

študentski

most:

Revija študentov Fakultete za gradbeništvo in geodezijo v Ljubljani | Oktober 2025 | brezplačen izvod

ISSN 2630-2810

oktober

Fotografija: doc. dr. Klemen Kozmus Trajkovski, univ. dipl.-inž. geod.



Manhattanski most

Manhattanski most je viseči most v New Yorku. Zgrajen je bil leta 1909 in povezuje osrednji del otoka Manhattan z mestnim predelom Brooklyn čez reko East River. Most, dolg skoraj 2,1 km, ima glavni razpon 451 m in štiri glavne jeklene vrvi, od katerih je vsaka dolga skoraj 1 km. Na mostu so sedem prometnih pasov in štiri tiri podzemne železnice.

Zasnoval ga je Leon Moisseiff, ki je sodeloval tudi pri drugih znamenitih ameriških mostovih, gre pa za prvi most, zgrajen na podlagi teorije deformacije, kar je omogočilo lažjo konstrukcijo brez masivnih togih paličij. Most je bil skozi čas večkrat posodobljen – med letoma 1982 in 2004 zaradi neravnovesja teže vlakov podzemne železnice, med letoma 2018 in 2021 pa v okviru obsežnega programa obnove. Leta 2009, ob svoji stoletnici, je bil razglašen za nacionalni zgodovinski gradbeni inženirski spomenik. [1], [2]

Zala Kač

Drage bralke in bralci revije Most!

V imenu celotne ekipe vas lepo pozdravljam v prvi številki revije tega študijskega leta. Najprej prav lepo pozdravljam vse bruce, ki ste z oktobrom zakorakali na našo fakulteto in s tem začeli svojo študentsko pot. Veseli smo, da ste se nam pridružili na gradbeniški poti. Prav vsem, brucem, profesorjem, kolegom in tudi tistim, ki ste na fakulteti že domači, pa želim uspešno študijsko leto. Naj bo polno uspehov, porazi pa naj vas preveč ne pobijejo. Ne pozabimo na druženje, tudi ko bo dela veliko, in ne pozabimo, da si moramo med seboj pomagati ter si biti v oporo.

V sveži številki vas nagovarja tudi nekaj naših profesorjev, poleg strokovnih člankov pa lahko preberete, s čim vse se na fakulteti v teku učnega procesa ukvarjamo študentje. Čaka vas napovednik nekaj dogodkov in tudi študijski koledar za to študijsko leto.

Dragi študentje, tudi letos se veselimo sodelovanja z vami. Revijo lahko, kot zmeraj do sedaj, takoj po izidu najdete na hodnikih fakultete, kasneje v knjižnici, sicer pa vedno na spletni strani: <https://www.fgg.uni-lj.si/revija-most/>. Veseli bomo vaših člankov, idej za članke, poročil in podobnega. S kakršnimkoli prispevki ali vprašanji smo vam dosegljivi na elektronskem naslovu revija.most@gmail.com, od koder boste prejeli podrobnejša navodila.

Lep oktober in vse, kar sledi, vam želim in se vidimo kaj na fakulteti.

Srečno!

Zala Kač

KAZALO

Nagovor dekanje FGG	3
Nagovor študentov predsednika študentskega sveta FGG	4



AKTUALNO

Telesna kultura in zdravje študentov UL FGG	5
Oktobrske informacije za bruce	6
Študentska organizacija SILE	7
DŠV: napovednik dogodkov	9
Ostala obvestila	9
Tudi ti napiši članek za revijo Most	10



MALE SIVE CELICE

Uporaba merilnega vozička pri regulaciji tira na togi podlagi	11
Metoda SPH in DualSPHysics	16
Potopljeni valobrani	18
Naravne čistilne naprave – zelena rešitev za čisto vodo in bogatejšo naravo	20
Obvladovanje poplav z zeleno infrastrukturo	22
Določitev koordinat stebrov FGG v D96-17	23



ŠTUDENTSKA PREHRANA

Hitro in enostavno – mongolska govedina z rižem	25
---	----

VIRI

26



ISSN 2630-2810
Letnik 25, št. 3, Oktober 2025
Izdaja: 4 številke letno

Tiskarna:
Studio tiskarna Oman

Glavni in odgovorni urednik:
Zala Kač

Poduredniki:
Maks Alič, Ajda Cimperman,
Žiga Černe

Oblikovanje:
Urša Švigelj

Jezikovno urejanje:
Lana Krmelj

Izdaja:
UL FGG

E-mail uredništva:
revija.most@gmail.com

Pomočniki: Jaka Cigoj, Ana Starc, Samo Vetrih, Anja Centa, Matic Bezjak

Nagovor dekanje FGG



Drage študentke, dragi študenti,

z velikim veseljem vas pozdravljam ob začetku študijskega leta 2025/26. Letos prag naše fakultete prestopa skoraj tisoč redno vpisanih študentov, kar je opazna rast v primerjavi z lanskim letom, ko vas je bilo 858. Še posebej toplo pozdravljam 337 bruck in brucev, ki se z nami odpravljate na pot spoznavanja sveta gradbeništva, geodezije in okoljskega gradbeništva.

Povpraševanje po diplomantih in magistrantih vseh naših študijskih programov je večje od ponudbe na trgu, zato smo veseli, da boste lahko vi, naše študentke in študenti, v prihodnje prispevali k razvoju gospodarstva in javnega sektorja. Odlični kadri pa niso potrebni le v praksi, temveč tudi na naši fakulteti – zato vabim vse, ki vas poleg študija navdihuje raziskovanje, da razmišljate tudi o akademski poti, sodelovanju pri raziskovalnih projektih ter možnosti zaposlitve v okviru programa Mladi raziskovalci.

Prve generacije študentov gradbeništva in geodezije so stopile v predavalnice že leta 1919 na Tehniški fakulteti, v našo stavbo na Jamovi 2 pa leta 1969. Kljub častitljivi starosti naših prostorov na Jamovi in Hajdrihovi ostaja naše poslanstvo jasno: izobraževati visoko usposobljene strokovnjake, ki znajo povezovati znanost in prakso, tradicijo in inovacije. Danes to pomeni predvsem spopadanje z izzivi digitalne preobrazbe in zelenega prehoda. Ponosni smo, da smo v tem duhu pridobili dve pomembni novosti – laboratorij GIS na Jamovi 2 ter deževni vrt ob stavbi na Hajdrihovi 28, obe kot del projektov ULTRA – Univerza v Ljubljani za trajnostno družbo.

Vaša študijska leta bo zaznamovala tudi uporaba umetne inteligence, ki odpira številne priložnosti – od napredne analize podatkov in meritev do zahtevnih simulacij. A prinaša tudi tveganja, kadar temelji na napačnih ali nepopolnih podatkih. Zato vam bodo učitelji posredovali ne le znanje, temveč tudi modrost, kako kritično presoјati rezultate in jih varno vključevati v inženirske rešitve. Prav odgovorna in preudarna raba novih tehnologij bo ključna pri zagotavljanju varnega in trajnostnega grajenega okolja ter v vašem prihodnjem poklicnem življenju.

A študij niso le predavanja in izpiti. Naj bodo ta leta tudi čas druženja, ustvarjalnosti in sodelovanja. Vključite se v delo študentskega sveta in študentskih društev, sodelujte pri interdisciplinarnih projektih, razvijajte prijateljstva in veščine, ki vam bodo koristile vse življenje.

Želim vam, da študijska leta na naši fakulteti obogatijo vaše znanje, vas usposobijo za reševanje najzahtevnejših strokovnih izzivov ter vam podarijo spomine, ki jih boste nosili s seboj vse življenje.

Vivat academia! Vivant professores!

Dekanja UL FGG
prof. dr. Violeta Bokan Bosiljkov

Nagovor predsednika študentskega sveta FGG

Drage študentke in študenti,

novo študijsko leto je pred nami – polno izzivov, priložnosti in novih začetkov. Na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo nas povezujejo skupna radovednost, želja po znanju in odgovornost, da s svojim delom soustvarjamo boljšo prihodnost za družbo in prostor, v katerem živimo.

Kot predsednik Študentskega sveta UL FGG sem ponosen, da imam priložnost zastopati glas vseh študentov naše fakultete. Naš cilj je, da se sliši vsakega izmed vas – da študij ne pomeni le predavanj, vaj in izpitov, temveč tudi sodelovanje, povezovanje ter pridobivanje izkušenj, ki segajo daleč preko učilnic.

Želim vas spodbuditi, da izkoristite vse, kar vam fakulteta in študentsko življenje ponujata: vključite se v projekte, udeležujte se dogodkov, potrudite se povezati med seboj in bodite aktivni soustvarjalci študentske skupnosti. Prav vsak doprinos šteje, pa naj bo še tako majhen.

Verjamem, da bo to leto za vse nas priložnost, da stopimo korak naprej – k novim znanjem, prijateljstvom in dosežkom. Naj nas vodi želja po sodelovanju in ustvarjanju skupnosti, na katero bomo lahko ponosni.

V imenu Študentskega sveta UL FGG vam želim uspešen in navdihujoč začetek študijskega leta. Naj bo to polno idej, energije in veselja.

Srečno!

Emil Ikanović
Predsednik Študentskega sveta UL FGG



TELESNA KULTURA IN ZDRAVJE ŠTUDENTOV UL FGG



2. mesto na UKL-fantje FGG 2022



Tečaj jadranja, april 2023

Športna vzgoja na UL FGG

Telesna kultura in športna vzgoja na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani imata dolgoletno tradicijo. Narava študija na fakulteti nakazuje, da morajo biti študentje tudi telesno pripravljeni, saj večina študijskih programov zahteva veliko umskega in telesnega napora. Pri številnih strokovnih predmetih se vaje izvajajo na prostem, kar dodatno poudarja pomen telesne pripravljenosti. To spoznanje je vodstvo fakultete upoštevalo, ko je predmet Športna vzgoja postal sestavni del predmetnika v prvem letniku.

Telesna kultura in zdravje študentov

Pojem telesna kultura zajema širok spekter dejavnosti, vrednot, znanj in navad, povezanih s telesno dejavnostjo, gibanjem in zdravim načinom življenja. Vključuje tudi odnos do telesa, gibanja, zdravja, rekreacije, športa, higiene, prehrane ter estetsko doživljanje gibanja.

Zakaj je telesna kultura v izobraževalnem procesu pomembna?

1. Celostni razvoj študenta: telesna dejavnost spodbuja ne le telesni, temveč tudi čustveni, socialni in kognitivni razvoj.
2. Zdrav življenjski slog: fakulteta ima ključno vlogo pri oblikovanju zdravih navad, ki se pogosto ohranijo tudi po zaključku študija.
3. Učenje vrednot: sodelovanje, spoštovanje pravil, fair play, vztrajnost in samodisciplina so pomembne življenjske vrednote, ki jih študentje razvijajo tudi skozi športno vzgojo.
4. Povezava s študijem: redna telesna dejavnost dokazano izboljšuje koncentracijo, spomin in študijski uspeh.
5. Socialna vključenost: gibalne dejavnosti omogočajo vključevanje vseh študentov, ne glede na njihove sposobnosti, ter spodbujajo sodelovanje in medsebojno pomoč.

Programi športne vzgoje

Predmet Športna vzgoja, ki se izvaja v prvem letniku, je v nadaljevanju študija na voljo kot izbirni predmet na prvi in drugi stopnji. Izvaja se v treh vadbenih programih skozi celotno študijsko leto:

1. Splošni vzgojno-izobraževalni program: vključuje učenje in izpopolnjevanje znanja v izbranih športnih panogah ter pridobivanje osnov športno-rekreativnega treninga.
2. Športno-tekmovalni program: obsega redni proces treninga in tekmovalni v okviru medfakultetnih in meduniverzitetnih športnih tekmovanj. V ta program se vključujejo predhodno selekcionirani študentje.
3. Zdravstveno-korektivni program: namenjen je študentom s posebnimi potrebami. Vsebuje teoretične in praktične vsebine, ki omogočajo ohranjanje in korekcijo zdravja.

Študente, ki želijo sodelovati na univerzitem prvenstvu v ligaških tekmovanjih oziroma ekipah UL FGG, vljudno vabimo, da do konca meseca oktobra svoje podatke posredujete kapetanom ekip.

Vse informacije vam bodo podane na uvodnem sestanku v prvem tednu zimskega semestra. Tekoče informacije bodo na voljo v spletni učilnici UL FGG: <https://www.fgg.uni-lj.si/studenti/sportna-vzgoja/>.

Avtor: pred. dr. Aleš Golja, prof. šp. vzg.



UOL 2023 Ekipa FGG-moški

Bruči, dobrodošli na naši fakulteti! Prehod iz srednje šole na fakulteto je pomembna življenjska prelomnica. Da bo vaš začetek študija čim bolj prijeten, smo za vas zbrali nekaj uporabnih informacij.

Uvajalni tutorji

Že prvega oktobra ste se spoznali s svojimi uvajalnimi tutorji. To so študentje višjih letnikov, ki že poznajo sistem fakultete in so vam na voljo za prilagajanje na novo življenjsko in izobraževalno obdobje. Čeprav morda ne bodo poznali vseh odgovorov, bodo vedeli, kam in h komu vas usmeriti.

Predmetni tutorji

Pri nekaterih predmetih, za katere so študentje v preteklosti največkrat potrebovali dodatno razlago, je organizirano predmetno tutorstvo. Predmetni tutorji so izkušeni študentje višjih letnikov, ki te predmete dobro obvladajo. Priporočamo vam, da tutorske ure redno obiskujete od začetka do konca študijskega leta. Na ta način boste gradili delovne navade, ki so pri študiju zelo pomembne.

Učitelji tutorji

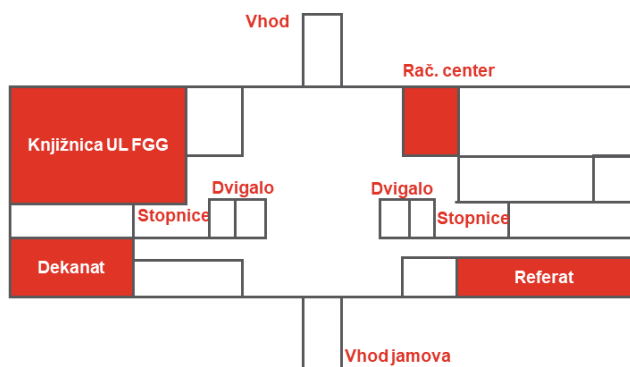
Občasno pride do življenjskih okoliščin, ki lahko bistveno vplivajo na potek vašega študija. V primerih, kot so dolgotrajne zdravstvene težave, daljše odsotnosti ali povečane družinske obveznosti, je pomembno, da imate izbranega učitelja tutorja. Nanj se lahko obrnete v takšnih situacijah.

Referat

Študentski referat lahko najdete v vzhodnem delu pritličja fakultete, v hodniku ob vratarnici. Tam vam bo prijazna ekipa referata pomagala najti odgovore na vprašanja glede vpisa in študija. V študentskem referatu boste prevzeli tudi študentske izkaznice, ko bodo izdelane.

Knjižnica

Na zahodu pritličja fakultete lahko najdete našo knjižnico. V njej lahko najdete literaturo, ki vam bo pomagala pri študiju. Knjižnica je odprta od ponedeljka do četrтка med 8. in 15. uro, ob petkih pa do 14. ure. Od novembra naprej pa bo za tiste, ki bi si želeli učenja v čitalnici, odprta do 19. ure.



Pritličje fakultete (Maks Alič)

Študentski prostori

Na fakulteti delujejo tri študentska društva. Društvo študentov geodezije Slovenije (DŠGS), društvo študentov vodarstva (DŠV) in študentska organizacija SILE. Društva poskrbijo za občudijske

dejavnosti, ki segajo vse od različnih prigrizkov v avli fakultete, organizacije zabav, pa tudi do različnih ekskurzij in dogodkov. SILE boste našli v 2. nadstropju v študentski pisarni, DŠGS v pisarni na strehi, DŠV pa na Hajdrihovi v 1. nadstropju. Poleg študentskih društev je na fakulteti dejaven tudi študentski svet, ki ima svoje prostore prav tako v 2. nadstropju v študentski pisarni. Študentski svet je najvišji predstavniški organ študentov.

Kako in kje se učiti

Študij na fakulteti zahteva nekoliko več samodiscipline kot v osnovni in srednji šoli. Snov je obsežnejša in zahtevnejša. Zato je sprotno delo, o katerem ste veliko slišali že prej, sedaj res vredno ponovnega premisleka. Če boste delali sproti tudi takrat, ko je snov še »lahka«, boste lažje sledili ritmu, ko se bo začel stopnjevati. Za učenje je najbolj priročna fakultetna knjižnica, med priljubljenimi možnostmi pa sta tudi Centralna tehnična knjižnica in Narodna univerzitetna knjižnica.



Knjižnica UL FGG (Maks Alič)

Obštudijsko življenje

Obveznosti v predavalnicah so pomembne, pomembna pa je tudi skrb za vaše psihično in fizično zdravje. Za to poskrbijo občudijske aktivnosti. To so lahko na primer športne aktivnosti, med drugim morate do vpisa v 3. letnik obvezno opraviti nekaj pohodov in ur športnih aktivnosti. Seveda pa se lahko odločite za dodatne ure – informacije o tem lahko najdete na spletni učilnici. Dodatne aktivnosti lahko najdete tudi na portalu POPR UL. Glede občudijskih aktivnosti pa se lahko obrnete tudi na študentska društva na fakulteti.



Obštudijske aktivnosti (Maks Alič)

Naj bo vaš začetek uspešen in poln novih priložnosti!

Avtor: Maks Alič

Tudi v prihajajočem študijskem letu bo študentska organizacija SILE poskrbela, da se študijska rutina prepleta s skupnostjo, strokovnostjo in dobrim počutjem. Naš program je zasnovan tako, da študentom nudi priložnosti za osebno rast, razvoj profesionalnih kompetenc in sproščeno druženje. Trudimo se, da se vsak, ne glede na letnik, interese ali predhodne izkušnje, lahko vključi v aktivnosti, ki ga veselijo. Študij ni le tiho sedenje v predavalnici, je tudi spoznavanje novih ljudi, preizkušanje idej in grajenje mreže, ki pogosto preseže meje fakultete. Naše delovanje je razdeljeno na tri sekcije: športno-zabavno, ki skrbi za druženje in rekreacijo, izobraževalno-znanstveno, ki razvija strokovno plat in spodbuja vključevanje študentov v gospodarstvo, ter mednarodno, ki odpira vrata sodelovanju s partnerskimi organizacijami po celem svetu. S tem predstavljamo nabor dogodkov, s katerimi bomo v naslednjem letu držali tempo živega, povezanega in radovednega študentskega vsakdana.



Jesen bomo odprli s Pozdravom brucem, toplim sprejemom novih članov. Prvi koraki na fakulteti znajo biti negotovi, zato brucem že na začetku predamo praktične informacije, predstavimo delovanje študentske organizacije in odgovorimo na najpogostejša vprašanja o študentskem življenju. Ob tem razdelimo promocijske komplete in ponudimo nekaj uporabnih namigov za lažji prehod v novo okolje. Najpomembneje pa je, da se bruci povežejo med seboj in s starejšimi kolegi, ki jim lahko iz prve roke povedo, kako si organizirati čas, kje poiskati pomoč in kako izkoristiti študijska leta do zadnje pike.



Slika 1: Hot dog dan (Jaka Cigoj)

Že kmalu zatem nas čaka niz družabnih srečanj, ki na faks prinesejo energijo in nasmeh. Na tradicionalnem FGG pikniku na študentskem kampusu ne bo manjkalo dobre hrane, pijače in sproščene glasbe, vodenih iger in prijaznega tekmovalnega duha. V sodelovanju z drugimi študentskimi organizacijami bomo v klubu Cirkus organizirali spoznavni žur večer, ko se študentje različnih smeri srečajo, izmenjujejo izkušnje in sklepajo nova poznanstva. Ko nas bodo grela toplejši dnevi, nas čaka še Rooftop party na strehi fakultete: sončni zahod nad mestom, prijetna glasbena kulisa in brezskrben pogovor s sošolci ustvarjajo posebno vzdušje.

Skupnost se ne gradi le na velikih dogodkih. Med letom bomo v avli fakultete večkrat pripravili Hot dog dan in kava dneve, kjer študentom ponudimo prigrizek in kavo za boljši začetek dneva ter kratek odmik od obveznosti. Ob takšnih priložnostih se utrjujejo poznanstva, padejo ideje za projekte in najde čas za koristen nasvet. Del leta pa popestrimo tudi z deljenjem promocijskega materiala od blokcev za pisanje do geotrikotnikov. Med najbolj priljubljenimi so gotovo hoodiji SILE, ki so postali prava tradicija in prepoznaven simbol pripadnosti naši skupnosti. Poleg tega bomo organizirali raznovrstne športne aktivnosti, ki krepijo ekipni duh in skrbijo za večjo povezanost med študenti, prav tako pa pomagajo pri nabiranju potrebnih ur obveznih vsebin športne vzgoje.

V zimskem času pride na vrsto smučarska sezona: vseštudentsko smučanje in večdnevni Ski Opening v Avstriji sta med najbolj pričakovanimi dogodki. Čez dan bomo izkoristili urejene proge, zvečer pa uživali v druženju, glasbi in toplih napitkih. Spomladi bomo z drugimi fakultetami organizirali jadrnanje, ki omogoča začasen umik iz šolskih klopi in jih zamenja z vetrom v laseh in kopanjem v morju. Tradicionalni bowling v Woopu bo tudi letos zagotovil sproščeno tekmovalno vzdušje, polno smeha.



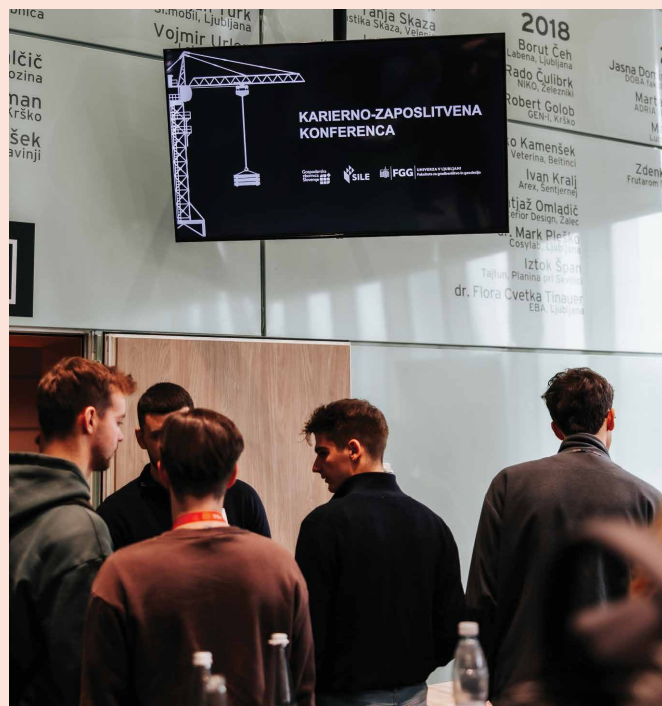
Slika 2: Jadranje (Jošt Bibič)

Pomemben del našega poslanstva je povezava med študijem in prakso. Karierno-zaposlitvena konferenca, ki jo pripravljamo v sodelovanju z vodilnimi podjetji v stroki, prinaša predavanja, okrogle mize in hitre razgovore, kjer študenti iz prve roke spoznajo pričakovanja delodajalcev in trende v industriji. To je priložnost za prve stike, dogovore o štipendijah in poletnem delu ter jasnejši vpogled v karierne poti, ki se odpirajo po diplomi. Da teorija ne ostane zgolj zapisana v skriptah, med letom organiziramo ogled aktualnih gradbišč. Na terenu je drugače, pokažejo se realne omejitve, odločitve je več, rešitve so bolj otipljive. Takšni ogledi so dragocen korektiv predavalnicam in pogosto zanetijo zanimanje za nišne teme, ki jih kasneje poglobimo v projektih in raziskavah.

Na koledar dodajamo tudi večdnevne strokovne ekskurzije, kjer si ogledamo podjetja, laboratorije in infrastrukturne projekte doma ali v tujini. Namen teh poti je širiti obzorja, spoznati dobre prakse, primerjati različne pristope ter praznino med teorijo in realnostjo zapolniti z lastnimi izkušnjami. Z dobro izbranim programom, ki združuje tehnične predstavitve in kulturni utrip krajev, dobijo udeleženci celosten vtis o razvoju stroke in načinu dela v različnih okoljih. Hkrati so ekskurzije idealen prostor za tišje pogovore z mentorji in vrstniki, kjer se pogosto rodijo ideje za diplome, raziskovalne teme ali prve korake v podjetništvo.

V zimskem času pride na vrsto smučarska sezona: vseštudentsko smučanje in večdnevni Ski Opening v Avstriji sta med najbolj pričakovanimi dogodki. Čez dan bomo izkoristili urejene proge, zvečer pa uživali v druženju, glasbi in toplih napitkih. Spomladi bomo z drugimi fakultetami organizirali jadranje, ki omogoča začasen umik iz šolskih klopi in jih zamenja z vetrom v lasih in kopanjem v morju. Tradicionalni bowling v Woopu bo tudi letos zagotovil sproščeno tekmovalno vzdušje, polno smeha.

Med stalnicami ostaja tudi Gradbenijada, tradicionalno športno-družabno srečanje, ki poveže študente različnih fakultet in mest. Na tekmovališčih prevlada navijaški utrip, ob njem pa potekajo številne spremljevalne aktivnosti, ki poskrbijo, da je dogodek zanimiv tudi za tiste, ki raje navijajo kot tekmujejo. Gradbenijada je zato mnogo več kot le študentski izlet, je teden druženja, novih poznanstev in sproščenega vzdušja, kjer se ob športu in tekmovanjih krepí občutek, da pripadamo isti skupnosti.



Slika 3: Karierno-zaposlitvena konferenca (Rene Knapič)



Slika 4: Ogled gradbišča (Emil Ikanović)



Slika 5: Gradbenijada (Emil Ikanović)

Ob koncu leta se znova ozremo k tistim, ki potrebujejo dodatno podporo. Dobrodelni tedni v decembru zberejo študente, zaposlene in prijatelje fakultete v akciji, kjer s prostovoljnimi prispevki in drobnimi pozornostmi ustvarjamo toplino pred prazniki. Gre za opomnik, da je moč skupnosti največja, ko jo delimo.

Vse naštet je okvir, ki ga vsako leto dopolnjuje vaša energija. SILE rastejo z idejami članov, zato k sodelovanju prisrčno vabimo vse, ki bi radi prispevali svoj del pri organizaciji, vsebini, mentorstvu mlajšim ali zgolj z udeležbo na dogodkih. Če vas žene radovednost, iščete most med teorijo in prakso ali pa preprosto želite preživeti več časa v družbi ljudi s podobnimi interesi, ste na pravem mestu. S programom ostajamo prilagodljivi in odprti za predloge, najboljše pobude pogosto nastanejo med pogovori na hodnikih ali po predavanjih.

Avtor: Jaka Cigoj

Poletja je konec, spočili smo se, kolikor se je dalo, in v Društvu študentov vodarstva komaj čakamo, kaj nam bo prineslo sledeče študijsko leto. Naše vodstvo se menja, vendar srčica društva ostaja povezovanje vodarjev in kvalitetno preživljanje časa, ki nam je dan med študijem. Kot je bilo dorečeno na lanskem vodarskem pikniku: še naprej se bo fino imelo in dobro jedlo, družilo in še marsikaj drugega.

V oktobru bomo najprej toplo sprejeli bruce z zdaj že tradicionalnim »toast dnevom«, kjer jih bomo počastili s toasti, kavico in čajčkom. Vsem brucem, ki berete, želimo uspešen in prijeten začetek! V prvih mesecih bomo organizirali še brucovanje na naši Hajdrihovi in tekom celotnega študijskega leta predajali pomembne vodarske tradicije.

Čeprav je veseli december poleg meseca obdarovanja in veselja tudi mesec, ko se rado piše kolokvije in seminarske naloge, bomo po svojih najboljših močeh skrbeli, da bo december tak, kot se zagre: vesel.

Vodarji že nekaj časa nismo skupaj prečkali državnih meja, zato se bomo v letu 2026 mogoče podali na strokovno ekskurzijo v tujino.

Da ne bomo pozabili na fizično aktivnost med vsemi obveznostmi, ki jih imamo, bomo poskrbeli tudi za druženje ob bowlingu, kakor veli vodarska tradicija, in se morda podali še na kakšen pohod. Če ne za zdrav duh v zdravem telesu, pa za opravljeno športno vzgojo.

Ko pa se bo študijsko leto bližalo koncu, ko bo poletno izpitno obdobje za vogalom in ko bo že dišalo po počitnicah, se bomo še zadnjič pred poletjem podružili na vodarskem pikniku na Hajdrihovi in polni dobre energije ter zanosa odpisali še zadnje izpite.

Inženirski študiji niso mačji kašelj, zna biti težko in suhoparno, zna se zalomiti in včasih skreneš s poti, ki si si jo načrtoval na začetku. Ravno takrat je dobro biti obdan z ljudmi, ki ti stojijo ob strani, ti pomagajo in ti pokažejo, da faks ni le nekaj, kar moraš narediti, ampak so to tudi izkušnje, ki jih ne pozabiš nikoli. Takih in drugačnih se nadejamo tudi v letošnjem študijskem letu in upamo, da nas bo čim več za!

Avtorica: Anja Centa



Ostala obvestila



Letošnji teden univerze v Ljubljani bo potekal od ponedeljka, 8. 12. 2025, do petka, 12. 12. 2025. V tem času bodo potekale predstavitve najodličnejših raziskav in dosežkov UL, podelitve častnih nazivov, zlatih plaket in priznanj profesorjem, sodelavcem UL ter podelitve priznanj študentom za najboljše študijske dosežke in udejstvovanje v obštudijskih dejavnostih ter podelitev Prešernovih nagrad.

Podelitev nagrad in priznanj UL FGG bomo izvedli v torek, 9. 12. 2025.



TUDI TI NAPIŠI ČLANEK ZA REVIJO MOST



Uredniška ekipa študentske revije Most vabi, da tudi ti napišeš članek, ki ga bomo objavili v kateri od prihodnjih števil. Veseli bomo članka o kateri koli temi, za lažjo predstavo pa je spodaj nekaj idej in opisov, kako se pisanja članka lotiti.

Strokovni članek

Za strokovni članek lahko zelo preprosto uporabiš kar kakšno staro seminarsko nalogo. Tako delo, ki si ga vložil v nekaj, kar si že dokončal, samo še malo preoblikuješ in s tem še kaj zaslužiš. :) Besedilo seminarske naloge okrni in skrajšaj na 3500 ali 7000 znakov s presledki in že je pripravljeno za oddajo v naše uredništvo. Seveda pa lahko obravnavaš tudi kakšno čisto novo tematiko. Kar koli te pač zanima ali kar koli bi želel, da spoznajo tudi drugi.

Poročilo z dogodka

S pričetkom študijskega leta se začne tudi izvajanje številnih strokovnih srečanj, predavanj in okroglih miz. Spomni se in na dogodku posnami kakšno fotografijo, potem pa lahko v nekaj stavkih napišeš poročilo o dogodku.

Povej, za kakšen dogodek je šlo, kdaj je potekal, komu je bil namenjen, kdo so bili organizatorji in gosti, kaj si od tega odnesel ... in kar koli drugega, kar bi se ti zdelo zanimivo. Poročilo je tako praktično že pripravljeno.

Poročilo s strokovnih ekskurzij

Si se z društvom ali s fakulteto odpravil na kakšno ekskurzijo, ogled ali celo potovanje v tuje kraje? Gotovo si posnel kakšno fotografijo, zdaj pa je na tebi le, da dodaš še nekaj besedila, opišeš pot ekskurzije in kaj ste se tam naučili ter prispevek pošlješ v uredništvo, kjer se razveselimo vsakega takega prispevka.

Nestrokovni in zabavni članki

Če si sam kam odpotoval, tudi če ni bilo strokovno, bomo veseli tvojega potopisa! Povej nam o kulturi, ki si jo srečal, arhitekturi, ki te je obdajala, kakšno je bilo vreme, kje je bila najboljša hrana ali kar koli drugega, kar se ti zdi, da bi lahko popestrilo bralčevo listanje po reviji.

Rad hodiš v hribe? Veseli bomo slik razgledov in kratkih opisov poti, da se lahko morda tudi kdo drug odpravi na pohod.

Lahko pa napšeš kaj popolnoma drugega. Imaš morda kakšen hobi, ki bi ga z veseljem opisal za revijo? Piši nam in povedali ti bomo, kako se lotiti pisanja.

Recepti

Rad kuhaš in bi rad s kakšnim preprostim receptom še kaj zaslužil? Super! V nekaj slikah dokumentiraj pripravo jedi ali sladice, napiši seznam sestavin ter potek priprave in že je prispevek pripravljen, da se znajde med predlogi za naslednje študentsko kosilo v naši reviji.

Če imaš še kakšno koli idejo za nove članke, nove rubrike ali kar koli drugega, bomo veseli tvojega predloga na revija.most@gmail.com. Na naslov nam lahko vedno pišeš s kakršnimi koli vprašanji. Če imaš idejo za članek, ti bomo z zgornjega naslova poslali tudi natančna navodila za pisanje in plačilo člankov, da se zagotovo ne boš mogel zmotiti in boš lahko morda že v naslednji številki bral svoj prispevek.

Hvala, ker soustvarjaš z nami!

Avtorica: Zala Kač

Uporaba merilnega vozička pri regulaciji tira na togi podlagi



V Sloveniji se v zadnjih letih prvič srečujemo z gradnjo tira na togi podlagi. Ta tip tira zahteva precizno zakoličbo oz. regulacijo, za katero je potrebna uporaba posebnega instrumentarija, kot je namenski merilni voziček. V članku je predstavljen način uporabe merilnega vozička Amberg GRP System FX pri regulaciji tira na togi podlagi. Način uporabe je podprt s primerom uporabe na projektu izgradnje 2. tira Divača–Koper.

Merilni voziček Amberg GRP System FX je namenski voziček za geodetsko merjenje geometrije tira. Ima več sestavnih delov. Glede na uporabljene dele razlikujemo različne modele merilnih vozičkov. Za potrebe naše izmere smo uporabili merilni voziček Amberg GRP 1000. Ta je sestavljen iz spodnje mehanske konstrukcije, ki je toga in stabilna. Vsebuje različno dolge nastavke za različne širine tirnice, in sicer od 1000 mm do 1676 mm [1]. Voziček je sestavljen tako, da ima na eni strani dve, na drugi strani pa eno nogo s plastičnimi ali jeklenimi kolesi. Stran z enim kolesom vsebuje odometer. Gre za instrument, ki meri razdaljo, prepotovano z merilnim vozičkom. Kolesa vozičku omogočajo gladek premik po tirnici. Da lahko zagotovimo stabilnost vozička, je v konstrukcijskem delu vgrajena posebna ročka z vzmetjo, ki poskrbi za pravilno prileganje kolesčkov na tirnici. Senzorji, ki so potrebni za izmero tirne širine ter za merjenje prečnih in vzdolžnih nagibov, so prav tako vgrajeni v sam konstrukcijski del. Ti so tudi vidni na sliki 2, kjer so označeni kot senzorji širine tračnice. Eden od sestavnih delov tira je tudi prenosni terenski računalnik in nosilec reflektorja [2]. Nosilec toga nosi prizmo na višini, da se zmanjša vpliv okolice in meteoroloških pogojev na izvajanje meritev.

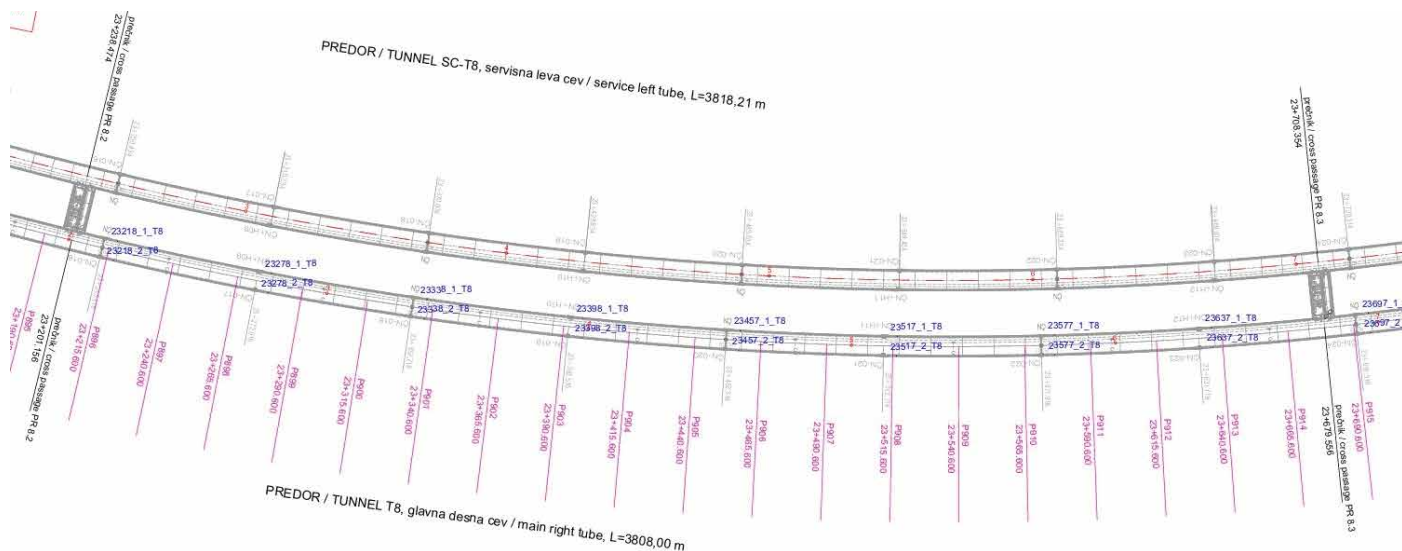
Med izmero na terenu terenski računalnik uporablja programsko opremo Amberg Rail. Gre za enotno programsko opremo za celovito izvajanje del z merilnim vozičkom. Programska oprema omogoča pripravo projekta, izvedbo meritev ter obdelavo in prikaz podatkov.

Za opravljanje izmere z vozičkom je potreben tudi robotiziran tahimeter, ki lahko samodejno sledi reflektorju na vozičku in preko komunikacijskega omrežja GeoCOM terenskemu računalniku sporoča podatke o položaju prizme. V našem primeru je bil to Leicin tahimeter modela Nova MS60. Poleg tega smo uporabili tudi merilni pribor, in sicer precizne prizme in stativ. Uporabljenih je bilo osem univerzalnih prizem Leica GRP121 za signalizacijo točk geodetske mreže in ena precizna prizma Leica GPH1P, ki smo jo postavili na merilni voziček.

Za izvedbo naloge in doseg ustrezne natančnosti je ključnega pomena kakovostno vzpostavljeno koordinatno izhodišče. Mreža, ki smo jo uporabljali med meritvami, je bila vzpostavljena kot precizna geodetska mreža. Točke geodetske mreže so postavljene na zunanji strani proge, bolj natančno na oboku predora, sistematično v parih ena nasproti druge na razdalji približno 60 m. Koordinate točk geodetske mreže so določene v starem državnem ravninskem koordinatnem sistemu D48/GK in višinskem datumu Trst.

Pri izgradnji tira je merilni voziček uporabljen med vgradnjo nosilne plošče tira. Ta poteka v skupno petih korakih. Geodetska podpora je potrebna pri treh izmed petih korakov. Ti so: montaža tirne rešetke, poravnava tirne rešetke in fina poravnava ter betoniranje nosilne plošče tira. Geodetska dela vključujejo zakoličenje osi za polaganje pragov in tirov, grobo in fino reguliranje tira ter izvedbo končne geodetske izmere izvedenih del [3].

Kot prvi korak je pred pričetkom polaganja pragov in železne armature potrebno zakoličiti os in višino tira oziroma GRT. Ta zakoličba omogoča rečno in delno strojno postavitev tirnic z natančnostjo do nekaj mm [2]. V našem primeru smo zaradi lažje izvedbe del le-te označili na stenah kinet, ki sta na obeh straneh območja vgradnje tira. Gostota zakoličenih točk je bila odvisna od geometrije tira. V našem primeru smo se nahajali v krožnem



Slika 1: Koordinatno izhodišče (Ana Starc)

loku, zato smo točke označili na vsakih 6 m. V primeru preme bi točke označili na vsakih 12 m. Temu sledi prvi dvig tira, ki se opravi s pomočjo hidravlične NH naprave in postavitvijo dviznih vreten. Tir se s tem postavi v natančnosti nekaj cm, v najslabšem primeru je to 20 mm. Po končanem dvigu tira je ta pripravljen na grobo regulacijo.



Slika 2: Zakoličba osi in višine tira ter prvi dvig tira s hidravlično NH napravo (Ana Starc)

Cilj grobe regulacije je, da se tir postavi na nekaj milimetrov natančno. Njen namen je, da poskušamo preprečiti večje premikanje tirov in s tem olajšamo delo pri fini regulaciji. Groba regulacija se prične z geodetskim delom z uporabo merilnega vozička. Ko je tirna rešetka dvignjena, se merilni voziček postavi na začetek obravnavanega odseka. Na območju vsakega para vreten se s pomočjo merilnega vozička tirnici nastavi na 5 mm do 10 mm pod projektirano višino. Posebno pozornost je potrebno postaviti temu, da tira ne postavimo višje od projektirane višine [3]. Postopek grobe regulacije je zelo podoben fini regulaciji tira.

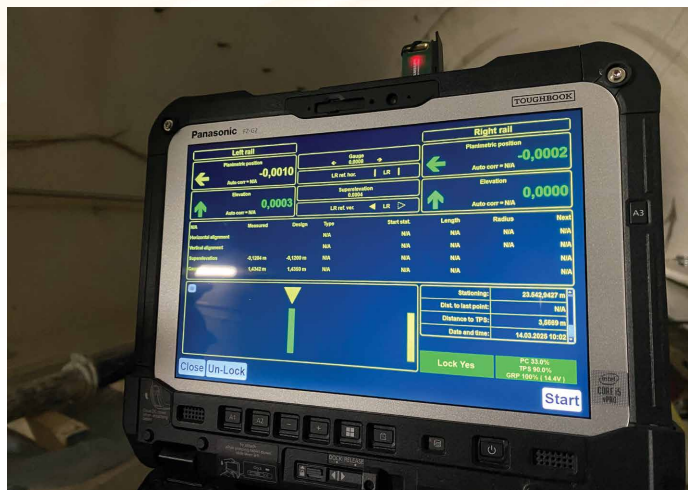
Fini regulaciji tira rečemo tudi končna poravnava tira pred betoniranjem. Gre za postopek, v katerem se višina in horizontalni položaj tira popravita do končnega položaja [3]. Praktični primer, na podlagi katerega bom opisala fino regulacijo, predstavlja izmero in obdelavo podatkov na 150 m dolgem odseku tira na projektu 2. tir Divača–Koper.

Merilni voziček smo postavili na tir tako, da je stran z dvema kolesčkoma ležala na vodilni tirnici. V naslednjem koraku smo 50 m stran od vozička postavili tahimeter. Stojišče smo določili s prostim stojiščem z uporabo metode notranjega ureza. Pri tem smo se navezali na osem točk geodetske mreže. Na terenskem računalniku smo vzpostavili novo stojišče in preverili, ali povezava med tahimetrom in računalnikom deluje. Meritve smo

izvajali zgolj na mestih, kjer se nahajajo pari dviznih vreten, tj. na vsakih 1,95 m oz. na vsakem tretjem medprostoru pragov. Fino regulacijo se izvaja z ročnim privijanjem in odvijanjem na vretenih s posebnimi palicami in nasadnimi ključi. Ob postavitvi vozička so se nam na zaslonu terenskega računalnika prikazali podatki odstopanj leve in desne tirnice glede na projektirano geometrijo. Opazovali smo položaj leve in desne tirnice glede na projektiran položaj, tirno širino, višino tirnic in nadvišanje. Odstopanje je nato prikazano s pomočjo barvnih puščic (zelenih, rumenih in rdečih). Puščice prikazujejo smer, v kateri je potrebno narediti popravek. Upravljelec merilnega vozička je po odčitnem popravku delavcu sporočil, ali je bilo potrebno izvesti regulacijo položaja in za koliko.



Slika 3: Postavitev merilnega vozička in tahimetra (Ana Starc)



Slika 4: Delovanje programa Amberg Rail med regulacijo tira (Ana Starc)

Ko smo tir na mestu prvih dviznih vreten popravili, da je bil znotraj meje dovoljenega odstopanja, smo se premaknili za tri medprostore pragov naprej na mesto, kjer se nahaja naslednji par dviznih vreten. Na tem mestu smo celoten zgoraj opisani postopek ponovili. Po končani regulaciji smo se premaknili nazaj na predhodno merilno mesto in preverili, ali so popravki tira na naslednjem merilnem mestu vplivali na odstopanja tega mesta. Ob morebitnih spremembah smo tir ponovno regulirali. V naslednjem koraku smo se pomaknili za šest medprostorov pragov naprej in ponovno izvedli regulacijo. Po zaključku regulacije smo se ponovno vrnili za en par dviznih vreten nazaj in preverili odstopanja.



Slika 5: Fina regulacija tira (Ana Starc)

Pri fini regulaciji tira moramo biti pozorni na to, da se lahko geometrija tirnice na razdalji 5 m spremeni za največ 2 mm. V praksi to pomeni, da se lahko na vsaki merilni točki (razdalja 1,95 m) tirnica poravna za 1 do 1,5 mm levo ali desno od prejšnje merilne točke.

Betonaža se izvede čim prej po fini regulaciji tira. Prvih nekaj ur po betonaži ostanejo tirnice privite na pragovih, nato se jih sprostijo. Končna izmera tira po betonaži se naredi po nekaj dneh, ko se tirnice ponovno privije s predpisano silo. Namen izmere tira po betonaži je preveriti, kako je faza betonaže vplivala na položaj tira. Pri izmeri je najpomembnejše, da jo izvajamo na mestih, kjer smo izvedli fino regulacijo. To pomeni, da lahko končni položaj tira izmerimo le na mestih, kjer se nahajajo pari dviznih vreten. Postopek same izmere je sledeč: voziček postavimo na mesto dviznih vreten, ga fiksiramo na tir ter počakamo par sekund, da dobimo končni rezultat. Rezultat pregledamo in se premaknemo naprej na naslednje merilno mesto.

Rezultat fine regulacije tira je v programu Amberg Rail shranjen znotraj baze vseh meritev in obdelav. Po obdelavi lahko rezultate pregledujemo in izvozimo numerično ali grafično.



Slika 6: Izmera tira po betonaži (Ana Starc)

Ob koncu izvedenih geodetskih del je potrebno naročniku in nadzoru z izpolnitvijo posebnega obrazca dokazati, da se izvedena dela skladajo s projektno dokumentacijo in da so bila opravljena točno ter natančno. To storimo z dokumentom, ki ga imenujemo tirni izkaz in je vsebinsko prilagojen ter usklajen glede na zahteve naročnika in nadzora. Tirni izkaz izdelamo tako za fino regulacijo tira kot za izmero tira po betonaži. S tirnim izkazom fine regulacije dokažemo, da je bil tir pred betonažo postavljen v skladu z zahtevami. Tirni izkaz tira po betonaži pa služi kot končno poročilo naše izmere. Iz njega lahko razberemo tudi morebitne premike tirov zaradi vpliva betonaže na tir. Ne glede na njun namen sta tirna izkaza po obliki in vsebini enaka.

Uporaba merilnih vozičkov je potrebna pri gradnji tira tam, kjer so projektirane hitrosti vožnje večje, in sicer ne glede na vrsto podlage. Precizna določitev lege pri gradnji tira na togi podlagi je zelo pomembna, saj je položaj zabetoniranih tirnic naknadno nemogoče korigirati za več kot nekaj milimetrov, kar se razlikuje od strojne regulacije tira na tirni gredi.

Avtorica: Ana Starc

ŠTUDIJSKI KOLEDAR 2025/2026

oktober 2025						
PON	TOR	SRE	ČET	PET	SOB	NED
		1 začetek zimskega semestra	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31 dan reformacije		

november 2025						
PON	TOR	SRE	ČET	PET	SOB	NED
					1 vsi sveti	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30

februar 2026						
PON	TOR	SRE	ČET	PET	SOB	NED
						1
2	3	4	5	6	7	8 Prešernov dan
9	10	11	12	13	14	15
16 začetek letnega semestra	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	

marec 2026						
PON	TOR	SRE	ČET	PET	SOB	NED
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

junij 2026						
PON	TOR	SRE	ČET	PET	SOB	NED
1	2	3	4	5 konec letnega semestra	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25 dan državnosti	26	27	28
29	30					

julij 2026						
PON	TOR	SRE	ČET	PET	SOB	NED
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		

LEGENDA:

- dela prost dan (prazniki)
- pouka prost dan
- pouk poteka po petkovem urniku (24. 12. 2025)

- zimski semester
- zimsko izpitno obdobje
- letni semester
- letno izpitno obdobje

december 2025						
PON	TOR	SRE	ČET	PET	SOB	NED
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25 božič	dan 26 samostojnosti in enotnosti	27	28
29	30	31				

januar 2026						
PON	TOR	SRE	ČET	PET	SOB	NED
			1 novo leto	2 novo leto	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16 konec zimskega semestra	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

april 2026						
PON	TOR	SRE	ČET	PET	SOB	NED
		1	2	3	4	5 velika noč
6 velikonočni ponedeljek	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27 dan upora proti okupatorju	28	29	30			

maj 2026						
PON	TOR	SRE	ČET	PET	SOB	NED
				1 praznik dela	2 praznik dela	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31

avgust 2026						
PON	TOR	SRE	ČET	PET	SOB	NED
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15 Marijino vnebovzetje	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31						

september 2026						
PON	TOR	SRE	ČET	PET	SOB	NED
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30				



Metoda SPH in DualSPHysics

Metoda SPH se uporablja kot numerični model za dvo- in trodimenzionalno analizo problemov, kjer prihaja do silovitih sprememb gladin in hitrosti (npr. valovi, pljuskanje, porušitve, eksplozije, plazovi). Metoda se je prvič pojavila že leta 1977, v zadnjih desetletjih pa doživlja hiter razvoj predvsem zaradi napredka v računalniški industriji in na teoretičnem področju. Temelji na Langrangevi metodi, ki dovoljuje prosto gibanje delcev v času in prostoru, kar omogoča analizo zapletenih nelinearnih in večfaznih problemov. SPH torej sledi gibanju delcev, ki v sebi nosijo podatke o masi, prostornini, hitrosti, tlaku, gostoti, specifični notranji energiji in turbulentni kinetični energiji. Ker metoda ne uporablja numerične mreže, je interpolacija izračunana glede na položaj delca a z uporabo utežne funkcije W in dolžine glajenja (ang. smoothing length) h [4].

Položaj delca a bi tako izračunali na naslednji način:

$$f(r_a) = \sum_b V_b f_b W(|r_a - r_b|, h)$$

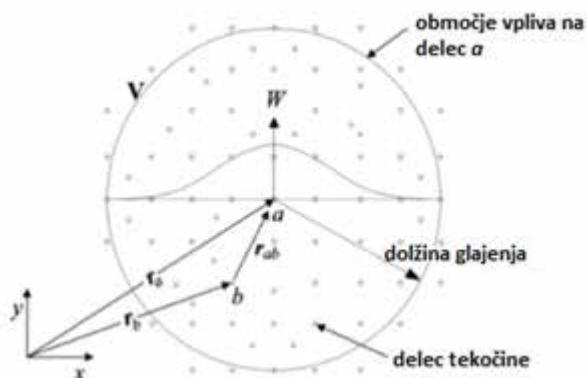
r_a = položaj delca, kjer računamo vrednost

f_b = vrednost funkcije v delcu b

V_b = prostornina delca b

W = jedrna oziroma utežna funkcija, ki je večja za delce, ki so bližje delcu a

h = dolžina glajenja, ki določa območje, znotraj katerega okoliški delci še vplivajo na delec a



Slika 1: Odnosi med delci v SPH (Vir: M. Sasson in sod., 2016)

Število delcev, ki še vplivajo na delec a , se določi glede na razmerje med dolžino glajenja in oddaljenostjo med delci dp , tj. h/dp . Pri dvodimenzionalnih modelih je to navadno ~ 30 delcev, pri trodimenzionalnih pa ~ 250 [4].

Metoda SPH je računalniško zelo zahtevna. Sprva je bilo mišljeno, da bi za simulacije uporabljali več CPU jeder, vendar je industrija grafičnih kartic (GPU) v zadnjih dveh desetletjih doživela razcvet, zaradi česar so se simulacije večinsko preselile na GPU pogon. Crespo in sod. [1] so že pred desetletjem ugotovili, da je izračun 55 sekund trajajoče simulacije s 135883 delci na grafični kartici (GeForce GTX Titan) trajal 42,4 minut, na večjedrnem centralnem

procesorju (4 jedra Intel Xeon E5-2640) pa več kot 31 ur, kar pomeni, da je bil GPU 44-krat bolj učinkovit kot večjedrni CPU.

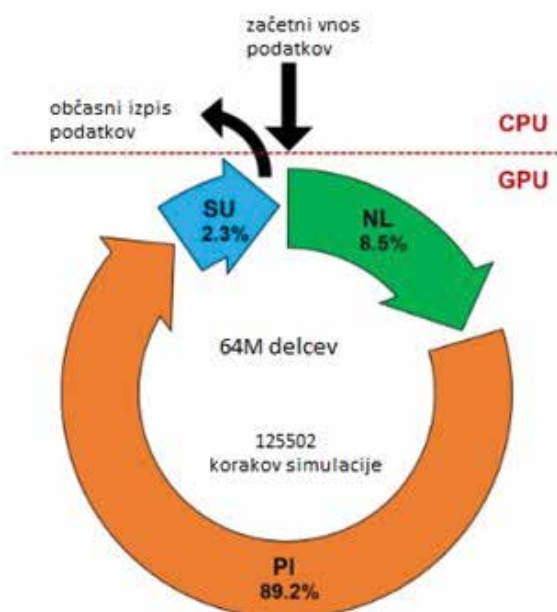
Prednost SPH metode je, da je primerna za obravnavo problemov s prosto gladino oziroma za kompleksne hitre premike, saj deluje brez mreže. Posledično predstavlja idealno metodo za obravnavanje valovanja in trkov valov.

Pomanjkljivost SPH metode je predvsem določitev robnih pogojev, saj je to zahtevnejše kot pri metodah, ki temeljijo na mreži. Da si ta del olajšamo, lahko uporabljamo različne grafične vmesnike, kot je na primer FreeCAD, kjer lahko robne pogoje določimo enostavno s pomočjo CAD sistema.

Program Dual SPHysics

Dual SPHysics je odprtokodni paket programov, ki je prvič izšel leta 2011 kot kolaboracijski projekt številnih svetovnih raziskovalcev (Universidade de Vigo, University of Manchester, University of Lisbon, Università di Parma, Flanders Hydraulics Research, Universitat Politècnica de Catalunya in New Jersey Institute of Technology) in se stalno razvija ter dopolnjuje z novimi funkcijami. Omogoča izračun kompleksnih problemov mehanike tekočin na osebem računalniku z uporabo grafične kartice (GPU) ali procesorja (CPU). To omogoča hitrejši razvoj novih funkcij, saj se te v programskem jeziku C++ najprej razvijejo za verzijo, ki deluje s pomočjo CPU, po verifikaciji pa se prenesejo na različico, ki deluje na GPU s pomočjo pristopa CUDA (Compute Unified Device Architecture), ki jo uporabljajo grafične kartice podjetja Nvidia.

Implementacija metode SPH v Dual SPHysics je osredotočena na 3 glavne faze: določitev seznama sosednjih delcev (ang. neighbour list oz. NL), interakcija delcev (ang. particle interaction

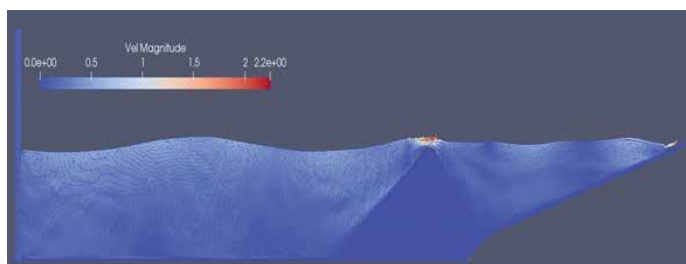


Slika 2: Shematski časovni prikaz glavnih SPH nalog med simulacijo v Dual SPHysics (Vir: Domínguez in sod., 2021)

oz. PI) in posodobitev sistema (ang. system update oz. SU). Vsi našeti mehanizmi se zgodijo v manjšem časovnem intervalu oz. koraku simulacije (npr. 0,05 s) in se ponavljajo, dokler ni dosežen končni čas simulacije. Seznam sosedov (NL) pripravi podatke o delcih, ki še vplivajo na posamezen delec. Simulacijo razdeli na kocke s stranicami 2 h oz. na stranice, ki so v velikosti največje vplivne razdalje (ena dolžina glajenja na vsako stran). Interakcija delcev (PI) predstavlja približno 90 % časa računa. V tem delu se preračuna vpliv sosednjih delcev na vsak delec v simulaciji. Posodobitev sistema (SU) nato posameznim delcem predpiše nove vrednosti (lokacija, gostota, hitrost) glede na njihove začetne lastnosti in interakcije, izračunane v PI [2].

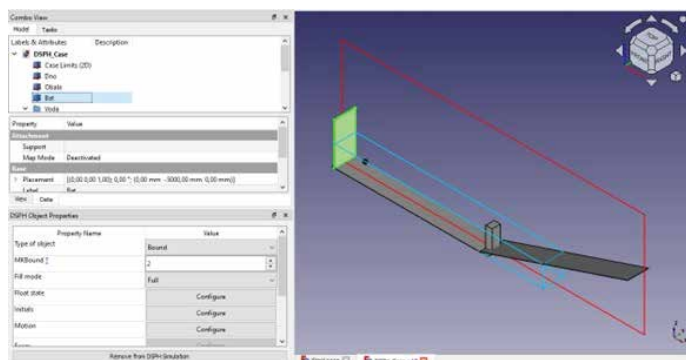
Vmesnik Design SPHysics

Design SPHysics je grafični vmesnik za odprtokodni program FreeCAD, ki uporabnikom z znanjem CAD programov močno olajša uporabo Dual SPHysics. V njem lahko enostavno ustvarjamo nove geometrije ter spreminjamo konstante in ostale parametre, na podlagi katerih orodje GenCase pripravi XML datoteko, ki vsebuje vse podatke, potrebne za simulacijo v Dual SPHysics. Vmesnik bistveno zmanjša potrebo po programiranju in omogoča izvoz rezultatov simulacije na različne načine. Odličen prikaz rezultatov simulacije si lahko ogledamo v programu ParaView, ki nam simulacijo predstavi v obliki posnetka, kot prikazuje slika 3.



Slika 3: Prikaz simulacije valovanja v programu ParaView (Žiga Černe)

Na sliki 4 je prikazano okno za določitev geometrije in materialnih lastnosti modela. Za vsako izmed oblik se določi agregatno stanje. V primeru premikajočih se komponent se v tem koraku določi njihove karakteristike, npr. navaden bat za generacijo valov, ki v vodi globine 10 m povzroča valove drugega reda s periodo 4,4 s in višino 1 m ter uporablja sistem AWAS za blaženje odboja v modelu.



Slika 4: Grafični prikaz urejanja geometrije in njenih lastnosti v programu FreeCAD (Žiga Černe)

Na sliki 5 je prikazano polje, kjer nastavimo različne konstante, kot je npr. gostota tekočine, in parametre za izvedbo simulacije, kot so celotni čas simulacije, časovni korak v simulaciji in dp. Z orodji predprocesiranja lahko v model uvozimo geometrijo

in spreminjamo med 2D- in 3D-simulacijo. V tem delu tudi poženemo orodje GenCase, ki vnesene lastnosti modela pretvori v obliko, ki jo uporablja Dual SPHysics. Preden model poženemo, v podoknu »simulation control« izberemo, ali bo račun potekal s pomočjo CPU ali GPU. Z orodji za obdelavo rezultatov (postprocesiranje) lahko te izvozimo na različne načine in tako pripravimo vhodne datoteke za druge programe, kot sta Excel in ParaView. Z orodjem »MeasureTool« lahko na specifični lokaciji ali pa na večjem odseku izvozimo numerične rezultate posameznih spremenljivk, kar nam omogoča nadaljnjo obdelavo podatkov. »PartVTK« ustvari izhodne datoteke v formatu vtk, s pomočjo katerih si lahko v programu ParaView grafično ogledamo simulacijo.



Slika 5: Prikaz grafičnega vmesnika Design SPHysics v programu FreeCAD (Žiga Černe)

Odprtokodni program Dual SPHysics je še vedno v beta fazi razvoja in se stalno dopolnjuje. Uporablja se predvsem v mehaniki tekočin (obalno inženirstvo, vodarstvo, aerospace inženiring ...) in tudi znotraj drugih področij, kjer se postopno prebija v veljavo. Metoda skupaj z računalniško industrijo doživlja hiter napredek predvsem zaradi vedno zmogljivejše opreme in številnih raziskav, ki postopno izpopolnjujejo program Dual SPHysics. Mednarodna skupina DualSPHysics Developers Team vsako leto organizira izobraževalne poletne šole, spletne seminarje (webinarje) in delavnice ob izidih novih verzij programa. Tako so nova znanja stalno na voljo širši javnosti in svetovnim strokovnjakom s tega področja. Osnov programa Dual SPHysics se lahko naučimo tudi preko uradnega YouTube kanala »DualSPHysics«, kjer so raziskovalci objavili številne izobraževalne kratke videoposnetke [3].

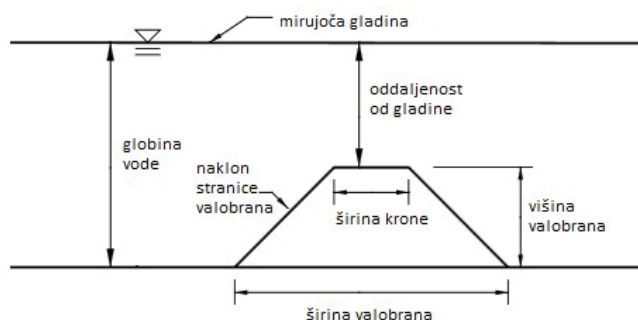
Avtor: Žiga Černe



Potopljeni valobrani

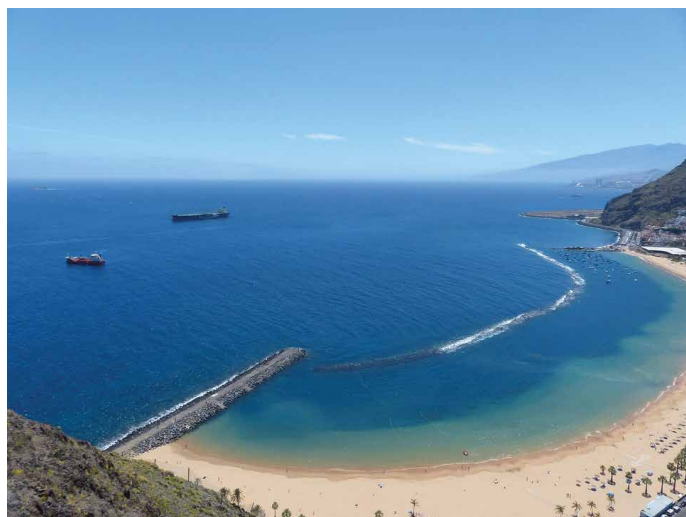
Priobalna območja so gosto poseljena (skoraj polovica svetovne populacije živi bližje kot 200 kilometrov od obale) zaradi tamkajšnjih ugodnosti, kot so ribištvo, transport in turizem. Vendar je obala zaradi podnebnih sprememb pod vedno večjim pritiskom ekstremnih dogodkov, ki poleg poplavljanja s seboj prinašajo izrazito erozijo obale. Zaradi tega so vedno bolj potrebne konstrukcije, ki obalo zaščitijo, vendar moramo biti pri tem pozorni tudi na vpliv konstrukcij na okolje, saj so lahko v tem pogledu zelo invazivne. Pri izbiri konstrukcij in njihovi postavitvi moramo biti pozorni predvsem na njihov vpliv na morfologijo obale, hidrodinamiko okoli konstrukcij, ekološki vidik, estetski vidik v turističnih okrožjih in finančni vidik [10]. Potopljeni valobrani so priobalne konstrukcije, ki se uporabljajo za zaščito obale. Njihova funkcija je disipacija energije valov, kar zmanjšuje erozivno moč in višino valov. Energija se razprši na dva

načina: skozi rušenje valov preko valobrana ali tvorbo vrtincev ob straneh valobrana [4]. Glavno vlogo v njihovem delovanju imata geometrija (višina valobrana, širina krone, nakloni sten) in postavitve.

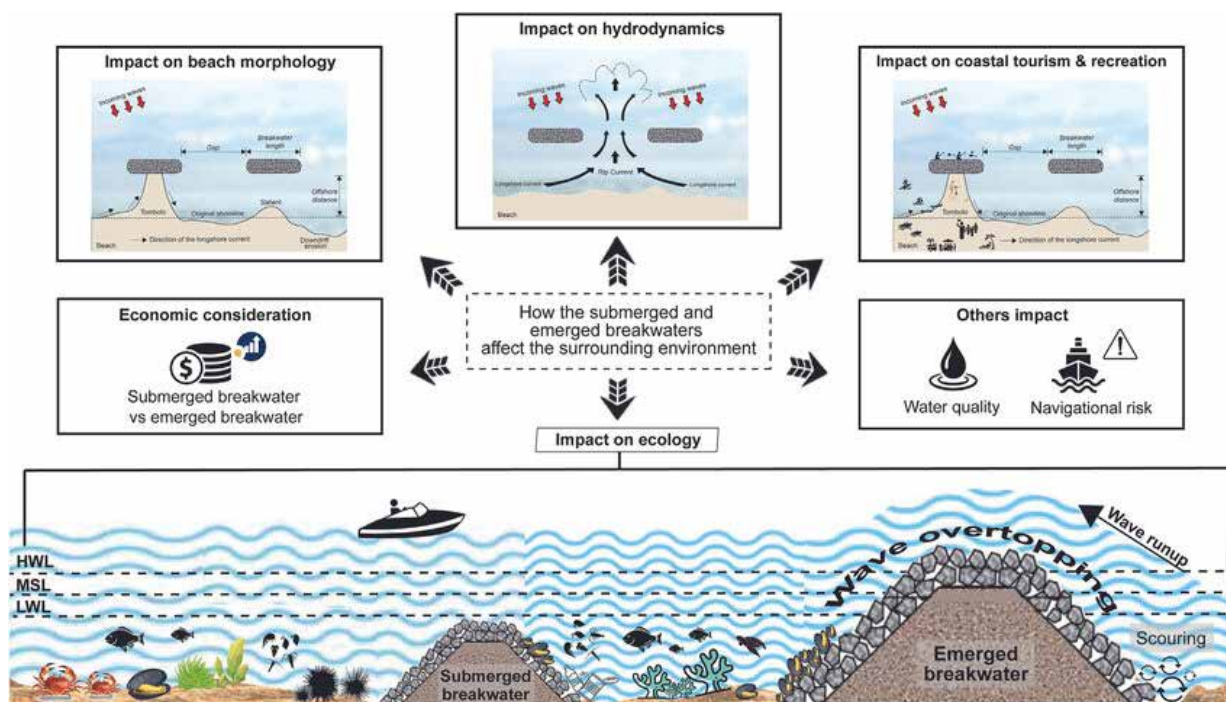


Slika 3: Prikaz potopljenega valobrana (Vir: Zahra, 2018)

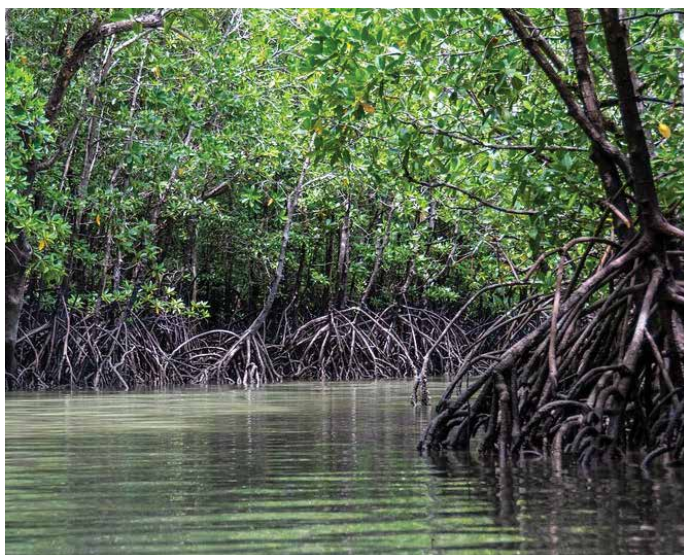
Prednost potopljenih valobranov je v izgledu, saj so opazovalcem z obale skriti. Zaradi tega so primerni za turistične obalne točke, kjer bi nadvodni valobrani okrnili pogled na morje [5]. Potopljeni valobrani manj ovirajo transport sedimentov in gibanje vode zaradi plimovanja, ki ostajata primerljiva z nezaščiteno obalo [6]. Tudi z ekonomskega vidika so potopljeni valobrani prijaznejši, saj za izgradnjo potrebujejo manj materiala kot nadvodni valobrani [10]. Slabost potopljenih valobranov je, da negativno vplivajo na plovbo, saj predstavljajo hudo nevidno nevarnost ob trku [8]. Pozitiven vpliv valobranov na okolje je zaščita obale pred visokimi valovi in erozijo, kar posledično omogoča obnovo naravnega rasti na obali, ki se zaradi stalnega butanja valov postopoma pomika v zaledje. Na tak način so podvodne valobrane izkoristili v številnih državah, med drugimi tudi v Indoneziji, kjer so zgrajeni potopljeni valobrani erozijo na nekaterih delih obale zmanjšali kar za 70 % in s tem omogočili obnovo mangrovnega priobalnega gozda [2].



Slika 1: Prikaz potopljenega valobrana za zaščito obale na turističnem območju (Vir: Hans s Pixabay)



Slika 2: Prikaz okoljskega vpliva potopljenih in nadvodnih valobranov (Vir: Saengsupavanich in sod., 2022)



Slika 4: Primer priobalnega gozda mangrov (Vir: kmarius s Pixabay)

V ekološkem smislu se potopljeni valobrani obnašajo kot zavetja, ki jih številne živalske vrste izkoristijo. Burt in sod. [3] ugotavljajo, da potopljeni valobrani povečajo število živih bitij in biodiverzitet, saj se pojavi nov habitat, ki simulira skalni greben. Raziskovali so tudi, kako različna uporaba materialov vpliva na naselitev koral in drugih organizmov. Kot najučinkovitejša se je izkazala magmatska kamnina gabro, ki je bistveni sestavni del oceanske skorje. Kljub vplivu potopljenih valobranov na morfologijo obale je njihov učinek znatno manjši kot pri nadvodnih. Na priobalni strani valobranov se sicer pojavlja erozija, na zunanji pa odlaganje materiala. Ob robovih valobrana je prisotno spodkopavanje materiala, ki lahko s časom poškoduje konstrukcijo. Na priobalni strani valobranov se lahko pojavi tudi

dvig gladine, kar posledično povzroči tokove v smeri morja med posameznimi valobrani. Kot morfologiji obale prijazen primer uporabe potopljenih valobranov lahko pogledamo obalo severozahodno od Senzuna (Follonica, Toskana) v Italiji. Tam se je iz naravno ravne obale po izgradnji sistema nadvodnih valobranov ta spremenila v obalo z zalivi (oz. salient-bay obalo), ko pa so valobrane spremenili v potopljene, se je vrnila nazaj v prvotno obliko [9].

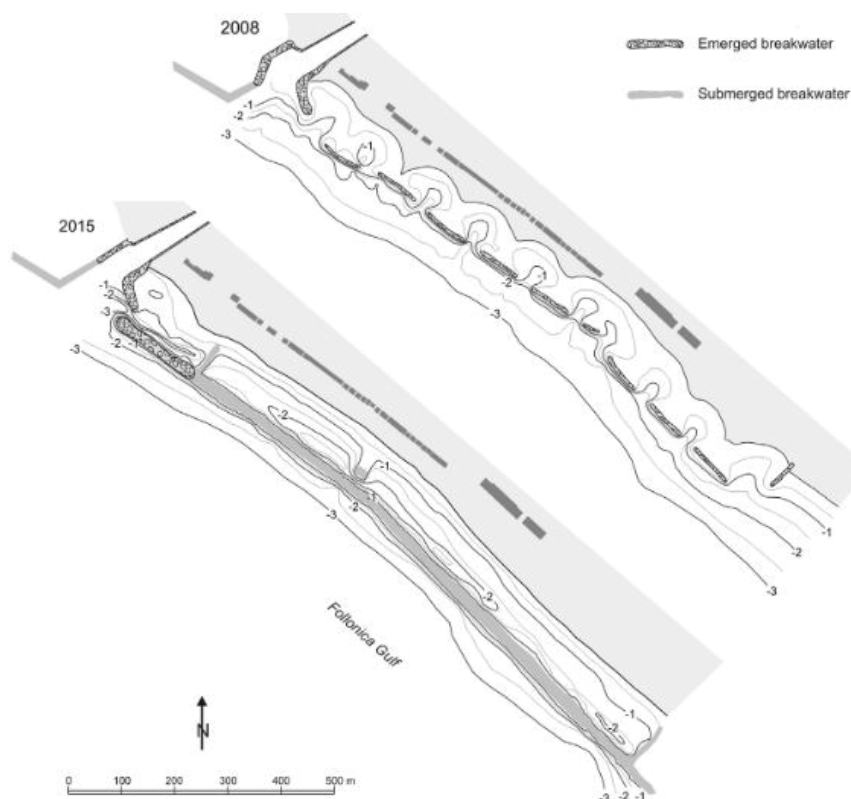
Abdul Khader in Rai [1] sta v svojih eksperimentih raziskovala vpliv naklona, širine krone in višine potopljenih valobranov trapeznih, pravokotnih, trikotnih in tankih navpičnih oblik. Analiza, opravljena na 30 m dolgem, 91,4 cm širokem in 90 cm visokem fizičnem modelu, je pokazala, da obstaja kritično razmerje med globino vode in višino valobrana, do katerega valobran nima vpliva, potem pa njegov učinek izredno hitro naraste. Ugotovila sta, da igra širina valobranov pomembno vlogo pri disipaciji energije, verjetno zaradi dodatnega trenja preko krone valobrana. Izmed vseh testiranih oblik valobranov je bila v vseh razmerah najučinkovitejša pravokotna oblika.

Seabrook in Hall [11] sta s serijo 2D in 3D poizkusov na fizičnem modelu preverjala vplive različnih spremenljivk na učinek potopljenih valobranov. Ugotovila sta, da imajo največji vpliv višina valobrana, širina krone in višina valov, do manjše mere pa vplivata tudi naklon valobrana in perioda valov.

Hajivalie [4] je s pomočjo dvodimenzionalnega numeričnega modela, ki je temeljil na RANS enačbah, ugotavljala vpliv širine krone potopljenih valobranov pravokotnih in trapeznih oblik na njihovo učinkovitost. Ugotovila je, da imajo pravokotni valobrani s širšo krono večji vpliv na valovanje kot tisti z ožjo, pri trapeznih valobranih pa vpliv širine krone ni izrazit.

Maiolo in sod. [7] so predstavili poenostavljeno metodo za oceno učinkovitosti potopljenih valobranov pri zmanjševanju valovne energije s pomočjo programa MIKE-21. Metoda omogoča hitro in cenovno ugodno analizo v primerjavi s kompleksnimi 2D ali 3D numeričnimi modeli. Uporabili so jo na plaži Calabaja v južni Italiji, kjer so rezultati pokazali dobro oceno učinkov potopljenih valobranov na zaščito obale pred erozijo.

Avtor: Žiga Černe



Slika 5: Prikaz spremembe obale iz obale z zalivi nazaj v ravno obalo po zamenjavi nadvodnih valobranov s potopljenimi (Vir: Pranzini in sod., 2018)



Naravne čistilne naprave – zelena rešitev za čisto vodo in bogatejšo naravo

Verjetno se ob besedni zvezi »čistilne naprave za odpadno vodo« najprej spomnimo na velike pretočne bazene, kjer potekajo postopki koagulacije in flokulacije, filtracija ter drugi tehnični procesi, s katerimi zagotovimo ustrezno prečiščevanje odpadne vode. A ni nujno, da so takšni postopki potrebni.

Za čiščenje odpadne vode je mogoče uporabljati tudi tako imenovane »na naravi temelječe rešitve«, med katere sodijo tudi naravne čistilne naprave. To so sistemi, ki so namensko zasnovani in zgrajeni tako, da posnemajo naravne procese, ki se sicer dogajajo v mokriščih. V ta namen izkoriščajo lastnosti delovanja rastlin, tal in mikroorganizmov. Tako v nadzorovanem okolju ustvarimo mehanizem, ki deluje kot naravno mokrišče.

Naravne čistilne naprave lahko delimo glede na prevladujoče rastline v njihovem sistemu. Na ta način jih razdelimo na take s prosto plavajočimi in take z ukoreninjenimi ali potopljenimi rastlinami. Izbira je med drugim odvisna tudi od rastlin, ki bi bile sicer pričakovane v okolju, kjer čistilno napravo gradimo, saj težimo k izbiri domačih rastlin in se izogibamo pretiranemu vnosu tujerodnih rastlin, ki bi lahko postale invazivne. Nadalje jih delimo še na sisteme s prosto gladino in podpovršinske sisteme, slednje pa še glede na smer toka, in sicer na horizontalne ter vertikalne.



Slika 1: Primer naravne čistilne naprave s prosto gladino
(Vir: gepego s Pixabay)

Čeprav imamo morda občutek, da se o naravnih čistilnih napravah pogovarjamo le kratek čas, in čeprav se zdi, kot da se jih uporablja šele na novo, so v resnici že precej dobro poznana praksa. Že v petdesetih letih prejšnjega stoletja je prve naravne čistilne naprave v Nemčiji uporabljala biologinja Käthe Seidel. Ugotavljala je, kako lahko z mokriščnimi rastlinami prečisti različne vrste odpadnih voda. Sama je večino raziskav izvedla na napravah s horizontalnim in vertikalnim tokom, kasneje pa so leta 1967 na Nizozemskem zgradili prvo prosto gladinsko naravno čistilno napravo. Konec šestdesetih let so kot del ekološkega inženiringa začeli naravne čistilne naprave graditi tudi v Severni Ameriki, kjer jih niso uporabljali le za prečiščevanje

komunalnih, temveč tudi drugih vrst odpadnih voda. Sprva so primarno uporabljali sisteme s prosto globino, kmalu pa so se začeli uveljavljati tudi podpovršinski sistemi. [1] V Sloveniji je bilo od leta 1989 pripravljenih več kot 140 projektov zasnove naravnih čistilnih naprav za čiščenje različnih vrst odpadnih voda. Vlada Republike Slovenije je leta 2004 sprejela Operativni program za zbiranje in čiščenje komunalne odpadne vode, ki ga je bilo treba uresničiti do leta 2018. Zgrajenih je bilo več klasičnih velikih čistilnih naprav z dolgimi kanali in črpališči. A šele po izgradnji se je izkazalo, da so s finančnega in okoljskega vidika bolj primerne razpršene male čistilne naprave. Za čiščenje komunalnih odpadnih voda so se kot zelo učinkovite izkazale prav naravne čistilne naprave. [2] Naravne čistilne naprave so lahko zelo zanimive in uporabne tudi zato, ker lahko med seboj kombiniramo različne tipe naprav, s čimer dosežemo boljše učinke čiščenja predvsem za odstranjevanje dušika. [1]

Uporabo zelene in modre infrastrukture ter na naravi temelječih rešitev spodbuja tudi Evropska unija. Strategija EU za biotsko raznovrstnost spodbuja k sistematičnemu vključevanju in naložbi v zdrave ekosisteme, zeleno infrastrukturo ter na naravi temelječe rešitve v urbanistično načrtovanje. S tem poskuša zagotoviti, da bi lahko ekosistemi ljudem še naprej zagotavljali svoje storitve, ustaviti izgubo biotske raznovrstnosti ter si prizadeva za izboljšanje zelene infrastrukture. [3]

Odpadna voda nastaja neprestano in je razmeroma neodvisna od podnebnih sprememb. Na drugi strani pa so mokrišča odvisna od vode, ki je zaradi podnebnih sprememb na različnih delih sveta primanjkuje. Naravne čistilne naprave so tako lahko tudi dober odgovor na sušo, saj delujejo tudi kot zadrževalniki vode. Med območji, ki so bolj izpostavljena ekstremnim vremenskim pojavom, šteje tudi Sredozemlje, in sicer je po podatkih Evropske agencije za okolje največ sušnih dogodkov pričakovanih v Španiji, kar pomeni tudi večjo nevarnost dezertifikacije. Opravljena je bila raziskava s tamkajšnjimi kmeti, v kateri so ugotavljali, kakšen je odnos kmetov do uporabe odpadne vode in do naravnih čistilnih naprav, ki bi jih vpeljali kot mehanizme v primeru pomanjkanja odpadne vode ter za obvladovanje onesnaževanja kmetijskih površin in voda. Čeprav se niso popolnoma strinjali z napajanjem direktno s prečiščeno vodo, pa so vseeno večinsko podprli idejo, da bi iz naravnih čistilnih naprav vodo dovajali v reko, ki teče skozi njihove kmetijske površine ter skrbi za vodnatost in namakanje tal. [4]

Podnebne spremembe sicer stopnjujejo pogostost, intenzivnost in trajanje suš po vsem svetu. Kljub temu evropski prebivalci tveganja, ki jih takšni dogodki prinašajo, pogosto podcenjujejo. Mokrišča se tako kažejo kot obetavna rešitev za izboljšanje upravljanja z vodnimi viri in ublažitev posledic hudih suš, saj delujejo tudi kot zaloge sladke vode ter imajo hkrati potencial za polnjenje lokalnih podzemnih vodonosnikov. Evropska unija je v ta namen pripravila projekt, ki bo od leta 2025 do leta 2029 financiral in raziskoval moč mokrišč kot naravne rešitve za večjo odpornost pri ekstremni suši v mestnih pokrajinah.

Čeprav je pomen mokrišč in na naravi temelječih rešitev vse bolj prepoznan, še vedno primanjkuje dokazov o razumevanju njihove stroškovne učinkovitosti v različnih evropskih razmerah. Cilj pobude projekta NBS4Drought je sistematično dokazati stroškovno učinkovitost ukrepov, kot so naravne čistilne naprave, izgradnja podobnih mehanizmov, ki posnemajo delovanje mokrišč, prikaz trajnostnega upravljanja voda in pospešitev širše uvedbe naravnih čistilnih naprav po Evropi. [5]



Slika 2: Špansko podeželje ob reki (Vir: Pixabay Content License)

Kot namignjeno, pa naravne čistilne naprave ne delujejo le kot naprave za čiščenje vode oziroma nekakšni hranilniki vode,

ampak lahko pomembno prispevajo tudi k ohranjanju in večanju biodiverzitete na območju, kjer so postavljene. Leta 2015 so v južni Italiji eno leto spremljali razvoj rastlin in živali na izbranem območju ter ugotovili, da so grajena mokrišča oziroma naravne čistilne naprave zelo učinkovite pri čiščenju voda, hkrati pa so poskrbele za povečanje biotske raznovrstnosti. Pri tem je posebej zanimiv podatek, da pogosto predstavljajo tudi dobro življenjsko okolje za ogrožene živalske in rastlinske vrste. Ni zanemarljivo tudi, da lahko služijo kot izvrstne rekreacijske površine in območja za učenje, torej imajo dodatno vrednost tudi za ljudi. [6]

Naravne čistilne naprave se tako kažejo kot ena izmed najobetavnejših naravi prijaznih rešitev za prihodnost. Njihova prednost ni zgolj v tem, da omogočajo učinkovito čiščenje odpadnih voda z nižjimi stroški in manjšim okoljskim odtisom, temveč tudi v tem, da so hkrati pomemben del zelene in modre infrastrukture. Povezujejo tehnične rešitve z naravnimi procesi ter ustvarjajo prostor, kjer se prepletajo koristi za ljudi in naravo. Zaradi tega lahko postanejo učni poligoni in območja za rekreacijo, kar krepi njihovo družbeno vrednost. V času, ko se soočamo s podnebnimi spremembami in izgubo biotske raznovrstnosti, naravne čistilne naprave predstavljajo priložnost, da združimo tehnološke potrebe in ekološke cilje ter ustvarimo trajnostno prihodnost za skupnost in okolje.

Avtorica: Zala Kač



Slika 3 in Slika 4: Rastline in živali v mokriščih (Vir: Peter s Pixabay)



Obvladovanje poplav z zeleno infrastrukturo

Katastrofalne poplave po vsej Evropi so v zadnjih letih povzročile številne človeške žrtve in ogromno gospodarsko škodo. Samo septembra 2024 so poplave prizadele Avstrijo, Češko, Poljsko in Romunijo, mesec dni kasneje pa špansko Valencijo, kjer je življenje izgubilo več kot 220 ljudi. Strokovnjaki opozarjajo, da bi lahko bile posledice bistveno manjše, če bi se mesta namesto na klasične betonske rešitve bolj zanašala na naravne rešitve – zelene strehe, poplavne parke in mokrišča, ki omogočajo, da voda pronica v tla, namesto da se kopiči v smrtonosne valove. [1], [2]

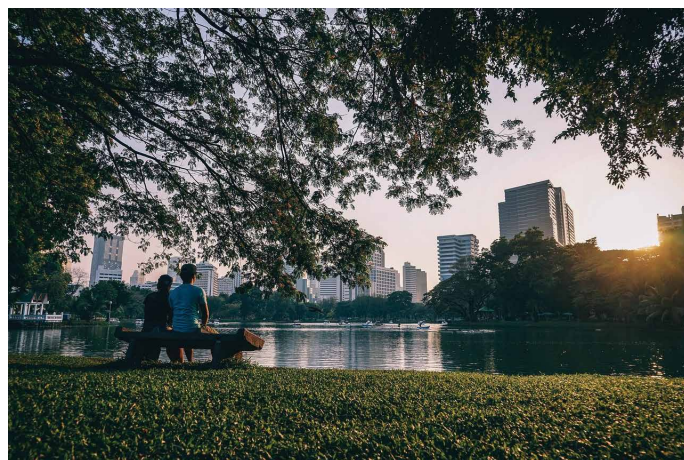
Tradicionalna, tako imenovana siva infrastruktura temelji na kanalih, ceveh, betonskih nasipih in jezovih, katerih namen je vodo čim hitreje odvesti stran z utrjenih površin. Toda tak pristop ni vedno najzanesljivejši. Ob večjih nalivih, ko naenkrat pade preveč vode in je zmogljivost sistema presežena, voda nima več kam odteči. Primer za to je kanal Rambla del Poyo v Valenciji, ki je bil grajen za največ 1.200 kubičnih metrov vode, a jih je med poplavami leta 2024 sprejel 1.800, posledice pa so bile katastrofalne. [1]

Podnebne spremembe povečujejo tveganja. Po podatkih NASE se je od leta 2000 delež ljudi, ki živijo na poplavno ogroženih območjih, povečal za 20–24 %. Do leta 2050 naj bi se poplave, ki se pojavijo enkrat na sto let, na kar 40 % površja planeta zgodile dvakrat pogosteje. Mesta z veliko neprepustnimi površinami, kot so ceste in parkirišča, so pri tem še posebej ranljiva. Raziskave kažejo, da imajo največ takih površin Kitajska, ZDA, Indija, Rusija in Brazilija. [1], [3], [4]



Slika 1: Poplave v Indiji (Vir: Tri Le s Pixabay)

Zelene površine so lahko zato izvrsten kraj za zadrževanje vode. Primer dobre prakse je park Chulalongkorn v Bangkoku. Park je zasnovan z nagibom, ki usmerja vodo proti zadrževalnemu bazenu s prostornino 1,8 milijona litrov. Skupna kapaciteta parka doseže kar milijon galon, kar ustreza 50-letnemu nalivu. Ko ni poplavljen, park služi kot amfiteater za prireditve, ima največjo zeleno streho na Tajskem in umetno mokrišče z lokalnimi rastlinami. Tovrstne rešitve združujejo funkcionalnost, rekreacijo in prispevek k biotski raznovrstnosti. [1], [5]



Slika 2: Park v Bangkoku (Vir: Igor Ovsyannykov s Pixabay)

Podoben pristop najdemo v Kopenhagenu, ki je v 90. letih presežno vodo speljeval v пристanišče, zaradi česar tam dolgo ni bilo mogoče plavati. Danes mesto gradi zelene ceste in ima na primer park Enghaveparken, ki lahko ob suhem vremenu služi kot prostor za druženje, ob nalivih pa kot poplavni rezervoar. [1], [6]

Naravne rešitve ne ščitijo le pred poplavami, ampak prispevajo tudi k boljšemu duševnemu zdravju, večji kakovosti bivanja in ohranjanju biotske raznovrstnosti. [7], [8] Njihove koristi je sicer težje ovrednotiti, a analize kažejo, da so v povprečju 42 % cenejše in ustvarijo 36 % več vrednosti kot klasična infrastruktura. Površinske rešitve so v nekaterih primerih prav tako občutno cenejše v primerjavi s cevni sistemi. [1], [8]

Seveda pa naravne rešitve prinašajo tudi izzive. Obnova mokrišč lahko v nekaterih okoljih poveča tveganje za širjenje bolezni, kot je malarija, poplavni parki pa lahko zvišajo cene nepremičnin. [1], [9] Strokovnjaki zato poudarjajo, da naravne rešitve same po sebi ne zadostujejo, temveč jih je treba kombinirati z drugimi ukrepi. [2], [6]

Velik izziv pri uvajanju teh rešitev je prostor, saj njihova vpeljava v mestih pogosto pomeni zmanjšanje števila parkirišč ali spremembo rabe tal. Še večja ovira je kratkoročno politično razmišljanje, saj mnogi politiki načrtujejo le za čas svojega štiriletnega mandata, medtem ko bi bila za učinkovito reševanje potrebna dolgoročneje razmišljanje in medsebojno sodelovanje. [1]

Avtorica: Zala Kač

Določitev koordinat stebrov FGG v D96-17



Obnova stebrov na strehi Fakultete za gradbeništvo in geodezijo je zahtevala ponovno določitev koordinat vijakov za centriranje podnožij v koordinatnem sistemu D96-17/TM. Stari stebri so imeli na kovinski plošči luknjo, nad katero se je lahko postavilo instrument, ter ga nato iz spodnje strani s srčnim vijakom privilo. Plošča je bila taka zato, da se je lahko za meritve uporabljalo različne instrumente, ki niso imeli enakega navoja na podnožju. Luknja v plošči je bila prevelika, zato je bil instrument privit vsakič na drugem mestu. Ponovljivost centriranja tako ni bila zagotovljena. Poleg tega so stebri zaradi meteoroloških vplivov in starosti začeli razpadati. Na obnovljene stebre se je namestilo kovinske plošče s fiksnimi standardnim srčnim vijakom 5/8". Geodetska mreža na strehi je sestavljena iz 4 stebrov. Poimenovani so kot FGG1, FGG2, FGG3, in FGG4. Na stebri FGG3, kjer je bila že prej stalna postaja GNSS, je na novo postavljena plošča, ki ima poleg sredinskega vijaka za pritrditev distančnika za anteno na severni in južni strani privita nosilca reflektorjev. Ti dve točki sta poimenovani kot FGG3J in FGG3S.

Pri določitvi koordinat točk na stebrih so bile najprej izvedene meritve GNSS. Uporabljena sta bila instrumenta Leica GS18 T in Leica GS15, ki omogočata natančno statično izmero z naknadno obdelavo. Na točki FGG3 je bila trajno stabilizirana antena proizvajalca Trimble. Za napajanje je bil pri vseh instrumentih uporabljen zunanji akumulator. To je omogočalo večurna opazovanja. V našem primeru je bilo uporabljenih 6 GNSS sprejemnikov, kar je enako številu opazovanih točk. Odločili smo se za daljšo serijo opazovanj. Pri sami izvedbi meritev smo naleteli na težavo. Dva sprejemnika sta zaradi pomanjkanja napetosti v bateriji predčasno prenehala delovati. V programu Leica Infinity smo pridobljene datoteke RINEX razrezali tako, da smo iz celotnega časovnega obdobja izmere dobili tri serije. [4]

Pri določitvi koordinat stebrov smo meritve GNSS podkrepili s precizno klasično terestrično metodo izmere. Uporabljali smo elektronski tahimeter Leica Nova TS60. Gre za precizni elektronski tahimeter, ki omogoča merjenje kotov in dolžin z visoko natančnostjo. Meritve smo izvajali po girusni metodi, kjer je ključnega pomena AVT (avtomatsko viziranje tarče). Gre za sposobnost tahimetra, da sam navizira reflektor in s pomočjo motorizacije sam opravi meritve v več girusih. S tem se izognemo vplivu grobih pogreškov operaterja pri viziranju tarč. Na vsakem stojšču je bilo narejenih 10 girusov. Izločen ni bil noben girus, saj so bili vsi rezultati dobri. Sredine girusov so bile izračunane s programom Leica infinity. Za signalizacijo smo uporabili precizne reflektorje Leica GPH1P. Na terenu so bile med meritvami merjene temperatura, relativna vlažnost in zračni tlak. Vsi ti podatki so potrebni za pravilno redukcijo dolžin. [1], [2]

Kot že omenjeno, smo na stebri FGG3 postavili posebno ploščo. Plošča ima privita dva nosilca reflektorjev ter vijak na sredini za postavitev sprejemnika GNSS. Del naloge je bila tudi izmera geometrije te plošče. V ta namen smo geometrijo nosilcev reflektorjev izmerili s pomočjo kljunastega merila. Natančnost kljunastega merila je 0,02 mm. Vsaka dolžina je bila izmerjena večkrat. Rezultat izmere je bila njihova aritmetična sredina.

Rezultat statične izmere GNSS so izračunani bazni vektorji. Izračunanih je bilo 46 baznih vektorjev, ki so bili vsi primerni za nadaljnji izračun, saj so bile ocenjene natančnosti visoke. Število baznih vektorjev je nadštevilo, zato smo koordinate novih točk določili z izravnavo po metodi najmanjših kvadratov. Izravnava se je izvedla v programu Leica infinity. Po velikosti elips pogreškov lahko trdimo, da so koordinate določene kakovostno. Rahlo



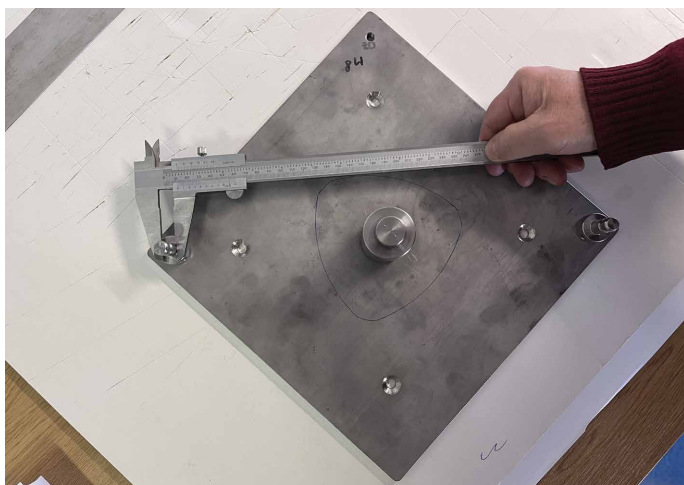
Slika 1: Statična izmera GNSS na stebri FGG3 (Samo Vetrih)



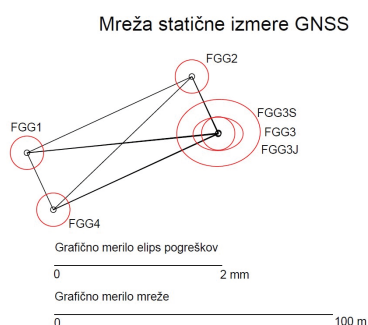
Slika 2: Tahimeter Leica Nova TS60 Total Station (Samo Vetrih)



Slika 3: Steber FGG3 (Samo Vetrih)



Slika 4: Meritve geometrije plošče s kljunastim merilom (Samo vetrih)



Slika 5: Skica mreže in elips pogreškov statične izmere GNSS (Samo Vetrih)

izstopa elipsa točke FGG3S, saj so bile meritve na tej točki izvajane najmanj časa, a tudi tu dobimo natančnost pod milimetrom. [3]

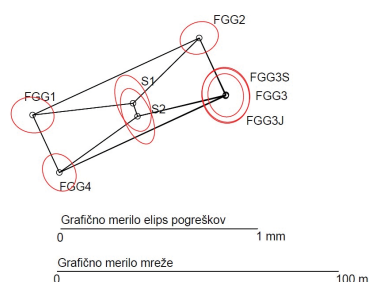
Izravnava meritev v horizontalni mreži je bila izvedena s programom GemWin.exe. Mreža je bila izravnana kot prosta, približne koordinate pa so bile koordinate izravnane mreže GNSS. Posteriori standardni odklon smeri je bil slabši, ker so bile nekatere dolžine zelo kratke. Med točkama S1 in S2 je dolžina zgolj slabih 5 metrov,

zato so rezultati kljub temu zelo dobri. Velikosti elips pogreškov so še en pokazatelj dobrih rezultatov, saj so v nekaj desetinkah milimetra. [3]

Izravnava višinskih razlik, izračunanih s trigonometričnim višinomerstvom, je bila izvedena s programom VimWin.exe. Rezultati so dobri. Srednji pogreški višin so med 0,17 mm in 0,33 mm. Vhodni podatki so bile približne elipsoidne višine, ki so bile vzete iz rezultatov izravnane mreže GNSS. Poleg približnih višin so bili vhodni podatki še izračunane višinske razlike, ki so bile preračunane na koncu postopka redukcije dolžin, ter uteži. [3]

Dolžina, ki je bila izračunana iz koordinat izravnane horizontalne mreže, je v primerjavi z izmerjeno s kljunastim merilom zelo podobna. FGG3 – FGG3S se razlikuje za 0,30 mm, FGG3 – FGG3J pa za 1,03 mm. Vzrok odstopanj je ta, da so bile dolžine merjene s kljunastim merilom na nivoju plošče, pri horizontalni mreži pa smo koordinate točk merili v središču prizme, ki je postavljena na nosilec reflektorja, ki je vgrajen v ploščo. Tako obstaja verjetnost, da je prišlo do majhnih vertikalnih odklonov in tako do rahle razlike. Kljub temu so dolžine znotraj vrednosti 2 mm, kar kaže na dobro izvedbo izmere.

Skica mreže in elipse pogreškov
Mreža na strehi FGG



Slika 6: Skica mreže in elips pogreškov precizne klasične terestrične izmere (Samo Vetrih)

Približne koordinate za namen izravnave horizontalne in višinske mreže so bile izračunane z metodo statične izmere GNSS. Končne koordinate so produkt izravnave horizontalne in višinske mreže kot proste mreže. Izravnava mreže GNSS nam je podala ravninske koordinate ter elipsoidne višine točk v državnem koordinatnem sistemu D96-17. Izravnava horizontalne in višinske mreže je natančnost koordinat še povečala. Končni rezultat so horizontalne koordinate stebrov na strehi v D96-17/TM, ter elipsoidne višine točk. Natančnosti določenih koordinat so na ravni nekaj desetink milimetra, kar potrjuje visoko natančnost izvedenih meritev.

Točka	e [m]	n [m]	h [m]	σ_e [m]	σ_n [m]	σ_h [m]
FGG1	460878,7960	100784,2065	367,5309	0,0001	0,0001	0,0003
FGG2	460938,0943	100811,5981	367,5315	0,0001	0,0001	0,0002
FGG3	460947,5669	100791,1945	367,5070	0,0001	0,0001	0,0003
FGG4	460888,2990	100763,7728	367,5240	0,0001	0,0001	0,0003
FGG3S	460947,6241	100791,3689	367,6088	0,0001	0,0001	0,0003
FGG3J	460947,5078	100791,0191	367,6050	0,0001	0,0001	0,0003

Definitivne koordinate stebrov FGG v D96-17/TM

Avtor: Samo Vetrih

Hitro in enostavno – mongolska govedina z rižem



Mongolska govedina je ena tistih jedi, ki v trenutku napolnijo kuhinjo z mamljivimi azijskimi dišavami. Čeprav se ime nanaša na Mongolijo, je jed priljubljena v številnih kitajskih in azijskih restavracijah, saj združuje preproste sestavine in hitro pripravo v voku ali veliki ponvi. Idealen recept za tiste dni, ko želite nekaj posebnega, a nimate časa za dolgotrajno kuhanje.

Sestavine (za 2 osebi)

300 g govejega mesa – uporabite lahko ramstek, bržolni zrezek, file ali goveje stegno
2 žlici koruznega škroba
sojina omaka (po želji svetla ali temna za globlji okus)
1 por
1 mlada čebula
1 žlica rjavega sladkorja
1 strok česna
1 žlica rastlinskega olja (npr. sončnično)
po želji 1 žlica sezamovega olja
150 g riža (npr. basmati riž)
sol in sveže mlet poper po okusu

Kos govedine najprej narežemo na približno 1 cm debele trakove, ki jih nato pred peko povaljamo v škrobu. Škrob bo poskrbel za hrustljivo skorjico, obenem pa se bo omaka prijetno zgostila.

Preden začnemo s peko, narežemo še por na podobno debele rezine kot govedino. Nasekljamo tudi česen in mlado čebulo. Beli del mlade čebule bomo dodali v voku, malo zelenega stebelnega dela pa bomo uporabili za dekoracijo.

V voku ali veliki ponvi na visoki temperaturi segrejemo rastlinsko olje. Dodamo govedino in jo hitro popražimo (2–3 minute), da se z vseh strani zapeče. Nato jo preložimo na krožnik.

V isti ponvi oz. voku na hitro prepražimo še por, dodamo čebulo in česen. Solimo in dodamo rjavi sladkor. V ponev vrnemo meso, dobro premešamo ter nato dodamo sojino omako. Po želji prilijemo tudi sezamovo olje in kuhamo, da se omaka rahlo zgosti. Jed postrežemo vročo z dekoracijo mlade čebule, s skodelico dišečega riža. Pri kuhi riža ne kompliciramo in sledimo navodilom proizvajalca.

Seveda lahko v voku dodamo še kakšno drugo zelenjavo ali pa por popolnoma zamenjamo npr. s papriko ali z brokolijem, da naredimo jed še bolj pisano.

Dober tek!

Avtor: Matic Bezjak



Slika 1: Mongolska govedina (Vir: [1])



Slika 2: Mongolska govedina (Matic Bezjak)

NASLOVNICA-Manhattanski most:

-[1] NYC DOT. »Manhattan Bridge.« [Online]. Dosegljivo: <https://www.nyc.gov/html/dot/html/infrastructure/manhattan-bridge.shtml> [15. 9. 2025].

-[2] Wikipedia. »Manhattan Bridge.« [Online]. Dosegljivo: https://en.wikipedia.org/wiki/Manhattan_Bridge [15. 9. 2025].

Uporaba merilnega vozička pri regulaciji tira na togi podlagi

-[1] GRP System FX. (2025). Amberg Technologies AG. https://www.sccsurvey.co.uk/downloads/SCCS_Amberg_Rail_GRP_System_FX.pdf (Pridobljeno: 3. 4. 2025).

-[2] Amberg GRP System FX. (2020). Geoservis. <https://www.geoservis.si/produkti/58-amberg-grp/122-amberg-grp-system-fx> (Pridobljeno: 5. 4. 2025).

-[3] Köllő, Sz. A. (2024). Izjava o metodi Montaža tira na togi podlagi sistema Rheda 2000® Projekt: Drugi tir železniške proge Divača – Koper, sklop 3: p. 4, 7.

Metoda SPH in Dual SPHysics

-[1] Crespo, A. J. C., Altomare, C., Domínguez, J. M., Suzuki, T., Verwaest, T., Gesteira, M. G. 2015. SPH Modelling in coastal engineering. Proceedings of the 36th IAHR World Congress. Association for Hydro-Environment Engineering and Research (IAHR).

-[2] Dominguez, J. M., Fourtakas, G., Altomare, C. in sod. 2022. DualSPHysics: from fluid dynamics to multiphysics problems. Computational Particle Mechanics 9: 867-895. <https://doi.org/10.1007/s40571-021-00404-2>.

-[3] DualSPHysics. 2025. <https://dual.sphysics.org/> (Pridobljeno 4. 9. 2025).

-[4] Violeau, D., Rogers, B. D. 2016. Smoothed particle hydrodynamics (SPH) for free-surface flows: past, present and future. Journal of Hydraulic Research, 54(1): 1–26. <https://doi.org/10.1080/00221686.2015.1119209>.

Slika 1: Sasson, M., Chai, S., Beck, G., Jin, Y., Rafieshahraki, J. 2016. A comparison between Smoothed-Particle Hydrodynamics and RANS Volume of Fluid method in modelling slamming. Journal of Ocean Engineering and Science 1: 119–128. <https://doi.org/10.1016/j.joes.2016.03.004>.

Slika 2: Dominguez, J. M., Fourtakas, G., Altomare, C. in sod. 2022. DualSPHysics: from fluid dynamics to multiphysics problems. Computational Particle Mechanics 9: 867-895. <https://doi.org/10.1007/s40571-021-00404-2>.

Potopljene valobrani

-[1] Abdul Khader, M. I., & Rai, S. P. 1980. A Study of Submerged Breakwaters. Journal of Hydraulic Research, 18(2): 113–121. <https://doi.org/10.1080/00221688009499555>.

-[2] Akbar, A. A., Sartohadi, J., Sugandawaty Djohan, T., Ritohardoyo, S. 2017. The role of breakwaters on the rehabilitation of coastal and mangrove forests in West Kalimantan, Indonesia. Ocean & Coastal Management 138: 50–59. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2017.01.004>.

-[3] Burt, J., Bartholomew, A., Bauman, A., Saif, A., Sale, P. F. 2009. Coral recruitment and early benthic community development on several materials used in the construction of artificial reefs and breakwaters. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 373, 1: 72–78. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2009.03.009>.

-[4] Hajivalie, F. 2017. The Effect of Submerged Breakwater

Shape and Size on Wave Energy Dissipation. 37th IAHR World Congress. Association for Hydro-Environment Engineering and Research (IAHR).

-[5] Johnson, H. K., Karambas, T. V., Avgeris, I., Zanuttigh, B., Gonzalez-Marco, D., Caceres, I. 2005. Modelling of waves and currents around submerged breakwaters. Coastal Engineering 52, 10–11. <https://doi.org/10.1016/j.coastaleng.2005.09.011>.

-[6] Lorenzoni, C., Postacchini, M., Brocchini, M., Mancinelli, A. 2016. Experimental study of the short-term efficiency of different breakwater configurations on beach protection. Journal of Ocean Engineering and Marine Energy. 2: 195–210. <https://doi.org/10.1007/s40722-016-0051-9>.

-[7] Maiolo, M., Riccardo A. M., Salvatore S. 2020. A Simplified Method for an Evaluation of the Effect of Submerged Breakwaters on Wave Damping: The Case Study of Calabaja Beach. Journal of Marine Science and Engineering 8, no. 7: 510. <https://doi.org/10.3390/jmse8070510>.

-[8] Masria, A., Iskander, M., Negm, A. 2015. Coastal protection measures, case study (Mediterranean zone, Egypt). Jurnal of Coastal Conservation 19: 281–294. <https://doi.org/10.1007/s11852-015-0389-5>.

-[9] Pranzini, E., Rossi, L., Lami, G., Jackson, H. L., Nordstrom, K. F. 2018. Reshaping beach morphology by modifying offshore breakwaters. Ocean & Coastal Management 154: 168–177. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2018.01.013>.

-[10] Saengsupavanich, C., Ariffin, E. H., Shin Yun, I., Pereira, D. A. 2022. Environmental impact of submerged and emerged breakwaters. Heliyon 8. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e12626>.

-[11] Seabrook, S. R., Hall, K. R. 1998. Wave Transmission at Submerged Rubble mound Breakwaters. Coastal Engineering 1998: 2000–2013. <https://doi.org/10.1061/9780784404119.150>. Slika 1: <https://pixabay.com/photos/beach-water-sea-coast-sandy-beach-406434/>.

Slika 2: Saengsupavanich, C., Ariffin, E. H., Shin Yun, I., Pereira, D. A. 2022. Environmental impact of submerged and emerged breakwaters. Heliyon 8. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e12626>.

Slika 3: Zahra, K. A. 2018. Assessment of implementation stages of submerged breakwater on the bay and shoreline at Al-Ahram Sea Resort, Northwest Coast, Egypt. Ocean & Coastal Management 165: 15–32. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2018.08.009>.

Slika 4: <https://pixabay.com/photos/mangroves-trees-rocks-river-nature-5205415/>

Slika 5: Pranzini, E., Rossi, L., Lami, G., Jackson, H. L., Nordstrom, K. F. 2018. Reshaping beach morphology by modifying offshore breakwaters. Ocean & Coastal Management 154: 168–177. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2018.01.013>.

Naravne čistilne naprave-zelena rešitev za čisto vodo in bogatejšo naravo

-[1] J. Vymazal. (Avgust 2010) »Constructed Wetlands for Wastewater Treatment.« MDPI [Online]. Dosegljivo: https://www.mdpi.com/2073-4441/2/3/530?utm_source=chatgpt.com [12. 9. 2025].

-[2] M. Zupančič Justin, D. Istenič, I. Ameršek in M. Vrhovšek. (Februar 2011) »Phytoremediation And Other Ecosystem Services of Constructed Wetlands For Wastewater Treatment: 22 Years of Experiences in Slovenia.« ResearchGate [Online]. Dosegljivo:

https://www.researchgate.net/publication/233400214_PHYTOREMEDIATION_AND_OTHER_ECOSYSTEM_SERVICES_OF_CONSTRUCTED_WETLANDS_FOR_WASTEWATER_TREATMENT_22_YEARS_OF_EXPERIENCES_IN_SLOVENIA [12. 9. 2025].

-[3] An official website of the European Union. »Green infrastructure.« Dosegljivo: https://environment.ec.europa.eu/topics/nature-and-biodiversity/green-infrastructure_en [12. 9. 2025].

-[4] S. Ricart in A. M. Rico-Amos. (September 2021) »Constructed Wetlands to Face Water Scarcity and Water Pollution Risks: Learning from Farmers' Perception in Alicante, Spain.« MDPI [Online]. Dosegljivo: <https://www.mdpi.com/2073-4441/13/17/2431> [12. 9. 2025].

-[5] An official website of the European Union. »Demonstrating wetlands as Nature-Based Solutions on resilience development to extreme drought across European cities and landscapes.« Dosegljivo: <https://cordis.europa.eu/project/id/101181351> [12. 9. 2025].

-[6] T. Semeraro, C. Giannuzzi, L. Beccarisi, R. Aretano, A. De Marco, M. R. Pasimeni, G. Zurlini, and I. Petrosillo. (September 2015) »A constructed treatment wetland as an opportunity to enhance biodiversity and ecosystem services.« ScienceDirect [Online]. Dosegljivo: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925857415300616?via%3Dihub> [12. 9. 2025].

DOLOČITEV KOORDINAT STEBROV FGG V D96-17

-[1] Kogoj, D., 2005. Merjenje dolžin z elektronskimi razdaljmeri. Ljubljana. Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Oddelek za geodezijo. 11–147 str.

-[2] Kogoj, D., Marjetič, A. 2023/2024. Zapiski in gradivo predavanj in vaj pri predmetu Precizna klasična geodetska izmera (neobjavljeno gradivo).

-[3] Stopar, B., Sterle O. 2022/2023, 2023/2024. Zapiski in gradivo s predavanj in vaj pri predmetu Izravnalni račun I in Izravnalni račun II (neobjavljeno gradivo).

-[4] Pavlovčič Prešeren, P., Stopar, B., Ritlop, K. 2023/2024. Zapiski iz predavanj in vaj pri predmetu GNSS v geodeziji (neobjavljeno gradivo).

Hitro in enostavno – mongolska govedina z rižem

- [1] T. Dash, »Easy Mongolian Beef recipe«, Boulder Locavore, Nov. 2020. <https://boulderlocavore.com/mongolian-beef-recipe/> (Dostopano: 11. 9. 2025).

UNI. Ljubljana, UL FGG, Odd. za okoljsko gradbeništvo, Vodarstvo in komunalno inženirstvo. 32 str.

-[6] Kolar, J. 1983. Odvod odpadne vode iz naselij in zaščita voda. Ljubljana, Državna založba Slovenije: 524 str.

-[7] Panjan, J. 2002. Odvodnjavanje onesnaženih voda. Študijsko gradivo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, FGG: 91 str.

študentski most:

			6			4		
1		6			9			8
				5			9	7
6		8				2	5	
	5						4	
	9	7				1		6
5	3			6				
8			4			9		1
		4			2			

		1	7	4		2		1
7	8	5	9					
2							9	
8		3		5				
		7				5		
				1		7		4
	3							5
1					6	3	4	9
		6		2	9	1		