

Tipovi valova koji utječu na građevine

Pršić, Dino

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Civil Engineering / Sveučilište u Rijeci, Građevinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:157:845786>

Rights / Prava: [Attribution 4.0 International](#)/[Imenovanje 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-05**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Civil Engineering - FCERI Repository](#)



**SVEUČILIŠNI PRIJEDIPLOMSKI STUDIJ
GRAĐEVINARSTVO**

Dino Pršić

**Tipovi valova koji utječu na građevine
Types of waves affecting buildings**

Završni rad

Rijeka, 2023.

**SVEUČILIŠNI PRIJEDIPLOMSKI STUDIJ
GRAĐEVINARSTVO**

Fizika

**Dino Pršić
JMBAG: 0114033135**

**Tipovi valova koji utječu na građevine
Types of waves affecting buildings**

Završni rad

Rijeka, rujan 2023.

IZJAVA

Završni/Diplomski rad izradio/izradila sam samostalno, u suradnji s mentorom/mentoricom i uz poštivanje pozitivnih građevinskih propisa i znanstvenih dostignuća iz područja građevinarstva. Građevinski fakultet u Rijeci je nositelj prava intelektualnog vlasništva u odnosu na ovaj rad.

Dino Pršić

U Rijeci, 01.09.2023.

ZAHVALA

Ovim putem želio bih se zahvaliti svojim roditeljima koji su mi bili bezrezervna podrška tijekom obrazovanja te što su od početka vjerovali u mene.

Također, želio bih se zahvaliti i svom mentori koji mi je svojim stručnim znanjem i profesionalnim pristupom olakšao izradu ovog rada.

SAŽETAK

Ovim završnim radom obuhvaćene su osnovne značajke vodenih valova, nastanak, podjela i utjecaj na građevine. Objasnjeno je nastanak vodenih valova koji utječu na građevine. Navedene su i osnovne mjere obrane od utjecaja vodenih valova.

Ključne riječi: val, visina vala, dužina vala, period vala, strmost vala, brzina rasprostiranja, amplituda vala, progresivan val, stojni val, periodički val, oplićavanje, lom vala, vjetrovni valovi, poplavni valovi, plimni valovi, tsunami.

ABSTRACT

This final work covers the basic characteristics of water waves, their origin, division and impact on buildings. The formation of water waves affecting buildings is explained. Basic defense measures against the impact of water waves are also listed.

Key words: wave, wave height, wave length, wave period, wave steepness, propagation speed, wave amplitude, progressive wave, standing wave, periodic wave, stranding, wave breaking, wind waves, flood waves, tidal waves, tsunami.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. OPĆENITO O VALOVIMA	2
3. DEFORMACIJA VALOVA	5
4. PODJELA VALOVA KOJI UTJEČU NA GRAĐEVINE	8
5. VALOVI UZROKOVANI VJETROM	9
6. POPLAVNI VALOVI	11
7. PLIMNI VALOVI	12
8. TSUNAMI	13
9. UTJECAJ VALOVA NA GRAĐEVINE	14
9.1. Valovi uzrokovani vjetrom.....	14
9.2. Poplavni valovi	14
9.3. Plimni valovi	15
9.4. Tsunami.....	16
10. MJERE ZAŠTITE GRAĐEVINA OD UTJECAJA VALOVA.....	18
11. DJELOVANJE MORA NA GRAĐEVINE.....	19
12. ZAKLJUČAK.....	20
13. LITERATURA I IZVORI.....	21

POPIS SLIKA

Slika 1. Opis profila idealnog vala [2]

Slika 2. Modusi gibanja valnog profila i vodnih čestica [2]

Slika 3. Oplićavanje [4]

Slika 4. Deformacija valova uslijed trenja s dnom [4]

Slika 5. Tipovi loma vala [5]

Slika 6. Valovi uzrokovani vjetrom [10]

Slika 7. Nastanak tsunamija [6]

Slika 8. Utjecaj poplavnih valova na građevine [11]

Slika 9. Utjecaj plimnih valova na građevine [1]

Slika 10. Utjecaj tsunamija na građevine [8]

Slika 11. Djelovanje mora na građevine [3]

1. UVOD

Izazovi koje predstavljaju prirodne pojave postaju sve značajniji čimbenici inženjerstva, posebno u kontekstu gradnje i održavanja građevinskih struktura. Među različitim prirodnim silama koje mogu ozbiljno utjecati na stabilnost, trajnost i sigurnost građevina, vodeni valovi izdvajaju se kao ključna tema proučavanja. Vodeni valovi, nastali na razne načine poput vjetra, seizmičkih aktivnosti i plimnih promjena, predstavljaju složen proces čija interakcija s građevinama zahtijeva pažljivo razumijevanje i pravilno rješavanje.

Ovaj završni rad usredotočuje se na istraživanje različitih tipova vodenih valova koji imaju značajan utjecaj na građevine. Kroz ispitivanje karakteristika, uzroka i posljedica ovih valova, cilj ovog istraživanja je prikazati složene mehanizme kojima vodeni valovi oblikuju okolinu građevina te utječu na njihovu strukturu i funkcionalnost. Osim toga, rad će analizirati kako su inženjerski pristupi i tehnologije evoluirali kako bi se nosili s ovim izazovima te kako se građevine projektiraju i izvode s ciljem postizanja najvišeg stupnja otpornosti i sigurnosti u svjetlu vodenih valova.

2. OPĆENITO O VALOVIMA

Osnovni faktori koji se koriste za opisivanje oblika valova uključuju visinu, dužinu i period vala. Na slici 1 prikazan je slikoviti prikaz opis oblika idealnog vala sa prikazom visine, dužine i perioda vala.

Visina vala (označena sa H) predstavlja vertikalnu udaljenost između najniže točke valne doline i najviše točke valnog grebena. Dužina vala (označena sa L) predstavlja horizontalnu udaljenost između uzastopnih grebena vala.

Period vala (označen sa T) označava vremenski interval između prolaska uzastopnih grebena kroz istu točku.

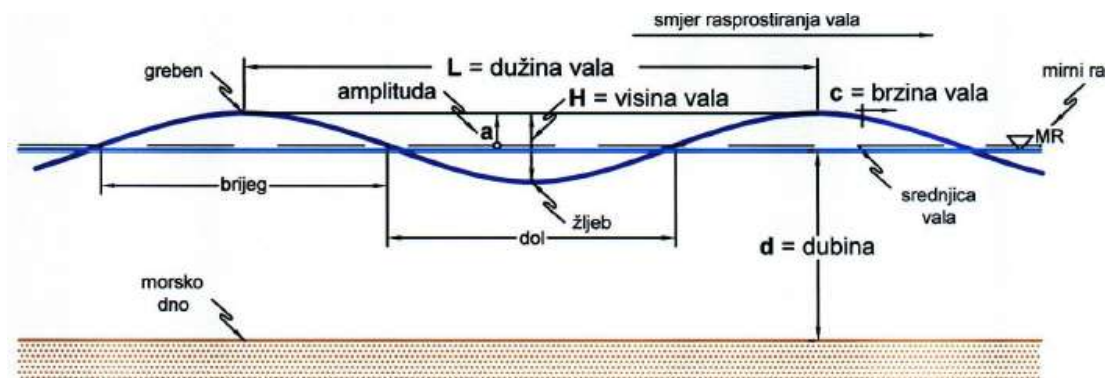
Visina i dužina vala se mijenjaju kako val napreduje prema obali, dok se period vala ne mijenja.

Strmost vala se izračunava kao odnos visine i dužine vala (H/L). Ova vrijednost se često koristi kao bezdimenzionalni parametar za opisivanje oblika valova.

Brzina rasprostiranja vala (označena sa c) je brzina kojom se pojedinačni valni brijeg ili dol rasprostire po površini vode u odnosu na fiksnu točku. Brzina rasprostiranja vala (c) može biti izražena kao odnos dužine vala i perioda vala ($c = L/T$).

Amplituda vala (označena sa a) je polovina visine vala ($a = H/2$) i predstavlja maksimalni vertikalni pomak površine vode od srednje linije vala.

Srednja linija vala je linija koja je podjednako udaljena od najviše točke valnog grebena i najniže točke valne doline [2]



Slika 1. Opis profila idealnog vala [2]

Gibanje valnog profila može se klasificirati na temelju dva ključna kriterija. Na slici 2 prikazano je gibanje valova i vodenih čestica.

Prvi kriterij je promatranje gibanja duž prostora, što dovodi do razlikovanja progresivnih i stojnih valova.

Drugi kriterij je promatranje gibanja valnog profila kroz vrijeme, što dovodi do razlikovanja periodičkih i neperiodičkih valova.

Važno je napomenuti da se gibanje vodnih čestica razlikuje od gibanja valnog profila i može biti oscilatorno (kolebanje oko ravnotežne pozicije) ili translatorno (pomicanje u smjeru vala).

Progresivni val je onaj čiji valni profil putuje horizontalno brzinom rasprostiranja (označeno s c). Smjer u kojem se kreće valni greben određuje smjer rasprostiranja vala.

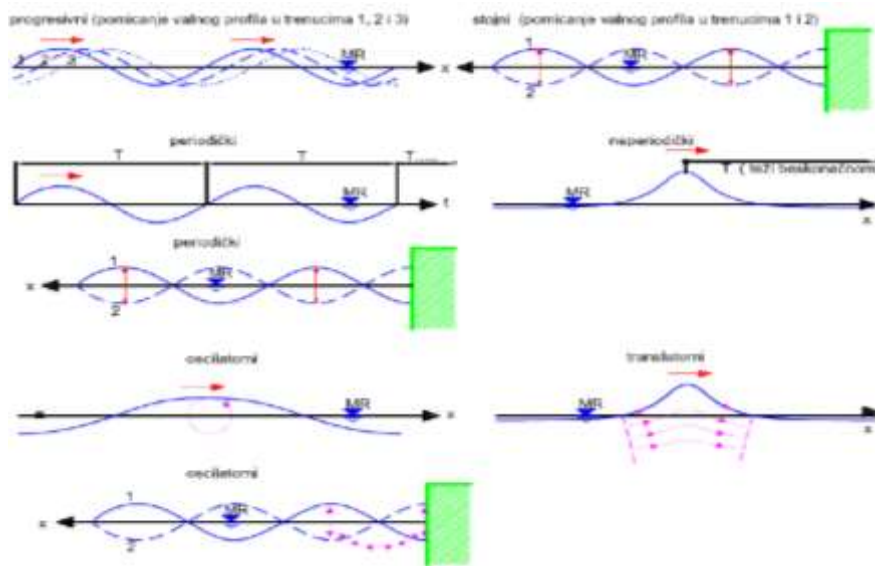
Nasuprot tome, stojni val ili clapotis je onaj čiji valni profil ne putuje horizontalno, stoga mu je brzina rasprostiranja (c) jednaka nuli.

Karakteristično za stojni val je da se valni profil pomjera gore-dolje na fiksnoj poziciji. Ovaj tip vala ima dijelove s maksimalnim amplitudama nazvane trbusi i dijelove koji miruju nazvane čvorovi.

Stojni valovi nastaju kada se dva sinusna vala superponiraju, a dolazi do totalne refleksije kod obalnog zida.

Periodički val je onaj čiji se valni profil, odnosno oscilacija površine vode, ponavlja u jednakim vremenskim intervalima.

Suprotno tome, neperiodički val je onaj kod kojeg se valni profil, poput valnog grebena, pojavljuje izolirano ili se ponavlja u vrlo dugim vremenskim razmacima, čineći da val izgleda izolirano (takav val se naziva i soliterni val). [2]



Slika 2. Modusi gibanja valnog profila i vodnih čestica [2]

2. DEFORMACIJA VALOVA

Profil i karakteristike vala prolaze kroz različite faze postupne promjene dok se val širi od dubokog mora prema pliћem dijelu. Jedini valni parametar koji ostaje konstantan je period vala!

Tijekom ovog procesa, dok val putuje prema obali, valni profil i gibanje vodnih čestica se postupno mijenjaju.

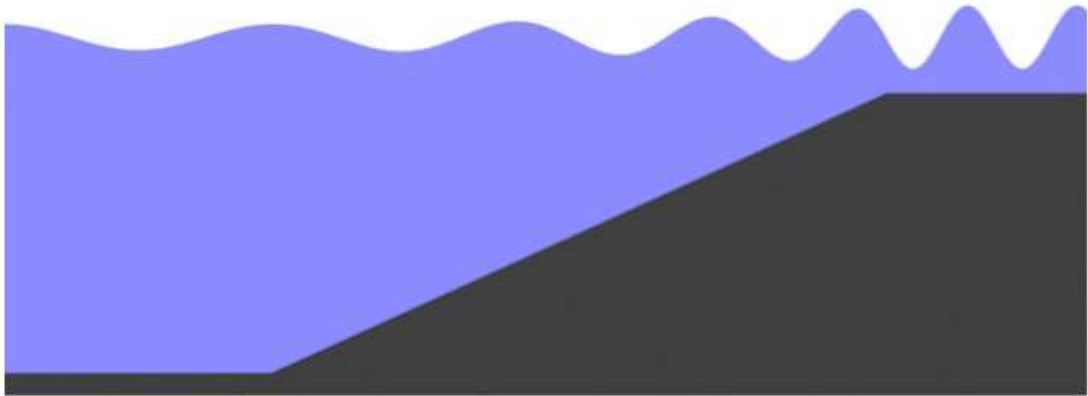
Ove promjene ovise o nagibu dna, strmini vala i neravnomjernostima na dnu mora.

Bez obzira na sve te varijacije, rezultat tog procesa je povišenje razine mora duž obale, čak i do točke gdje se more može podići uzduž vertikalnog zida. Ovo konačno povećanje razine vode naziva se visina uspinjanja.

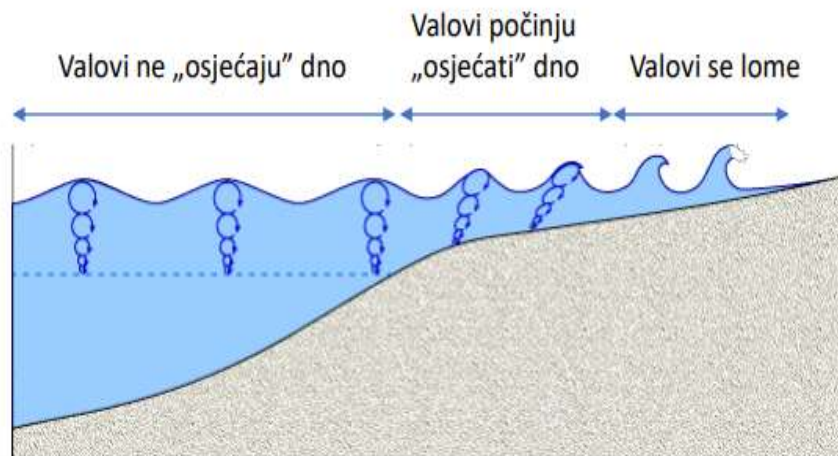
Promatrajući širenje vala prema obali, okomito na oblik dna i liniju obale, možemo primijetiti nekoliko deformacija vala zbog nagnutosti dna:

- Deformacija valova na nagnutom dnu zbog smanjenja dubine (poznato kao oplićavanje ili "Shoaling efekt"): kako se dubina smanjuje, val se "uspinje" na pliћem dijelu, što rezultira promjenom njegovog oblika i povećanjem visine prikazano je na slici 3.
- Deformacija valova zbog trenja s dnom prikazano je na slici 4: Trenje između vala i dna uzrokuje dodatno deformiranje valnog profila dok val prelazi preko pliћaka.
- Lom valova: Lom valova se događa kada val prelazi preko promjene dubine u moru, kao što je obala ili podvodna prepreka. Ovo dovodi do promjene smjera širenja vala i može uzrokovati dodatne deformacije što je slikovito prikazano na slici 5.

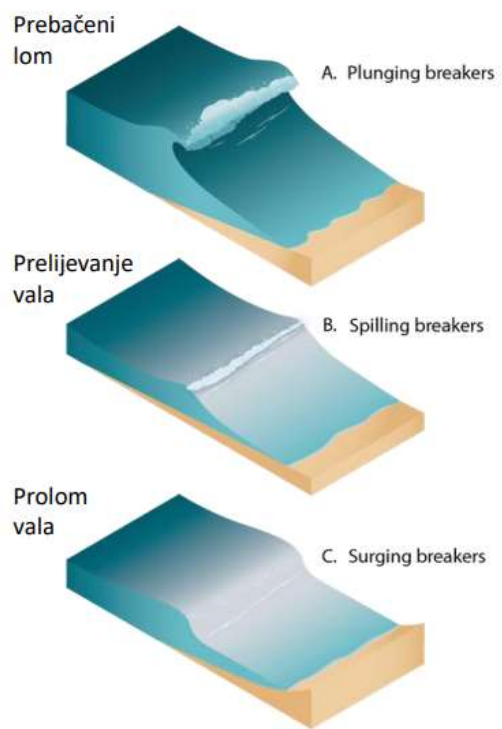
Sve ove promjene u profilu vala i gibanju vodnih čestica igraju važnu ulogu u oblikovanju valova kako se oni približavaju obali. [4, 5]



Slika 3. Oplićavanje [4]



Slika 4: Deformacija valova uslijed trenja s dnom [4]



Slika 5. Tipovi loma vala [5]

4. PODJELA VALOVA KOJI UTJEČU NA GRAĐEVINE

Valove koji djeluju na građevine djelimo u četiri osnovne skupine.

- Valovi uzrokovani vjetrom: Vjetrovni valovi mogu uzrokovati oštećenja obale, luka, plaža i drugih obalnih struktura.
- Poplavni valovi: Generiraju se obilnim padalinama, brzim otapanjem snijega ili izljevima rijeka. Ovi valovi mogu uzrokovati poplave i eroziju obale.
- Plimni valovi: Periodične promjene razine mora mogu utjecati na lučke strukture, obalnu eroziju i priobalne ekosustave.
- Tsunamiji: Izuzetno visoki i energični, tsunamiji mogu nanijeti ozbiljna oštećenja obalnim gradovima i infrastrukturi. [1]

5. VALOVI UZROKOVANI VJETROM

Vodenim valovima koje uzrokuje vjetar nazivaju se vjetrovni valovi. Oni su jedan od najučestalijih oblika valova na površini vodenih tijela poput oceana, mora, jezera i rijeka.

Generiraju se interakcijom između vjetrova i površine vode, gdje vjetar prenosi svoju kinetičku energiju na vodu, uzrokujući gibanje površine.

Ključna uloga vjetrovnih valova leži u prijenosu energije s atmosfere na površinu vode.

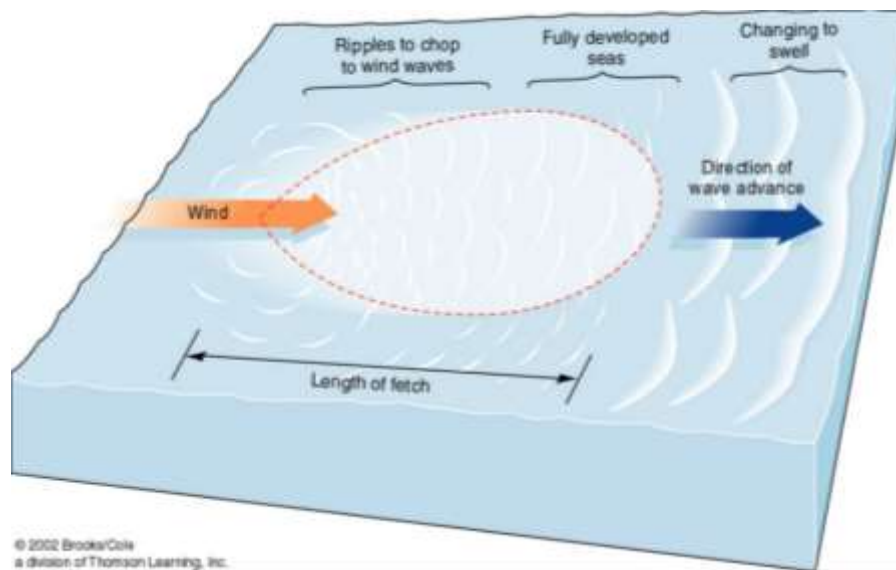
Vjetar stvara trenje i pritisak na površini vode, stvarajući male nesavršenosti koje se postupno povećavaju i razvijaju u valne oblike.

Kako vjetar puše preko površine vode, energija se prenosi sa strujom zraka na površinske vodene čestice, uzrokujući da se površina vode podiže i spušta u karakterističnom valovitom uzorku.

Vjetrovni valovi variraju u svojim karakteristikama, uključujući visinu, duljinu valova i brzinu širenja. Jači vjetar obično stvara veće i energičnije valove, dok duljina vjetra (duljina preko koje vjetar djeluje) također ima utjecaja na njihovu veličinu.

Dubina vode također igra ulogu u oblikovanju vjetrovnih valova, jer se u plićim vodama valovi mogu osjetiti na dnu, što utječe na njihovu formu.

Na slici 6 prikazano je kako vjetar formira valove. [10]



Slika 6. Valovi uzrokovani vjetrom [10]

6. POPLAVNI VALOVI

Poplavni valovi su valovi koji se javljaju kao posljedica naglog povećanja vodene mase, što može biti rezultat obilnih padalina, brzog otapanja snijega, izljeva rijeka ili drugih prirodnih događaja. Ovi valovi su često izuzetno snažni i mogu imati ozbiljan utjecaj na obalna područja, rijeke i priobalne strukture.

Glavni izvor poplavnih valova su obilne padaline koje zasipaju vodene tokove i površine, povećavajući protok vode i uzrokujući brzu promjenu nivoa vode. Kada se vodena masa naglo poveća, ona stvara valove koji se šire nizvodno uz vodene tokove i rijeke, poplavljujući obale i nizvodne dijelove. Ovi valovi mogu biti posebno destruktivni u urbanim područjima, gdje mogu uzrokovati poplave, eroziju i oštećenja infrastrukture.

Poplavni valovi su posebno opasni u područjima gdje su rijeke i potoci sklone naglim i intenzivnim promjenama razine vode. Tijekom takvih poplavnih događaja, obalne zajednice i građevine mogu biti potopljene, izložene eroziji obale i oštećenjima. Infrastruktura kao što su mostovi, ceste i nasipi također su ugroženi poplavnim valovima. [11, 13]

7. PLIMNI VALOVI

Plimni valovi su ritmičke promjene razine mora uzrokovane gravitacijskim privlačenjem Mjeseca i Sunca prema Zemlji.

Ovi valovi rezultiraju periodičnim izmjenama plima (porasta razine mora) i oseke (pada razine mora) duž obalnih područja. Svaka točka uz obalu doživljava dvije plime i dvije oseke svakog dana, dok ciklus traje oko 12 sati i 25 minuta. Gravitacijske sile Mjeseca, koji je bliži Zemlji, imaju snažan utjecaj na stvaranje plimnih valova.

Tijekom punog i mladog Mjeseca, kada je Mjesec u liniji s Suncem i Zemljom, razlika između plime i oseke može biti najveća. Plimni valovi stvaraju plimne struje, koje prenose hranjive tvari i sedimente.

Ovi valovi također imaju značajan utjecaj na obalnu dinamiku, uzrokujući eroziju obale tijekom plime i taloženje sedimenata tijekom oseke.

U priobalnim zajednicama, promjene u razini mora zbog plimnih valova utječu na pomorske operacije, kao što su pristajanje brodova i lučke aktivnosti. Plimni valovi su značajan faktor za planiranje plovidbe i razvoja obalne infrastrukture. [12]

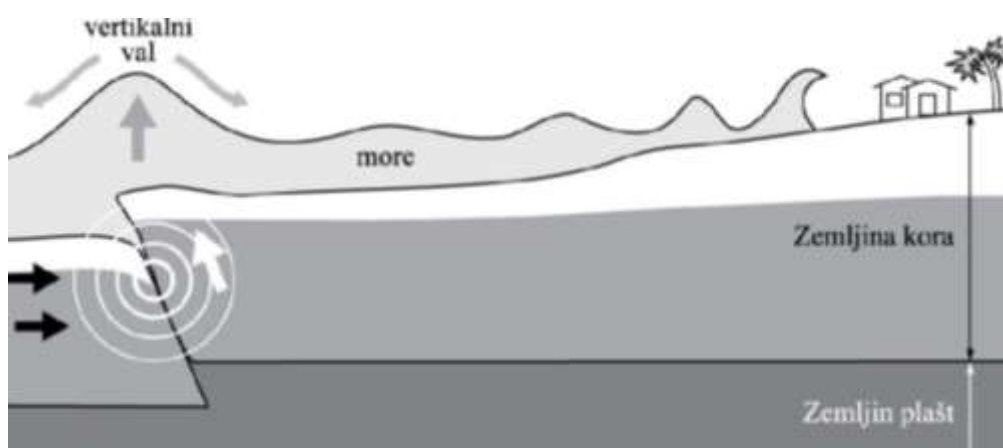
8. TSUNAMI

Tsunami je katastrofalni prirodni fenomen koji nastaje kao posljedica brzih podvodnih pomaka, kao što su potresi, vulkanske erupcije ili podvodni klizišta. Ovi pomaci izazivaju naglo pomicanje vode, stvarajući ogromne valove koji se šire po oceanskoj površini. Visina tsunamija može varirati, ali čak i manji tsunamiji mogu uzrokovati značajne štete. Na slici 7 prikazan je nastanak tsunamija.

Tsunamiji se ne trebaju nužno poistovjećivati s običnim valovima. Dok su valovi često posljedica vjetera i imaju relativno mali dosegnutni domet, tsunamiji su posljedica dubokih potresa i klizišta te se mogu širiti tisućama kilometara.

Ključna karakteristika tsunamija je njihova visoka amplituda. Iako se tsunamiji često neprimjetno šire u dubokim oceanskim prostranstvima, kada se približe obali, njihova energija se koncentrira i visina valova dramatično raste.

Brzina širenja tsunamija može doseći nevjerojatne brzine, ponekad preko 700 km/h. To omogućava tsunamijima da prema obali putuju velike udaljenosti i da iznenada zahvate obalne zajednice. [6]



Slika 7. Nastanak tsunamija [6]

9. UTJECAJ VALOVA NA GRAĐEVINE

Valovi imaju značajan utjecaj na građevine i obalne strukture. Snaga valova može uzrokovati eroziju obale i oštećenja na građevinama.

Velika energija valova može dovesti do potrebe za dodatnim zaštitnim mjerama poput obalnih nasipa i brana. Valovi mogu prouzročiti smanjenje stabilnosti obalnih padina i potkopavanje temelja građevina.

9.1. Valovi uzrokovani vjetrom

Valovi uzrokovani vjetrom mogu imati različite utjecaje na građevine, ovisno o intenzitetu valova, izloženosti obale vjetru i svojstvima građevina.

Snaga valova uzrokovanih vjetrom može uzrokovati eroziju obale.

Konstantno udaranje valova može odnositi sedimente s obale, što može dovesti do smanjenja obalnog područja i ugroziti građevine koje se nalaze blizu obale. Intenzivni valovi mogu uzrokovati fizička oštećenja na građevinama koje su smještene uz obalu.

Valovi s visokom energijom mogu uzrokovati lomljenje, pucanje ili odvajanje dijelova građevina. Valovi koji se udaraju o građevine mogu prouzročiti infiltraciju morske vode unutar struktura.

Ovo može uzrokovati koroziju, oštećenje materijala i unutarnjih prostora građevina.

9.2. Poplavni valovi

Ovi valovi mogu imati značajan utjecaj na građevine i infrastrukturu uz vodene tokove. Nagli porast razine vode može prouzročiti oštećenja na građevinama koje se nalaze uz obale rijeka ili potoka.

Intenzivna strujanja vode mogu uzrokovati eroziju tla, potkopavanje temelja i čak srušiti manje izdržljive građevine. Na slici 8 prikazano je kako poplavni valovi mogu uzrokovati prodiranje vode unutar građevina. To može dovesti do oštećenja interijera, električnih sustava i strukture građevina te uzrokovati koroziju i plijesan. Poplavni valovi često uzrokuju ometanje prometa, zatvaranje cesta i mostova te prekid komunikacijskih sustava.



Slika 8. Utjecaj poplavnih valova na građevine [11]

9.3. Plimni valovi

Plimni valovi uzrokuju periodičke promjene razine morske vode, što može izložiti obalne građevine promjenama uvjeta. Na slici 9 prikazan je utjecaj plimnih valova na građevine.

Uz podizanje i spuštanje razine vode, građevine mogu biti podložne koroziji, oštećenjima i inače nepredvidljivim promjenama.

U mjestima s niskim nadmorskim visinama, visoke plime mogu dovesti do poplava u obalnim gradovima. Plimni valovi mogu doprinijeti eroziji obale jer se voda podiže i povlači, izlažući obalu promjenama i udaru valova.

Ovo može dovesti do smanjenja obalnog područja i potkopavanja temelja građevina. Promjene u razini morske vode uzrokovane plimnim valovima mogu utjecati na pristup obalnim građevinama, pristajalištima i infrastrukturi. Plovni putovi mogu postati manje dostupni tijekom oseka.



Slika 9. Utjecaj plimnih valova na građevine [1]

9.4. Tsunami

Tsunami, imaju katastrofalan utjecaj na građevine i obalne strukture. Njihova ogromna energija i brzina širenja čine ih izuzetno destruktivnim. Tsunami mogu potpuno uništiti građevine koje se nalaze uz obalu. Na slici 10 prikazan je katastrofalni utjecaj tsunamija na građevine.

Njihova visoka amplituda i snaga mogu srušiti zgrade, oštetiti infrastrukturu i ometati normalno funkcioniranje gradova. [2, 6, 7, 8, 12]



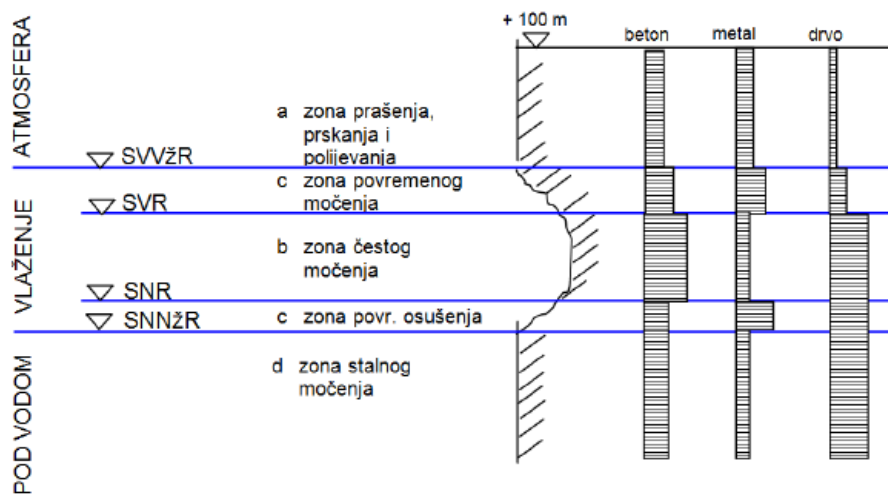
Slika 10. Utjecaj tsunamija na građevine [8]

10. MJERE ZAŠTITE GRAĐEVINA OD UTJECAJA VALOVA

1. Obalni nasipi i brane: Izgradnja visokih nasipa i brana uz obalu može pružiti fizičku barijeru protiv valova. Ovi zaštitni nasipi apsorbiraju energiju valova i štite obalne građevine od direktnih udara valova.
2. Održavanje obale: Redovito održavanje obale može pomoći u sprečavanju erozije i potkopavanja. Ojačavanje obale kamenim nasipima, stijenama ili drugim materijalima može pomoći u stabilizaciji obalnog područja.
3. Pravilno planiranje gradnje: Prilikom planiranja novih građevina uz obalu, treba uzeti u obzir potencijalni utjecaj valova. Građevine se mogu dizajnirati s visokim temeljima i otpornim materijalima kako bi se smanjio rizik od oštećenja.
4. Koristi prirodne barijere: Mangrovi, močvare i druge prirodne barijere mogu djelovati kao zaštita od valova. Ove ekosustave treba očuvati jer mogu apsorbirati energiju valova i smanjiti njihov utjecaj na obalu.
5. Plutajuće barijere: Plutajuće barijere, kao što su plutajući nasipi ili pregrade, mogu djelovati kao prepreke za valove i smanjiti njihovu silu prije nego što stignu do obale.
6. Modeliranje i simulacije: Korištenje naprednih modela i simulacija može pomoći u predviđanju utjecaja valova uzrokovanih vjetrom i identificiranju najosjetljivijih područja. To omogućuje bolje planiranje i dizajn zaštite.
7. Upravljanje urbanizacijom: Pravilno planiranje urbanizacije uz obalu, kao i ograničavanje gradnje u područjima s visokim rizikom od valova, može smanjiti potencijalne štete.

11. DJELOVANJE MORA NA GRAĐEVINE

Morska sredina stalno izaziva kemijska i mehanička oštećenja gradiva pomorskih konstrukcija i ugrožava njihovu sigurnost. Na slici 11 prikazano je djelovanje mora na građevine. Stoga je pitanje trajnosti od velike važnosti. U pogledu jačine oštećenja po visini razlikuju se sljedeće četiri zone napada: a, b, c i d. [3]



Slika 11. Djelovanje mora na građevine [3]

Gradiva koja se upotrebljavaju za građenje u moru:

- kamen
- beton
- armirani beton
- čelik
- prokrom čelik (inox)
- lijevano željezo
- bronca
- drvo
- bitumen
- geotekstil
- sintetika
- gabionske mreže.

12. ZAKLJUČAK

Utjecaj valova na građevine, pogotovo u današnje doba u kojem smo svjedoci klimatskih promjena mogu biti katastrofalne. Kao posljedica materijalnih šteta koje su nastale utjecajem valova na građevine mogu nastati i velike društvene štete kako na javnoj infrastrukturi tako i na privatnoj imovini pojedinaca.

Djelovanjem valova kojima je uzrok jak vjetar, olujni i orkanski vjetrovi, ali i pomicanje tektonskih ploča pri kojima nastaju tsunamiji te naglo otapanje snijega mogu prouzročiti ogromne materijalne štete na imovini, no da bi se to izbjeglo ili barem umanjilo potrebno je pri gradnji građevina najprije uvažavati struku i slijediti stroga pravila struke.

U ovom radu prikazano je koji materijali se koriste kako bi se ublažio otpor valova te na taj način spriječiti eventualne materijalne štete.

Uvažavanjem navedenih pravila izbjegla bi se ili umanjile posljedične štete utjecaja valova na građevine.

13. LITERATURA I IZVORI

[1] Podjela valova:

<https://www.ugent.be/ea/civil-engineering/en/research/coastal-bridges-roads/coastal-engineering/techboost/techboost-ugent-research-presentations/techboost-ugent-types-of-waves.pdf>, pristup 28.8.2023.

[2] Carević D, Pršić M ., Pomorske građevine, web skripta, Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet, Dio 1, 2018, pristup 28.8.2023.

[3] Carević D, Pršić M ., Pomorske građevine, web skripta, Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet, Dio 2, 2018, pristup 28.8.2023.

[4] Krvavica, N., Prezentacija: „Osnove mehanike valova” iz predmeta Osnove obalnog inženjerstva, skripta, Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2022/2023

[5] Krvavica, N., Prezentacija: „Deformacija valova” iz predmeta Osnove obalnog inženjerstva, skripta, Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Rijeka, 2022/2023

[6] Tsunami: <https://enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=62588>, pristup 28.8.2023.

[7] Lachaume, R. : Propagation of a tsunami offshore, https://en.wikipedia.org/wiki/Wave_shoaling, pristup 28.8.2023.

[8] <https://www.meteorologijaenred.com/hr/olas.html>, pristup 28.8.2023.

[9] <https://ucilnice.arnes.si/mod/book/view.php?id=1112274&chapterid=5602>, pristup 28.8.2023.

[10] http://geophile.net/Lessons/waves/waves_02.html, pristup 28.8.2023.

[11] <https://www.vusz.hr/novosti-najave-i-sluzbene-obavijesti/sest-godina-od-katastrofalne-poplave-zupanjske-posavine>, pristup 28.8.2023.

[12] https://hr.wikipedia.org/wiki/Plimni_val, pristup 28.8.2023.

[13] <https://hr.wikipedia.org/wiki/Poplava>, pristup 28.8.2023.