazitiji i češći. Zbog toga se uticaj klimatskih promjena nikako ne smije izostaviti ili tumačiti kao nevažan. Poplave, koje se kao

stohastičke pojave¹ dešavaju, zbog svoje nepredvidljivosti i brzine dešavanja, kao i zbog velikog nedostatka vremena za ljudsku organizovanu reakciju, izazivaju velike štete, ne samo materijalne nego i one nenadoknadive, iskazane u izgubljenim ljudskim životima.

Osim mjera, aktivnosti i radova, upravo je brzina reakcije u toku dešavanja poplave od ključnog značaja za svođenje šteta od poplave na minimalnu mjeru. Planovi odbrane sa egzaktnim podacima, kompjuterskim modelima potencijalnih događaja, ali i iskustvima iz prošlosti, moraju biti detaljno razrađeni i zasnovani na realnim zahtjevima, ali i na realnim mogućnostima, kako bi u datoj situaciji bili primjenjivi.

Da bi se smanjio rizik od gubitaka ljudskih života i nastanak štete od poplava, mora se tačno definisati termin i odgovoriti na pitanje šta je poplava. Stručna definicija poplave je slijedeća:

"Poplava je privremena pokrivenost vodom zemljišta koje obično nije prekriveno vodom. To uključuje poplave koje uzrokuju rijeke, planinski potoci, bujični vodotoci, kao i poplave uzrokovane morem na priobalnim područjima".

Prethodna definicija data je u Direktivi o procjeni i upravljanju poplavnim rizicima² (u daljem tekstu: DPR), a primjetno je da se poplave nastale usljed izlivanja vode iz kanalizacionih sistema, bilo da su to atmosferski, sanitarni ili industrijski kanalizacioni sistemi, ne tretiraju kao poplava.

2.2. UZROCI I VRSTE POPLAVA

Uzroci poplava su brojni, a generalno se može reći da su poplave izazvane **prirodnim pojavama i vještačkim uticajima** (Babić-Mladenović, 2009).

Prema uzrocima nastanka poplave se mogu podijeliti na:

- poplave nastale zbog jakih oborina,
- poplave nastale zbog nagomilavanja leda u vodotocima,
- poplave nastale zbog klizanja tla ili potresa,

¹ Stohastička pojava je neki događaj čije pojavljivanje nije ni vremenski ni kvantitativno određeno, a sama pojava matematički se posmatra kao događaj prema zakonima vjerovatnoće. Riječ potiče iz starogrčkog, a označava vještinu pogađanja, odnosno učenje o onome što je vjerovatno.

² Direktiva o procjeni i upravljanju poplavnim rizicima – Directive 2007/60/ EC of the European Parliament and of the Council on the assessment and management of flood risks.

- poplave nastale zbog rušenja brane ili ratnih razaranja.

S obzirom na vrijeme formiranja vodnog vala poplave se mogu razvrstati na:

- **ravničarske (mirne)** poplave - poplave na velikim rijekama kod kojih je potrebno deset i više sati za formiranje velikog vodnog vala,
- **bujične poplave** - poplave na brdskim vodotocima kod kojih se formira veliki vodni val za manje od deset sati,
- **akcidentne poplave** - poplave kod kojih se trenutno formira veliki vodni val rušenjem vodoprivrednih ili hidroenergetskih objekata

Prema visini podizanja nivoa voda u rijekama, dimenzijama površine poplavljenog područja i veličini štete, riječne poplave dijele se na:

- Niske (male) poplave – ne nanose značajniju materijalnu štetu i ne narušavaju u značajnijoj mjeri ritam života u naseljima. Javljaju se svakih 5-10 godina.
- Visoke poplave – u gusto naseljenim područjima nerijetko nameđu potrebu djelomične evakuacije ljudi i nanose znatnije materijalne i moralne štete. Događaju se svakih 20-25 godina.
- Izvanredne (velike) poplave – zahvaćaju cijeli riječni bazen. Paraliziraju gospodarsku djelatnost i u velikoj mjeri narušavaju komunalni način života, nanose velike materijalne i moralne štete. Za vrijeme izvanrednih poplava obilno se javlja potreba za masovnom evakuacijom stanovništva, materijalnih i kulturnih dobara iz naselja kao i potreba za zaštitom najznačajnijih privrednih objekata. Ovakve poplave javljaju se svakih 50-100 godina.
- Katastrofalne poplave – izazivaju plavljenja velikih područja i u područjima jednog ili više riječnih sistema. Ovakve vrste poplava praćene su velikim materijalnim gubitcima ljudskih života, te se javljaju jednom u 100-200 godina. Plave više od 70% poljoprivrednog zemljišta, naseljena mjesta, komunikacije i industrijske objekte.

Prirodne poplave nastaju najčešće u riječnim dolinama kad se voda izlije iz riječnog korita, pokrije priobalno tlo ili teče preko njega. Širina poplavljenog pojasa tla ovisi od količine vode u rijeci prilikom poplave, dubine riječnog korita, nagiba strana riječne doline i zaštitnog pojasa

izgrađenog duž rijeke. U riječnim dolinama, poplave uglavnom nastaju kao posljedica hidroloških uvjeta u slivu. Nerijetko do poplave dođe nakon relativno umjerenih padavina, nisu vezane za određeno godišnje doba (javljaju se i ljeti i zimi), voda naglo nadolazi i kratkotrajne su (nekoliko sati do 1 dan). Poplave u riječnim dolinama prekidaju kopneni promet, onemogućavajući za duže vrijeme prolaz pješaka i motornih vozila, a često otežavaju i plovni promet rijekom. Jezerske poplave nastaju povećanim pritjecanjem vode s okolnih planina u jezerski bazen. Te poplave pričinjavaju štetu gospodarstvu, a rjeđe ugrožavaju naselja i ljudske živote. U Evropi je većina poplava izazvana jakom i/ili dugotrajnom kišom (75%). Ipak, tipičan fenomen, koji izaziva najrazornije poplave na ovom kontinentu, jest pojava kombinovanog djelovanja kiša i topljenja snijega.



Slika 1- Poplava izazvana kišom u Doboju, maj 2014. (Foto: Emir Šarić)



Slika 2- Bujične poplave u prigradskim dijelovima Tuzle tokom 2010. godine (Foto: Uljić)

Vještačke poplave – antropogeni uticaji koji mogu uzrokovati poplave mogu biti isticanje vode iz akumulacije i retencije izazvano lomovima brane ili hidrotehničkih građevina ili njihovim neadekvatnim radom i rukovanjem, zatim promjenama u slivu, koritima rijeka i inundacionim područjima i dr. (Babić-Mladenović, 2009). Posebno treba istaći promjene u slivu, koritima rijeka i inundacionim područjima koje su nastale antropogenim uticajima, među kojima su najznačajnije krčenje šume, loša poljoprivredna praksa, neadekvatno upravljanje vodama, urbanizacija u područjima visokih rizika od poplava i pritisci koje izaziva stanovništvo svojim aktivnostima.

Antropogeni uticaj najviše je vezan za aktivnosti u samom koritu vodotoka, ali i slivu. Krčenjem šuma, izgradnjom objekata i saobraćajnica,

kanalisanjem i drugim aktivnostima povećavaju se brzina oticaja i količina otekle vode sa sliva, a skraćuje vrijeme koncentracije vode u glavnom koritu, odnosno povećava se koeficijent oticaja sa slivnog područja. Takođe, regulisanjem korita vodotoka, „odsjecanjem mrtvih krakova”, mrtvaja ili starača, i izgradnjom objekata na obalama, ili čak u koritu vodotoka, smanjuje se vrijeme tečenja kroz korito, ali i smanjuje proticajni profil, što se direktno odražava i na povećanje visine vode u koritu.

Zbog pojedinih antropogenih uticaja, kao što je, na primjer, ogoljavanje padina, nisu rijetki ni slučajevi poplava izazvani klizanjem kosina, pa i cijelih obronaka, koji završavaju u koritu vodotoka kao svojevrzne brane. Antropogeni uticaj izražen je i pregrađivanjem ili sužavanjem korita rijeke (ustave, brane, mostovi), čime se izaziva formiranje poplavnog jezera uzvodno od pregrade, a nekontrolisanom izgradnjom objekata u inundacijama smanjuje se protočna moć korita za velike vode. Takođe, nepravilno rukovanje vodoprivrednim objektima, kao što su brane, može dovesti do izazivanja poplava.

Vještački (antropogeni) uticaji koji uzrokuju poplave, a izazvani su lomovima brane ili hidrotehničkih građevina, rijetko se dešavaju, pa im se ovom prilikom neće poklanjati značaj. Puno je važnije ukazati na uzroke poplava koji su vezani s promjenama u slivu, koritima rijeka i inundacionim područjima, nastale aktivnostima stanovništva u riječnom bazenu.

Krčenje šuma povezano je s lošim gospodarenjem šumama, neplanskom i ilegalnom sječom, šumskim požarima, ali i sječom šuma radi korištenja zemljišta za naselja, ceste, industrijske zone ili u poljoprivredne svrhe. Nestanak šuma u višim predjelima i planinama dovodi do pojave bujica i bržeg otjecanja vode. Krčenje šuma u blizini riječnih korita i na obalnim kosinama uzrokuje gubitak vegetacije i jakih korijenskih sistema drveća, pa tlo postaje izloženo eroziji i intenzivnijem ispiranju čestica tla u vodotoke, što rezultira promjenama kao što su podizanja dna korita i zatrpavanje. Često se ističe da je krčenje šuma jedan od glavnih krivaca za pojavu klizišta u ruralnim područjima. Opasnost od poplava javlja se i u dijelovima sliva koji su bili pogođeni šumskim požarima. S aspekta voda i poplava na devastiranim šumskim područjima izgubljena je zaštitna uloga šuma, a to je u prvom redu zaštita tla od erozije i uravnoteženost hidrološkog sistema.

Loša poljoprivredna praksa uobičajeno se povezuje s problematikom zagađenje i zaštite voda. Međutim, počev od obrade zemljišta, posebno na kosinama, te vrste kultura i načina njihova uzgoja, procesi erozije i ispiranja tla s obradivih površina mogu imati značajan uticaj na pojavu poplava, posebno pri obilnim padavinama. Povećan rizik od erozije tla javlja se i u područjima prekomjerne ispaše, gdje se vegetacijski pokrivač na pašnjacima degradira, kao i u područjima na kojima je zbog prekomjerne eksploatacije u dužem vremenskom periodu tlo izgubilo plodnost. Promjena namjene tla u svrhe poljoprivrede može rezultirati smanjenjem kapaciteta inundacionih područja. Rizik pojava poplava postoji i u uzgoju kultura koje imaju manju moć apsorpcije vode, pa tlo brzo postaje zasićeno, a višak vode zadržava se na površini.

Neadekvatno upravljanje vodama uglavnom se odnosi na pitanja upravljanja akumulacijama, kao i hidrotehničkim objektima za zaštitu od voda. U novije vrijeme često se ukazuje na to da su inženjerske aktivnosti na uređenjima vodotoka, kao što su kanalizacije (oblaganje korita), reguliranje ispravljanjem meandara, izgradnja nasipa, brana, neadekvatno upravljanje nanosom i dr., zapravo doveli do promjena u samom vodotoku, među kojima su najznačajnije smanjenje inundacionih (plavnih) područja, povećanje brzine protoka, odnosno promjena oblika samog hidrografa, kao što su smanjenje vremena koncentracije i povećanje maksimalnog protoka (Bonacci, 2014).

Urbanizacija sasvim sigurno predstavlja najznačajniji antropogeni uzrok poplava u posljednjim desetljećima. Zbog porasta stanovništva, posebno u gradskim područjima, stambeni i industrijski objekti nerijetko se grade u inundacionim područjima, čime se povećava rizik da ovi objekti budu poplavljivi čak i u slučajevima velikih voda manjeg povratnog perioda (10 ili 20 godina). Neplanska i ilegalna gradnja dodatno povećava rizik od poplava, posebno kada se objekti grade gotovo u samim koritima, čime se smanjuje propusna moć i kapacitet vodotoka. Izgradnju stambenih i industrijskih objekata prati i neophodna cestovna infrastruktura, pa površine pod krovovima i cestama izložene oborinama nisu u mogućnosti da apsorbiraju vodu, koja otječe u kišne kanale (kanalizaciju) i biva evakuirana u vodotoke.

Osim ovih, primarnih antropogenih uticaja, na poplavu mogu uticati i druge aktivnosti, kao što je deponovanje građevinskog šuta, ali i svih drugih vrsta

otpada u korito vodotoka. Na taj način smanjuje se protočnost samog korita, ali i povećava mogućnost stvaranja „čepova” na suženjima vodotoka, kao što su, na primjer, mostovske konstrukcije ili drugi objekti u koritu vodotoka. Takođe, na poplavu može imati uticaja i ispuštanje otpadnih voda, čije se suspendovane materije talože na dnu vodotoka i izazivaju smanjenje proticajnog profila, ali su od posebnog značaja otpadne vode zagađene organskim materijama, koje izazivaju bujanje vodene vegetacije, što opet smanjuje protočnost korita vodotoka. Uticaj mogu imati i objekti u koritu, kao i plivajući objekti (splavovi, barže, šlepovi...), ali i smanjenje slobodnog prostora za protok vode kroz inundaciju. Nikako ne treba zaboraviti ni uticaj čovjeka na klimatske promene koje rezultuju povećanjem učestalosti, ali i intenziteta ekstremnih padavina, što se direktno odražava i na oticaj sa sliva, a time i na poplave.

Antropogeni uticaji koji doprinose smanjenju utjecaja velikih voda su:

- Pošumljavanje ranije ogoljelih površina u slivu;
- Uređenje riječnih korita u cilju povećanja propusnih moći korita za vodu, led i nanos;
- Izgradnja akumulacija i retenzija u cilju smanjenja talasa velikih voda

2.3. POPLAVE U BOSNI I HERCEGOVINI

Prema prirodnim uvjetima u Bosni i Hercegovini ravničarski tereni, doline rijeka i kraška polja su jedino povoljni potencijalni prostori za naseljavanje, industrijsku izgradnju, razvoj gospodarske infrastrukture. Većim zaposjedanjem i popunjavanjem ovih prostora njihova upotrebna i ukupna vrijednost se sve više povećava i s njom raste i ugroženost i potreba za zaštitom od poplava.

Godišnje u Bosni i Hercegovini padne oko 1.250 l/m^2 kiše ili ukupno $64 \times 10^6 \text{ m}^3$ padavina. Sa teritorija Bosne i Hercegovine godišnje otekne $1.155 \text{ m}^3 / \text{sec}$ ili oko 57 % ukupnih padavina i to 62,3 % slivom Save prema Crnom moru i 37,5 % slivom rijeka prema Jadranskom moru. Uopće, prema ukupnim godišnjim padavinama i otjecanju, Bosna i Hercegovina spada u vodom bogatija područja, a klimatski, zemljopisni i ostali relevantni faktori utječu nepovoljno na hidrološki režim u svim odnosima i na većini vodotoka, klasificirajući ga neravnomjernim i izrazito neravnomjernim, ne samo u prostoru nego i vremenski.

Neprijmjereno upravljanje vodama uz prirodnu nepovoljnu raspodjelu voda u prostoru i vremenu povećava rizik pojave poplava. Hidrografska i hidrološka raznolikost Bosne i Hercegovine rezultat je vrlo složenih uticaja međusobno različitih komponenata okoliša. Među najvažnije spadaju: klimatske karakteristike koje određuju vodnu masu, zatim geološki, odnosno hidrogeološki uvjeti i reljef teritorija. Na hidrološke prilike utječu i drugi faktori među kojima i čovjek.

Poplave na širem prostoru BiH uslovljene su neravnomjernošću i neravnotežom brojnih prirodnih faktora (vodnog režima, klimatskih, geoloških, topografskih) i ljudskih djelatnosti. Prostor BiH karakteriše razvijen reljef sa velikim padovima, što, uz neravnomjeran raspored padavina dovodi do neravnomjernog oticaja. Vrijeme koncentracije u slivovima je dosta kratko, a uvjeti za retardaciju (osim na nekim dijelovima krša) proticaja su dosta nepovoljni, pa i relativno male padavine daju visoke oticaje. Posebno su karakteristični slivovi brdskih vodotoka sa nižih planina koje ograničavaju dolinu rijeke Save, kao i gornji (viši) dijelovi slivova direktnih pritoka Save. Pored toga, često dolazi do koincidencije poplavnih talasa pritoka rijeke Save i pritoka nižeg reda, kao i velikih voda Save i njenih pritoka. Tako su historijske poplave u Posavlju uglavnom nastajale poplavnim vodama Save, Une i Vrbasa (Srednja Sava) i Save i Bosne (Donja Sava). Za poplave u Semberiji može se reći da su rezultat složene koincidencije valova velikih voda Drine i Save.

Poplave u kraškim poljima su rezultat nesrazmjernog dotoka u polja i oticaja iz polja evakuacionim kapacitetima ponora, površinskih tokova ili odvodnih tunela. Poplavama su najčešće izložena sljedeća područja:

- U gornjim tokovima pritoka Save: Drvar (rijeka Unac), Tuzla (rijeka Jala), Olovo (rijeka Krivaja), doline rijeka Spreče, Usore, Miljacke, Željeznice idr.;
- U srednjim i donjim tokovima pritoka rijeke Save: Kulen Vakuf, Bihać,
- Bosanska Krupa (rijeka Una), Novi grad, Prijedor, Sanski Most (rijeka Sana), Gornji Vakuf, Bugojno, Donji Vakuf (rijeka Vrbasa), Sarajevsko polje, Zenica, Maglaj, Doboj (rijeka Bosna), Foča, Goražde, Zvornik, Janja (rijeka Drina);
- U dolini rijeke Save poplavama su često bila izložena naselja: Dubica,
- Gradiška, Srbac, Brod, Derventa (Ukrina), Šamac, Orašje i Brčko;

- U dolini Neretve: Čapljinsko polje, Gabela Polje, Višići, Svitava, Hutovo Blato, plato Brotnjo, Rastok Jezerac, dolina Neretve (dio Čapljina-Buna), Vir-Posušje, Ljubuško-Vitinsko polje (rijeka Trebižat), Bijelo i Bišće polje (rijeka Buna);
- U kraškim poljima: Imotsko-Bekijsko polje, Mostarsko blato, Livanjsko polje, Kupreško polje, Duvanjsko polje sa Šujičkim poljem, područje oko Grahova Gatačko polje, Nevesinjsko polje, Dabarsko polje, Fatničko polje, Bilečko polje, Trebinjsko (Mokro) polje, Ljubomirsko polje, Ljubinjisko polje i Popovo polje.

POSTOJEĆA ZAŠTIĆENOST OD POPLAVA U BIH

Poplave kao prirodna pojava su se uvijek pojavljivale i pojavljivat će se. Braneći se od poplava ljudi su poduzimali mnoge tehničke i netehničke mjere, počev od izgradnje nasipa do stvaranja kompleksnih sistema za smanjenje rizika od poplava. Proces razvoja tih sistema i porast njihove uloge i značaja, kako u povećanju stepena zaštite dobara, tako i sigurnosti življenja, uslovljen je razvojem društva uopšte. Ti kompleksni sistemi postoje i u Bosni i Hercegovini i oni su najčešće višenamjenski.

Od poplavnih velikih voda u BiH primjereno su zaštićena područja uz rijeku Savu i donekle uz rijeku Neretvu (gdje problem najčešće predstavlja neodgovarajuće upravljanje hidroakumulacijama), dok su na pritokama Save zaštitni sistemi nedovršeni ili ih uopće nema, izuzimajući urbane cjeline. U nastavku se daje kraći popis najznačajnijih zaštitnih vodnih objekata, kako slijedi:

1. Vodno područje rijeke Save

U Federaciji BiH: nasipi uz rijeku Savu ukupne dužine 59,475 km, nasip uz rijeku Bosnu dužine 6,905 km, 7 obaloutvrda ukupne dužine 6,119 km, 4 obodna kanala ukupne dužine 21,217 km, 4 crpne stanice ukupnog kapaciteta 26,90 m³/s, dvije brane sa akumulacijama u Gradačcu („Hazna“ i „Vidara“).

U Republici Srpskoj: Područje Dubičke ravni (unski nasip i nasip dužine 16,10 km, nasip uz Binjačku dužine 17,00 km, savski nasip dužine 33,10 km, obodni kanali dužine 7,10 km), područje Lijeve polja (Savski nasip ukupne dužine 32,20 km, desni Jablanički nasip dužine 8,50 km, desni

Vrbaski nasip dužine 10,80 km, obodni kanali dužine 22,50 km), područje Srednja Posavina-Lončari (Savski nasip dužine 2,60 km, Tinjski nasip dužine 0,15 km, kanali ukupne dužine 25,625 km), područje Ivanjsko polje (Savski nasip ukupne dužine 28,199 km, kanali 8,53 km), područje Srednja Posavina-Šamac (Savski nasip ukupne dužine 88,30 km, nasip uz rijeku Bosnu dužine 0,50 km, kanali ukupne dužine 17,529 km), područje Semberije (Savski nasip ukupne dužine 20,20 km, Drinski nasip dužine 10,00 km, nasip uz GOK 3,50 km), te ukupno 21 crpna stanica ukupnog kapaciteta 108,20 m³/s.

2. Vodno područje Jadranskog mora

U Federaciji BiH: nasipi uz rijeku Neretvu ukupne dužine 14,692 km, nasipi uz rijeku Bregavu dužine 3,091 km, nasipi uz rijeku Krupu dužine 4,08 km, nasipi uz rijeku Tihaljina-Mlade-Trebižat dužine 19,822 km, nasip uz rijeku Vriošticu dužine 7,441 km, odvodni tuneli sa brzotocima i kulama zatvaračnicama u Imotsko-Bekijskom polju i Mostarskom blatu, kanali ukupne dužine 17,762 km i jedna crpna stanica kapaciteta 4,00 m³/s. **U Republici Srpskoj:** 3 crpne stanice ukupnog kapaciteta 1,09 m³/s.

2.4. ŠTETE OD POPLAVA

Poplave koje su se dogodile tokom juna 2001. godine, kada je prema podacima Hidrometeorološkog zavoda Federacije Bosne i Hercegovine palo između 50 i 100 litara vode po 1 m², zahvatile su Posavski, Tuzlanski, Zeničko-dobojski i Srednjobosanski kanton i izazvale ogromnu štetu u poljoprivredi, na stambenim objektima, opremi, prometnicama i objektima niskogradnje i infrastrukture. Za saniranje šteta nastalih plavljenjem poljoprivrednog tla i stambenih i infrastrukturnih objekata Vlada Federacije Bosne i Hercegovine je izdvojila 6.730.178,00 KM, a štete su prema izvještajima povjerenstava za procjenu šteta općina i kantona iznosile preko 50.000.000,00 KM.

Usljed dugotrajnih proljetnih kiša u Federaciji Bosne i Hercegovine, u proljeće 2004. godine, poplave su zahvatile područja svih kantona s nešto različitim intenzitetom. Poplavom je zahvaćeno 13.455,95 ha poljoprivrednih površina, a šteta prouzročena poplavama iznosila je 23.933.792,86 KM.

Poplave koje su se dogodile u 2003. i 2004. godini na području Federacije Bosne i Hercegovine, potvrđuju da su ove prirodne pojave na našim prostorima neizbježne i opominju da smo izašli iz ciklusa umanjenih velikih voda (koji, na sreću, traje već oko 20 godina) i ušli u hidrološki ciklus i znatno većih i češćih pojava velikih voda. Prema zadnjim analizama uočljiva je češća pojava intenzivnih padavina s velikim količinama vodenog taloga. Pored toga 2009. i 2010. godina su bile sa ekstremnim padavinama, ali 2011. godina je bila sa padavinama znatno ispod višegodišnjih vrijednosti.

Ovdje se treba istaći da je područje Federacije Bosne i Hercegovine tokom 2010. godine, bilo zahvaćeno velikim poplavama koje su prčinile znatne materijalne štete na materijalnim dobrima (stambenim, komunalnim i drugim objektima, objektima infrastrukture, te poljoprivrednom tlu i dr.) i uzrokovale štetu u iznosu većem od 87.000.000,00 KM, s tim, da su najveće štete registrirane u Tuzlanskom, Posavskom, Bosansko-podrinjskom, Zeničko-dobojskom i Hercegovačko-neretvanskom kantonu.

Katastrofalne poplave, uzrokovane padavinama koje su premsile do sada zabilježene pojave, u periodu od 14. do 19. maja 2014. godine, su pogodile šire područje sliva rijeke Save u Bosni i Hercegovini - BiH, Republici Hrvatskoj i Republici Srbiji. Poplave su zahvatile cijelo područje BiH koje pripada slivu rijeke Save i izazvale su gubitak 23 ljudska života i enormno velike materijalne štete. Na slici br. 5. je prikazano područje pogođeno poplavama u BiH, Hrvatskoj i Srbiji.

To su bile najteže poplave u posljednjih 120 godina, koje su donijele ogromna razaranja u zemlji koja se još uvijek oporavlja od posljedica rata 1992-1995, gdje značajan broj stanovnika pati od hroničnog siromaštva i nezaposlenosti. Elementarna nepogoda pogodila je četvrtinu teritorije Bosne i Hercegovine i oko milion ljudi, što čini približno 27% od 3,8 miliona njenih stanovnika. Skoro 50% lokalnih samouprava pogođeno je poplavama, od čega je 46 pretrpjelo teška oštećenja i razaranja, gdje su gradska, industrijska i ruralna područja danima bila u potpunosti poplavljena, odsječena od svijeta, bez struje, vode i komunikacija. Kuće, infrastruktura, škole, bolnice, privatni objekti, gazdinstva i usjevi zbrisani su sa lica zemlje, što je dovelo do prekida rada javnih službi, lokalne privrede i poljoprivrednih radova, a pokrenuta su i brojna klizišta i aktivirana nova. Kapacitet zadržavanja vode u zemljištu i na padinama je bio višestruko premašen.



Slika 5- Područje pogođeno poplavama u maju 2014. godine

Prethodnom degradacijom životne sredine povezanom s degradacijskim faktorima kao što su uništavanje šuma, zahvati u riječnim koritima i gradnja u zonama podložnim hazardu i riziku, stvoreni su svi preduslovi za nastanak jedne ovakve katastrofe. Cijeli sliv rijeke Save je bio pogođen, generirajući bujice i premještajući nizvodno raznolik nanos, trasirajući tako pojas uništenja i pustošenja.

Nizvodno, na ravnijim terenima, akumulirana voda, mulj i nanos su izazvali velike poplave. Kako je rijeka Sava dostizala maksimum, drenaža terena je postala nemoguća, izazivajući zadržavanje vode u ravnici za duži period. Zbog katastrofalnog stanja usljed poplava i pratećih pojava, veliki broj općina je odmah proglasio stanje prirodne nepogode. Oko 81 lokalna samouprava je u različitom stepenu pretrpjela štete, gubitke u ljudskim životima, materijalnim dobrima i ogromnim posljedicama po zaštitu okoliša. Oko 90 000 osoba je privremeno iseljeno iz svojih domova, a više od 40 000 je duže vremena boravilo u javnim i privatnim utočištima ili se preselilo privremeno kod rođaka i prijatelja.

U cjelini, totalni ekonomski udar katastrofe (uništavanja ili ozbiljna oštećenja na imovini, infrastrukturi i dobrima, kao i posljedični efekti na sredstvima za život, dohocima i proizvodnji, među ostalim faktorima) procijenjen je na 3,98 milijardi KM. Najveći dio toga je pogodio privatni

sektor, porodična, mala, srednja i velika preduzeća i poljoprivredne proizvođače, uključujući nepoznat broj ranjivih grupa stanovništva. U Federaciji BiH ukupna šteta iznosi 2,03 milijarde KM, u RS-u 1,89 milijardi KM, a u Brčko Distriktu 57,89 miliona KM.

Štete nisu uniformnog karaktera u različitim sektorima i pogođenim općinama, zbog njihovog različitog porijekla, npr. od klizišta, poplave ili erozije, te intenziteta (Tabela 1.)

Tabela 1- Ukupne štete i gubici u BiH (milion €)(Izvor RNA)

Sektor	Šteta	Gubici	Ukupno
Poljoprivreda	104,35	82,86	187,21
Obrazovanje	8,04	0,66	8,70
Energetski sektor	49,67	52,29	101,96
Zaštita od poplava	49,24		49,24
Zdravstvo	5,79	47,13	52,92
Stambeni sektor	424,78	28,43	453,21
Privreda i zapošljavanje	346,55	446,90	793,04
Javne usluge	18,36	9,05	27,41
Transport i komunikacije	261,76	85,94	347,70
Vodovod i kanalizacija	5,44	2,07	7,51
Gender		8,46	8,46
UKUPNO	1.273,98	763,39	2.037,38

Majske poplave koje su pogodile milion stanovnika Bosne i Hercegovine, te nanijele štete infrastrukturi, privredi, domaćinstvima, farmama i usjevima (slike 6 - 9) su događaj koji nije zabilježen od kada se vrši sistematsko mjerenje meteroloških i hidroloških pojava u BiH, od 1892. godine. Količina padavina u periodu od 13.-17. maja 2014. godine je na nekim mjestima bila 2-3 puta veća od mjesečnog prosjeka padavina za mjesec maj. Ovako visoka količina padavina rezultirala je visokim vodostajima, odnosno ekstremnim protocima na vodotocima koji je prevazilazio povratni period od 500 godina.



Slika 6- Poplave u Banjoj Luci, maj 2014. godine (Foto: BUKA / E.P. /)



Slika 7 - Poplave u Banjoj Luci, maj 2014. godine (Foto: BUKA / E.P. /)



Slika 8- Posljedice bujičnih poplava -Doboj, maj 2014. (Foto: Sanja Vrzić)



Slika 9- Posljedice bujičnih poplava -Doboj, maj 2014. (Foto: Sanja Vrzić)

2.5. ZAŠTITA OD POPLAVA

INSTITUCIONALNI OKVIR U SEKTORU VODA U BIH

Upravljanje vodama je u podijeljenoj nadležnosti Bosne i Hercegovine, Federacije Bosne i Hercegovine, Republike Srpske, Brčko distrikta, kantona, gradova i općina. Entitetskim Zakonima o vodama su određeni institucionalni okviri upravljanja vodama. Ovi zakoni, čija je procedura kreiranja i usvajanja trajala nekoliko godina, urađeni su u skladu s pristupom upravljanju vodnim resursima u zemljama EU, a u ozračju

približavanja BiH članstvu u ovoj organizaciji. Zakonima o vodama je utvrđena nova struktura za upravljanje vodama, i to tako da je osnovna jedinica za upravljanje Vodno područje. Ministarstvo poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva Federacije BiH je oformljeno na osnovu Zakona o Federalnim ministarstvima. Članom 15 ovog zakona je opisana opća nadležnost ovog ministarstva: da vrši upravne, stručne i druge poslove utvrđene zakonom koji se odnose na nadležnost Federacije u oblasti poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva. Poslovi upravljanja vodama unutar Ministarstva su dodijeljeni „Sektoru vodoprivrede“. Djelatnosti Ministarstva se odnose na: vodne resurse, razvojne planove, bilanse voda, korištenje voda, zaštitu voda, zaštitu od voda te druge poslove utvrđene Zakonom o federalnim ministarstvima.

Pored navedenih Agencija, za sektor voda u Federaciji BiH su, po prirodi aktivnosti i nadležnosti, vezane i sljedeće stručne institucije:

- Federalni hidrometeorološki zavod Sarajevo,
- Federalni zavod za agropedologiju Sarajevo,
- Federalni zavod za geologiju Sarajevo,
- Federalna uprava za geodetske i imovinsko pravne poslove Sarajevo,
- Agencija za statistiku Bosne i Hercegovine, Sarajevo,
- Federalni zavod za statistiku Sarajevo,
- Federalna uprava civilne zaštite Sarajevo.

Na nivou kantona nadležnosti upravljanja vodama su uglavnom na kantonalnim ministarstvima poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva, slično kao na federalnom nivou, dok su u nekim slučajevima nadležnosti pri ministarstvima privrede. Opće nadležnosti kantonalnih ministarstava za oblast voda, bilo da imaju ili nemaju zasebne službe i sektore, jesu: zaštita voda, zaštita od voda i uređenje režima voda; zaštita od poplava, erozija i bujica; vodoopskrba stanovništva i korištenje voda za potrebe privrede; odvodnja voda s poljoprivrednih površina i planiranje razvoja sektora voda. U Republici Srpskoj je upravljanje vodama uređeno na sličan način kao i u Federaciji BiH. Osnovni organ koji vrši upravni, stručni i drugi nadzor je u nadležnosti Ministarstva poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva. Agencije za vode i Republičko javno preduzeće donose svoje programe održavanja vodnih objekata na koje saglasnost daje Ministarstvo. Ovakva rješenja ne čude ukoliko se uzme u obzir da su iste godine doneseni Zakoni o vodama u oba entiteta uz pridržavanje odredbi međunarodnih ugovora koje je Bosna

i Hercegovina ranije potpisala ili preuzela iz ranijeg perioda te potpisane konvencije i sporazumi iz ove oblasti.

PRAVNI OKVIR U SEKTORU VODA U BIH

Današnje stanje vodnog prava Bosne i Hercegovine (BiH) ima izražene specifičnosti koje ga suštinski razlikuju od nacionalnih sistema vodnog prava susjednih zemalja, odnosno zemalja Jugoistočne Evrope. Te specifičnosti proizilaze prije svega iz ustavnog karaktera unutrašnjeg uređenja Bosne i Hercegovine, koju čine entiteti Federacija Bosne i Hercegovine i Republika Srpska, kao i Brčko distrikt.

Pravni okvir u sektoru voda je usklađen sa ustavnom organizacijom BiH, a čine ga: Aneks IV Opšteg okvirnog sporazuma za mir u BiH - Ustav BiH, Ustav FBiH, Ustav RS, Statut BD, zakoni i podzakonski akti donešeni na nivou BiH, entiteta FBiH i RS, BD, kantona i opština. U nastavku je dat kratak pregled osnovnih zakona i podzakonskih akata vezanih za pitanje zaštite od poplava i upravljanja vodama.

U FBiH je donešen Zakon o vodama³ kao i niz podzakonskih akata potrebnih za implementaciju Zakona. Zakonom se uređuje i pitanje institucionalnog okvira u sektoru voda u FBiH i finasiranja ove djelatnosti, koordinacija sa RS i BD kod izrade planova upravljanja vodama vodnog područja, saradnja sa organima RS u pitanjima izdavanja vodnih akata i vodne inspekcije ostala pitanja. Obzirom na podjelu nadležnosti, osim na nivou FBiH, zakoni o vodama su donešeni i na kantonalnom nivou kojim je dio nadležnosti upravljanja vodama prenešen i na opštine u FBiH.

Zakon o vodama FBiH uređuje pitanje donošenja planova upravljanja vodama za vodno područje rijeke Save i vodno područje Jadranskog mora, kao i provođenja mjera i aktivnosti u cilju smanjenja ili sprečavanja ugroženosti ljudi i materijalnih dobara od štetnog djelovanja voda i otklanjanja posljedica njihovog djelovanja. Federalni operativni plan za odbranu od poplava⁴ donosi Ministar poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva, a istim se utvrđuje način provođenja mjera aktivne odbrane od poplava i leda, u vrijeme neposredne opasnosti od pojave velikih (poplavnih) voda i otklanjanja posljedica poplava. Uredbom o vrstama i

³ „Službene novine FBiH“, broj: 70/06

⁴ „Službene novine FBiH“, broj: 7/11

sadržaju planova zaštite od štetnog djelovanja voda⁵ propisano je donošenje:

1. Planova upravljanja poplavnim rizikom, uključujući preliminarnu procjenu poplavnog rizika, izradu mapa opasnosti i mapa rizika od poplava, u skladu sa odredbama FPD, do 2017. godine,
2. Plana za provođenje mjera aktivne odbrane od poplava iz nadležnosti FBiH, koji donosi nadležni federalni ministar i planova za provođenje mjera aktivne odbrane od poplava iz nadležnosti kantona koje donose nadležni kantonalni ministri.

U RS je donešen Zakon o vodama⁶ kao i niz podzakonskih akata potrebnih za provođenje zakona. Zakonom o vodama u RS se uređuju način integralnog upravljanja vodama na teritoriji RS, a što uključuje zaštitu voda, korišćenje voda, zaštitu od štetnog djelovanja voda, uređenje vodotoka i drugih vodnih tijela. Ovim zakonom se još uređuje institucionalni okvir, način finansiranja djelatnosti, koordinacija sa FBiH u upravljanju vodama i druga pitanja vezano za integralno upravljanje vodama. Zakonom se utvrđuje obaveza donošenja planova upravljanja za oblasni riječni sliv rijeke Save i rijeke Trebišnjice.

Plan odbrane od poplava u RS⁷ je donijela Vlada RS i on predstavlja osnovni dokument za koordinaciju i sprovođenje djelatnosti od značaja za zaštitu i spašavanje od poplava. Glavni operativni plan za odbranu od poplava donosi Ministar poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede za svaku godinu, a istim se utvrđuje način provođenja mjera aktivne odbrane od poplava na izgrađenim vodoprivrednim objektima, u vrijeme neposredne opasnosti od pojave velikih (poplavnih) voda. U BD je u primjeni Zakon o vodama⁸ kao i niz podzakonskih akata potrebnih za provođenje zakona. Glavni operativni plan odbrane od poplava BD BiH za tekuću godinu donosi VBD, a istim se utvrđuje organizacija, način i postupak vršenja odbrane od poplava i leda na području BD. U BD je u toku izrada novog Zakona o vodama BD.

⁵ „Službene novine FBiH“, broj: 26/09

⁶ „Službeni glasnik RS“, broj: 50/06, 92/09 i 121/12

⁷ „Službeni glasnik RS“, broj: 6/14

⁸ „Službeni glasnik RS“, broj: 10/98

Status i djelatnost Federalnog hidrometeorološkog zavoda je regulisana Zakonom o federalnim ministarstvima i drugim tijelima federalne uprave⁹ i Zakonom o hidrometeorološkim poslovima od interesa za Republiku¹⁰. Status Republičkog hidrometeorološkog zavoda RS je uređen Zakonom o ministarstvima¹¹ i Zakonom o republičkoj upravi¹². Djelatnost zavoda je regulisana Zakonom o meteorološkoj i hidrološkoj djelatnosti¹³, Zakonom o seizmološkoj djelatnosti¹⁴ i Zakonom o zaštiti vazduha¹⁵

KLJUČNI MEĐUNARODNI SPORAZUMI I EU DIREKTIVE

U nastavku je dat pregled međunarodnih konvencija i sporazuma u kojima je BiH punopravni član i aktivno učestvuje u radu na implementaciji istih, a koji su direktno vezani za zaštitu od poplava i upravljanje vodama. Nadalje, dat je i kratak osvrt na ključne EU direktive u ovoj oblasti.

Konvencija o saradnji na zaštiti i održivom korištenju rijeke Dunav je potpisana 29.06.1994. godine, u Sofiji, od strane podunavskih zemalja i Evropske unije. BiH je članica konvencije od 2004. godine. Osnovni ciljevi konvencije su saradnja podunavskih zemalja na:

- održivom upravljanju vodnim-sistemom u slivu Dunava, uključujući očuvanje i unaprijeđenje racionalnog korištenja vodnih resursa u slivu,
- unaprijeđenje kvaliteta upravljanja vodnim resursima i kvaliteta voda u Dunavskom bazenu,
- racionalnom i održivom korištenju vodnih resursa i zaštite okoline i ekosistema u slivu rijeke Dunav.

Za operativno ostvarenje postavljenih ciljeva i provođenje odredaba Konvencije, usvojenih mjera, kao i koordinaciju zajedničkih aktivnosti u

⁹ „Službene novine FBiH“, broj: 58/02, 19/03, 38/05, 2/06, 8/06, 61/06, 57/09 i 50/11

¹⁰ „Službeni list SRBiH“, broj: 19/76 i 12/87, koji se u skladu sa članom IX.5.(1) Ustava FBiH

¹¹ „Službeni glasnik RS“, broj: 70/02

¹² „Službeni glasnik RS“, broj: 118/08

¹³ „Službeni glasnik RS“, broj: 20/00

¹⁴ „Službeni glasnik RS“, broj: 20/97

¹⁵ „Službeni glasnik RS“, broj: 124/11

tom pravcu, zemlje članice su uspostavile zajedničko koordinaciono tijelo, Međunarodnu komisiju za zaštitu rijeke Dunav - ICPDR. U skladu sa zahtjevima Okvirne direktive za vode - ODV zemlje članice Konvencije su 2009. godine donijele Plan upravljanja slivom rijeke Dunav sa Programom mjera. Trenutno se provode aktivnosti na donošenju Plana upravljanja rizikom od poplava za sliv rijeke Dunav. Okvirni sporazum o slivu rijeke Save su potpisale Republika Slovenija, Republika Hrvatska, Bosna i Hercegovina i Državna zajednica Srbije i Crne Gore u decembru 2002. godine, kao izraz volje i potrebe za jačanjem međusobne saradnje na slivu rijeke Save. Ciljevi sporazuma su:

- uspostavljanje međunarodnog režima plovidbe rijekom Savom i njenim plovnim pritokama,
- uspostavljanje održivog upravljanja vodama,
- preduzimanje mjera za sprječavanje ili ograničavanje od opasnosti, kao i uklanjanje štetnih posljedica nastalih zbog poplava, leda, suša i nesreća koje uključuju materije opasne za vode.

Za provođenje ciljeva Okvirnog sporazuma i koordinaciju aktivnosti osnovana je Međunarodna komisija za sliv rijeke Save – Savska komisija. Plan upravljanja slivom rijeke Save, u skladu sa zahtjevima ODV, je izrađen i njegovo usvajanje je planirano za decembar 2014. godine. Nadalje se provode aktivnosti na izradi Plana upravljanja rizikom od poplava, a u skladu sa odredbama Protokola o zaštiti od poplava donešenog uz Okvirni sporazum.

Direktiva 2000/60/EC Evropskog parlamenta i vijeća kojom se uspostavlja okvir za djelovanje zajednice na području politike voda (ODV) je donešena u svrhu uspostavljanja okvira za zaštitu kopnenih površinskih voda, prelaznih voda, priobalnih voda i podzemnih voda. Zakoni o vodama koji su na snazi u FBiH i RS su u velikom obimu, preko 90%, usklađeni sa odredbama ODV, a kroz projekat „Jačanje kapaciteta u sektoru voda u BiH” planirano je dalje usaglašavanje domaćeg zakonodavstva sa ovom i drugim direktivama u oblasti voda.

Direktiva 2007/60/EZ Evropskog parlamenta i vijeća, od 23. oktobra 2007. godine, o procjeni i upravljanju rizicima od poplava (FPD) je donešena u svrhu uspostavljanja okvira za procjenu i upravljanje rizikom od poplava s ciljem smanjenja štetnih posljedica od poplava na zdravlje ljudi, životnu sredinu, kulturnu baštinu i privredne aktivnosti. FPD uvodi obavezu izrade Preliminarne procjene poplavnog rizika, izradu karata opasnosti i karata rizika od poplava i na kraju donošenje planova upravljanja rizikom od poplava. Nadalje, FPD zahtjeva usaglašavanje sa ODV i Planovima

upravljanja riječnim slivovima, učešće javnosti u izradi planova upravljanja rizikom od poplava i koordinisan pristup provođenju mjera za smanjenje rizika od poplava.

ORGANIZACIJA ODBRANE OD POPLAVA U BIH

Po ZOV-u FBiH, RS, te DB, nadležne Vlada donose Odredbu o Planovima odbrane od poplava (Odredba). Ovom Odredbom utvrđuju se vrste, sadržaj i način izrade, postupak usaglašavanja, donošenja, ažuriranja i čuvanja planova zaštite od štetnog djelovanja voda. Zaštita od štetnog djelovanja voda odnosi se na odbranu od poplava i leda na vodotocima, zaštitu od erozije i bujica, te na mjere zaštite i otklanjanja posljedica od iznenadnog zagađenja voda prouzrokovanih poplavama. Odredbom se uspostavlja okvir za procjenu i upravljanje poplavnim rizicima, sa ciljem smanjivanja posljedica štetnog djelovanja voda po ljudsko zdravlje, okoliš, kulturnu baštinu i privrednu aktivnost. Mjere, radovi i druge aktivnosti koje se preduzimaju radi odbrane od poplava na određenom području, definiraju se u odgovarajućem planu odbrane od poplava za to područje.

Na osnovu Odredbe o planovima odbrane od poplava i prijedloga resornih ministarstava, nadležne Vlade donose Odluku o Glavnom planu operativnih mjera odbrane od poplava, početkom svake godine za tekuću godinu. Glavni plan operativnih mjera odbrane od poplava i organizaciona shema za provođenje odbrane od poplava na područjima Save i Neretve gdje su izgrađeni vodoprivredni objekti je sljedeća: organ nadležan za koordinaciju i usklađivanje izrade Glavnog plana operativnih mjera i njegovo provođenje je nadležna Ministarstva; organizacija koja daje podatke su Meteorološki zavodi; operativni centar za koordinaciju ključnih aktivnosti odbrane od poplava je sjedište Ministarstva poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva FBiH Sarajevo, odnosno Banja Luka za RS. Na vodnom području Jadranskog mora, organizacija koja vrši sve radove na odbrani od poplava je „Agencija za vodno područje Jadranskog mora“ Mostar, direktor Agencije je glavni rukovoditelj odbrane od poplava. Na vodnom području rijeke Save, organizacija koja vrši sve radove na odbrani od poplava je „Agencija za vodno područje rijeke Save“ Sarajevo, direktor Agencije je glavni rukovoditelj odbrane od poplava.

MJERE ZA PREVENCIJU OD POPLAVA

U Procjenama ugroženosti Bosne i Hercegovine navedeno je da je BiH podložna iznenadnim bujičnim poplavama koje stvaraju velike štete. Programom zaštite određeno je da preventivne mjere zaštite od prirodnih i drugih nesreća, pa tako i od poplava, imaju prednost nad svim oblicima planirane zaštite. Upravljanje rizicima od poplava s aspekta prevencije, zaštite i ublažavanja, postiže se usklađenim i koordiniranim djelovanjem koje mora stvoriti značajnu dodatnu vrijednost i poboljšati sveukupni nivo zaštite od poplava. Planiranje i provođenje prevencije u zaštiti od poplava u nadležnosti je institucija više nivoa vlasti. Za ugrožena područja predviđaju se mjere koje treba planirati i provoditi prema utvrđenim prioritetima. Iako se uočava napredak u donošenju strateških, zakonskih i drugih planskih dokumenata, taj napredak nije dovoljan i u većini slučajeva ne prati preduzimanje aktivnosti prevencije od poplava u skladu s prioritetima. Između ostalog, tome doprinosi nedostatak koordinacije, kao i nedovoljna uključenost različitih nivoa pri planiranju i provođenju mjera za postizanje povećanja nivoa zaštite od poplava na cijelom vodnom području.

Kao što smo u uvodu napomenuli, planiranje je jedna od osnovnih funkcija uspješnog rukovođenja odbranom od poplava. Bez organiziranog, blagovremenog i planskog pristupa planiranju ne može se govoriti o efikasnom, odnosno jedinstvenom sistemu odbrane od poplava. Kroz razgranatu mrežu međunarodne saradnje, kako kroz bilateralne odnose tako i kroz forume međunarodnih organizacija, mora se razvijati adekvatan sistem odbrane od poplava, posebno u segmentu planiranja, počev od prevencije i spašavanja, odnosno odgovora na nesreće, do otklanjanja posljedica nastalih njihovim djelovanjem. Iz tih razloga je neophodno uspostaviti sinergiju među regionalnim i međunarodnim tijelima koja su uključena u upravljanje poplavama, a što je naravno nadležnost i odgovornost državnih organa Bosne i Hercegovine.

Upravljanje vodama se zasniva na načelu osiguranja zaštite od štetnog djelovanja voda, koje prvenstveno proizilazi iz potrebe za zaštitom stanovništva i imovine te potreba za uklanjanjem posljedica njenog štetnog djelovanja. Zaštitom od voda obuhvaćene su sve mjere, aktivnosti i radnje koje se u širem prostoru planiraju, preduzimaju i izvode, s ciljem da se umanje (ili eliminišu) posljedice koje nastaju štetnim djelovanjem neuređenog vodnog režima. Uređenje vodotoka i drugih voda obuhvata:

izviđanje, tehničko i investiciono održavanje regulisanih vodotoka, zaštitnih vodnih objekata i objekata melioracionih sistema te druge radove kojima se omogućava kontrolisan i neškodljiv protok voda i njihovo namjensko korištenje. Zaštita od štetnog djelovanja voda obuhvata radove i mjere za odbranu od poplava (upravljanje poplavama), odbranu od leda, zaštitu od erozija i bujica, borbu protiv suša, kao i otklanjanje posljedica od štetnog djelovanja istih.

BOSANSKOHERCEGOVAČKI AKCIONI PLAN KAO OSNOVA ZA UNAPREĆENJE SISTEMA ZAŠTITE OD POPLAVA

Neposredno nakon poplava, uz pomoć Svjetske banke, Delegacije EU u BiH i UN-a, izvršena je procjena šteta i potreba za oporavkom. Uzroci poplava, obim šteta i težina posljedica koje su nastale ukazali su na to da je potrebno da nadležni organi u BiH unaprijede sistem zaštite od poplava i upravljanja vodama, koji će osigurati veću sigurnost stanovništva u budućim sličnim pojavama. One se izvjesno mogu očekivati kao posljedica uticaja klimatskih promjena koje više ne zaobilaze ni našu regiju. Nadležni organi u BiH zaduženi za pitanja upravljanja vodama, dakle i zaštitu od poplava, odgovorili su na zahtjev Delegacije EU u BiH koja je od BiH i zvanično zatražila da na temelju RNA Procjene pripremi plan obnove i unaprećenja zaštite od poplava i upravljanja vodama i u sklopu istog razmotre i pitanja institucionalnog urećenja, politike i planiranja, mehanizama finansiranja i provedbe mjera, s većim stepenom koordinacije i na nivou BiH i regionalno.

Usaglašavanje i donošenje Akcionog plana postavljeno je BiH kao preduslov za korištenje sredstava EU, ali i drugih davalaca sredstava za implementaciju mjera iz tog plana te je Vijeće ministara BiH 21. 1. 2015. godine usvojilo Akcioni plan za zaštitu od poplava i upravljanje rijekama u BiH za period 2014–2017. godine. Doneseni akcioni plan predstavlja jedini dokument donesen na nivou BiH za oblast voda i na osnovu toga osigurana su sredstva EU IPA 2014 za sanaciju posljedica poplava u iznosu od 15 mil. eura za BiH za rekonstrukciju nasipa uz Savu i druge vodotoke te uspostavu i unaprećenje sistema monitoringa i prognoze poplava na slivu rijeke Bosne, te 20 mil. eura za regionalne mjere za BiH i Republiku Srbiju koje su obuhvatile mjere zaštite od poplava na slivu Drine u BiH i R. Srbiji i na području BD BiH i Tuzlanskog kantona, po 10 mil. eura za svaku od zemalja.

Za izradu akcionog plana, pored RNA Procjene za BiH, kao osnova su korišteni postojeći entitetski i regionalni strateški i planski dokumenti u sektoru voda, kao i rezultati sljedećih završenih i tekućih projekata:

- Podrška bosanskohercegovačkoj politici voda u BiH, finansiran sredstvima IPA 2007,
- Jačanje institucija za zaštitu životne sredine u BiH i priprema za pretprijetne fondove, finansiran sredstvima IPA 2008,
- Jačanje kapaciteta u sektoru voda u BiH, finansiran sredstvima IPA 2011.

U skladu s naprijed opisanim pristupom u akcionom planu identifikovano je i od strane svih uključenih organa i institucija usaglašeno šest ključnih mjera koje se trebaju provesti u periodu od 2014. do 2017. godine, kako bi se u okviru BiH i regionalno poboljšala koordinacija aktivnosti zaštite od poplava, srazmjerno osiguranim sredstvima, a kako bi se:

- sanirale posljedice poplava, erozija i bujica iz 2014. godine,
- unaprijedio sistem zaštite od poplava u BiH,
- uspostavio pouzdaniji hidrološki prognozni sistem u BiH,
- stvorili uslovi za održivost sistema i ojačala međusektorska saradnja,
- nastavile aktivnosti na punoj primjeni principa integralnog upravljanja vodama.

Za svaku od ključnih mjera Akcionog plana je data:

- ocjena hitnosti za implementaciju
 - KR su kratkoročne mjere koje se trebaju provesti u roku od jedne godine,
 - SR su srednjoročne mjere koje se trebaju provesti u roku od tri godine,
- nadležne institucije koje su nosioci aktivnosti na provođenju pojedinačnih mjera,
- procjena potrebnih finansijskih sredstava za provođenje pojedinih mjera,
- relevantne napomene.

Aktivnosti na provođenju Akcionog plana se realizuju od strane nadležnih organa pojedinačno, a usaglašano je da se godišnje podnosi izvještaj Vijeću ministara BiH i vladama entiteta i BD BiH o njegovoj realizaciji. Ključ efikasne realizacije mjera i dostizanja ciljeva iz akcionog plana je u punom

angažmanu domaćih organa na svim nivoima vlasti na blagovremenoj i usaglašenoj identifikaciji i pripremi projekata iz vlastitih i stranih sredstava i ažurnosti u pripremi aplikacija za sredstva EU i drugih izvora finansiranja te preciznoj odgovornosti za implementaciju. Ipak, realizacijom akcionog plana se postiže jedan dio unapređenja sistema zaštite od poplava u periodu 2014–2017. godine, ali neophodna je i dalja stalna i reformska nadogradnja sistema.

Finansijska sredstva za implementaciju Akcionog plana će se obezbijedivati iz kredita, grantova i budžetskih sredstava. Ukupno procjenjena sredstva za realizaciju Akcionog plana iznose 592,7 miliona KM¹⁵. Od utvrđenog iznosa 267,2 miliona KM ili 45% sredstava je već obezbjeđeno kroz aktuelne kreditne linije, grant instrumente i osigurana budžetska sredstva. Takođe se navode i projekti kroz koja se planiraju obezbijediti dodatna finansijska sredstva u iznosu od oko 100 miliona KM, čime će ukupan iznos obezbjeđenih sredstava biti oko 367,2 miliona KM ili 61,9%. Najznačajniji projekti kroz koje će se obezbijediti dodatna finansijska sredstva, a koja mogu biti realizovana u veremenskom roku na koji se odnosi Akcioni plan su:

- IDA kredit WB za Projekat zaštite od poplava u slivu rijeke Drine, u iznosu od 24 miliona US\$,
- IPA 2014 podrška zaštiti od poplava i upravljanju vodama, nacionalna komponenta, u iznosu od 15 miliona Eura,
- IPA 2014 obnova i izgradnja infrastrukture za zaštitu od poplava, regionalna saradnja BiH-Srbija u iznosu od 10 miliona Eura,
- WBIF izrada mapa opasnosti i rizika od poplava u iznosu od 3,38 miliona Eura,
- GEF-SCCF projekat upravljanja vodama na slivu rijeke Drine u iznosu od 4 miliona KM,
- Projekat „Integrisanje klimatskih promjena u smanjenje rizika od poplava u slivu Vrbasa” u iznosu od 5 miliona US\$.

MJERE ZAŠTITE I SPAŠAVANJA U SLUČAJU POPLAVA

U slučaju katastrofalnih poplava zaštita i spašavanje uređeno je Zakonom o zaštiti i spašavanju ljudi i materijalnih dobara od prirodnih i drugih

nesreća¹⁶. Ovim se Zakonom uređuje sistem zaštite i spašavanja ljudi, biljnog i životinjskog svijeta, materijalnih, kulturnih, istorijskih i drugih dobara i okoliša od prirodnih nepogoda – poplava, prava i dužnosti građana i tijela Federacije, kantona i općina, privrednih društava i drugih pravnih osoba, te druga pitanja od značaja za oblast zaštite i spašavanja od prirodnih i drugih nesreća u Federaciji Bosne i Hercegovine, a u skladu sa Okvirnim zakonom o zaštiti i spašavanju ljudi i materijalnih dobara od prirodnih i drugih nesreća u Bosni i Hercegovini¹⁷. Zaštita i spašavanje od prirodnih i drugih nesreća obuhvata: programiranje, planiranje, organiziranje, obučavanje i osposobljavanje, provođenje, nadzor i finansiranje mjera i aktivnosti za zaštitu i spašavanje od prirodnih i drugih nesreća s ciljem sprečavanja opasnosti, smanjenja broja nesreća i žrtava, te otklanjanja i ublažavanja štetnih djelovanja i posljedica prirodnih i drugih nesreća.

Jedinstvena organizacija zaštite i spašavanja prema ovome Zakonu, ostvaruje se organiziranjem i poduzimanjem sljedećih mjera i djelatnosti:

- otkrivanje, praćenje i sprječavanje opasnosti od prirodnih i drugih nesreća;
- obavještanje stanovništva o opasnostima i davanje uputstava za zaštitu i spašavanje;
- obučavanje i osposobljavanje za zaštitu i spašavanje;
- organiziranje, opremanje, obučavanje i osposobljavanje civilne zaštite i uspostavljanje i održavanje drugih vidova zaštite i spašavanja;
- mobiliziranje i aktiviranje snaga i sredstava za zaštitu i spašavanje;
- otklanjanje posljedica prirodnih i drugih nesreća do osiguranja osnovnih uvjeta za život;
- nadzor nad provođenjem propisa o zaštiti od prirodnih i drugih nesreća;
- pružanje pomoći Republici Srpskoj i Brčko Distriktu Bosne i Hercegovine, susjednim i drugim državama u slučaju prirodne ili druge nesreće;

¹⁶ "Službene novine Federacije BiH", br. 39/03, 22/06 i 43/10)

¹⁷ „Službeni glasnik BiH“, broj 50/08

- traženje pomoći od Republike Srpske i Brčko Distrikta Bosne i Hercegovine i susjednih i drugih država u slučaju prirodne ili druge nesreće, u skladu sa Okvirnim zakonom o zaštiti i spašavanju.

Mjere i aktivnosti na zaštiti i spašavanju ostvaruju se putem civilne zaštite koja predstavlja organizirani oblik zaštite i spašavanja ljudi i materijalnih dobara od prirodnih i drugih nesreća. Zaštitu i spašavanje provode građani, organi vlasti, privredna društva i druga pravna lica, službe zaštite i spašavanja, štabovi, jedinice i povjerenici civilne zaštite, u okviru svojih prava i dužnosti.

Nosioци zaštite i spašavanja planiraju i pripremaju mjere i postupke za provođenje preventivne zaštite u slučaju postojanja neposredne opasnosti od polava, tokom trajanja poplava te planiraju i pripremaju mjere i postupke za ublažavanje i otklanjanje posljedica od poplava. Mjere i postupci zaštite i spašavanja utvrđuju se planovima zaštite i spašavanja od prirodnih i drugih nesreća koji moraju biti međusobno usklađeni i to: planovi zaštite pravnih lica s planom zaštite općine, planovi zaštite općina s planom zaštite kantona, a planovi zaštite kantona s Planom zaštite od prirodnih i drugih nesreća. Ovi planovi usklađuju se samo u pitanjima u kojima se određuju zadaci za određene nosioce civilne zaštite.

U pripremi i provođenju zaštite i spašavanja, u okviru svoje redovne djelatnosti, obvezno sudjeluju organizacije Crvenog krsta i druge humanitarne organizacije i udruženja građana (gorska služba spašavanja, planinari, speleolozi, alpinisti, radio-amateri, ronionci i dr.), u skladu sa međunarodnim ugovorima i sporazumima i njihovim pravilima o organiziranju. U obavljanju tih poslova, te organizacije i udruženja ostvaruju saradnju s upravama civilne zaštite kantona i službama civilne zaštite općina i postupaju po nalogu nadležnog štaba civilne zaštite.

U uslovima kada snage i sredstva civilne zaštite nisu dovoljna za efikasno spašavanje ljudi i materijalnih dobara od prirodnih i drugih nesreća, putem Ministarstvu odbrane Bosne i Hercegovine podnosi se zahtjev za uključivanje Oružanih snaga BiH na zadacima zaštite i spašavanja na ugroženom području, što se vrši u skladu sa Zakonom o odbrani Bosne i Hercegovine¹⁸.

¹⁸ "Službeni glasnik BiH", broj 88/05

2.6. ZAKLJUČAK

Poplave su svuda u svijetu, pa tako i u Bosni i Hercegovini, sve učestalije, intenzivnije i opasnije. Ne mogu se spriječiti, ali se preduzimanjem djelotvornih preventivnih i operativnih mjera njihove štetne posljedice mogu značajno ublažiti. Prevencija od poplava je od strateškog značaja za svaku državu, a štete koje nastaju uslijed poplava daju posebnu dimenziju ozbiljnosti pristupa u provođenju preventivnih mjera u zaštiti od poplava. I pored činjenice da već duži vremenski period postoje izgrađeni nasipi, da su regulisana korita brojnih vodotoka, kao i da postojeće akumulacije i retenzije u većoj ili manjoj mjeri učestvuju u zaštiti, sadašnje aktivnosti u prevenciji od poplava u BiH su nedovoljne da bi značajnije uticale na smanjenje štetnih posljedica. Planiranje s ciljem redukcije rizika od poplava je veoma složen proces koji zahtijeva sinergiju svih faktora koji se bave upravljanjem vodama, zaštitom i spasavanjem bez obzira na nivo vlasti. Međutim, i pored činjenice da je donesena legislativa koja uređuje oblast zaštite od poplava sveobuhvatna, događaju se poplave koje svake godine nanose ogromne gubitke u materijalnim dobrima, ali i ljudskim životima.

Indikativno je da se poplave ponavljaju skoro svake godine, na istim područjima koja su ranije identificirana. Kako ističu mediji, privrednici i nevladin sektor: „Poplave uvijek iznenade jer nema prevencije“. Sa stanovišta privrednika, vlasti nisu učinile dovoljno u provođenju preventivnih mjera, što ima za posljedicu plavljenje objekata, poljoprivrednog zemljišta i naselja. Sve ukazuje na činjenicu da su aktivnosti na rekonstrukciji i održavanju postojećih i izgradnji novih zaštitnih objekata nedovoljne i da je evidentna stagnacija. Poplave kao prirodni fenomen nije moguće spriječiti, ali poduzimanjem preventivnih mjera može se reducirati štetno djelovanje voda. Prema procjeni stručnjaka: „Svaki uloženi dolar u prevenciju smanjuje štete od poplava i do osam puta“.

Rješavanje problema zaštite od poplava u Bosni i Hercegovini, koje je već duži niz godina (od 1992. godine) u stagnaciji, temelji se na osiguranju podataka o izgrađenim objektima za zaštitu od poplava i njihovom stanju, ocijenjenom stepenu ugroženosti riječnih dolina poplavama, te procjeni potencijalnih šteta, kao i stepenu ugroženosti ljudskih života, tehničke alternative i ocjeni opravdanosti ulaganja u objekte zaštite od poplava na pojedinim područjima u dolinama rijeka i kraškim poljima. Na temelju

prikupljenih podataka iz do sada urađene projektne dokumentacije, obilaska i rekognosciranja terena, te analize hidroloških podataka, studija „Procjena sadašnjeg stanja nivoa zaštite od poplava u Federaciji Bosne i Hercegovine i izrada programa poboljšanja“ identificirala je 31 područje ugroženo poplavama na području Federacije Bosne i Hercegovine (doline vodotoka i kraška polja).

Zaključak svih do sada provedenih analiza ukazuje da je visok nivo šteta nastalih u BiH prije svega posljedica enormnih padavina u periodu april-maj 2014. godine. Otklanjanje nedostataka u sistemima zaštite od poplava i upravljanja vodama, meteorološkog i hidrološkog monitoringa i prognoze poplava, ranog obavještanja i uzbunjivanja, te zaštite i spašavanja stanovništva i materijalnih dobara, urbanizma i prostornog planiranja i drugih, je apsolutno potrebno kako bi se u sličnim poplavnim događajima u budućnosti nivo šteta značajno umanjio. Sve nedostatke je potrebno identifikovati i analizirati kako bi se utvrdile prioritetne i druge mjere čijim provođenjem bi se sanirale posljedice poplava i postigla odgovarajuća poboljšanja sistema zaštite od poplava i upravljanja vodama.

Opasnosti od poplava i klizišta nameću potrebu aktivnog poboljšanja sistema zaštite od poplava i smanjenja rizika od poplava na području Bosne i Hercegovine. Za provedbu ovoga pristupa potrebna je koordinacija i na nivou Bosne i Hercegovine i na međunarodnom planu, na nivou zajedničkih riječnih bazena, što se vremenski i sadržajno podudara s obvezama iz Zajedničkog akcionog programa održive zaštite od poplava na riječnom bazenu Dunava koji je u decembru 2004. godine prihvatilo 13 zemalja članica Dunavske konvencije, među kojima je i Bosna i Hercegovina.

LITERATURA

1. Babić-Mladenović, M., Ninković, D., Marijanović, Lj. 2014. „Balkan floods – learning from disaster“, 6th European River Restoration Conference Connecting River Restoration Thinking to Innovative River Management, Vienna 27-30 October 2014.
2. Bonacci, O. 2014. „Upravljanje vodnim resursima u novim uvjetima“, Izazovi u graditeljstvu 2, Hrvatski graditeljski forum, 18-19. 11. 2014, 245-271.
3. Bonacci, O. 2003. Ekohidrologija vodnih resursa i otvorenih vodotoka, Građevinsko arhitektonski fakultet Sveučilišta u Splitu i IGH d.d. Zagreb, 192 str.
4. Direktiva o procjeni poplavnih rizika EU (2007/60/EC).
5. Grigg, N. S. 1996. Water Resources Management: Principals, Regulations and Cases, McGraw Hill.
6. Hadžović, H. 2015 "Načini unapređenja zaštite od poplava u Federaciji BiH", Zbornik sa Simpozijuma "Upravljanje rizicima od poplava i ublažavanje njihovih štetnih posljedica", Sarajevo, 4. Juni, str.173-179.
7. Imširović, B. 2015 "Planiranje redukcije rizika od poplava", Zbornik sa Simpozijuma "Upravljanje rizicima od poplava i ublažavanje njihovih štetnih posljedica", Sarajevo, 4. Juni, str.25-40.
8. Imamović, A., 2013. „uzroci poplava u slivu rijeke bosne s osvrtom na poplave u maju 2014. godine.“, Zbornik sa Simpozijuma "Upravljanje rizicima od poplava i ublažavanje njihovih štetnih posljedica", Sarajevo, 4. Juni, str.131-144.
9. Ivetić, M., Petković, S. 2014. „Forum voda 2014“, Naučno-stručni skup „Poplave u Srbiji, maj 2014.“, 4-5. novembar 2014, Beograd.
10. Kuspilić, N., Oskoruš, D., Vujnović, T. 2014. „Jednostavna istina – rijedak hidrološki događaj“, Građevinar, vol. 66, no. 7, 653-661.
11. MDGF – Fond za dostizanje milenijjskih razvojnih ciljeva Programa Ujedinjenih nacija za okoliš (UNEP) 2013. Izvještaj o stanju okoliša u Bosni i Hercegovini 2012.
12. Ministarstvo poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva Zeničko-dobojskog kantona 2011. Informacija o stanju poljoprivrede na području Zeničko-dobojskog kantona.
13. Nacrt glavnog preventivnog plana odbrane od poplava u FBiH 2008.
14. SUV 2010. Strategija upravljanja vodama Federacije BiH 2010–2022.
15. UNDP 2015. Development of Flood and Landslide Risk Assessment for the Housing Sector in Bosnia and Herzegovina, prezentacija, Banja Luka, 1. 4. 2015. godine.

16. Šeperović E., Kupusović, T. 2015" Model organizacije za upravljanje rizicima od poplava na prekograničnom riječnom slivu" Zbornik sa Simpozijuma "Upravljanje rizicima od poplava i ublažavanje njihovih štetnih posljedica", Sarajevo, 4. Juni, str.11-23
17. Alphen, J. van, Beek, E. van, Taal, M. 2005. „Floods, from Defence to Management“, Symposium Proceedings of the 3rd International Symposium on Flood Defence, Nijmegen, The Netherlands, May 25-27, 2005.
18. Okvirna direktiva o vodama (ODV) (Water Framework Directive WFD) „Direktiva 2000/60/EC Evropskog parlamenta i vijeća“ od 23. oktobra 2000. godine, kojom se uspostavlja Okvir djelovanja zemalja Evropske zajednice u oblasti politike voda (Water Framework Directive).
19. Izvještaj revizije učinka prevencija od poplava u Federaciji BiH, Ured za reviziju institucija Federacije BiH, 2013. godina.
20. Procjena sanacionih potreba Bosne i Hercegovine 14-19. maja, Svjetska banka, 2014. godina.
21. Konvencija o zaštiti Sredozemnog mora od zagađenja, „Sl. list SFRJ“, broj: 12/77 i „Sl. list R BiH“, broj: 25/93.
22. Okvirni sporazum o slivu rijeke Save, „Sl. glasnik BiH“, br. 8/2003 – Međunarodni ugovori.
23. Zakon o vodama Republike Srpske, „Sl. glasnik RS“, broj 50/06 i 92/09.
24. Zakon o izmjeni Zakona o vodama, „Sl. glasnik RS“, broj 121/12.
25. Zakon o zaštiti životne sredine, „Sl. glasnik RS“, broj 53/02.
26. Zakon o koncesijama, „Sl. glasnik RS“, broj 59/13.
27. Zakon o uređenju prostora i građenju, „Sl. glasnik RS“, broj 40/13.
28. Zakon o zaštiti i spašavanju ljudi i materijalnih dobara od prirodnih i drugih nesreća,
29. „Sl. novine FBiH“, broj: 39/03, 22/06 i 43/10.
30. Zakon o vodama, „Sl. novine FBiH“, broj 70/06.
(16)Uredba o vrstama i sadržaju planova zaštite od štetnog djelovanja voda, „Sl. novine FBiH“, broj 26/09.
31. Ugovor između Vlade Republike Hrvatske i Vlade Bosne i Hercegovine, „Sl. list BiH“, posebno izdanje – međunarodni ugovori, br. 6, od 25. 12. 2006.
32. Konvencije o zaštiti i upotrebi prekograničnih vodotoka i međunarodnih jezera – Helsinška konvencija, „Sl. glasnik BiH“, br. 8/2009. i 8/2010.
33. Zakon o Federalnim ministarstvima, „Sl. novine FBiH“, br. 8/95.
34. http://ec.europa.eu/enlargement/pdf/press_corner/floods/procjena-potreba-zaoporavkom-i-obnovom-sazetak-u-eur.pdf
35. <http://www.icpdr.org/icpdr-pages/legal.htm>, „Konvencija o saradnji za zaštitu i održivo korištenje rijeke Dunav“

3. KLIZIŠTA

3.1. UVOD

Topografija centralnog dijela Bosne i Hercegovine (BiH) odlikuje se planinskim terenom sa vrhovima visine od 500 do 2000 m iznad nivoa mora. Oko 2.400.000 hektara (ili 48%) ukupnog zemljišta je pod šumom, a preostalih, 2.700.000 hektara (52%), je poljoprivredno zemljište (CPDR 2007).

Zbog topografskih odlika, kao i drugih prirodnih uslova kao što su obilne kišne padavine, klizišta predstavljaju kontinuirane i veoma prisutne hazarde u Bosni i Hercegovini te uzrokuju složene i sve veće probleme za zajednice i vlasti na svim nivoima. U procjeni rizika za BiH, koju je usvojilo Vijeće ministara 2012. godine, već je registriran veliki broj aktivnih klizišta u zemlji.

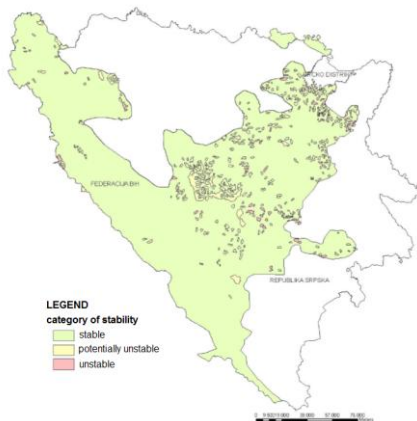
Rat koji se desio u zemlji u periodu 1992–1995. godine također je uzrokovao obimne migracije stanovništva, što je povezano sa ilegalnom gradnjom stambenih objekata na padinskim područjima ili duž riječnih korita. Pored toga, nedostatak dokumentacije o prostornom planiranju zasnovane na geološkim analizama dovodi do neodrživog teritorijalnog razvoja i investicija u infrastrukturu što također dugoročno uzrokuje opasnosti od pojave klizišta. Pored toga, aktivnosti ljudi koje se odnose na širenje naselja ka nesigurnim lokacijama, rudarske aktivnosti koje nisu zasnovane na naučnim istraživanjima, rizična izgradnja puteva, nasipa i ignoriranje prirodnih karakteristika doprinose povećanju broja klizišta.

3.2. KLIZIŠTA I PRIRODA U BIH

KLIZIŠTA I PRIRODA U BIH

Teren u BiH se može okarakterizirati složenom geološkom građom koja uključuje različite stratigrafske jedinice od paleozoika do kvartara. Složenost je dodatno povećana zbog raznih litoloških tipova sedimentnih, metamornih i magmatskih stijena koje uglavnom karakteriziraju različiti stepeni trošnosti. Zbog svojih različitih i promjenljivih fizičkih i mehaničkih karakteristika, ti različiti masivi stijena podliježu procesu raspadanja i formiranja glinovitih i glinovito šljunkovitih pokrivača.

Slika 1 - Karta stabilnosti FBiH-a (prema Hrvatoviću) (category of stability – kategorija stabilnosti, stable – stabilno, potentially unstable – uslovno stabilno, unstable – nestabilno)



Područja gdje su pokrivači većih dubina dublji su potencijalna područja za geo-dinamičke procese i pojave, uključujući klizišta. Na slici 1 prikazana je karta stabilnosti FbiH (Hrvatović, 2000-2010).

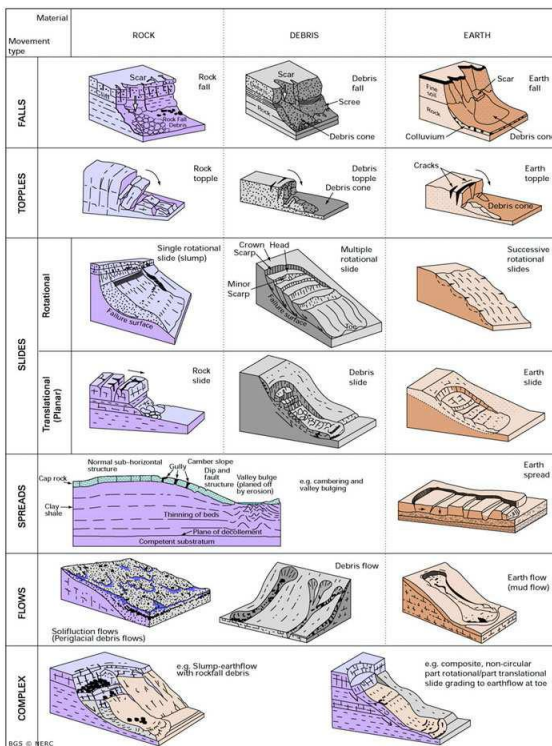
Iako je većina terena u FBiH-a stabilno prema ovoj karti, znatne površine su također pokrivene uslovno stabilnim terenima. Ta uslovno stabilna područja su često zahvaćena klizištima zbog ljudskih aktivnosti kao što je nekontrolirano izvođenje iskopa, izgradnja objekata, nekontrolirano dreniranje, nekontrolirani razvoj poljoprivrede, itd.

KLASIFIKACIJA KLIZIŠTA I LOKALNI PRIMJERI SLOMA TLA

Geolozi, inženjeri i drugi stručnjaci često se oslanjaju na posebne i u nekoj mjeri različite definicije klizišta (Highland i Bobrowsky 2008). Pojam "klizište" je definiran u brojnoj literaturi (npr. Varnes 1978. Cruden i Varnes 1996., USGS 2004. i Watari 2004.). Klizišta se mogu svrstati u različite tipove na temelju različitih aspekata kao što je način kretanja, brzina kretanja, oblik površine klizišta i tip materijala koji su zahvaćeni klizanjem. Među raznim klasifikacijama klizišta najčešće se navodi klasifikacija koju predlaže Varnes (1978.) (Slika 2). U nekim zemljama koristi se i klasifikacija klizišta na temelju topografskih karakteristika (Slika 3). Ovaj sistem klasifikacije može dati grubu procjenu nekih osnovnih informacija kao što su starost klizišta, nagib klizišta, čvrstoća materijala u klizištu, dopušteno smanjenje faktora sigurnosti (FOS) i brzinu kretanja klizišta.

S geološkom stanovišta, za mnoga klizišta u BiH se ispostavlja da zahvataju tek površinske slojeve tla (pokrivače), a rijetko, slom i klizanje zahvataju stijene i/ili degradirane stijene ispod površinskog sloja. U površinskim slojevima koji se sastoje od materijala kao što su pjeskovite gline, pjeskoviti praha i općenito sitnizrnog tla sa ulomcima krupnijih komada

kamena često se dešava povećanje hidrostatskog pritiska (i posljedično, smanjenjem otpornosti na smicanje). U BiH, u mnogim slučajevima su plitka i dešavaju se na relativno blagim kosinama (obično manje od 20 stepeni). Te kosine se često sastoje od tankih slojeva površinskog tla i rezidualnog tla u zonama iznad trošnih stijena. Mnoga od tih klizišta mogu se svrstati u "klizanje tla" (Slika 2), i "muljne tokove" kao na slikama 3, 4 i 5. Navedeni oblici klizanja ilustrativno su prikazani i na slici 2.

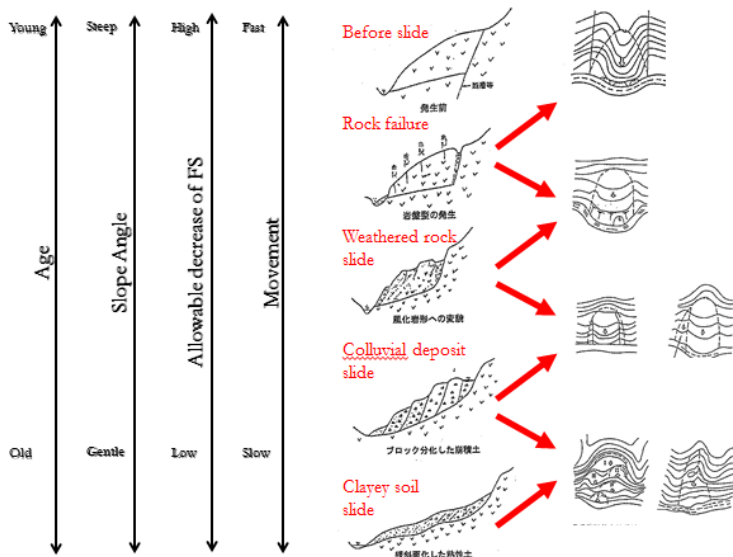


Slika 2 - Varnesova klasifikacija kretanja kosina

Osim toga, povremeno se u BiH mogu vidjeti i "rotacijska klizišta" prikazana na slici 2, zatim "klizišta u trošnim stijenama", te "klizišta naslaga kolumiuma" (slika 7 i 8).

Ostali faktori poput sufozije, površinske erozije i ljudskih faktora vrlo često doprinose formiranju klizišta.

Nije rijetkost da klizišta zahvataju objekte (najčešće privatne kuće na selima), što obično ima za posljedicu ograničavanje funkcionalnosti istog ili potpuni kolaps objekta.



Slika 3 - Klasifikacija klizišta na temelju topografskih karakteristika (prema Watariju i Kobashiju 1978.). age – starost; slope angle – nagib kosine; allowable decrease of FS – dozvoljeno smanjenje faktora sigurnosti; movement – brzina klizanja



Slika 4 - Tipično plitko "klizanje tla" u BiH, gdje je evidentno puzanje



Slika 5 - Tipično plitko "klizanje tla" koje se dešilo nakon obilnih kiša



Slika 6 - Tipični „muljni tok“ snimljen tokom obilnih kiša u maju 2014.



Slika 7 - "Rotacijsko klizište" u BiH

Slika 8 - Tipični deformirani oblik površine tla zbog rotacije i translacijskog pomjeranja

MEHANIZAM KLIZIŠTA

Za sanaciju i smanjenje rizika od klizišta, važno je da se identificiraju uzroci klizišta. Uzroci klizišta se obično klasificiraju u osnovne uzorke i uzroka koji pokreću klizišta. Osnovni uzroci su faktori koji se odnose na topografiju, geologiju, hidrogeologiju, itd., a uzroci koji ih pokreću uključuju i prirodne i ljudske aktivnosti kao što su obilne kiše, topljenje snijega, zemljotresi, zemljani radovi, itd.

Prema Ćustoviću, oko 83% ukupnog zemljišta u BiH se nalazi u brdovitom području (300 do 500m nadmorske visine), brdovitom ili mediteranskom planinskom području (500 do 700m nadmorske visine) ili planinskom području (više od 700 m nadmorske visine). U tim područjima, tlo je često

plitko i nivo podzemnih voda je visok. Ove topografske i hidrogeološke karakteristike se smatraju za jedan od glavnih razloga visokog rizika od klizišta u BiH.

Srednja godišnja količina padavina u brdsko-planinskim područjima u BiH kreće se između 1500 i 2000 mm (južna regija) i oko 1000 mm (centralna regija). Padavine i/ili kombinacija kiše i topljenja snijega su jedan od najčešćih pokretača klizišta u BiH. Kontinuirane obilne kiše sredinom maja 2014. su izazvale brojna klizišta i poplave u BiH, Srbiji i Hrvatskoj.

Osim toga, prekomjerna sječa šuma i neprimjerena promjena namjene travnatog zemljišta u obradivo zemljište su najčešći uzrok klizišta povezanih s ljudskim aktivnostima. Ostale ljudske aktivnosti koje često izazivaju klizišta su izvođenje zajsecanja za ceste, izgradnja nasipa u čeonom području klizišta i neodržavanje sistema vodosnabdijevanja.

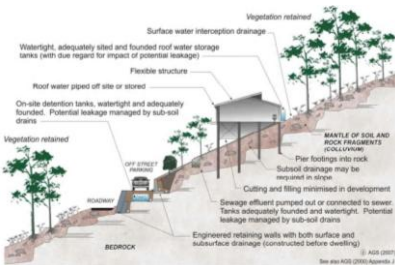
3.3. ULOGA POJEDINACA I ZAJEDNICE U PREVENCIJA POJAVE KLIZIŠTA I UBLAŽAVANJE RIZIKA

Mjere za prevenciju pojave klizišta i općenito, smanjenje rizika od klizišta obično obuhvataju niz sljedećih koraka iako ali nisu ograničene samo na ove korake:

- Obavezno je da postoji projekat objekta. Postoji veliki broj slučajeva nelegalne izgradnje kuća u područjima koja su sklona klizištima. Građevinske aktivnosti bez odgovarajuće inženjerske procjene bi trebale biti zabranjene.
- Zemljani građevinski radovi na kosinama trebaju biti u skladu sa odgovarajućim standardima ili normama. Primjeri dobrih i loših praksi izgradnje na padinama ilustrativno su naznačeni na slici 9 i slici 10, respektivno.
- Procjena rizika od klizišta može se utvrditi kao funkcija vjerovatnoće pojave klizišta i posljedica klizišta (u pogledu finansija, sigurnosti, okoliša, itd.). To se može povezati sa sistemom popisa klizišta kako bi se utvrdila hitnost i prioritet za saniranje klizišta.
- Sistem popisa klizišta također se može uvezati sa drugim odgovarajućim zakonskim propisima kao što su oni koji se odnose na izradu sistema podnošenja zahtjeva, kontrolu planiranja, građevinske propise, krčenje šuma, civilnu zaštitu i upravljanje vanrednim situacijama, itd, kako bi se predložene aktivnosti u područjima podložnim klizištima mogle unaprijediti ili ograničiti kroz adekvatnu gradnju.

- Trebalo bi izraditi zakon, kao npr. „zakon o prevenciji klizišta“, koji bi regulirao upravljanje klizištima i smanjenje rizika od klizišta u BiH.
- Mnoga klizišta u BiH pokreću kišne padavine. Trebalo bi pratiti količine kišnih padavina po satu. Sistemi upozorenja zasnovani na podacima o obimu padavina, i/ili pomjeranju tla, trebali bi se koristiti kako bi se smanjile opasnosti od klizišta. Statistička procjena padavina i klizišta mogla bi se iskoristiti za utvrđivanje kontrolnih vrijednosti za upozorenje i evakuaciju.
- Prekomjerno krčenje šuma i neodgovarajuće pretvaranje pašnjaka u oranice trebalo bi biti ograničeno. Vegetacija isušuje površinske slojeve. Korištenje biljaka može također pomoći u stabilizaciji padina kroz zadržavanje površinske zone tla u pukotinama u stjenovitom tlu, povezivanju slabih zona sa čvršćim zemljištem te osiguranju dugih vlaknastih veza unutar zona slabo nosivog tla. (Ziemer 1981.).
- Sistemi vodosnadbjevanja trebaju se redovno održavati. Curenje vode iz sistema distribucije vode može predstavljati ozbiljan rizik za stabilnost kosina, čak i ukoliko je udaljeno od samih kosina. To može dovesti do pojave klizišta, čak i bez vidljivih znakova curenja na površini terena. (Zavod za okoliš, transport i radove, Vlada Specijalne administrativne regije Hong Kong, 2006).
- Projektovanje kosina treba uključiti detaljne zahtjeve u pogledu inspekcija i održavanja kako bi se omogućilo da mjere smanjenja rizika budu efikasne barem u toku životnog vijeka konstrukcije (AGS 2007). Redovno održavanje važno je za kosine i potporne konstrukcije kako bi se osigurala njihova funkcionalnost i izbjeglo oštećenje. To mogu provoditi bilo koje odgovorne osobe bez stručnog geotehničkog znanja. Kada se utvrdi oštećenje ili neobično stanje na kosinama i potpornim konstrukcijama isto se treba pažljivo pratiti i voditi evidencija u svrhu izvještavanja i daljnjeg praćenja, uključujući inspekciju od strane profesionalnog kvalificiranog inženjera geotehnike. Općenito, redovna inspekcija održavanja kosina uključuje sljedeće stavke (Ured za geološko-tehničko inženjerstvo, Hong Kong, 2003):
 - Čišćenje akumuliranog taloga sitnih čestica iz odvodnih kanala i sa površine padine;
 - Popravka ispucalih i oštećenih odvodnih kanala ili pločnika;
 - Popravka ili zamjena ispucalog ili oštećenog površinskog pokrivača padine;
 - Pročišćavanje barbakana i odvodnih slivnika;

- Uklanjanje vegetacije koja uzrokuje značajnije pukotine na površinskom sloju kosine i drenažnih kanala;
- Zatravljanje tla na površini padine;
- Popravka oštećenih fuga u kamenim zidovima i sanacija nefugiranih dijelova;
- Uklanjanje stijenskih blokova koji su na granici stabilnosti kao i nepoželjne vegetacije sa stjenovitim kosina ili oko stijenskih blokova;
- Popravka oštećenih elemenata sistema vodosnabdijevanja;
- Popravka ili zamjena zadržale čelične opreme na padinama; i
- Održavanje pejzaža na padini.



Slika 9 - Primjer dobrih praksi gradnje na kosini (Australijsko geomehničko udruženje 2007.)

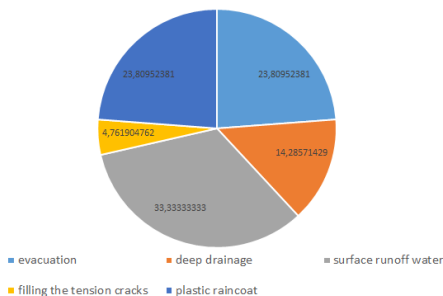


Slika 10 - Primjeri loših praksi gradnje na kosini (Australijsko geomehničko udruženje 2007.)

3.4. HITNE INTERVENTNE MJERE I POSTUPAK SANACIJE KLIZIŠTA

INTERVENTNE MJERE NAKON POJAVE KLIZIŠTA

Različite intervenetne mjere se provode u trenutku uočavanja pokretanja terena. Najčešće primjenjivane hitne mjere su prikazane slikom 11 (rezultati ankete provedene u 9 općina u BiH u sklopu izrade priručnika o upravljanju rizicima od klizišta pod pokroviteljstvom UNDP-a u BiH iz 2016 godine). Rezultati ankete pokazuju da je površinsko usmjeranje vode najčešća hitna intervenetna mjera koju provode lokalne zajednice i pojedinci pri uočavanju nestabilnosti terena.



Slika 11 - Evacuation – evakuacija; deep drainage – duboka drenaža; surface runoff water – površinsko kanaliziranje vode; filling the tension cracks – zapunjavanje pukotina na terenu, plastic raincoat – pokrivanje najlonima

Interesantno je da zaključci iste ankete ukazuju da u prosjeku tek svako sedmo klizište bude u potpunosti sanirano, a mjere sanacije se na većini klizišta sastoje samok od hitnih interventnih mjera provedenih pri uočnom pokretanju terena.

U nastavku će se detaljnije opisati postupak sanacije klizišta koje treba da rezultuju stabiliziranjem terena.

Postupak sanacije klizišta

Na slici 12 je prikazan redoslijed uobičajenih koraka pri saniranju klizišta. Na osnovu rezultata preliminarnog istraživanja, može se utvrditi osnovni mehanizam klizišta (Korak 3), kao i zahtjevi za detaljno istraživanje (Korak 2), te moguće mjere sanacije (Korak 4) koje se mogu okvirno definisati.

Sljedeći dio opisuje uobičajeno dostupne tehnike preliminarnog i detaljnog istraživanja.

PRELIMINARNO ISTRAŽIVANJE

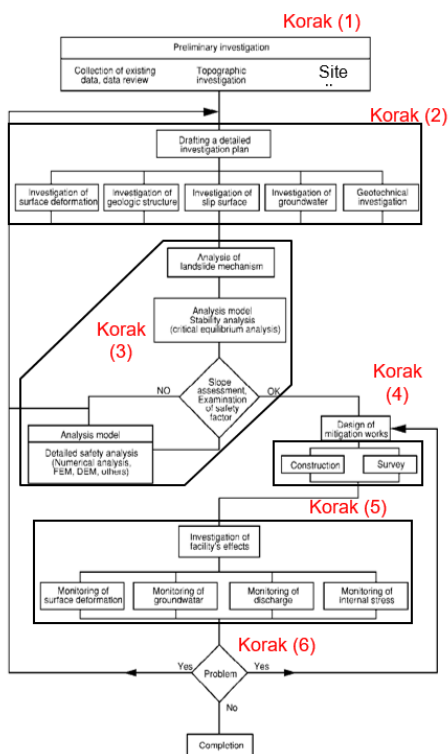
Topografsko istraživanje

Topografske karte pokazuju visinu i oblik površine terena u vidu izohipsi. Dobre topografske karte daju bitne informacije za istraživanje i sanaciju klizišta. Topografske karte razmjera 1:500 do 1:1000 sa izohipsama na svakih 1m adekvatne su za istraživanje klizišta srednje veličine (npr., klizište širine 50m).

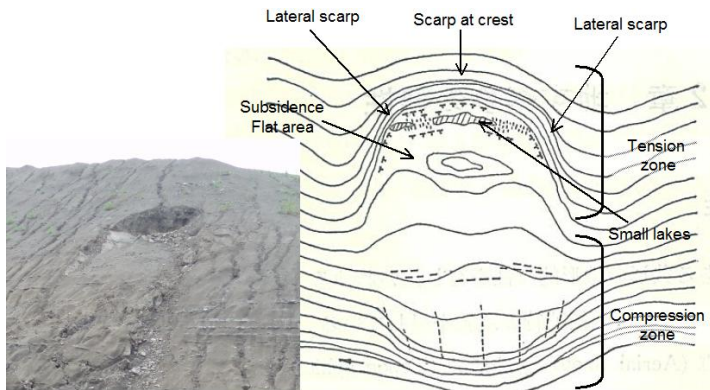
Postoji veliki broj tehnika mjerenja koje se koriste za izradu topografskih karti. One uključuju konvencionalno mjerenje korištenjem digitalnih

instrumenata za mjerenje, LiDAR i fotogrametriju. Međutim, prema saznanjima autora, odgovarajuće topografske karte često nisu dostupne na početku projekta u BiH. U takvim slučajevima, karte i slike dostupne na internetu (kao što je Google Earth) mogu pomoći u utvrđivanju okvirne morfologije kosine dok ne budu dostupni odgovarajući rezultati mjerenja. Sa Google Earth-a se može izraditi poprečni profil sa visinskim kotama za bilo koji presjek.

Slika 12 - Tok uobičajenih koraka sanacije klizišta (prema Japanskom udruženju za klizišta 2002 (Japan Landslide Society). korak 1: preliminarno istraživanje; korak 2 – detaljni plan istraživanja; korak 3 – analiza mehanizma klizišta; korak 4 – analiza mogućih mjera sanacije; korak 5 – projektovanje mjera sanacije; korak 6 – Istraživanje utjecaja na objekte sa monitoringom

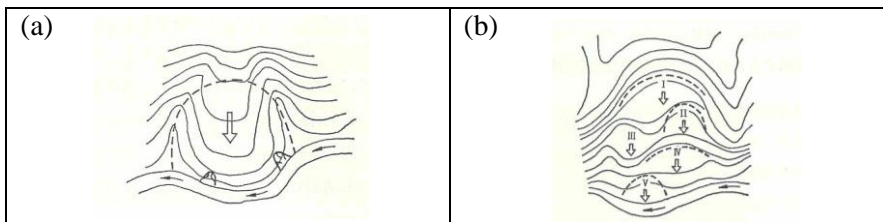


Veliki broj korisnih informacija, kao što su obim i nagib klizišta, znakovi prethodnih nestabilnosti, lokacije vododerina i brazdi mogu se tumačiti na osnovu topografske karte (vidjeti Sliku 13). Također se mogu okvirno procijeniti druge korisne informacije, kao što su period nastanka klizišta, dozvoljeno smanjenje faktora sigurnosti (FS) i brzina kretanja klizišta.



Slika 13 - Topografska karta koja pokazuje veliki broj podataka o klizištu (preuzeto od Fujiwara 1978): Lateral scarp – bočna škarpa; scarp at crest – škarpa na čelu klizišta; small lakes – akumulirana voda; tension zone – zona zatezanja; compression zone – zona pritiska

Naprimjer, na osnovu Slike 14 (a), klizište nastalo unutar konveksne brazde na terenu, može se tumačiti da područje prikazano na karti sačinjavaju relativno čvrsti geološki materijali, a ugao nagiba može biti umjereno strm do strm. Brzina klizanja u ovom području ima predispozicije da bude velika. Suprotno tome, klizište nastalo na terenu sa više brežuljaka, pokazano na Slici 14 (b), obično zahvata površinsko tlo (npr., kohezivno tlo sa niskom nedreniranom čvrstoćom), a njegov nagib je blag (ponekad toliko blag da je manji od 10 stepeni). Ovakva vrsta klizišta obično ukazuje na kretanje u obliku puzanja.



Slika 14 Topografske karte koje pokazuju konveksnu brazdu na terenu (a) i teren sa više brežuljaka (b) (preuzeto od Fujiwara 1978, Watari 1978.)

Obilazak terena

Svrha obilaska terena je utvrditi specifičnu topografiju lokacije (ili područja) i detaljno osmotriti bitne karakteristike kao što su izdanci, topografski oblik i dokazi o prethodnoj nestabilnosti. Mogu se uraditi i određena inicijalna potpovršinska istraživanja (AGS 2007).

Sljedeće karakteristike se analiziraju i kartiraju u toku obilaska terena:

- Obim (i ukoliko je moguće dubina) klizišta;
- Priroda i struktura poremećenja terena;
- Stepen štete uzrokovan klizištem;
- Prethodna historija ili dokazi o nestabilnosti (odnosno, nepravilne konture, topografski oblik, otvorene škarpe u području čela klizišta, zakrivljena i/ili nevertikalna stabla drveća, polomljeni ivičnjaci i odvodni kanali, ispucale ili neravne površine puta, oštećene kuće ili drugi objekti);
- Procjena geološkog sastava na osnovu izdanaka;
- Ugao prirodnih padina i vještački formiranih nasipa, zasjeka i usjeka;
- Prirodna i vještačka drenaža; i
- Površinske vode i podzemne vode (npr., prisustvo i dubina podzemnih voda, procjeđivanje, močvarna područja).



Slika 15 - Tipični izgled čela klizišta, vidljive su glavna i bočne škarpe čela klizišta

Ovisno o uvjetima na lokaciji, mogućnosti za obilazak terena na prirodnim kosinama ponekad mogu biti ograničene i može biti onemogućen pristup svim područjima (npr., strm teren). Za nepristupačna područja, fotografije iz zraka mogu pomoći pri utvrđivanju morfologije i geoloških odlika kosine. Pregled fotografija iz zraka, ukoliko su dostupne i ako su vršena

snimanja u prošlosti, može se izvršiti kako bi se pomoglo pri utvrđivanju potencijalnih klizišta na lokaciji ili okolnim područjima.

Rezultati obilaska terena i analize fotografija snimljenih iz zraka treba da uključe preporuke koje jasno definiraju sljedeće:

- Da li su potrebne hitne interventne mjere (npr., evakuacija, zatvaranje puteva, mjere hitne sanacije);
 - Da li lokacija ima historiju klizišta;
 - Odgovarajuće informacije o padini, potencijalnim ili stvarnim mehanizmima klizanja, trenutnoj stabilnosti zasnovanoj na vizualnoj procjeni, obimu štete, elementima pod rizikom u obliku nacрта ili drugih vrsta ilustracija. One uključuju:
 - Plan koji pokazuje najvažnije dimenzije i odlike lokacije, po mogućnosti, uključujući slike lokacija; i
 - Za područja gdje su utvrđeni znakovi nestabilnosti, najmanje jedan poprečni presjek koji pokazuje geometriju kosine i raspored geoloških jedinica (ukoliko je poznato).
 - Fotografije sa kratkim opisom;
 - Da li je potrebna naknadna inspekcija;
- Obilazak terena je proces procjene kako bi se pomoglo definisanju obima detaljnih istraživanja i potencijalnih mjera sanacije.

Detaljno istraživanje

Osnovni cilj detaljnog istraživanja je utvrditi sljedeće aspekte klizišta:

- Obim i kretanje klizišta;
- Dubinu klizišta;
- Nivo podzemne vode; i
- Geološki profil tla, uključujući karakteristike tla i stijena.

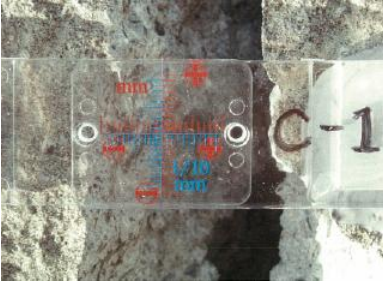
Praćenje pomaka površine terena

Praćenje pomjeranja površine terena radi se s ciljem prikupljanja korisnih informacija, kako bi se predvidjela granica klizišta, obim i mehanizam aktivnosti klizišta.

Različite tehnike praćenja, kao što su jednostavne metode (npr., stubovi ili kolci), tenzometarske mjerne trake, ekstenziometar, konvencionalno mjerenje laserom i fotogrametrijsko mjerenje mogu se koristiti za mjerenje

pomaka na klizištima opažanjem površine terena, ovisno o namjeni, trošku, pristupačnosti terena i fazi projekta.

Jedna od najjednostavnijih tehnika je korištenje tenzometarskih mjernih traka, ili postavljanje stubova (ili kolaca na putu ili objektima) kako bi se moglo ponavljati mjerenje (Slika 16).



Slika 16 - Praćenje deformacije površine uz korištenje tenzometarske mjerne trake

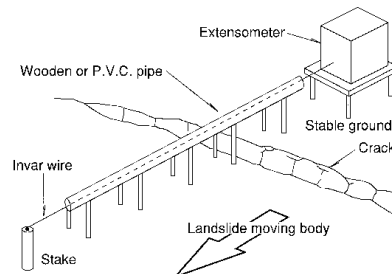


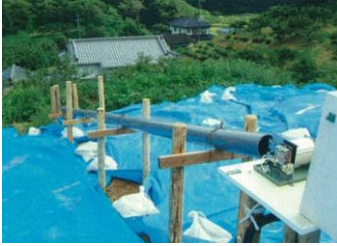
Slika 17 - Praćenje pomaka površine terena uz korištenje jednostavnog ekstenzometra

Ekstenzometar se obično postavlja blizu čela klizišta preko čeonu škarpe ili zatezne pukotine nastale usljed klizanja i redovno se prati kako bi se procijenile brzina i učestalost širenja pukotina i kretanje terena (Slika 16, 17 i 18). Analogni i digitalni sistemi praćenja koriste se pri mjerenju ekstenzometrom.

Slika 18 - Tipična konfiguracija za mjerenje pomaka površine terena ekstenzometrom (Japansko udruženje za klizišta 2002.).

Landslide moving body – klizna masa; *stable ground* – stabilno tlo; *wire* – žica; *PVC pipe* – PVC cijev





Slika 19 - Praćenje pomaka površine terena korištenjem analognog ekstenzometra

Za područja gdje je otežan pristup ili gdje nije jasan obim klizišta, konvencionalno lasersko mjerenje ili fotogrametrijsko mjerenje može se izvršiti kako bi se izmjerilo kretanje na osnovu digitalnih fotografija napravljenih sa definisanog položaja.

Treba naglasiti da ove tehnike praćenja pokazuju samo kretanje klizišta na površini terena, što se može razlikovati od kretanja na određenoj dubini. Pored toga, prema iskustvu autora, klizišta formirana u veoma slabim geološki materijali obično imaju za posljedicu značajno pomjeranje na površini terena.

Utvrđivanje klizne površine

Inklinometri i/ili cijevi za mjerenje promjene nagiba obično se koriste za utvrđivanje dubine klizanja. Ove tehnike mjere promjenu nagiba bušotine na osnovu čega se može utvrditi horizontalno pomjeranje.

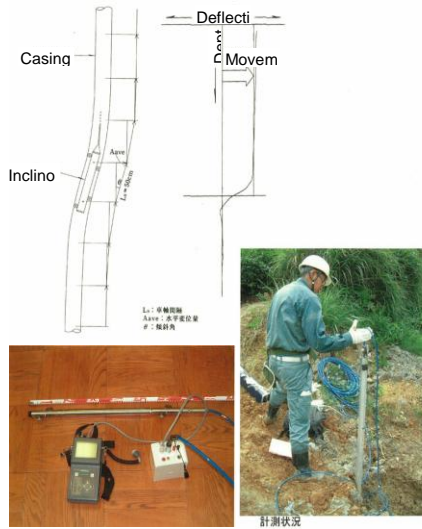
Inklinometar je uređaj za kontinuirano praćenje pomaka okomito na osu obložne cijevi (kolone, engl. *casing*) bušotine putem inklinometarske sonde koja se postavlja kroz obložnu cijevu postavljenu u bušotini (Dunnicliff 1988). Obložna cijev inklinometra ima dva seta žlijebova i obično je jedan od tih setova postavlja u pravcu klizišta, (odnosno smjer prema dolje).

Inklinometar daje kontinuirani profil pomjeranja po visini bušotine i omogućava dugotrajni precizni monitoring, ukoliko se ne radi o prevelikoj deformaciji. Brzina kretanja može se također procijeniti pravljenjem serija očitavanja tokom vremena.

Treba naglasiti da ova tehnika obično zahtijeva redovnu kalibraciju inklinometra. Inklinometri se obično ne mogu mijenjati jer svaka sonda ima

svoje karakteristike. S obzirom da ova tehnika mjeri promjenu nagiba bušotine, greške evidentirane na dubljim nivoima bušotine utjecat će na rezultate na manjim dubinama.

Slika 20 - Oprema za inklinometrsko mjerenje i mjerenje na terenu. Depth – dubina; movement – pomak; casing – zacjevljenje



Kada bušotina nije duboka, (npr., dubina manja od 10m), mjerne cijevi mogu predstavljati ekonomičnu alternativnu tehniku za istraživanje lokacije klizne površine. U ovoj tehnici, nekoliko parova mjernih traka pričvršćuju se na PVC cijev (obično interval dubine od 1m) koja se postavlja u bušotinu. Funkcionisanje mjernih traka pričvršćenih na cijevi zasnovana je na konceptu mjerenja promjene električnog otpora. Pravac mjerne cijevi usklađen je sa pravcem klizanja. Prostor između stijenki bušotine i PVC cijevi ispunjava se sa cementom ili drugim materijalima. S obzirom da je interval dubine cijevi za mjerenje obično 1m, cijev za mjerenje daje nekontinuiran profil pomjeranja kroz cijelu bušotinu. Tipična konfiguracija mjerne cijevi prikazani je na slici 20.

Treba napomenuti da mjerne cijevi imaju kratak vijek trajanja (do 3 godine). Pored toga, potrebno je posvetiti posebnu pažnju da se ne oštete mjerne trake i kablovi, posebno prilikom postavljanja. S obzirom da svaki par mjernih traka ima jedan set kablova, postavljanje velikog broja kablova u prostor između bušotine i PVC cijevi može predstavljati problem posebno u dubokim bušotinama. Za gore navedena istraživanja, potrebno je izvesti bušotine da bi se omogućilo provođenje praćenja pomjeranja klizne

mase. Ove bušotine moraju biti značajno dublje nego dubina potencijalne klizne površine.

Istraživanje podzemnih voda

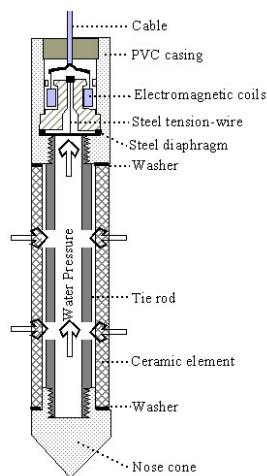
Podzemne vode su jedan od ključnih parametara koji utječu na stabilnost kosina. Vrlo je važno dobiti podatke o podzemnim vodama na svim bušotinama, zajedno sa podacima o padavinama za ocjenu stabilnosti kosina. Princip mjerenja sastoji se od niza očitavanja nivoa vode nakon što se cijevi filterskim vrhom ugrade u bušotinu, te se prostor oko filter zone zaspe pijeskom. Vrh filterne zone se začepi bentonitom s ciljem da se izoluje zona (dubina) mjerenja.

Za kontinuirano praćenje pornih pritisaka na pojedinim lokacijama klizišta, poželjno je koristiti automatski sistem mjerenja koji se može izvoditi pomoću pijezometra sa vibracijskom žicom. Ova vrsta pijezometra sastoji se od vibrirajuće žice koja preko membrane reaguje na promjene pritiska vode u potpuno ili djelomično zasićenom tlu. Mjerna oprema se ugrađuje na unaprijed definisanu dubinu u bušotini (Slika 21).

Postojeći bunari su također dobra lokacija za evidentiranje nivoa podzemnih voda u području klizišta. Nivo podzemnih voda može se jednostavno izmjeriti spuštanjem sonde sa zvučnim signalom pričvršćene za u bunar.



Slika 20 - Tipična konfiguracija i šematski dijagram pijezometra sa vibrirajućom žicom (prema Indijskom institutu za tehnologiju 2015.)



Otvoreni pijezometri, koji se sastoje od filter materijala zasutog oko perforirane cijevi cijelom dubinom, također se često koriste u bušotinama za mjerenje nivoa podzemne vode. Kod ovog pijezometra, zona između perforirane cijevi i stijenke bušotine se zasipa pijeskom ili šljunkom, a pri vrhu bušotine (1,0 do 3,0 metra) se izvodi pregrada od betonita kako bi se izolirala zona prikupljanja površinske vode. Voda se kroz pore procjeđuje do lokacije gdje je predviđeno prikupljanje do dostizanja ravnoteže pritiska (Slope Indicator 2015).

Geotehničko testiranje

Čvrstoća tla i stijena može se utvrditi testovima na licu mjesta ili u laboratoriju. Čvrstoća tla može se definisati kao stepen otpornosti na valjsko opterećenje koje tlo i stijena mogu obezbjediti bez da budu zahvaćeni velikim deformacijama koje se mogu okarakterisati kao slom. Različiti laboratorijski testovi dostupni su za istraživanje čvrstoće tla i stijena. Neki od značajnijih su test direktnog smicanja, test jednostavnog smicanja, test sa nespriječenim bočnim deformisanjem, triaksijalni test za uzorke tla, te test sa tačkastim opterećenjem i test za utvrđivanje jednoosne čvrstoće uzorke stijena.

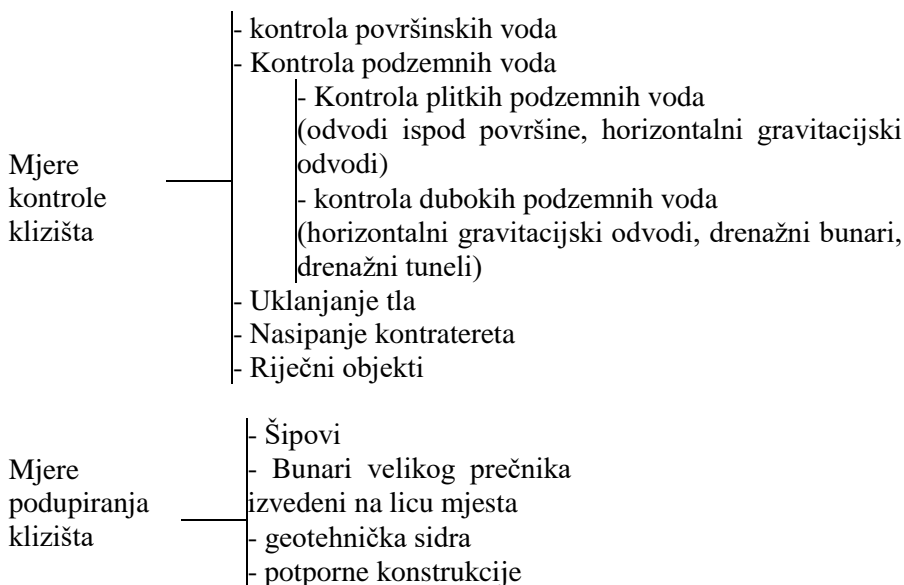
3.5. MJERE SANACIJE KLIZIŠTA

OPĆENITO

Najjednostavniji način rješavanja opasnosti od klizišta je da se izbjegavaju strme kosine i postojeća klizišta, međutim, to nije uvijek praktično (USGS-u 2004.). Često su potrebne preventivne mjere ili mjere sanacije kako bi se spriječila pojava klizišta, zaustavilo ili smanjilo kretanje klizišta i kako bi se izbjegle ili smanjile štete koje iz njega nastaju.

Slika 22 prikazuje tipične mjere za sanaciju klizišta koje se koriste u Japanu. One su klasificirane u mjere kontrole klizišta i mjere podupiranja klizišta. Mjere kontrole klizišta su indirektno mjere koje uključuju modifikacije prirodnih uslova klizišta (npr. geometrija kosine i podzemne vode), a mjere podupiranja klizišta su direktne mjere koje osiguravaju silu otpora na klizište (npr. ankeri i šipovi).

Oko 50% klizišta u BiH pokreću padavine. Zato su sadašnje mjere umirivanja klizišta u BiH koncentrirane na kontrolu površinskih voda, jer su to relativno jednostavne i ekonomične, ali efektivne mjere.



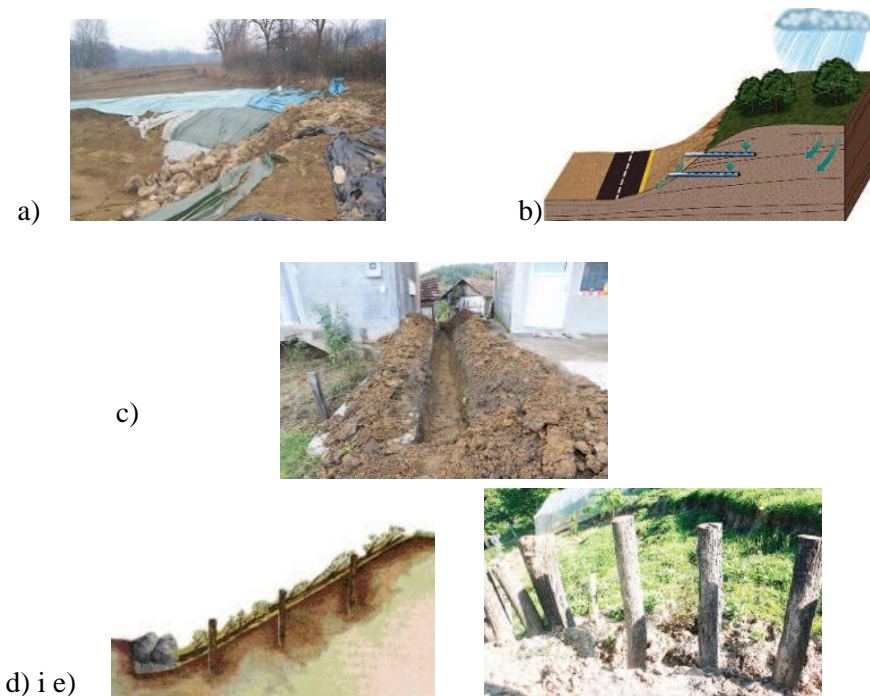
Slika 22 - Tipične mjere saniranja klizišta (prema Japanskom udruženju za klizišta, 2002.)

Ovisno o tome da li želimo spriječiti aktiviranje potencijalnih ili sanirati već aktivirana klizišta poduzimamo preventivne ili sanacijske mjere. Da bismo spriječili klizišta, uključujemo:

- rasterećenje gornjih dijelova padine,
- ublažavanje nagiba padine,
- opterećivanje donjih dijelova padine izgradnjom potpornih konstrukcija,
- reguliranje površinskih voda na padini uključujući i vode iz oluka kuća,
- redovito održavanje vodoopskrbne i kanalizacijske mreže,
- redovito pražnjenje septičkog spremnika,
- redovito održavanje i čišćenje kanalizacijskih kanala,
- pošumljavanje i obnova vegetacijskog pokrova.

Ukoliko je došlo do aktivacije klizišta poduzimamo sanacijske mjere koje bi spriječile daljnji razvoj klizišta i svele materijalne štete na minimum. Ovisno o tome da li se izvode odmah po registriranju klizišta ili nakon detaljnih geotehničkih istraživanja terena i izrade projekta sanacije mogu se podijeliti na hitne mjere sanacije i trajne sanacijske mjere.

Hitne ili interventne sanacijske mjere se izvode kao privremene mjere i provode se u situacijama kada je neophodno spasiti živote ljudi, omogućiti prometnu komunikaciju između naseljenih mjesta ili omogućiti opskrbu vodom, strujom i dr. Ove mjere se provode neposredno nakon uočavanja ili prijave pojave nestabilnosti terena, s ciljem otklanjanja dalje opasnosti odnosno klizenja / tečenja / odronjavanja koje bi moglo dovesti do dodatnih šteta i katastrofalnih posljedica po objekte, infrastrukturu ili ljudske živote.



Slika 23 - Hitne mjere sanacije: a) prekrivanje najlonom, b) postavljanje horizontalnih drenova i kanala (c) i d i e) zabijanje kočeva

Hitne sanitarne mjere u najširem smislu mogu biti:

- odvođenje površinskih voda izvan tijela klizišta brзом izradom drenažnih rovova i kanala ili ugradnjom horizontalnih drenažnih cijevi,
- zapunjavanje glinenom ispunom pukotina koje su nastale uslijed kliženja kod plitkih klizišta (naročito u čeonom dijelu klizišta), prekrivanje najlonom da bi se spriječilo daljnje uvođenje površinskih voda u teren,
- plansko uređivanje tijela klizišta premještanjem materijala (preraspodjela masa),
- hitno čišćenje propusta ukoliko su jaruge zatrpane građevinskim šutom, otpadom ili zemljanim materijalom, da bi se omogućilo bujičnim vodama da slobodno teku prema postojećim slivovima, kako se ne bi stvorila mini-akumulacija,
- kod plitkih klizišta zabijanje drvenih ili čeličnih Kočeva kako bi se povećao otpor kliženje.

3.6. MJESTO I ULOGA POJEDINACA PRIJE I NAKON NASTANKA KLIZIŠTA

Sljedeći principi se mogu izdvojiti kao uloga pojedinaca u zajednici u smislu smanjena rizika od nastanaka klizišta:

- Ne graditi objekte bez saglasnosti lokalnih vlasti (službe za građenje i prostorno uređenje)
- Savjetovati se sa stručnim licima pri izboru lokacije za građenje
- Ne izvoditi visoka zasjecanja terena za puteve i objekte
- Ne provoditi nekontrolisanu sječu šume
- Zasađivavati različito rastinje na padinama
- Prijavljivati nadležnim službama i raditi na sanaciji oštećenja na cjevovodima, rezervoarima, bunarima
- U slučaju nekontrolisanog tečenja vode na kosini, kanalisati površinsku vodu do najbližeg kolektora
- Obavijestiti predstavniike lokalne vlasti (služba civilna zaštite, službe za komunalne poslove, predstavnici mjesne zajednice) o eventualno uočenoj nestabilnosti terena ili pukotinama na terenu i objektima.
- Pratiti tok kretanja bujica i zajedno sa predstavnicima civilne zaštite raditi na izradi površinskih kanala za usmjeravanje vode, zapunjavanju uočenih pukotina glinovitim materijalom i sl. interventnim mjerama. Ove mjere uz privremeno iseljavanje mogu spriječiti veću

katastrofu (ljudske žrtve i potpuno rušenje objekata). Nakon prestanka stanja elementarne nepogode, trajnim mjerama sanacije moguće je osigurati stabilnost i funkcionalnost stambenih objekata i infrastrukture.

Sljedeći savjeti se predlažu stanovništvu u trenutku nastanka klizišta:

- Držite se dalje od zone klizišta
- Tražite savjete stručnih lica (geotehničari, geolozi, inženjeri građevine)
- Pomoći ugroženim komšijama kojima je potrebna pomoć
- Prijavite nadležnim lokalnim organima o oštećenim električnim vodovima, stambenim objektima i objektima infrastrukture

LITERATURA

1. Custovic H. (unknown year), An overview of general land and soil water conditions in Bosnia and Herzegovina, European Soil Bureau – Research Report No. 9
2. Highland L.M. and Bobrowsky P. (2008), The Landslide Handbook – A Guide to Understanding Landslides, U.S. Geological Survey Circular 1325, <http://pubs.usgs.gov/circ/1325/>
3. Hrvatović H., Identifikacija i Procjena Geoloskih Hazarda-zemljotresa <http://www.msb.gov.ba/dokumenti/AB38725.pdf>
4. National Building Research Organization and Japan International Cooperation Agency (NBRO & JICA) (2013), The Manual for Landslide Monitoring, Analysis and Countermeasure
5. Varnes, D.J. (1978) Slope Movement Types and Processes, In Schuster, R.L. and Krizek,
6. U.S. Geological Survey (2004), Fact Sheet 2004-3072: Landslide Types and Processes, U.S Geological Survey, U.S. Department of the Interior, <http://pubs.usgs.gov/fs/2004/3072/fs-2004-3072.html>
7. Watari M. and Kobashi S. (1978), Prediction and Mitigation of Landslides and Slope Failures (in Japanese), Sankaido
8. Ziemer R.R. (1981), The role of vegetation in the stability of forested slopes (*Uloga vegetacije u stabilnosti padina sa šumskim pokrivačem*), XVII International union of forest research organizations (IUFRO) world congress (XVII svjetski kongres međunarodne unije organizacija za istraživanje šuma)
9. Australian Geomechanics Society (Australijsko geomehantičko udruženje) (2007), Landslide Risk Management (*Upravljanje rizikom od klizišta*), Knjiga 42, broj 1, mart 2007.
10. Environment, Transport and Works Bureau (Zavod za okoliš, transport i radove), The Government of the Hong Kong Special Administrative Region (Vlada Specijalne administrativne regije Hong Kong) (2006), Code of Practice

- on Monitoring and Maintenance of Water-carrying Services Affecting Slopes (*Kodeks praksi za praćenje i održavanje sistema za snabdijevanje vodom koji utječu na padine*), Second Edition (Drugo izdanje), Environment, Transport and Works Bureau (Zavod za okoliš, transport i radove), The Government of the Hong Kong Special Administrative Region (Vlada Specijalne administrativne regije Hong Kong)
11. Geotechnical Engineering Office, Civil Engineering and Development Department (Ured za geotehnički inženjering i Odjel za građevinarstvo i razvoj) The Government of the Hong Kong, Special Administrative Region (Vlada Specijalne administrativne regije Hong Kong) (2003), Layman's Guide to Slope Maintenance (*Jednostavan vodič za upravljanje padinama*), The Government of the Hong Kong Special Administrative Region (Vlada Specijalne administrativne regije Hong Kong)
 12. Australian Geomechanics Society (2007), Landslide Risk Management, Journal and News of Australian Geomechanics Society Volume 42, No. 1, March 2007. (Australijsko geomehničko udruženje, Upravljanje rizikom od klizišta, Bilten Australijskog geomehničkog udruženja Knjiga 42, br. 1, mart 2007)
 13. Dunnycliff J (1988), Geotechnical Instrumentation for Monitoring Field Performance, Wiley, New York (Geotehnički instrumenti i oprema za praćenje rada na terenu)
 14. Fujiwara M (1978), Landslide Analysis and Prevention Measures (in Japanese), Riko-tosho (Analiza i mjere prevencije klizišta)
 15. Indian Institute of Technology (2015), 10.5.3 Vibrating Wire Piezometer, (Indijski zavod za tehnologiju, Pijezometar sa vibrirajućom žicom) <http://www.iitbhu.ac.in/faculty/min/rajesh-rai/NMEICT-Slope/#>
 16. Japan Landslide Society (2002), Landslides in Japan, Rev 6, Japan Landslide Society, National Conference of Landslide Control (Japansko udruženje za klizišta, Klizišta u Japanu, Revizija 6, Državna konferencija o kontroli klizišta)
 17. Oyagi N (1982), Structure of landslide, Urban Kubota, No. 20 (in Japanese) (Struktura klizišta)
 18. Watari M and Kobashi S (1978), Prediction and Mitigation of Landslides and Slope Failures (in Japanese), Sankaido (Predviđanje i sanacija klizišta)
 19. Roads and Traffic Authority (2001), Guide to Slope Risk Analysis Version 3.1, Roads and Traffic Authority, New South Wales, Australia (Agencija za puteve i saobraćaj, Vodič za analizu rizika padina, Verzija 3.1.)
 20. Slope Indicator (2015), Standpipe Piezometers, (Otvoreni pijezometri) <http://www.slopeindicator.com/instruments/piezo-standpipe.php>
 21. Abolmasov, B. (2015) Brochure Beware the Project, Project Informer and Practical Tutorial, United Nations Development Program (UNDP) Serbia, ISBN: 978-86-7728-230-1.

4. SUŠE

4.1. UVOD

Jedna od prirodnih pojava koje mogu promijeniti klimatski sistem je suša. Kao i poplave, bolesti ili glad utječe na društva bez obzira na nivo njihove ekonomske razvijenosti. Niti jedna zemlja nije zaštićena od utjecaja suše na proizvodnju i zalihe hrane i vode. Za industrijske, bogatije zemlje suša je najvećim dijelom ekonomski problem. U ostatku svijeta, posebno u siromašnim zemljama, suša može uzrokovati i gubitke ljudskih života. Iako se ne može spriječiti, postoje načini da se negativni učinci suše na ljude i njihova dobra smanje [3].

Suše (engleska riječ “drought”) predstavljaju ekstremne klimatske događaje koji mogu uzrokovati značajno veće negativne posljedice i na značajno širim prostorima od ostalih prirodnih katastrofa kao što su: poplave, potresi, erupcije vulkana, veliki šumski požari, tsunamiji, klizanja terena itd. Suše razorno i dugoročno utječu na ekosisteme, a time i na sve vidove okoliša.

Osobito je ugrožena biološka raznolikost regija pogođenih sušom. S ekološkog stanovišta jedna od najozbiljnijih, najočiglednijih i najtežih posljedica suša je stvaranje suhih područja i širenje pustinja [1]. Ovaj proces je u globalnom smislu ubrzan tokom dvadesetog stoljeća kao posljedica međudjelovanja naglog demografskog razvoja, negativnog utjecaja rada čovjeka (sječe šuma, prenamjene korištenja zemljišta i organiziranja intenzivne, ali ne i održive poljoprivredne proizvodnje) te promjena i/ili varijabilnosti klime na Zemlji, globalnog zagrijavanja prije svega. Suša se dešava polako i rijetko uzrokuje brze gubitke ljudskih života. Zbog pojave gladi uzrokovane sušom, gubitci ljudske populacije, a posebno flore i faune, u nekim su krajevima drastičniji nego kod bilo koje druge prirodne katastrofe [2].

Svjetska meteorološka organizacija (WMO, 1992) je definirala sušu kroz nekoliko pojava [7]:

- produženi izostanak ili naglašeni deficit oborine,
- period neočekivano suhog vremenau u kojem nedostatak oborine uzrokuje ozbiljnu hidrološku neravnotežu,
- deficit oborine koji uzrokuje manjak vode za određenu djelatnost.

KARAKTERISTIKE SUŠE

Pojava suše postaje sve češća u cijelom svijetu i pogađa razvijene kao i nerazvijene zemlje. Do sada naučnici nisu našli pouzdaniju metodu za sigurno predviđanje suše tako da je nije moguće predvidjeti vjerovatnosnim pristupom kao ni njene prognoze u realnom vremenu. Ali bez obzira na navedeno, prateći i analizirajući brojne meteorološke, hidrološke i hidrogeološke parametre sušu je ipak moguće naslutiti, a time na neki način i predvidjeti. Nasuprot drugih prirodnih nesreća suša se pojavljuje polagano, traje dugo, i zahvata velika područja iako njenu prostornu raspodjelu nije moguće unaprijed tačno locirati. Suša se dešava polahko, rijetko izaziva brze i dramatične gubitke u ljudskim životima ali zbog pojave gladi uzrokovane sušom, kao direktne posljedice, gubici u ljudskoj i životinjskoj populaciji ponekad su drastičniji od bilo koje druge prirodne katastrofe [3].

Suša predstavlja dugotrajnu i regionalno sveobuhvatnu pojavu količina svih vrsta voda nižih od prosječnih. Može biti karakterizirana količinama oborina manjim od prosječnih, ali i preraspodjelom oborina tokom godine različitom od uobičajene raspodjele u regiji. Na pojavu suša bitno utječu povećane (iznadprosječne) temperature zraka. Sušu karakteriziraju manje od prosječnih količina: (1) površinskih voda (protoka i/ili vodostaja); (2) razina podzemnih voda; (3) vlage u tlu itd [5].

Deficit vode kao uzrok prirodne nepogode:

- Može nastati kada se u uvjetima nepogodnog hidrološkog režima na izvorištima vode pojavi ekstremno mala voda rjeđeg ranga pojave male vode od predviđenog za danu namjenu,
- odnosno, kada se izdašnost izvorišta smanji tako da se u dužem razdoblju ne može osigurati ni minimalna reducirana specifična potrošnja (vrijedi za organizirane zahvate javnih vodovoda, kao i za individualna i grupna rješenja).
- Može nastati kada se dogodi havarija u sistemu, pa nema alternativnog rješenja u dužem razdoblju.
- Može nastati kada se dogodi incidentno onečišćenje izvorišta ili vodotoka koji ga prehranjuje preko propisane mjere i u dužem trajanju što uvjetuje isključenje izvorišta iz sistema vodoopskrbe.

TIPOVI SUŠA

Prije analize suša potrebno je prvo definisati šta se podrazumjeva pod pojmom "suše". Za meteorologe su to periodi čije su ukupne padavine znatno ispod prosječnih; u poljoprivredi su to periodi u toku kojih je vlažnost zemljišta znatno ispod prosječne i nedovoljna za rast i razvoj poljoprivrednih kultura, a za hidrologe su to mali protoci na rijekama i izrazito niski vodostaji u akumulacijama koji dugo traju.

Suša se može podijeliti u četiri grupe [4][6]:

- **Meteorološka** - Meteorološka suša uzrokovana je smanjenom količinom oborine u odnosu na višegodišnji prosjek ili potpunim izostankom oborine u određenom vremenskom razdoblju. Meteorološka suša se može naglo razviti i naglo prestati;
- **Hidrološka** – Deficit oborina u dužem vremenskom razdoblju utječe na površinske i podzemne zalihe vode: na protok vode u rijekama i potocima, na nivo vode u jezerima i na nivo podzemnih voda. Kada se protoci i nivoi smanje govori se o hidrološkoj suši. Početak hidrološke suše može zaostajati nekoliko mjeseci za početkom meteorološke suše, no i trajati i nakon završetka meteorološke suše;
- **Poljoprivredna** – pojavljuje se u vegetacionom periodu kada su vlažnost zemljišta i količina padavina nedovoljni da omogućе biljkama normalan rast i razvoj. Usljed intenzivne evapotranspiracije isuše se površinski, a zatim i dublji slojevi zemljišta uzrokujući nedostatak vode u biljkama (razlikuju se zimska, proljetna, ljetna i jesenska suša) i
- **Socio- ekonomska suša** - nastaje kada nestašica vode počinje da utiče na ljude, odnosno kada su potrebe za vodom veće od mogućnosti da se ona obezbijedi tehničkim mjerama.

Prvenstveni razlog pojava suša leži u nedostatku oborina na širem području tokom dužeg razdoblja vremena. Ova se vrsta suše naziva meteorološkom sušom. Deficit vode iz atmosfere dalje se prenosi kroz hidrološki ciklus uzrokujući sve ostale i vrlo različite vrste suša. U interakciji s velikim količinama evapotranspiracije uzrokovanim prvenstveno visokim temperaturama zraka (višim od uobičajenih za analiziranu regiju), kao

i iznad prosječno čestim i snažnim vjetrovima, javlja se nedostatak vlage u tlu. Njihovom interakcijom dolazi do pojave nedostatka vlage u tlu, što značajno utječe na smanjivanje uobičajene poljoprivredne proizvodnje, ali i na pojavu raznih vrsta erozije tla te konačno i na formiranje pustinja. Ova je vrsta suše u interakciji s meteorološkom sušom glavni uzrok pojave poljoprivredne suše. Taj se pojam koristi u slučaju kad su količine vlage u tlu nedostatne za pružanje podrške razvoju usjeva. Nedovoljno (ispodprosječno) prihranjivanje rezervi podzemnih voda, voda u otvorenim vodotocima, prirodnim i umjetnim jezerima uzrokuje pojave hidrološke suše. U novije vrijeme sve se češće razmatra pojam ekološke suše. On se veže s nedostatkom vode koji uzrokuje stres u ekosistemu te negativno utječe na život biljaka i životinja.

Vežano s posljedicama suša na ekonomiju i društvo treba spomenuti pojam socio-ekonomske suše. Negativne ekonomske posljedice suša najznačajnije se osjećaju u gusto naseljenim područjima u kojima je razvijena industrijska i poljoprivredna proizvodnja. Ljudske djelatnosti zasnovane na korištenju velikih količina vode, osobito za potrebe navodnjavanja, pretjerano crpljenje podzemnih i površinskih voda intenziviraju razvoj suše ili ih čak i uzrokuju[4].



*Slika 1- Hidrološka suša – Rijeka Trebižat, avgust 2017.
(Izvor: <https://www.bljesak.info/>)*



Slika 2- Poljoprivredna suša (Foto: BUKA / E.P. /)

INDIKATORI SUŠE

Da bi se mogle uspoređivati suše koje su se dogodile u različitim krajevima svijeta i u različitim razdobljima kroz povijest potrebna je numerička mjera (indeks) za sušu. Takav univerzalni indeks nije lako izraditi zbog spomenutih različitih definicija suše. Također, zbog složenosti ove pojave, niti jedan indeks nije sposoban opisati sušu u potpunosti. Tokom godina je stvoren i korišten velik broj različitih indeksa, često za ograničeno geografsko područje, no korišteni su i u drugim krajevima. Često se u stvaranju indeksa radi izravno s podacima i matematičko-fizičkom formulacijom indeksa, ali bez postavljanja nekoliko osnovnih pitanja kao što su: „Koja je svrha indeksa?“, „Tko su korisnici?“ ili „Kakvu informaciju korisnici zahtijevaju od indeksa?“ [5]. Međutim, postoje i dobri primjeri razvoja indeksa za sušu kao što je razvoj standardiziranog oborinskog indeksa SPI (eng. Standardized Precipitation Index). SPI su definirali McKee, Doesken i Kleist 1993. sa svojstvom da (a) prepozna i naglasi da akumulirana oborina može istovremeno biti u višku i manjku promatrajući različite vremenske intervale i (b) da može odgovoriti na četiri pitanja važna u praktične svrhe[8]:

- kolika je apsolutna količina oborine (mm),
- koliko je odstupanje apsolutne količine od srednje (mm),
- koliko je relativno odstupanje od srednje (%),
- kolika je vjerovatnoća pojavljivanja različitih količina oborine (percentili).

Da bi se utvrdilo trajanje, intenzitet i učestalost suša, postoji još veliki broj pokazatelja indeksa suše. Indeksi suše koriste brojne veličine: količina i raspored padavina, vodostaj i nivo podzemnih voda, otisak, temperatura vazduha, evapotranspiracija, vetar, vlažnost vazduha. Najčešće korišćeni indeksi suša su [9]:

- SPI (Standardized Precipitation Index),
- PDSI (Indeks težine sušara u Palmeru),
- SWSI (Indeks snabdevanja površinskom vodom),
- SPEI (Standardized Index Evapotranspiration Index).

4.2. SUŠE U BOSNI I HERCEGOVINI

Suša se može prikazati na dva načina: preko količine manjka vode u tlu u mm i preko odnosa između stvarne i potencijalne evapotranspiracije (SET/PET) sa takozvanim koeficijentom suše [8].

Prosječni godišnji deficit vode u zemljištu u Bosni i Hercegovini iznosi oko 125 mm, s tim da je najveći u južnim dijelovima (300 mm), znatno manji u sjevernim (100 mm), a najmanji u središnjim dijelovima (50 mm).

Poljoprivreda se mora zaštititi ne samo od prosječnih suša, nego i onih koje se dešavaju jednom u deset godina. Zbog toga moramo uzeti u obzir i učestalost pojave suše. Najviši koeficijanti (4,0) su u onim područjima (središnjim) u kojima imamo najniže prosječne vrijednosti. Suprotno tome, najniži koeficijenti (1,67) su u onim krajevima (južnim) u kojima su prosječne vrijednosti najviše. U razmatranju suše, uzete se u obzir i atmosferska i zemljišna suša, koristeći metod vodnog bilansa tla[12].

UČESTALOST POJAVE I ŠTETE OD SUŠE

Najveći rizik za pojavu suše u Bosni i Hercegovini je na sjeveroistoku i jugozapadu tj. u posljednjih 50 godina. zabilježeno je 7 izrazito sušnih perioda.

Utvrđeno je da se najjače suše javljaju u području Mostara, gdje je 1952. godine zabilježena katastrofalna suša sa godišnjim deficitom vode u zemljištu od preko 400 mm. Veoma blage suše ima područje Bihaća, ili ih nema uopšte. Ostali lokaliteti su između ova dva [12].

Opadajući redoslijed suše koja se javlja jednom u deset godina bio bi ovakav: Mostar > Bijeljina > Brod > Tuzla > Sarajevo > Livno > Banja Luka > Bihać

Tabela 1 - Godišnji deficit vode u tlu u mm [12]

Lokalitet	Godišnja deficijencija vode zemljišta u mm					
	0	1-100	101-200	201-300	301-400	>
	Skala intenziteta					
	Nema suše	Veoma blaga suša	Blaga suša	Jaka suša	Voma jaka suša	Katastrofalna suša
Bihac	17	10	3	0	0	0
B. Luka	12	12	4	2	0	0
Brod	4	8	13	5	0	0
Bijeljina	3	6	13	7	1	0
Tuzla	12	13	2	3	0	0
Livno	6	17	5	2	0	0
Sarajevo	8	11	10	1	0	0
Mostar	0	8	9	10	2	1

Zahtjevi biljke definiraju pojam suše i nije rijedak slučaj da hidrološki bezvodno razdoblje uzrokuje i pojavu suše kao prirodne nepogode. Ovisno od klimatskih svojstava podneblja, plodoreda (jedna, dvije ili više kultura godišnje) suša se može pojaviti u različitom godišnjem dobu i različitim intenzitetom. Nije svejedno uništava li suša čitavu sjetvu ili samo smanjuje prinos. Zbog toga, u mediteranskom podneblju razdoblje kada se može pojaviti suša traje 5 – 6 mjeseci godišnje, a u kraškim poljima i sjevernim dijelovima Federacije Bosne i Hercegovine u razdoblju kolovoz – listopad (3 mjeseca) [12] Ukupan deficit vlage ovisi od klime i kultura i kreće se u

prosijeku od 3 do 6.000 m/ha godišnje, a u sjevernom dijelu od 1.500 do 4.000 m/ha godišnje. U ukupnoj bilanci redovno bi godišnje trebalo osigurati od 120 do 240 milijuna m³ vode, a u ostalom dijelu Federacije Bosne i Hercegovine od 300 do 600 milijuna m³ vode.

Prirodna nepogoda bi nastupila ako se u sušnim godinama ne osigura 120 do 300 miliona m³ vode na oko 230.000 ha jedanput u 10 godina ili rjeđe, a u češćim slučajevima štete od deficita vode bi se manifestirale u smanjenju prinosa 5 – 30 % na nekim kulturama i na pojedinim područjima. Intenzitet suše se najčešće procjenjuje prema smanjenju prinosa, pod uvjetom da na to nisu utjecali drugi štetni čimbenici. Ako je prinos smanjen do 20 % riječ je o slaboj suši, od 20 do 50 % o srednjoj suši, a preko 50 % o jakoj suši.

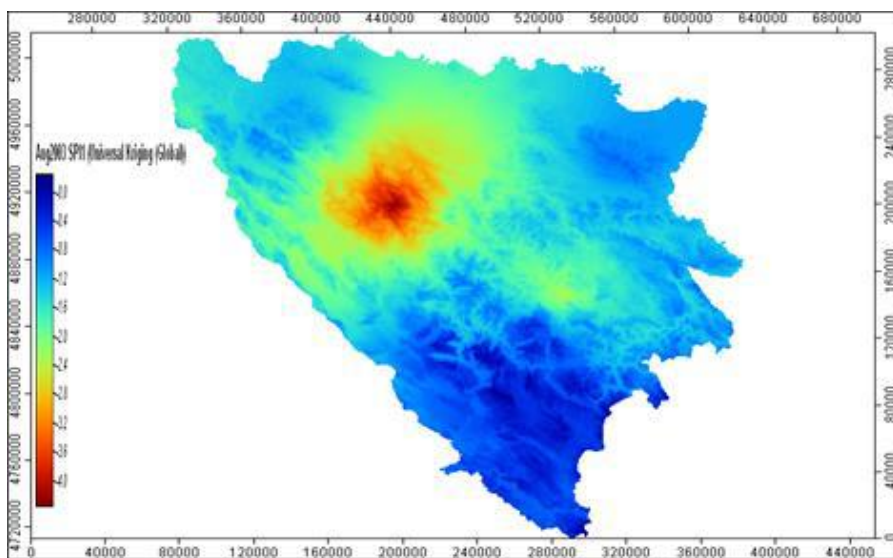
Pojava suše najčešća je na području Hercegovine i to u ljetnim mjesecima. S obzirom na to intenzitet i dužinu trajanja, osobito je izražena u južnoj Hercegovini. U ravničarskom dijelu Federacije Bosne i Hercegovine suša je slabije izražena nego u Hercegovini, dok je najmanje izražena u brdsko-planinskom dijelu Federacije Bosne i Hercegovine.

Na području Posavskog kantona zabilježene su višemjesečne suše u razdoblju mart, april i maj 2003. godine, a dnevne temperature u prvju su polovini maja prelazile i 34 °C. Suša koja je bila intenzivnija od one zabilježene tokom 2000. godine je ona kada je u nedostatku padavina u ljeto 2003. godine prouzročena i hidrološku sušu koja se očitovala smanjenjem površinskih i dubinskih zaliha vode. Bezvodno razdoblje imalo je za posljedicu stradanje žitarica, krmnih kultura i industrijskog bilja. Procijenjene štete od navedene suše na području Posavskog kantona iznosile su preko 8.000.000,00KM. Osim toga, i na području općine Čelić, u Tuzlanskom kantonu, u 2003. godini zabilježene su suše, tako da su procijenjene štete iznosile preko 2.000.000,00 KM. Treba naglasiti da su suše u Federaciji Bosne i Hercegovine u razdoblju 2010. – 2012. godine izazvale štetu u iznosu preko 156.000.000,00 KM [12].

Štetom od prirodne nepogode mogu se proglasiti i posljedice dugoročne nestašice vode u sistemu osiguravanja i opskrbe vodom, koje se javljaju kao ograničenje razvitka, pad proizvodnje, pojave hidričkih oboljenja, epidemija i sl. U biljnoj proizvodnji suša kao prirodna nepogoda javlja se kada nastane deficit vlage u vrijeme pripreme za sjetvu, odnosno, u određenim fazama vegetacijskog ciklusa biljke. Pri tomu, odlučujuću ulogu ima ukupna vodna bilanca biljke, a u tome samo neizravno i hidrološka bilanca.

PLANIRANJE PREVENCIJE PROTIV SUŠA

Analiza suše bazirana na SPI indeksu (Standardizirani index padavina) pokazuje povećanje sušnih godina u posljednjem desetljeću. Osnovna karakteristika SPI indexa je da se može računati za različite vremenske intervale (1, 3, 6, 9, 12, 24 i 48 mjeseci). Ova raznolikost omogućava da SPI prati kratkoročne zalihe vode (važno za poljoprivredu) i dugoročne zalihe vode koje su povezane s protokom vode u rijekama, nivoom vode u jezerima i podzemnim bunarima vode (važno za hidrologiju). 2003. godina bi trebala biti dodata seriji godina sa ekstremnom sušom koja se javila tokom proljeća i ljeta [12].



Slika 3 - SPI index za avgust 2003.[12]

Monitoring suše u Bosni i Hercegovini je uspostavljen u okviru IPA projekta DMCSEE (Centar za upravljanje sušom za region jugoistočne Evrope www.dmcsee.org, www.dmcsee.eu) ko-finansiranog od strane Evropske Unije kroz program međudržavne saradnje u jugoistočnoj Evropi. Monitoring se realizuje putem izračunavanja SPI indeksa (tj. standardizovanog indeksa padavina) na različitim vremenskim intervalima (npr. 30 dana, 60 dana, mjesec, sezonu, godinu itd.) i putem mjesečnog

prikaza FVC i LAI indeksa koji se odnose na stanje vegetacije, a izračunati su iz podataka dobijenih putem satelita LANDSAF. SPI indeks karakteriše jednostavnost, jer su za njegovo izračunavanje potrebne samo padavine. SPI indeksom se analizira početak, trajanje i intenzitet suše. Inače, indeks predstavlja vjerovatnoću realizacije suše, a može da se koristi i za praćenje vlažnih uslova odnosno poplava. Razvili su ga T.B. McKee, N.J.Doeken i J. Kleist 1993 u klimatskom centru u Koloradu [8].

O MAPI RANJIVOSTI

Jedan od glavnih apsekata ublažavanja suše i planiranja je procjena ko i šta je ranjivo i zašto. U okviru projekta "DMCSEE" je, s tim u vezi, napravljena mapa ranjivosti poljoprivrednih oblasti na sušu. Faktori koji uslovljavaju ranjivost na suše su brojni, a njihovo uključivanje često zavisi od raspoloživosti podataka (na pr. upotrebe zemljišta, pokrivenosti, mjera ublažavanja-kao što je irigacija, socijalni i ekonomski status populacije itd.). U ovom slučaju za dobijanje mape ranjivosti poljoprivrednih oblasti na sušu, uključeni su: nagib terena, trajanje sijanja Sunca, koeficijent varijacije padavina, tip zemljišta i namjena zemljišta [12].

Ova mapa treba da posluži kao indikator oblasti koje zahtijevaju detaljniju procjenu rizika od suše, što bi moglo da bude od pomoći donosiocima odluka pri identifikovanju odgovarajućih mjera ublažavanja prije nastanka sledeće suše, kao i planerima u cilju smanjivanja uticaja suša i stvaranju uslova za održivi razvoj poljoprivrednog sektora.

4.3. PLANIRANJE BORBE PROTIV SUŠE

U poslednje dvije decenije u Bosni i Hercegovini povećana je učestalost, intenzitet i trajanje meteoroloških suša, kao rezultat viših temperatura, smanjenih ljetnjih padavina i većih dugih sušnih perioda. Borba protiv suše u prošlosti je bila reaktivna, neblagremena i loše koordinirana. Uobičajena ranija praksa bila je uspostavljanje kriznih štabova kad je već došlo do katastrofe. Naglasak planova bio je na hitnom odgovoru na suše ili kriznom upravljanju, a ne na upravljanju krizom. Međutim, ovakav način borbe za ublažavanje posljedica suše daje samo trenutne rezultate i ne utiče na uklanjanje ranjivosti društva na sušu. Zato je neophodno imati multidisciplinarni pristup u cilju rješavanja kriza u slučaju suša [13].

Pri planiranju borbe protiv suše treba znati da navodnjavanje rješava samo problem agronomima te se može generalno konstatovati [13]:

- Javlja se veliki socioekonomski problemi usljed suše
- Nema podataka o promjeni kvaliteta voda uzrokovanih sušom
- Nema korelacije između javljanja različitih suša i međusobne uslovljenosti
- Nijedna strategija o korišćenju voda nema jasno iskazanu kvantitativnu računnicu – koja je zaista količina vode na raspolaganju i u kom vremenskom periodu
- Ono što se mora naglasiti jeste da suša nije samo bitna poljoprivrednicima nego cijelom ekosistemu
- Suho zemljište podložnije je slijevanju i odronima, gubi stabilnost pri bujičnim vodama
- Sušne godine pogađaju i hidroenergetski sistem
- Nepostojanje studija analiza posljedica, tromost u sistemu reagovanja usljed političke neusaglašenosti definicije prirodnog hazarda
- Posljedice suša u Bosni i Hercegovini i dan danas se liječe, a ne sprečavaju
- Istorijski gledano u podacima i arhivama, iako studije i analize pokazuju izrazit problem sa sušama, suša je zvanično proklamovana samo u par godina da bi se izbjegle posljedice pokrivanja šteta
- Nedostatak vode se ne može nadoknaditi, postojeća voda se mora raspodijeliti i za to mora postojati plan i sistem mjera.

Veliko štete koje je suše izazvala, nameću potrebu preuzimanja odgovarajućih mjera u cilju uklanjanja rizika od suše. Suša je prirodna nepogoda, ne može se izbjeći, ali društvo može smanjiti svoju ranjivost kroz ublažavanje i spremnost, odnosno kroz upravljanje rizikom. Stoga je potrebna sistemska i institucionalna borba za ublažavanje posljedica suše, odnosno planiranje suše kao vid odgovora na štetnu posljedicu suše. Koncept upravljanja nepogodama treba da objedini sve komponente upravljanja nepogodama uopšte i obično se naziva kriznim menadžmentom. Aktivnosti iz ovog koncepta ukazuju da je potrebno pri planiranju suše objediniti mnoge naučne discipline radi rješavanja problema vezanih za predviđanje, otkrivanje, odgovor i pripremu za buduće suše. Sam proces upravljanja u slučaju nepogoda dijeli se na [11]:

- upravljanje rizikom i
- upravljanje krizom.

Proces upravljanja rizikom odvija se prije pojave suše i predstavlja pripremne - zaštitne radove za nailazak nepogode. Ovaj proces se sastoji od sljedećih aktivnosti: ublažavanje, pripremanje i predviđanje i rano upozorenje.

Proces upravljanja krizom se dešava kada nastupa suša i predstavlja aktivnosti koje treba predvidjeti radi bržeg i efikasnijeg oporavka od suše. Upravljanje krizom obuhvata sljedeće aktivnosti: procjena uticaja od suša, odgovor institucija na posljedice suša, oporavak i rekonstrukcija.

U prošlosti, naglasak u upravljanju nepogodom bio je uglavnom na odgovoru i oporavku ovoga ciklusa, koji objašnjava zašto je društvo generalno išlo iz nepogode u nepogodu, uz malo ili bez imalo pažnje na ublažavanje, spremnost i predviđanje.

AKCIONI PROGRAM ZA BORBU PROTIV DEGRADACIJE ZEMLJIŠTA I UBLAŽAVANJA POSLJEDICA SUŠE U BOSNI I HERCEGOVINI

Napori u borbi protiv dezertifikacije / degradacije zemljišta treba da budu sastavni dijelovi nacionalnih razvojnih strategija. Nacionalni program mjera treba definisati dugoročne strategije i prioritete, zajedno sa neophodnim pravnim i institucionalnim okvirima.

Na temelju Odluke 3/COP 8, zemlje članice UNCCD¹-a su 2007. godine usvojile 10-godišnju strategiju za poboljšanje provedbe Konvencije (2008 – 2018.). Ovom Odlukom se zemlje članice pozivaju da implementiraju Strategiju u skladu sa vlastitim prioritetima, uključujući i usklađivanje AP²-ova i drugih relevantnih segmenata koje se odnose na provedbu Konvencije. AP-ovi su ključni instrumenti za implementaciju UNCCD-a. Oni su često su podržani od strane akcionih programa na sub-regionalnom (SRAP) i regionalnom (RAP) nivou [13]. AP-ovi se razvijaju kroz participativni pristup koji uključuje različite interesne strane, kao i relevantne vladine agencije, akademske institucije i lokalne zajednice.

¹ UNCCD Konvencija Ujedinjenih nacija za borbu protiv dezertifikacije/degradacije (eng. United Nations Convention to Combat Desertification)

² Akcioni program (eng. Action Program)

AP- ovi predlažu praktične korake i mjere koje je potrebno poduzeti u borbi protiv degradacije u specifičnim ekosistemima. Svrha AP-a je identificiranje faktora koji doprinose mjerama degradacije i praktičnih mjera potrebnih za njeno suzbijanje i ublažavanje posljedica suše. AP treba da odredi odgovarajuće uloge vlade, lokalnih zajednica i korisnika zemljišta i resurse koji su dostupni i neophodni.

Između ostalog, Akcioni program³ (AP BiH) [13]:

- a) razvija dugoročnu strategiju za suzbijanje degradacije i ublažavanje posljedica suše kao i plan njene implementacije i integrisan je u nacionalne politike za održivi razvoj;
- b) omogućava izmjene u skladu sa nastalim promjenama i dovoljno je fleksibilan na lokalnom nivou kako bi se nosio s različitim društveno-ekonomskim, biološkim i geofizičkim uslovima;
- c) posvećuje posebnu pažnju sprovođenju preventivnih mjera za zemljišta koja još nisu degradirana, ili koja su tek neznatno degradirana;
- d) poboljšava nacionalne klimatološke i hidrometeorološke kapacitete i sredstva za ranu uzbunu protiv suše;
- e) promovise politike i jačanje institucionalnih okvira koji razvijaju saradnju i koordinaciju, u duhu partnerstva, između donatora, vlada na svim nivoima, lokalnog stanovništva i zajednice, te omogućava pristup lokalnog stanovništva odgovarajućim informacijama i tehnologiji;
- f) osigurava djelotvorno učešće nevladinih organizacija i lokalnog stanovništva, i žena i muškaraca, posebno korisnika resursa, uključujući poljoprivrednike i stočare i organizacije koje ih predstavljaju, u planiranju politika, odlučivanju, te provedbi i pregledu AP-ova na lokalnom, državnom i regionalnom nivou,
- g) te zahtijeva redovne preglede i izvještaje o njihovoj implementaciji.

³ AP BiH - Podrška Bosni i Hercegovini za razvoj Akcionih programa u skladu sa 10-godišnjom strategijom UNCCD-a i za proces izvještavanja prema UNCCD-u

Za suzbijanje degradacije AP opisuje opće smjernice i mehanizme koji se trebaju uzeti u obzir u budućnosti. U isto vrijeme, AP ne navodi detaljno utvrđene i razvijene mjere koje treba poduzeti u svakom specifičnom slučaju, s obzirom da mnoge od tih mjera zahtijevaju dosljedan naučni pregled.

4.4. ZAKLJUČCI

U našoj zemlji, sve do skoro, suša nije predstavljala tako veliki problem kao posljednjih godina. Posljednjih godina suša je sve izraženija jer imamo povišenje temperatura u dužem vremenskom periodu. To ujedno povlači i smanjenje vode koja nam padavinama nadoknađuje zalihe rezerve vode u zemlji. Tada nastaje suša. Upitno je uspoređivati suše samo prema meteorološkim i hidrološkim parametrima. Sušu bi trebalo uspoređivati prema negativnim posljedicama koje je ona izazvala. Taj zadatak je vrlo teško, ako ga je uopće moguće, objektivno obaviti. Trebalo bi uzeti u razmatranje ne samo ekonomske štete, nego i one ekološke (osobito dugoročne).

Posljedice suša osjećaju se svugdje na planeti, ali su one ekstremno različito raspoređene. U njih treba ubrojiti utjecaje na korisnike voda, uključujući poljoprivrednike, industriju i gradove. Kako sa smanjenim količinama vode i povećanim temperaturama zraka i vode najčešće dolazi i do opadanja kakvoća vodnih resursa, to posebno negativno može utjecati na prirodne ekosustave. Čini se da za ispunjavanje složene i vrlo važne zadaće pouzdane i objektivne kvantitativne procjene negativnih posljedica suša znanost još dugo neće biti spremna. Dok se ne ostvari mogućnost ispunjavanja tog ključnog zadatka, ali i brojnih drugih vezanih uz suše, bilo bi za preporučiti da se ne donose „konačni“ i uglavnom panični zaključci koji mogu uzrokovati više štete nego koristi.

Suše se mogu pojaviti bilo kada i bilo gdje na planeti. Mogu trajati vrlo različito vrijeme, a mogu zahvatiti najrazličitije površine, od onih koje pokrivaju samo desetak kvadratnih kilometara do onih koje se prostiru na regijama čija površina prelazi nekoliko stotina tisuća kvadratnih kilometara. Najteže posljedice uzrokuju one suše koje traju dugo, više godina, te se prostiru na velikim površinama. Svaki put kad se negdje pojavi suša javlja se potreba za davanjem odgovora na ista pitanja:

(1) Kolike su štete te na čemu (privrednoj grani, okolišu, društvenoj stabilnosti itd.) i gdje?; (2) Tko treba nadoknaditi štetu?; (3) Kako se trebamo pripremiti za ublažavanje šteta budućih suša?

Imajući u vidu prethodno rečeno mogu se izvući neki uopćeni zaključci za prevenciju opasnosti od suša kako slijedi[13]:

- Kako bi se prevenirale opasnosti od nastanka štete od suše velikih razmjera koje mogu ugroziti ljude i materijalna dobra, potrebno je osigurati smanjenje gubitaka u vodovodnim sistemima, rekonstrukcijom i bržim protokom kroz sustav.
- Uvođenjem novih tehnologija u proizvodnim procesima, smanjiti potrebu za dodatnim količinama vode uz istosobno poboljšanje kakvoće korištene i ispuštane vode (veliki industrijski potrošači, navodnjavanje).
- Osigurati dostatne količine vode za navodnjavanje obradivih površina, čime bi bili stvoreni uvjeti za intenzivnu poljoprivrednu proizvodnju.
- Osiguranjem dodatnih količina voda iz raspoloživih ili pripremljenih novih izvorišta poboljšati opskrbljenost stanovništva kroz već obuhvaćene javne vodovode i proširivanjem istih na veći broj naselja u kojima je došlo do smanjenja priliva u rezervoare.
- Štititi i razvijati postojeća izvorišta i pronalaziti nova, radi osiguranja dodatnih količina vode u ugroženim područjima.
- Vršiti prihvat i kaptiranje velikih voda, kada ih ima i stavljanje na raspolaganje u uvjetima potrebe, putem izgradnje vještačkih akumulacija, čime se pored proizvodnje električne energije stvaraju i uvjeti za razvitak turizma, vrši zaštita od poplava nizvodnog područja, osigurava voda za navodnjavanje.
- Planirati i osigurati transport vode cisternama za saniranje potreba najugroženijih potrošača, za što je potrebno sustavski nabavljati i čuvati dostatan broj transportnih sredstava.
- Potrebno je osigurati rezervne količine vode, izgradnjom ili postavljanjem spremnika za vodu idr. za učinkovitu zaštitu od požara (osobito na otvorenom prostoru).

Opći cilj u prevenciji i smanjenju rizika od suša je unaprijediti mogućnosti pravovremenog odgovora na sušu u Bosni i Hercegovini te poboljšati spremnost za upravljanje sušom uvođenjem novih alata za praćenje i procjenu rizika od suše. Posebni ciljevi su:

- uspostava operativnog praćenja suše u svrhu što tačnijeg i efikasnijeg upozorenja na sušu i to korištenjem svih dostupnih izmjerenih podataka i satelitskih produkata te modernih web sučelja,
- priprema transnacionalnog protokola izrade procjene rizika od suše, tj. objedinjavanjem trenutno postojećih različitih metodologija za procjenu rizika,
- izrada Strategije za unapređenje pravovremenog odgovora na sušu ujednačavanjem procesa donošenja odluka u području interesa kako bi ciklus upravljanja sušom (monitoring - procjena utjecaja - odgovor - oporavak - spremnost) bio što efikasniji.

FHMZ-a igra važnu ulogu u prevenciji i smanjenju rizika od suša i neophodno je njegovo aktivno sudjelovanje u ostvarivanju svih ciljeva, kao i u edukaciji krajnjih korisnika i donositelja odluka o upravljanju rizicima i mogućih posljedica od suše u FBiH.

LITERATURA

1. Bonacci, O. (1993.a): Identifikacija suše i borba protiv nje. Zbornik radova Okruglog stola „Okrugli stol o suši“ Hrvatsko hidrološki društvo. 1-20.
2. Bonacci, O. (1993.b): Hydrological identification of drought, *Hydrological Processes* 7(3), 249-262.
3. Ljubenković, I.; Bonacci, O. (2011.): Utvrđivanje i određivanje suše na otoku Korčuli. *Hrvatske vode* 19(77), 181-194.
4. National Drought Policy Commission (NDPC) (2000.) *Preparing for drought in the 21st century*. Washington.
5. Tadić, L.; Dadić, T.; Bosak, M. (2015.): Usporedba različitih metoda za ocjenu suše na području kontinentalne Hrvatske. *Građevinar* 67(1), 11-22.
6. Tallaksen, L.; Van Lanen H.A.J. (ur.) (2004.) *Hydrological drought; Processes and estimation methods for streamflow and groundwater*. Elsevier, Amsterdam.
7. WMO, "Drought and desertification", WMO/TD No. 605, 1994.

8. Alley, W.M. 1984. The Palmer Drought Severity Index: Limitations and assumptions. *Journal of Climate and Applied Meteorology* 23:1100-1109
9. Gibbs, W.J.; and J.V. Maher. 1967. Rainfall deciles as drought indicators. Bureau of Meteorology Bulletin No. 48, Commonwealth of Australia, Melbourne
10. Regional Aspect of Drought – [Hege Hisdal – Faculty of Mathematics and Natural sciences of University of Oslo 2002]
11. Wilhite, D.A. (2000) Chapter 1 Drought as a Natural Hazard: Concepts and Definitions, *Drought: A Global Assessment* 1, 3-18.
12. <http://www.fucz.gov.ba/download/procjenesteta/procjenahrv.pdf>
13. http://www.unep.ba/tl_files/unep_ba/PDFs/1%20Akcioni%20plan%20BOS-r.pdf



www.natrisk.ni.ac.rs

Ovaj priručnik je nastao u okviru Erazmus+ projekta:
**Razvoj master kurikuluma za upravljanje prirodnim
katastrofama u zemljama Zapadnog Balkana (NatRisk)**
Broj projekta: 573806-EPP-1-2016-1-RS-EPPKA2-CBHE-JP

Kofinansira
Evropska unija
program Erazmus+



Ova publikacija odražava stavove isključivo svojih autora,
Evropska komisija se ni na koji način ne može smatrati
odgovornom za sadržaj i stavove iznešene u ovoj publikaciji.

