

študentski most:

Revija študentov Fakultete za gradbeništvo in geodezijo v Ljubljani | Junij 2022 | brezplačen izvod

ISSN 1505 - 737X

junij

Fotografija: Gjorgjija Pandev

J.J. van der Veld most (most št. 1939) je most za kolesa in pešce na Oosterdoku v Amsterdamu. Most povezuje Oosterdokseiland z zgradbo muzeja NEMO na vrhu IJ. Most je sestavljen iz dveh dolgih jeklenih ločnih mostov z ozkim pomičnim mostom na sredini, ki služi za prepuščanje večjih ladij. Most je poimenovan po gospodu Jonasu Jacobu van der Veldeju (1887-1980), občinskemu svetniku, odgovornemu za določitev trase IJ.

Gjorgjija Pandev

Uvodnik

Spoštovani bralci!

Lepo vas pozdravljam v zadnji letošnji izdaji naše in vaše revije Študentski most v študijskem letu 2021/2022. Pred nami je spomladansko izpitno obdobje, v katerem vam vsem želim veliko uspeha, opravljenih izpitov in popitih piv, seveda po uspešno opravljenih izpitih.

Tokrat vam, v rekordno obsežni reviji, z veseljem predstavljamo avanture naših študentov, intervjuje z že uveljavljenimi in bodočimi strokovnjaki s področja gradbeništva ter veliko število zanimivih strokovnih vsebin. Upam, da boste v branju uživali vsaj toliko, kot smo mi pri pripravi te izdaje.

Glede na to, da se počasi bliža konec študijskega leta, nekateri od nas kmalu ne bomo več študenti UL FGG. Zato se želim vodstvu Fakultete za gradbeništvo in geodezijo zahvaliti za priložnost, da sem lahko opravljal delo glavnega in odgovornega urednika, študentskemu svetu UL FGG pa se zahvaljujem za financiranje revije skozi vsa leta. Na koncu se želim zahvaliti tudi vsem avtorjem, bralcem in v največji meri podurednikom za ogromno vložene časa in energije pri nastanku te revije. Hvala vam.

Se vidimo ob priložnosti!

Lep pozdrav!

Đorđe Đukić

KAZALO



AKTUALNO

Gradbenijada 2022	3
Prostorski načrtovalci raziskovali naseljav Sloveniji	6
Strokovna ekskurzija od Rima do Riminija	8
Strokovna ekskurzija v Šaleško dolino	10



INTERVJU S STROKOVNJAKOM

Dr. Franc Sinur	12
Intervju z doktorskimi študenti UL FGG	16



MALE SIVE CELICE

Metode za izboljšanje potresne varnosti objektov	22
Gradbeništvo in pogled na zeleno energijo	24
Crossrail: Elizabeth line	28
Transport plavin v vodotokih	30
Angkor Vat	32
Prihodnost je tu: Avtomobili brez voznika	34
Karl von Terzaghi	36
Submarine cables and earthquake	38
Eksperimentalno določanje nihajnih oblik in lastnih frekvenc testne konstrukcije	40
Porušitev jezua Spencer	44
Geodezija in planinstvo	46
Precast SL-deck slabs and their usability	50
Inteligentni mostovi	52
Fehmarnbelt Tunnel: Najdaljši potopljeni predor na svetu	54
Primerjava študija gradbeništva v Sloveniji in na Danskem	56
Porušitev jezua Brumadinho	58
Najlepši Slovenski kotički	



POTOVANJE

Najlepši Slovenski kotički	60
----------------------------	----



NA FOTELJU

Kotiček zabave	62
----------------	----



KUHARSKI KOTIČEK

Cimetove rolice	63
-----------------	----



RAZVEDRILO

Nasveti za lažje učenje	64
-------------------------	----

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo



ŠTUDENSKI SVET
FAKULTETE ZA GRADBENIŠTVO
IN GEODEZIJU

ISSN c505 - 737x
Letnik 22, št. 3, Junij 2022, Izdaja 4 številke letno

Glavni in odgovorni urednik:
Đorđe Đukić

Poduredniki:
Deja Mavri,
Gjorgjija Pandev, Ema Kovič

Oblikovanje:
Tilen Pinter

Jezikovno urejanje:
Ana Rakovec

Izdaja:
ŠS FGG

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

Tiskarna:

Pomočniki: Stefan Kordić, Luka Naumovski, Anja Novak, Gaja Medved, Aljaž Hvala, Luka Prezeli, Marta Gelebešova, Davor Kaučič, Matej Durcik, Martina Dimitrioska, Uroš Tolar



Gradbenijada 2022

Po dveh oz. dejansko treh letih, zaradi nam vsem dobro znanih razlogov, smo se študentje iz vseh držav bivše skupne države in drugi lahko udeležili znamenitega srečanja študentov gradbenih in geodetskih strok – Gradbenijade. Tokrat smo FGG-jevci opravili pot, dolgo več kot 550 km, do turističnega mesta Palić pri Subotici v Srbiji. Eni smo izkušnje v Paliću nabirali že lani oktobra, ko smo se udeležili konference študentov gradbeništva KSG 2022, tokrat pa je bilo število študentov z naše fakultete bistveno večje kot skoraj kadarkoli pred tem.

Z dogodkom in njegovo lokacijo smo bili seznanjeni v začetku marca, ko so organizatorji, tj. Gradbena fakulteta v Subotici, potrdili, da bo dogodek letos potekal v Paliću. Takrat sta organizatorja z naše fakultete, Emil Ikanović in Zaim Benjamin Šehović, organizirala uvodni sestanek in marketinško močno podprla idejo o sami udeležbi. Začela se je oblikovati ekipa, ki je na koncu štela kar 37 študentov. Poleg študentov s FGG-ja je udeležbo potrdilo tudi nekaj strojnikov ter en programer, tako da smo na Gradbenijado res poslali interdisciplinarno ekipo.

Tri dni pred odhodom je bil organiziran sestanek, kjer smo se v prvi vrsti spoznali s tistimi, ki jih še nismo poznali, kot drugo pa smo bili seznanjeni s samim protokolom dogodka. Dogovor je bil, da se dobimo v četrtek, 12. 5. 2022, ob 2.00 uri zjutraj na parkirišču na Dolgem mostu. Kljub precej zahtevnemu koncertu v sklopu Majskih iger smo vsi udeleženci varno in relativno pravočasno prišli na zbirno mesto, da smo lahko začeli z našo netakratkopotjov Srbijo.

Gradbenijada 2022

Letnica	Dolazak	Večerja
09.00 – 12.00	1. DAN (12.5)	Veliki parking
13.00 – 15.00	Dolazak	Študentsko odmaralište
15.00 – 19.00	Dnevna Jutka – Otvorisanje gradbenijade	Pešćana plaža
19.00 – 20.00	večerja	Študentsko odmaralište
21.00 – 06.00	Noćna Jutka – Studentfest	U Kavana
07.00 – 09.00	3. DAN (13.5)	Študentsko odmaralište
09.00 – 10.00	Dolazak	Pešćana plaža
10.00 – 14.00	Sport	Študentsko odmaralište
13.00 – 15.00	Večerja	Študentsko odmaralište
14.00 – 19.00	Dnevna Jutka	Pešćana plaža
19.00 – 20.00	večerja	Študentsko odmaralište
21.00 – 06.00	Noćna Jutka – Studentfest	U Kavana
07.00 – 09.00	4. DAN (14.5)	Študentsko odmaralište
09.00 – 10.00	Dolazak	Pešćana plaža
10.00 – 14.00	Sport	Študentsko odmaralište
13.00 – 15.00	Večerja	Študentsko odmaralište
14.00 – 19.00	Dnevna Jutka	Pešćana plaža
19.00 – 20.00	večerja	Študentsko odmaralište
21.00 – 06.00	Noćna Jutka – Studentfest	U Kavana
07.00 – 09.00	5. DAN (15.5)	Študentsko odmaralište
09.00 – 10.00	Sport (podeljivanje i finale)	Pešćana plaža
10.00 – 14.00	Dolazak	Študentsko odmaralište
13.00 – 15.00	Večerja	Študentsko odmaralište
14.00 – 19.00	Dnevna Jutka	Pešćana plaža
19.00 – 20.00	večerja	Študentsko odmaralište
21.00 – 06.00	Noćna Jutka (otvorenje gradbenijade) – Studentfest	U Kavana
07.00 – 09.00	6. DAN (16.5)	Študentsko odmaralište
	Dolazak	Študentsko odmaralište

Rezultiranje završnog takmičanja 12.05.2022

@gradbenijada_2022

Razpored dogotkov na gradbeni-

Glede na to, da smo s potovanjem pričeli sredi noči, je bilo vzdušje na avtobusu precej zaspano, saj smo morali nabrati dovolj energije za prihajajoče štiri dni. Kljub temu na radiju ni zmanjkalo klasičnih »balkanskih« komadov (kar je veljalo za čas celotne Gradbenijade). Sama pot je trajala skoraj 12 ur, v največji meri zaradi gneče na hrvaško-srbski meji. Policisti na majhnem prehodu Bezdán zelo verjetno niso vajeni tako velikega števila avtobusov, predvsem ne s Hrvaške, vendar jim ne zamerimo preveč, saj nismo ničesar zamudili.

FGG-jevci smo bili nameščeni v dveh vilah. Večja, vila Regina, je imela sob za približno 20 ljudi, manjša, vila Aurora, pa dovolj še za vse ostale. S hitrim korakom smo takoj odšli do ene izmed jezerskih plaž, kjer so bili vsak dan 15.00–19.00 organizirani dnevni (beri: ogrevalni) žuri. Za muziko je bil zadolžen lokalni DJ, ki je imel sicer vsak dan imel popolnoma enak glasbeni repertoar, vendar dvomim, da je koga to posebej motilo.



Prvi dnevni žur

V samo ceno dogodka so bili vključeni tudi trije obroki. Glede na to, da se je letošnje Gradbenijade udeležilo skoraj tisoč študentov iz cele bivše Jugoslavije in iz Bolgarije, je bila priprava hrane za tako veliko število oseb po vsej verjetnosti zelo zahteven proces, kar se je žal poznalo na njeni kvaliteti. Večina nas ni navajenih, da se v Srbiji slabo je, zato smo na vse načine iskali, kje bi se dalo pojesti kaj dobrega. Eni smo našli madžarski roštilj, drugi gostilno Buco (Buco v srbsčini pomeni debeluh, tako da je bila kvaliteta hrane samoumevna že zaradi imena), tretji pa ribjo restavracijo z najboljšimi piščančjimi zrezki.



Organizator Zaim

Poleg Gradbenijade je Palič istočasno gostil tudi številne študentske glasbene festivale, tako imenovani mini Exit in festival StudFest. Kot udeleženci Gradbenijade smo dobili vstopnice za vse večere. Lokacija samega festivala se je nahajala nekaj kilometrov od naših vil, v stari vojaški kasarni. Ker nisem strokovnjak za akustiko prostorov, ne znam dobro razložiti fenomena potovanja basa po kasarni, vendar lahko rečem, ostali pa naj mi bodo priče, da je bil zvok izjemno »hard«. Prav mogoče bi to lahko bil tudi stranski učinek poceni alkohola. Vredno nadaljnjih raziskav, morda ponovimo naslednje leto.

Ker smo bili nekateri prvi večer relativno utrujeni, smo na StudFest prišli šele ob enih ali dveh zjutraj. Na našo srečo se je žur takrat šele dobro začel. Po pričakovano zelo slabem (beri: kratkem) spancu, smo se morali naslednji dan udeležiti še športnih tekmovanj. Našo fakulteto sta v petek predstavljali dve moški ekipi, ena v nogometu, druga v odbojki. Nogometaši FGG so odprli tekmovanje, vendar žal izgubili z 3 : 1 proti bodočim prvakom iz Novega Pazarja. Odbojkarji so prvi dan pokazali izjemno enotnost in zmagali proti ekipi iz Mostarja z 2 : 1 v setih. To je bil tekmovalni del FGG-ja prvega dne, čeprav nas je večina ostala na terenu, saj je bila atmosfera naravnost odlična, predvsem zaradi kolegov iz Splita in Zagreba, ki so svoj navijaški duh prinesli tudi na Gradbenijado. Dovolj bo, če povem, da je v štirih dneh verjetno zgorelo več bakel kot na povprečni nogometni tekmi hrvaške nogometne lige.



Nogometna tekma



Slovenska gradbena reprezentanca





Ogrevanje s FGG-jevci

Dan se je seveda nadaljeval na dnevnem žuru, nato pa z večerjo, po kateri se je naša ljubljanska delegacija razdelila na dva dela. Prva je v vili Aurora pripravljala še drugo večerjo – žar –, ki je bila bistveno okusnejša od prve, druga pa je nadaljevala s spoznavanjem drugih kultur, predvsem bolgarske in bosanske, po kampih v Paliču. Okrog desete ure smo se vsi skupaj dobili v vili Aurora in nadaljevali s pripravami za festival.

Število obiskovalcev, tako študentov kot lokalnega prebivalstva, je bilo drug dan festivala še bistveno večje. Rečem lahko, da je bilo največ ljudi na StudFestu prav v petek. Večer se je začel s kombinacijo hitov iz 2000-ih, nadaljeval ob poslušanju starejših balkanskih hitov, končal pa s pitjem rakije ob ritmičnih ruskega hardbassa.

Tretji dan se je začel s tekmovanji iz znanja. Glede na to, da so večinski deleži naše delegacije predstavljali bruci, ki v začetniški fazi študija nimajo znanja strokovnih predmetov, večina starejših študentov pa je bila absolventov, ki jim tekmovanje definitivno ni bilo primarni razlog, zakaj so prišli na Gradbenijado, smo se udeležili samo dveh tekmovanj – Statike gradbenih konstrukcij in Jeklenih konstrukcij. Iz Statike smo dosegli sedmo mesto med dvajsetimi ekipami, v kategoriji Jeklenih konstrukcij pa solidno četrto mesto. Na drugi fronti so naši odbojkarji bili boj proti ekipi iz Zagreba. Žal tokrat nismo imeli sreče, ali pa odbojkarji zaradi znanih razlogov niso bili dovolj naspani, zato nismo uspeli priti do polfinala. Tokrat na športnih tekmovanjih nismo uspeli iztržiti boljših rezultatov, kar je škoda, predvsem zato ker imamo zelo dobre ekipe, ki brez težav lahko tekmujejo na izjemno visokem nivoju. To je ena izmed stvari, ki bi jo naslednje leto vsi želeli spremeniti.

Dan se je nadaljeval popolnoma enako kot predhodna dva, s tem da so se eni odločili še za obisk Subotice. Subotica je mesto z zelo bogato zgodovino, ki ima veliko podobnosti s Slovenijo, saj je bila Vojvodina do konca 1. svetovne vojne prav tako pod avstro-ogrsko oblastjo, kar se še danes močno odraža tudi v kulturi in običajih v Vojvodini.

Nedeljo smo začeli z ogledom finalnih tekem. Pokal nogometnega prvaka Gradbenijade so osvojili študentje iz Gradbene fakultete v Novem Pazarju. Košarko so pričakovano zmagali študentje Beograjske gradbene fakultete. Dan se je po pričakovanih nadaljeval še na zadnjem dnevnem žuru, kjer pa smo imeli drugega DJ, kar je pomenilo drugačen glasbeni repertoar. Zvečer smo našega dežurnega DJ z dnevnih žurov poslušali tudi na StudFestu. Zadnji dan StudFesta so organizatorji podelili še nagrade najboljšim ekipam v posameznih športih in predmetih. Poleg tega smo izvedeli, da je bila na letošnji Gradbenijadi skupno gledano najbolj uspešna ekipa študentov iz Novega Sada, za kar jim iskreno čestitamo. Ponovno se je žur nadaljeval do zgodnjih jutranjih ur ...

Dan pred odhodom smo se dogovorili, da protidomukrenemo čim bolj zgodaj, zato smo proti Sloveniji startali okoli 9.00 ure zjutraj, zaradi česar smo se izognili večjim zastojem na mejnih prehodih in se v Ljubljano varno vrnili ob 18.00. Prvi postanek na poti nazaj smo imeli na Hrvaškem pred Novo Gradiško, kjer nas je skoraj 40 študentov povsem preobremenilo restavracijo na avtocesti. Zahvaljujoč osebjem, ki se je hitro odzvalo in relativno hitro pripravilo vse, kar smo naročili, smo za postanek zapravili le eno uro. Drugi postanek smo imeli na Petrolu blizu Novega mesta, kjer smo po štirih dneh končno naredili eno skupinsko sliko. Formalno se je letošnja Gradbenijada zaključila s prihodom na parkirišče na Dolgem mostu.

Tako je bila uspešno in brez večjih problemov uspešno speljana letošnja Gradbenijada, ki smo se je študentje FGG udeležili v rekordnem številu. Ogromne zahvale gredo še enkrat Emilu in Zaimu, saj sta nase prevzela veliko odgovornost in velik del obveznosti. Naslednjo Gradbenijado bodo organizirali študentje iz Novega Pazarja, lokacija bo prav tako znana šele naknadno. Vsem, ki se še niso, pa bi si tega želeli, priporočam, da se dogodka udeležijo! Študentom naših strok velikokrat manjka dejanskega študentskega življenja, tako da je srečanje z več kot tisoč študenti iz skoraj deset držav prava priložnost, da spoznate nove ljudi, dobite nove kontakte in se imate zelo, zelo dobro.

Avtor: Đorđe Đukić





Prostorski načrtovalci raziskovali naselja v Slavoniji

Letos, konec meseca marca, smo se 1. letniki magistrskega študija Prostorski načrtovalci odpravili na štiridnevno ekskurzijo v Slavonijo – pokrajino na skrajnem vzhodu Hrvaške. Panonski svet brez morja, ki ga oblikujeta pestra zgodovina in posledično značilna poselitev, nam je ponudil širok razpon novih znanj in izkušenj, ki jih bomo še dolgo nosili v spominu.

Prvi dan je bila pred nami dolga vožnja na ciljno destinacijo. Namenjeni smo bili v mesto Osijek, 4. največje mesto na Hrvaškem in središče Osiješko-baranjske župnije. Tam smo bili v gosteh na tamkajšnji Fakulteti za gradbeništvo in arhitekturo. Profesorica slovensko-hrvaških korenin, ki je otroštvo preživela na slovenski obali, nam je v slovenščini predavala o razvoju planiranih naselji na Hrvaškem. Dobili smo tudi priložnost izmenjave mnenj in znanj s tamkajšnjimi študenti, ki so nam prijazno priporočali lokale in dogodke, ki jih moramo obiskati med bivanjem v mestu.

Drugi dan smo z vznemirjenjem začeli že zgodaj, saj nas je čakal eden glavnih delov ekskurzije in hkrati razlog našega prihoda – raziskovanje naselji na lastno pest. Vsak prostorski načrtovalec ve, da delo na računalniku, naprednim tehnologijam navkljub, ne more nadomestiti terenskega dela ali vtisa o prostoru po terenskem ogledu. Razdeljeni v manjše skupine smo si ogledali tri, po svoji naravi različna naselja: Zmajevac, Karanac in Mirkovac. Vsaka skupina je med ogledom prišla v stik z lokalnimi prebivalci, ki so bili našega zanimanja veseli, in od katerih smo izvedeli lokalne posebnosti, ki jih sicer ne bi.

- Zmajevac: starejše mesto, ki izvira iz srednjega veka; znano je po gatorjih. To so v ilovico zidane kleti, ki jih uporabljajo za skladiščenje lokalnega vina. Petra in Sara sta ga imeli priložnost tudi poskusiti, prav tako kakor lokalno hrano, zato smo jima vsi zavidali.



Pokušanje lokalnih dobrot v Zmajevcu

- Darija, Filip in Jakob so raziskovali Karanac, imenovan tudi »selo ocvirkov«. Domačin jim je ponosno povedal, da na njihov festival ocvirkov vsako leto pride tudi pevec Željko Bebek. Karanac je sicer stanovanjsko naselje z zelo razvito lokalno kulturo, zato se v njem čez celo leto zvrsti kar nekaj dogodkov. Če vas zanima, kako narediti lastno opeko iz zemlje, ste vabljeni na blatno akademijo v Karanac, kjer prav gotovo ne bo manjkalo tudi dobre hrane.

- Gaja in Katjuša sta imeli v naselju Mirkovac pravo URBEX izkušnjo. URBEX je po tujini znan kot Urban Exploration oz. raziskovanje mesta, kar v praksi pomeni, da se raziskuje stare, opuščene objekte (velikokrat tudi ponoči). Mirkovac je »pustara«, tj. planirano naselje, ki je v preteklosti nastalo zgolj iz gospodarskih razlogov. Ko je gospodarstvo ugašalo, ljudje niso imeli več dela, zato so se preselili, na ta način pa so nastajala mesta duhov oz. prazna naselja z razpadajočimi stavbami.



Razpadajoče hiše v naselju Mirkovac



Tretji dan smo prekolesarili Osijek. Najeli smo mestna kolesa in sledili profesorici iz gostujoče fakultete, ki nam je predstavila mesto z zgodovinskega vidika. Osijek sestavljajo Gornji grad, Dolnji grad in Tvrđa – območje starega osiješkega gradu. Sprehodili smo se ob Dravi, videli pa tudi manjše rečno pristanišče.



Kolesarjenje po Osijeku

Popoldne smo na Fakulteti za gradbeništvo in arhitekturo predstavljali obravnavana naselja iz terenskega ogleda. Poudarili smo vse njihove značilnosti in že razmišljali o viziji njihovega prihodnjega razvoja. Zvečer smo odšli na pivo. Ali dve.



Delo na Fakulteti za gradbeništvo in arhitekturo v Osijeku



Ogled Vukovarja

Četrty dan je prišel čas za slovo, vendar se nismo takoj odpravili domov. Namenili smo se v še eno mesto, ki ga je zgodovina precej zaznamovala – Vukovar. Vukovar leži ob hrvaško-srbski meji. Turisti ga obiščejo, da bi spoznali črno plat zgodovine – grozote, ki so se dogajale med hrvaško osamosvojitveno vojno. Vedno (še posebej pa v današnjem času) aktualna tematika se nas je globoko dotaknila. Povzpeli smo se na nekdanji vodohram, ki je v najhujših časih predstavljal simbol svobode in na katerem od nekdanj visi hrvaška zastava. V času vojne je bil to najbolj obstreljevan objekt v mestu, a ni padel. Danes je prenovljen in preurejen ter turistom omogoča slikovit vpogled v čas pred 30 leti. Vukovar je bil v letih po vojni v veliki meri obnovljen in razen nekaj posameznih objektov, ki jih obnova še ni dosegla, imajo vse hiše prenovljene fasade. Pa vendar spomini ostajajo v kolektivni zavesti ljudi, saj jih še dolgo ne bodo pozabili.

Naša ekskurzija se je na tem mestu končala. Veseli smo, da lahko njen del delimo v tem zapisu tudi z vami, in komaj čakamo, da jo mahnemo še kam.

Avtorji: Študenti prostorskega načrtovanja (MAG), 1. letnik, 2021/2022



Strokovna ekskurzija od Rima do Riminija

Študentje 2. stopnje smeri Geodezija in geoinformatika (MA) smo v okviru predmeta Projektna naloga odšli na ekskurzijo od Rima do Riminija. Strokovni del ekskurzije je vključeval obisk ESRIN, centra Evropske vesoljske agencije za opazovanje Zemlje, in univerze L'Aquila.

Ekskurzija se je začela, 4. maja, ob 5.00, ko smo se študentje, naši spremljevalci iz Katedre za geoinformatiko in katastre nepremičnin ter turistična vodička zbrali na parkirišču na Dolgem mostu. Odpeljali smo se proti mejnemu prehodu Fernetiči, mimo Benetk in čez razgibano toskansko gričevje; po dobrih šestih urah vožnje smo prispeli do Siene, ki v svojem mestnem jedru skriva bogato kulturno-zgodovinsko dediščino. Sprehodili smo se po ozkih ulicah in uživali ob razgledu na značilne barvite fasade in zelena polkna. Ogledali smo si glavni mestni trg Piazza del Campo, ki se razprostira pod 102 m visokim stolpom Torre del Mangia. Sprehod po mestu smo nadaljevali do Sienske stolnice z značilnimi črno-belimi progami. Približno dve uri prostega časa smo seveda izkoristili za pico in espresso. Pozno popoldne smo nadaljevali vožnjo še južneje, proti kraju Fiano Romano, kjer smo se v večernih urah nastanili v hotelu.



Piazza del Campo in Torre del Mangia



Sienska stolnica

Drugi dan smo se po zajtrku odpeljali proti kraju Frascati, kjer se nahaja center Evropske vesoljske agencije za opazovanje Zemlje ESRIN, ki je eden od petih specializiranih centrov ESA v Evropi. ESRIN je glavni vir za pridobivanje, distribucijo in izkoriščanje podatkov iz satelitov. Po uvodnem predavanju, v katerem smo izvedeli, s čim vse se strokovnjaki v ESRIN ukvarjajo, smo odšli v multimedijski center za opazovanje Zemlje, ki ponuja izkušnjo vizualizacije podatkov o Zemlji oz. ϕ -Experience. Cilj ϕ -Experience je z uporabo interaktivnih zaslonov tehnologij povečati ozaveščenost o pomembnosti opazovanja Zemlje in spremljanja globalnih sprememb. Ogledali smo si še HMW (ang. Heritage Missions Walkthrough) in spominsko steno, kjer so prikazani vzorci tehnologij in medijev, uporabljenih od začetnih faz opazovanja Zemlje pa do danes. Arhivi ESA danes hranijo več kot 40 let satelitskih posnetkov, ki predstavljajo pomembno dediščino našega planeta. Ti posnetki so izjemnega pomena za spremljanje podnebnih in drugih sprememb.



ϕ -Experience

V nadaljevanju ekskurzije smo si ogledali » ϕ -lab« – pisarno, v kateri deluje skupina strokovnjakov s skupnim ciljem pospešiti prihodnost opazovanja Zemlje z raznimi inovacijami, ki v celoti preoblikujejo ali ustvarjajo nove industrije z novimi tehnologijami, katerih cilj je okrepitev konkurenčnosti evropskih industrijskih in raziskovalnih sektorjev opazovanja Zemlje na svetovnem nivoju. Veliko pozornost dajejo tudi razvoju programske opreme za umetno inteligenco, ki je na spletu dostopna uporabnikom, hkrati pa je tudi odprtokodna.

Po kratkemu odmoru za kavo smo prisluhnili še štirim predavanjem. Prvo predavanje je bilo na temo rakete Vega. Izvedeli smo, da ima ESRIN ključno vlogo v prizadevanjih Evrope za razvoj nove, lahke nosilne rakete Vega, ki je svojo prvo pot opravila februarja 2021; da ESRIN oblikuje in razvija vso programsko opremo ESA za korporativne aplikacije in da ima glavno vlogo pri razvoju varnostnih ukrepov za tajne vesoljske programe.

Sledilo je predavanje na temo NEO (ang. Near Earth Objects). Na kratko smo izvedeli, na kakšen način v NEOCC (ang. Near-Earth Object Coordination Centre) na podlagi satelitskih posnetkov zaznavajo in locirajo majhna telesa v osončju, npr. asteroide in komete. NEOCC je osrednja dostopna točka do celotne mreže podatkov o objektih v bližini Zemlje. Koordinacijski center za informacije, zbrane iz vsega sveta, jih dnevno uporablja za zagotavljanje različnih informacij, monitoring raznih vplivov in analizo tveganja ter spremljanje groženj, ki bi jo morebiti lahko predstavljala tista telesa, ki se Zemlji približujejo.



Skupinska slika v ESRIN

V naslednjem predavanju smo izvedeli vse o kariernih možnostih pri ESA. Ker je Slovenija pridružena članica ESA, imamo študentje na področju geoinformatike možnosti usposabljanja v ESRIN. Obstaja več različnih programov, glede na predhodno doseženo stopnjo izobrazbe, vsi pa so opisani na spletni strani ESA.

Zadnje predavanje je bilo na temo opazovanja Zemlje – natančneje o programu Copernicus, operativnih aplikacijah, znanosti in zemeljskem segmentu ESA. Copernicus je program EU za opazovanja Zemlje, ki nam zagotavlja ažurne informacije o stanju in zdravju našega planeta. Zahvaljujoč različnim tehnologijam, od satelitov v vesolju do merilnih sistemov na Zemlji, v morju in v zraku nam Copernicus zagotavlja brezplačne informacije za različno rabo.

Z odličnim kosilom se je naš obisk v ESA zaključil. Polni vtisov o kampusu, ki zagotavlja prijetno delovno okolje, strokovnjakov in vsem znanju, ki so nam ga predali, smo se odpeljali proti večnemu mestu. Avtobus nas je odložil v predmestju, pot do centra mesta pa smo nadaljevali s podzemno železnico.

V Rimu smo si ogledali vse, kar si je tam potrebno ogledati: Kolosej, Rimski forum, Beneški trg, Beneško palačo, Panteon, trg Navona, baročni vodnjak Trevi. Ko smo poskusili še zadnjo znamenitost – sladoled – smo Rim zapustili in se vrnili v hotel v kraju Fiano Romano.



Kolosej

Tretji dan ekskurzije smo se iz le nekaj 10 m dvignili na dobrih 700 m nadmorske višine – v mesto L'Aquila –, ki se nahaja v neposredni bližini najvišjih vrhov Apeninov. Obiskali smo Univerzo L'Aquila, ki s sedmini oddelki ponuja več kot 19.000 vpisanim študentom kar 69 študijskih programov. Pripravili so nam prijeten program, ki je vključeval predavanja iz področja rekonstrukcije mesta, ki ga je leta 2009 stresel potres magnitude 5,9 po Rihterjevi lestvici in pregled projekta Territori Aperti, ki je raziskovalni center občine in univerze v L'Aquili za rekonstrukcijo in okrevanje mest po naravnih katastrofah. Natančneje so predstavili tudi raziskovalno infrastrukturo projekta Territori Aperti in raziskovanje na področju GIS analiz krhkosti tal. Nazadnje smo slišali se predavanje doktorskega študenta na temo modeliranja mest na osnovi BIM (ang. Building Information Modeling).

Po predavanjih smo se odpravili na sprehod po slikovitem mestecu, ki je zaradi potresa skoraj v celoti obnovljeno in zato zelo prijetno na pogled, nato pa smo si privoščili odlično tradicionalno italijansko kosilo, ki se je začelo s predjedjo iz narezka različnih suhomesnatih izdelkov in sirov, nadaljevalo z domačimi testeninami s paradižnikovo omako, končalo pa z ovčjim mesom in ovčjim sirom. Sigurno je bil to obrok, ki nam bo zaradi neverjetnih okusov dolgo ostal v spominu. Sledila je vožnja ob vhodni obali Italije proti Riminiju. V večernih urah smo prispeli v Rimini, kjer je bilo še ravno toliko svetlo, da smo videli čudovit razgled na dolge kilometre peščenih plaž.



Prenovljena zgradba v L'Aquili

Zadnji dan ekskurzije se je začel s kratkim jutranjim sprehodom po vetrovni plaži Riminija. Po zajtrku smo se odpeljali proti republiki San Marino, ki je ena izmed najstarejših držav na svetu. Ogledali smo si mestno jedro, ki ga obdajajo tri utrdbe, se sprehodili po ozkih ulicah do bazilike sv. Marina in prosti čas izkoristili za nakupe spominkov. Naša ekskurzija je šla proti koncu, ko smo se usedli na avtobus in se odpeljali proti Ljubljani.

Splošni vtisi glede ekskurzije so čudoviti. Poleg izvrstnega strokovnega programa in organizacije nam je ekskurzija omogočila tudi kvalitetno druženje, ki nam ga je v zadnjih letih zaradi razmer primanjkovalo. Prepričana sem, da smo skupaj z ekipo profesorjev in asistentov, ki nas je spremljala, ustvarili spomine, ki nam bodo ostali za celo življenje. Velika hvala ekipi Katedre za geoinformatiko in katastre nepremičnin – prof. dr. Krištofu Oštirju, izr. prof. dr. Anki Lisec, asist. dr. Jerneju Tekavcu in asist. Mateju Račiču.

Avtorica: Ema Kovič



Strokovna ekskurzija študentov geodezije v Šaleško dolino

Po skoraj treh letih študija na naši fakulteti smo tudi študenti geodezije končno (upoštevajoč okoliščine seveda) dočakali svojo prvo strokovno ekskurzijo. V ponedeljek, 9. maja 2022, smo se odpravili v Šaleško dolino. Četudi »TUN-ovci« običajno ta dan nimamo pouka, smo en ponedeljek z veseljem »žrtvovali«. Komaj smo namreč čakali, da obiščemo kakšno podjetje in znanje iz naše stroke pridobimo iz prve roke.



Gasilska slika pri jezeru

Izpred fakultete smo se odpravili nekaj čez 7:00 zjutraj. Za dobro jutro nam je profesor Ambrožič povedal nekaj zgodbic o rudnikih, ki so bile smešne, a so nas hkrati tudi poučile o njihovih glavnih načelih. Profesor Ambrožič nam je razložil tudi vloge in pravila, na katera moraš biti v rudniku vedno pozoren.

Naša prva postojanka je bil pod dobri uri vožnje Muzej premogovništva v Velenju, kjer smo prisluhnili Alešu Lamotu, vodji Organizacijske enote Jamomerstva, geodezije in rudarske škode v premogovniku Velenje. Najprej nam je temeljito predstavil območje rudnika, ki leži zelo globoko, kar 500 m pod jezeri na površju. Spregovoril je tudi o nastanku Velenjskega, Šoštanjkega in Škalskega jezera ter dodal, da se bo podaljšanje koncesije, ki poteče naslednje leto, izkopavanje rudnine podaljšalo do leta 2054, saj naj bi bilo po zadnjih izračunih tam še dovolj lignita. V rudniku je zaposlenih približno 1300 ljudi.

Lignit iz rudnika se v Šoštanju uporablja kot gorivo za termoelektrarno, ki nam prinaša 1/3 celotne električne energije, ki jo letno porabimo v Sloveniji. O tem več v nadaljevanju članka.



Muzej premogovništva

Površina Šoštanskega jezera se je v tem času povečala za 80 %, zato se je veliko tamkajšnjih prebivalcev moralo preseliti na bolj oddaljena območja. Nekateri so se selili tudi do trikrat in pri čemer niso imeli veliko besede pri tem, ali se bodo ali ne. Med dnom jezera in območjem lignita se nahaja plast gline, ki je omogočila nastanek teh treh jezer. Velik del predavanja smo posvetili predvsem problemom, ki nastajajo zaradi izkopavanja; prvi problem je zlasti posedanje površja zaradi rudarjenja, nižanje dna jezera in širitev jezer, drugi pa nevarnost prelitja Velenjskega jezera, ki je za 6 m višje od Šoštanskega. Sedaj v glavnem potekajo izkopi pod nasipoma med obema jezeroma in Šoštanskim jezerom, pod Velenjskim pa so že nekaj časa zaključeni.



Velenjsko in Šoštansko jezero

Veliko novega smo izvedeli tudi o načinih preprečevanja združitve Velenjskega in Šoštanskega jezera, kjer za graditev nasipa uporabljajo stranske produkte, ki nastajajo pri pridelavi energije iz TEŠ-a. Sledil je še krajši, prosti ogled samega muzeja ter vožnja do nasipa. Medsebojno zlitje bi zaradi padca naklona proti zahodu pomenilo zalitje širše okolice jezera in s tem ogromno finančno škodo. Z nasipavanjem tako regulirajo posedanja, ki se dogajajo v globini.

Sledil je daljši odmor in kosilo v piceriji Kajuh v Šoštanju. Po kosilu smo se sprehodili do šoštanske občinske hiše, kjer nas je v prenovljeni sejni dvorani najprej nagovoril tamkajšnji župan Darko Menih, ki nam je temeljito predstavil občino Šoštanj. Za njim je besedo prevzel direktor občinske uprave Drago Koren, geodet in bivši poslanec v državnem zboru. Dodal je še nekaj besed o občini in nam predstavil tudi občinski podrobni prostorski načrt (krajše OPPN). Nekoliko več o OPPN-ju, ki je sicer še v nastajanju, nam je kasneje zaupala tudi Verona Hajnrihar, višja svetovalka za urejanje prostora. Izvedeli smo, da je glavni razlog za sprejetje novega OPPN-ja namera po podaljšanju koncesije za izkop lignita v rudniku do leta 2033. Na tem mestu se nam je v udobnih stolih in po odličnem kosilu, kljub zelo zanimivem predavanju začelo pošteno spat.



Obisk občine Šoštanj



Predavanja so nadaljevali še štirje gosti iz DARS-a in DRI-ja, združb, ki sta vodilni na področju vodenja infrastrukturnih projektov v Sloveniji. Tokrat je bila glavna tema izgradnja in vodenje projekta tretje razvojne osi, predvsem na relaciji Slovenj Gradec–Velenje–Šentrupert, s skupno dolžino 31,5 km. Izvedeli smo, da bo, po besedah predstavnikov, projekt izgradnje 11 viaduktov na območju Begunj najtežji projekt do sedaj v Sloveniji. V načrtu je gradnja vseh 11 viaduktov naenkrat. Predstavitev so si predstavniki podjetij razdelili na več področij: zemljiško-pravni vidiki izvedbe projekta, izgradnja projekta in geodezija pri gradnji.

Iz omenjenih predstavitev smo spoznali, da gre pri tem projektu za izgradnjo zelo zahtevnega infrastrukturnega izziva predvsem zaradi razgibanosti trase. Obenem smo bolje spoznali namere in cilje izvajalcev tega milijardnega infrastrukturnega projekta, ki bo bistveno skrajšal pot med Avstrijo in Hrvaško ter tako razbremenil lokalne okoliške ceste. Izvedeli smo tudi nekaj malega o problemih, ki jih je povzročila kriza. Presenetljivo jim ne primanjkuje materiala, kakor bi lahko pričakovali, temveč delovne sile. Več o tretji razvojni osi si lahko preberete na spletni strani www.dars.si.

Naš urnik je bil kar pester, zato nismo izgubljali veliko časa ter smo se po obisku občine Šoštanj hitro odpravili do termoelektrarne Šoštanj in to kar peš. Tam nas je v stavbi uprave sprejel Matjaž Posinek. Ker smo z urnikom že tako ali tako zamujali, nam je delovanje same termoelektrarne obrazložil nekoliko na hitro, a brez dvoma kvalitetno in razumljivo.



Maketa TEŠ

Zatem smo si naredili varnostna oblačila – odsevni jopič ter zaščitno čelado – in se odpravili na ogled celotnega obrata TEŠ-6. Predavatelj je med drugim izpostavil, da tehnologija v TEŠ-6 proizvaja kar 255 MW več električne moči v primerjavi s starim TEŠ-5, vsega skupaj kar 600 MW. Videli smo vse, od mlinov, ki surovi lignit za najboljši izkoristek zmeljejo v prah, do kotlov kjer potem le-ta izgoreva ter turbin, ki pogonjajo električne generatorje.



Shema TEŠ

Najbolj dih jemajoč trenutek smo doživeli na samem koncu naše strokovne ekskurzije. Z dvigalom smo se namreč povzpeli na vrh 126 m visokega kotla, s katerega se nam je odprl pogled na jezera, preostalo Šaleško dolino ter na celotno območje termoelektrarne Šoštanj.



Pogled na TEŠ5 z vrha TEŠ6

Za konec naj še omeniva, da so nam različni ljudje z različnimi funkcijami predstavili različne poglede na samo termoelektrarno in rudnik, iz katerega se pridobiva gorivo zanjo. Zaposleni v rudniku se seveda strinjajo z ohranjanjem delovanja rudnika in termoelektrarne, medtem ko so na občini Šoštanj absolutno drugačnega mnenja.

Skoraj vsi se lahko strinjamo, da če smo že postavili objekt, ki v globalnem merilu dosega 31. mesto med najdražjimi objekti, bi morali to izkoristiti, kolikor se le da. S temi besedami smo, tudi v pogovoru s profesorji, zaključili z našim tehničnim dnevom.

K pridobivanju novih znanj so veliko prispevali tudi mentorji, ki so bili z nami, predvsem doc. dr. Marjan Čeh, ki je v pravem trenutku gostiteljem postavljaj prava vprašanja za pridobivanje informacij iz našega področja. V imenu Oddelka za tehnično upravljanje nepremičnin bi se rada zahvalila vsem mentorjem: doc. dr. Marjanu Čehu, izr. prof. Tomažu Ambrožiču in asist. dr. Jerneju Tekavcu za organizacijo izleta in za vse informacije, ki so jih z nami delili. Zahvalila bi se tudi vsem gostiteljem in predavateljem za topel sprejem in za veliko mero znanja in informacij, ki so nam jih predali. Meniva, da je to edini pravi način vključevanja mladih v stroko, saj tako lažje podajamo tudi svoja mnenja in znanje, pridobljene izkušnje pa ostanejo za vedno.

Avtorja: Aljaž Hvala in Filip Čontala, TUN



Dr. Franc Sinur, direktor podjetja IBE, d.d.



Dr. Franc Sinur

1. Najprej bi vas prosil, da se nam na kratko predstavite, nam poveste kaj o svoji življenjski poti od otroštva do danes.

Prihajam iz večje družine, kjer sem otroštvo preživel v družbi sestre in dveh bratov. Osnovno šolo sem do vključno 4. razreda obiskoval na Trebelnem, naslednja 4 leta pa v Mokronogu. Po končani osnovni šoli sem srednješolsko izobraževanje nadaljeval na Srednji tehnični šoli v Novem mestu, ki sem jo uspešno zaključil z maturo in vpisom na Fakulteto za gradbeništvo. Sledilo je kratko študentsko obdobje, kjer sem uspel vsako leto vse obveznosti zaključiti že pred poletjem, tako mi je bilo omogočeno dolgo, prosto poletje, ki sem ga običajno izkoristil za nabiranje izkušenj v projektantskih birojih.

Prve izkušnje s projektnim delom sem dobil v projektnem biroju SPINA iz Novega mesta, kjer sem imel možnost sodelovati pri nekaterih večjih projektih kot so: Skladišče končnih izdelkov TRIMO Trebnje, Upravna stavba ADRIA v Novem mestu, razni projekti v farmacevtskem podjetju KRKA itd.

Po uspešno zaključeni raziskovalni diplomski nalogi je sledila prva zaposlitev na Katedri za metalne konstrukcije (KMK) pod mentorstvom pokojnega prof. dr. Darka Bega, ki me je kasneje tudi prepričal, da se zaposlim kot mladi raziskovalec in vpišem podiplomski študij.

Podiplomski študij sem uspešno zaključil leta 2011, v sklopu podiplomskega študija pa smo v sodelovanju s kolegi iz Univerze v Stuttgartu uspeli pridobiti nemško financirani raziskovalni projekt, ki je naslavljal nekatere odprte teme, ki v sklopu doktorske disertacije niso bile podrobneje obravnavane. Po zaključku doktorskega študija sem se za obdobje 6 mesecev zaposlil na Univerzi v Stuttgartu.

Sledila je zaposlitev na KMK kot asistent s področja jeklenih konstrukcij. V času sodelovanja na katedri sem objavil več znanstvenih člankov v priznanih mednarodnih revijah ter bil mentor in somentor pri diplomskih in magistrskih nalogah. Aktivno sem sodeloval pri vrsti strokovnih projektov, ki so bili izključno omejeni na konstruiranje in analizo konstrukcij. Tu bi izpostavil sodelovanje s podjetjem Ramboll Group pri projektiranju mostu Farris na Norveškem.

Proti koncu obdobja, ki sem ga preživel na KMK, sem zaradi nepričakovanega slovesa prof. dr. Darka Bega prevzel izvajanje večine predmetov s področja jeklenih in sovprežnih konstrukcij.

Kljub odličnim pogojem v akademski sferi sem se leta 2015, po tehtnem premisleku, odločil, da svojo poklicno pot nadaljujem v gospodarstvu. Tej odločitvi je botrovalo več razlogov, ključni pa je bil želja po praktičnih izkušnjah, ki jih lahko dobiš le v velikih interdisciplinarnih podjetjih, kot je IBE, d.d.

2. Študirali ste na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo. Kako se je pri vas porodila ideja za študij gradbeništva?

Bi rekel, da so me do študija gradbeništva pripeljala bolj naključja kot pa ideja, oz. so idejo podali starši. Kot sem omenil, je bil študij načrtan z izbiro, da sem se namesto gimnazijskega srednješolskega izobraževanja odločil za Srednjo gradbeno šolo v Novem mestu, ki je takrat veljala za izredno kvalitetno srednjo šolo. Ta odločitev ni bila toliko posledica moje želje, kot prepričevanja staršev, da bom s tem poklicem lahko preživel. Lahko rečem, da mi je bila izbira pisana na kožo, imeli smo veliko matematike, fizike in gradbene mehanike.

Kot rečeno, odločitev za gradbeništvo se je začela že z izbiro srednje šole. Kljub splošni maturi in možnosti vpisa na katerokoli drugo fakulteto sem v času srednje šole spoznal, da je to to, da mi ni potrebno več iskati, kdo si želim postati, šel sem samo načrtano pot naprej.

3. Vaša specialnost so jeklene konstrukcije. Na tem področju ste naredili tudi doktorat. Ali nam lahko poveste, zakaj ste se odločili za jeklene konstrukcije? S čim točno se ukvarja vaša doktorska disertacija?

Čisto naključje oz. splet določenih okoliščin sta botrovala temu, da sem doktoriral s področja jeklenih konstrukcij.



Farris Bridge na Norveškem

V zaključku 4. letnika sem razmišljal o nadaljevanju študija s področja mehanike (pri prof. Miranu Sajetu) in potresnega inženirstva (pri prof. Petru Fajfarju), pot pa me je na koncu pripeljala na KMK k prof. Darku Begu. Kako? Po vseh zaključenih obveznostih 4. letnika sem med poletnimi počitnicami delal v projektnem biroju SPINA iz Novega mesta, kjer sem aktivno sodeloval pri projektiranju visoko regalnega skladišča končnih izdelkov za podjetje TRIMO Trebnje. Na projektu je sodelovala mednarodna ekipa iz Švice, prof. Beg pa je izvajal revizijo projektne dokumentacije. Skozi projekt sem imel možnost spoznati prof. Bega, ki ni bil le odličen predavatelj in raziskovalec, temveč tudi velik strokovnjak, ki je znal sprejemati kompromise v iskanju najbolj primernih rešitev. Žal opažam, da število strokovnjakov, ki imajo zadostno širino in so specialisti na svojem področju iz leta v leto upada.

No, da se vrnem nazaj. Projekt, ki je bil izhodišče za odločitev, da sem izbral jeklene konstrukcije, smo uspešno zaključili, zame pa je bila ta izkušnja neprecenljiva, saj sem imel že pred zaključkom študija možnost sodelovati pri naprednih in zahtevnih analizah, ki so bile revidirane na najvišjem možnem nivoju. Odločitev od tu dalje je bila lahka: diplomsko nalogo sem izdelal pod mentorstvom prof. Bega, nadaljevanje raziskovalne diplomske naloge pa sem nadgradil v sklopu podiplomskega študija in doktorske disertacije. Disertacija se nanaša na problematiko nosilnosti in stabilnosti tankostenskih jeklenih konstrukcij, ki se pretežno uporabljajo v mostogradnji oz. v primeru konstrukcij z velikimi razponi ali velikimi obremenitvami. Na osnovi raziskav na tem področju smo uspeli skupaj z danes ključnim kolegom s področja jeklenih konstrukcij na katedri, prof.

Možetom, sodelovati tako na strokovnih projektih (Farris Bridge, viadukt Peračica idr.), kot tudi v sodelovanju z zunanjimi partnerji (Universität Stuttgart, University of Coimbra idr.) pridobiti evropsko financirane raziskovalne projekte.

4. Nekaj časa ste bili kot raziskovalec zaposleni na FGG, potem ste tu delali tudi kot predavatelj. Kako bi opisali to izkušnjo? Glede na to, da ste dejavni tudi v gospodarskem sektorju, ali bi lahko primerjali ti delovni poziciji? Kaj je podobno, kaj drugačno?

Bilo je izredno zanimivo in plodno obdobje. Samo raziskovalno delo je precej bolj suhoparno kot delo v gospodarskem sektorju. Po zaslugi velike vključenosti mentorja kot revidenta in svetovalca pri izvedbi najslovesnejših projektov sem bil ob študijsko-raziskovalnem delu veliko vključen tudi v ta del delovanja katedre. Po zaključku podiplomskega študija sem kot asistent vodil vaje pri predmetih s področja jeklenih in sovprežnih konstrukcij. To delo mi je odgovarjalo, saj sem vedno rad delal z ljudmi. Sledilo je obdobje, ko sem poleg vodenja vaj prevzel tudi predavanja. Občutki so bili mešani, glavni razlog za to pa je bil manko praktičnih izkušenj, ki so pri tako naravnanih predmetih več kot zaželeni.

Iz svojih izkušenj lahko povem, da so predavanja, ki so izkustveno podkrepljena, na bistveno višjem nivoju.



Delo v gospodarstvu je v nekaterih elementih podobno, tu imam predvsem v mislih delo z ljudmi, tako v podjetju kot zunaj njega. Je pa dinamika bistveno drugačna, od posameznika na mojem nivoju pa zahteva bistveno večjo širino. Projektiranje namreč ni le zasnova objekta, analiza, dimenzioniranje in izris načrtov, je tudi iskanje usklajenih rešitev v interdisciplinarnem okolju; tu so zahteve okolja, tehnologije, arhitekture, strojnih in elektro instalacij in na koncu tudi izvajalcev. Po zaključenem in izvedenem projektu lahko neposredno doživiš realizacijo projekta in to ti vedno vliva zagon za nove izzive, nove projekte.



5. V današnjih časih, v časih zaradi zakonodaje, pa tudi zaradi načinov, po katerih delujejo univerze, je za bodoče inženirje skoraj obvezno, da dokončajo tudi drugo stopnjo izobrazbe, če želijo pridobiti ustrezne kompetence in hkrati zadostiti pogojem zakonodaje. Ali menite, da se bo v prihodnosti kot obvezna zahtevala že izobrazba na stopnji doktorata?

Moje osebno mnenje je, da preoblikovanje študijskega sistema na bolonjski 3 + 2 ni prinesel izboljšav. Ideja o prehajanju med različnimi študiji po prvih treh letih se v veliko primerih ni izkazala za praktično, oziroma je v veliko primerih povzročila padec kvalitete nadaljnje študija. Glede na dosedanje izkušnje, tudi v vlogi preverjanja strokovnega znanja pri pridobivanju poklicne kvalifikacije za pooblaščenega inženirja, bi predlagal, da se izoblikuje enovit univerzitetni študij, ki bo bodoči kader ustrezno podkrepil z znanji, ki so potrebni za odgovorno delo pooblaščenega inženirja.

Sam ne vidim nobene potrebe, da bi se v prihodnosti zahtevala izobrazba na nivoju doktorata, saj običajno ti kandidati pridobijo izredno specifično znanje. To seveda ne pomeni, da ni dobrodošla tudi ta izobrazba, vsekakor pa ne bi smela biti pogoj za opravljanje poklica pooblaščenega inženirja s področja gradbeništva.

6. V podjetju IBE, d.d. ste bili direktor Oddelka za gradbeništvo, sedaj ste postali tudi glavni direktor. Povejte nam, kaj vse vam prinaša ta pozicija? Kakšne karakterne lastnosti ter znanja mora imeti človek, da lahko vodi takšno organizacijo?

Pozicija glavnega direktorja predstavlja veliko odgovornost; odgovornost do zaposlenih, do naročnikov, do partnerjev in nenazadnje do družbe. Ključne naloge so oblikovanje in izvajanje strategij, določanje ciljev in planov ter njihovo spremljanje in odločanje, zastopanje in predstavljanje družbe na trgu, nadgradnja poslovnih procesov, poročanje ključnih rezultatov nadzornemu svetu in svetu delavcev, izvajanje kadrovske politike in sodelovanje pri akviziciji novih projektov. Za vodenje takšne ali podobne organizacije je potrebno tako strokovno znanje kot tudi znanje s področja ekonomije in vodenja. Kot ključne karakterne lastnosti pa bi izpostavil čustveno stabilnost, odprtost, zanesljivost, motiviranje in odločnost.

7. Poleg menedžerske vloge strokovno sodelujete tudi pri projektih. Katere vrste projekti so vam najbolj zanimivi?

Sodelovanje pri projektih je sedaj vse manj, vsaj v smislu vsebinskega reševanja problematike. Sicer pa so me vedno zanimali projekti, kjer ni ponovljivosti. Zagotovo izstopajo vsi projekti, povezani z varnostno nadgradnjo v Nuklearni elektrarni Krško, kot tudi projekt odlagališča nizko- in srednjeradioaktivnih odpadkov. Gre za projekte, pri katerih je potrebno upoštevati bistveno večje zahteve kot to velja za običajne industrijske objekte.

Večina projektov, s katerimi se srečujemo v podjetju, je običajno zahtevna, zato zahtevajo tudi odličen kader, ki je nalogam kos. Na tem mestu bi izpostavil za družbo nekaj najpomembnejših projektov, ki so bili zaključeni v zadnjih 5 letih oz. so še v izvajanju: razdelilna transformatorska postaja Cirkovce (več na povezavi), daljnovod 2 x 400 kV Cirkovce–Pince (več o projektu na povezavi), objekti in sistemi varnostne nadgradnje v Nuklearni elektrarni Krško, Suho skladišče izrabljenega jedrskega goriva, Hidroelektrarna Mokrice, Hidroelektrarne na srednji Savi, revitalizacija hidroelektrarn na Dravi, plinsko-parna enota v Termoelektrarni toplotni Ljubljana itd.



Transformatorska postaja
Cirkovce



Dalnovod Cirkovce - Pince

8. Podjetje IBE, d.d. spada med velika projektantska podjetja v Sloveniji. Pod isto streho poslujejo sektor za gradbeništvo, strojništvo in elektrotehniko. Kaj mislite, da je največja prednost takega podjetja?

Drži, družba IBE, d.d. se uvršča med največja projektantska podjetja, v katerem delujejo sektor za strojništvo in tehnologijo, sektor za elektrotehniko in sektor za gradbeništvo in geodezijo. Naš cilj je, da na ključnih področjih, ki jih pokrivamo, sami izdelamo glavno dokumentacijo in svetujemo našim naročnikom.

Ne pokrivamo le manjšega obsega storitev (specialne študije, presoje vplivov na okolje in geomehanske raziskave), za kar pa angažiramo preverjene partnerje, s katerimi sodelujemo dolgoročno.

Zagotovo je ključna prednost v tem, da ima naročnik v vsakem trenutku razvoja projekta na enem mestu ves strokovni kader, ki razvija projekt in na ta način tudi bistveno olajša koordinacijo projekta, ki je lahko v celoti izvajan z naše strani. To vpliva tudi na kvaliteto projektnih rešitev in samega projekta, kar se odraža na manjšem številu sprememb, potrebnih v času izvajanja.

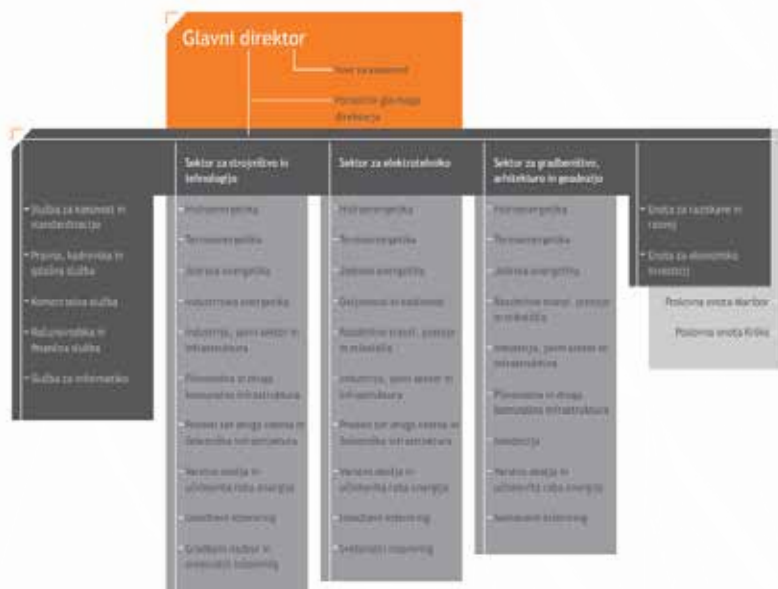
Vpeljava novih načinov projektiranja in digitalizacija v gradbeništvo, ki poteka zadnjih nekaj let, prav tako predstavlja prednost interdisciplinarnim ekipam, ki imajo jasno začrtano pot in zapisane procese, ki pripomorejo k optimizaciji in dvigu kvalitete storitev.

9. Za konec bi vas prosil še za kakšno spodbudno sporočilo za študente gradbeništva, ki jim je gradbeništvo na takšen ali drugačen pri srcu.

Gradbeništvo je tradicionalna in najstarejša tehnična stroka, ki nenehno spreminja grajeno okolje. Kot bodoči inženirji boste tudi vi prispevali k oblikovanju grajenega okolja. Inženirji smo ljudje, ki s projekti povezujemo ljudi, povezujemo vasi, povezujemo mesta, vse to pa delamo preudarno, spoštljivo do ljudi in okolja ter gospodarno. Veselim se trenutka, ko boste tudi vi postali del te zgodbe.

V tem trenutku želim vsem študentom uspešen zaključek poletnega semestra in dolge, zaslužene počitnice. Kdor pa si v tem času želi pridobiti tudi nekaj praktičnih izkušenj, je seveda več kot dobrodošel, da se nam pridruži.

Avtor: Gjorgjija Pandev



Sestava podjetja



Intervju z doktorskimi študenti UL FGG

Vsi študenti, ki na tak ali drugačen način pridemo na Fakulteto za gradbeništvo in geodezijo, prej ali slej ugotovimo, kako obsežne in zahtevne tematike se tukaj učimo. V petih letih študija zagotovo dobimo dovolj obsežen vpogled v znanja, ki nam bodo služila kot osnova za nadaljnje delo in kariero. Medtem ko se večina študentov po opravljenem študiju zaposli v gospodarstvu, se nekateri z zaposlitvijo na fakultetah in raziskovalnih inštitutih odločijo za premikanje mej v znanosti. Danes v naši reviji predstavljamo pogovore s štirimi doktorskimi študenti, ki so na UL FGG zaposleni kot mladi raziskovalci.

Doron Hekič



1. Pozdravljen, Doron. Starejše generacije te poznajo predvsem zaradi tvoje vključenosti in sodelovanja pri študentskih organizacijah, predvsem pri ŠO SILE FGG. Ali sedaj, ko si zaposlen, pogrešaš ta stik z ostalimi študenti? Kako je sodelovanje v ŠO vplivalo na tvoj profesionalni razvoj?

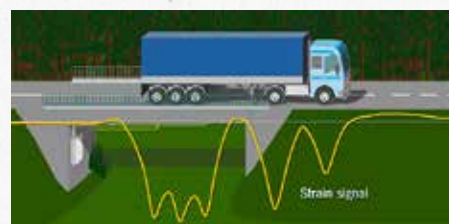
Verjetno smo se res z večino študentov spoznali preko dogodkov, ki smo jih v ŠO SILE FGG organizirali za naše študente in to vse z namenom, da dopolnimo osnovni študijski program v kar se da kvalitetno preživeto študijsko obdobje življenja. Gnala nas je želja, da bi si več študentov po zaključku študija na FGG reklo »na faksu sem se imel pa res dobro« – in po odzivih sodeč smo stvari zastavili v pravo smer, ki jo danes zelo uspešno ohranja trenutna zasedba. Stik z ostalimi študenti pogrešam, a če si željan spoznavanja in sodelovanja z novimi ljudmi, hitro naletiš na njih oz. oni najdejo tebe.

S sodelovanjem v ŠO sem predvsem spremenil paradigmo o stvareh, ki jih prinese medsebojno sodelovanje, mreženje in druženje z različno mislečimi, kar mi pri vsakdanjih izzivih velikokrat pride prav.

2. Tvoja doktorska naloga se nanaša na uporabo mostnega sistema za tehtanje vozil med vožnjo za posodabljanje numeričnih modelov. Ali lahko našim bralcem na kratko razložiš princip mostnega tehtanja vozil med vožnjo?

Mostni sistemi za tehtanje vozil med vožnjo (angl. Bridge Weigh-in-Motion oz. B-WIM) so sistemi, ki za svoje delovanje uporabljajo prekladno konstrukcijo mostu kot ogromno tehtnico. S tako tehtnico je mogoče stehtati tovorna vozila, ki se vozijo preko mostu, in to pri nezmanjšani hitrosti. Analiza B-WIM je ravno inverzen problem tistemu, ki smo ga mnogokrat reševali v študijskih klopih oz. tistemu, ki ga običajno rešujejo projektanti. Običajno nas namreč zanimajo učinki vpliva (npr. specifične deformacije) pod vplivom znane jakosti (npr. koncentrirana sila, ki poenostavljeno predstavlja kolo vozila).

Pri analizi B-WIM pa nas, ker učinke vpliva poznamo (merimo npr. specifične deformacije prekladne konstrukcije), zanimajo vplivi, ki so povzročili le-te (npr. koncentrirana sila). Sistemi B-WIM so v osnovi, kljub temu da gre običajno za meritev specifičnih deformacij prekladne konstrukcije na sredini razpona, namenjeni le določitvi prometne obremenitve. Naša ideja pa je, da bi vplivnico, ki je osnovni parameter analize B-WIM, uporabili tudi za posodobitev numeričnih modelov. Glavni namen te posodobitve je, da odziv numeričnega modela, na kateremu izvajamo analize, približamo odzivu realne konstrukcije. Če opravljamo posodobitve glede na meritve pri več različnih časih, pa lahko na ta način ugotovimo tudi morebitno poškodovanost.





Terenske raziskave viadukta Ravbarkomanda



Viadukt Ravbarkomanda

3. Iz opisa tvoje doktorske naloge je razbrati, da bo ena od testnih konstrukcij tudi viadukt Ravbarkomanda, na katerem je nameščen prvi stalni monitoring premostitvenega objekta v Sloveniji. Ali lahko po tvojem mnenju pričakujemo še več podobnih monitoringov na slovenskih avtocestah?

Na viaduktu Ravbarkomanda je bil v sklopu zadnje sanacije pred približno petimi leti vzpostavljen prvi dolgotrajni monitoring v Sloveniji z več kot 200 senzorji, ki so nameščeni pretežno na prekladni konstrukciji obeh viaduktov (levega in desnega), poleg tega pa je na objektu nameščen tudi sistem B-WIM. Tak sistem omogoča upravljalcu alarmiranje ob prekoračenih izmerjenih meritvah in preko oddaljenega dostopa tudi vpogled v meritve na objektu v realnem času. V tujini, predvsem na daljnem vzhodu, so monitoringi podobnega in pa tudi precej večjega obsega stalnica predvsem zato, ker so nameščeni na izjemno zahtevnih premostitvenih objektih. Bodisi zaradi njihove dolžine, konstrukcijskega sistema, strateške pozicije itd. Po mojem mnenju je v našem prostoru smiselno permanentno spremljati mostove, ki se bližajo koncu svoje življenjske dobe, pa jih zaradi različnih razlogov še ni mogoče takoj zamenjati, mostove, ki jih npr. zaradičasne prometne ureditve čakajo povečane prometne obremenitve in mostove, ki so posebni zaradi svoje zasnove ali pa se nahajajo na strateški lokaciji.

4. Kako pomemben se ti zdi stik s študenti in raziskovalci iz tujine? Ali je po tvojem mnenju na FGG dovolj poudarka na študiju oz. izmenjavah v tujini? Kje vidiš prostor za napredek?

Ko raziskuješ, hitro ugotoviš, da je za študije, iz katerih črpaš osnovo za tvoje raziskovalno delo, potrebno pogledati onkraj meja. Ko prebiraš literaturo in ko se udeležuješ konferenc, se ti počasi začne sestavljati slika in tako dobiš vpogled, kje po svetu domujejo najuspešnejše raziskovalne skupine. Iz tega razloga se mi zdi stik z raziskovalci iz tujine izjemno pomemben. Mislim, da so izmenjave na FGG lepo zaživele. V zadnjih letih je bilo v to vloženo kar nekaj truda, predvsem promocije. Smo pa še kar oddaljeni od cilja, da bi vsak študent vsaj en semester preživel na izmenjavi. Mene osebno je od izmenjave odvrčalo predvsem nepriznavanje opravljenih (strokovnih) predmetov, ki sem jih opravil na tuji inštituciji.

Študij sem moral zaradi tega nekoliko podaljšati, kar sem dojemal kot neke vrste kazen zaradi odhoda na izmenjavo, čeprav sem šel v tujino ravno s tem namenom, da poslušam predmete, ki jih pri nas ni bilo na izbiro. Morda bi lahko izmenjave še bolj zaživele, če bi bil en semester namenjen izmenjavi.





1. Pozdravljen, Blaž. Gledenato, da si končal 1. in 2. stopnjo na Fakulteti za strojništvo, katere so največje spremembe oz. razlike med FGG in FS? Kaj je najbolj vplivalo na tvojo odločitev za doktorski študij na FGG?

Področja strojništva in gradbeništva sta v veliki meri prepletena. Gre za sorodni vidi, tudi način razmišljanja je zelo podoben. Sploh pa to velja za temo, s katero se ukvarjam. Gre namreč za znanje iz mehanike, dinamike, verjetnosti, ki so dobro obravnavana na obeh fakultetah. Seveda sem se moral naučiti še marsikatero podrobnost iz sveta gradbeništva, ampak čemu pa je namenjen doktorski študij, če ne raziskovanju novih tem. In prav to se mi zdi najbolj privlačno pri raziskovanju. Iščejo namreč odgovore na vprašanja, na katera ne zna odgovoriti še nihče na svetu. Ali je to na področju strojništva, gradbeništva ali pa kje drugje, mi niti ni tako pomembno in splet okoliščin me je pripeljal na FGG. Vesel sem, da sem pristal tukaj, čeprav je tudi na FS prijetno okolje. Razlika, ki sem jo najprej opazil ob prehodu, je bila bolj uravnotežena porazdelitev med spoloma na FGG, kar seveda tudi pozitivno vpliva na dobro vzdušje. Pri novačenju študentk bo morala FS vložiti še kar nekaj truda, sem pa prepričan, da se tega zavedajo in so na pravi poti.

2. Naslov tvojega doktorata je Verjetnostno modeliranje in posodabljanje modelov visokih lesenih stavb. Kako poteka posodabljanje numeričnih modelov? Kakšna je povezava med verjetnostnimi metodami in samim posodabljanjem?

Med študijem se inženirji učimo, kako na poenostavljen način predvideti realen pojav. Rečemo, da smo postavili model. Lahko gre za enostavne analitične enačbe ali pa bolj kompleksne sisteme napovedovanja celo z uporabo umetne inteligence. Vsem pa je skupno, da dokler niso validirani, niso vredni prav veliko. V procesu postavljanja modela smo namreč naredili veliko predpostavk in poenostavitev, za katere morda nismo prepričani, če so na mestu. Zato uporabimo eksperimente na realnem sistemu (v našem primeru je to visoka lesena stavba), da preverimo veljavnost našega modela. Posodabljanje numeričnega modela je postopek zmanjševanja odstopanja modela od eksperimentov. Na koncu imamo model, v katerega imamo več zaupanja. Kar pa je lahko vredno še več, je informacija, kje smo naredili napačne predpostavke ali pretirane poenostavitve pri postavljanju prvotnega modela. Posodabljanje modela je tesno povezano z negotovostmi numeričnega modela, kar je lahko zelo prikladno pretvorjeno v verjetnostni okvir. Porazdelitev verjetnosti nam opiše zaupanje, ki ga imamo v vhodne parametre modela. Hkrati pa nam vrne informacijo o negotovosti modela. Za postavitev verjetnostnega okvirja posodabljanja modela je potrebno vložiti več razmisleka o problemu, vendar pa je lahko rešitev toliko bolj informativna.

3. Kaj so po tvojem mnenju glavne prednosti oz. pomanjkljivosti visokih lesenih objektov? Kakšna se ti zdi prihodnost tovrstnih objektov v Sloveniji?

Zelo se poudarja trajnost lesene gradnje, vendar jaz osebno (sploh zaradi strojniške izobrazbe) vidim glavno prednost v zagotavljanju sledljivosti in možnosti avtomatizacije. Z uporabo križno lepljenih plošč se lahko omeji možnost človeške napake, ker je velik del gradnje opravljen v sledljivem okolju. Projektant namreč načrte pošlje v tovarno, kjer se s pomočjo računalniško podprtih proizvodnih postopkov točno po načrtih izdelajo sestavne dele stavbe. Na gradbišču je te elemente potrebno le še sestaviti skupaj.

Ker gre za relativno nov trend (zadnji dve desetletji), je prisotno pomanjkanje priporočil in standardov na področju lesene gradnje. Projektant mora tako vložiti več truda, da zagotovi kvaliteto visoke lesene stavbe. Z raziskavami na tem področju se situacija izboljšuje. Projekt DynaTTB, pri katerem sodelujem, se recimo ukvarja z vibracijami (oz. nihanjem) visokih lesenih stavb zaradi obremenitve vetra.

V Sloveniji se že uporablja les za gradnjo večnadstropnih stavb (recimo do štirih nadstropij). Verjamem, da se bo v prihodnosti uporaba lesa v ta namen še povečala, sploh zaradi naklonjenosti naravne in lesene gradnje Slovencev ter razpoložljivosti lesa v Sloveniji. Geografsko (in zato tudi logistično) smo zelo blizu pionirjem pri uporabi križno lepljenih plošč – Avstrijcem. Ti imajo namreč dobro razvito industrijo na tem področju.

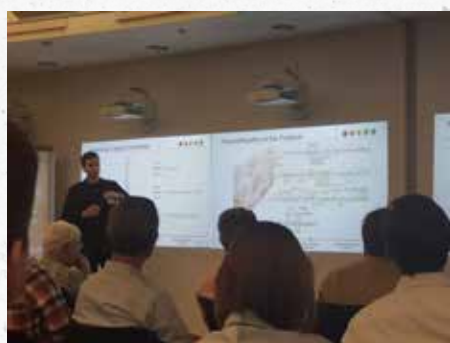


Visoka lesena stavba Yoker (Glasgow)

4. Kakšen nasvet bi dal bodočim doktorskim študentom? Katera lastnost se ti zdi najbolj pomembna, da bi nekdo postal kvaliteten raziskovalec?

V želji po napredku, objavah in prijavljanju projektov nas lahko pogosto zamika, da objavimo nepopolne raziskave. Po mojem mnenju je ključna lastnost kvalitetnega raziskovalca dvomljivost. Po eni strani v raziskave drugih, še bolj pa v lastne raziskave. Na prvi pogled dobri rezultati nas lahko hitro zavedejo, če nismo dovolj samokritični. Bodočim doktorskim študentom bi zato svetoval, da naj se ne vdajo skušnjavi hitrih objav, ampak vložijo več časa za bolj kvalitetne raziskave. Znanstvena sfera ceni takega raziskovalca.

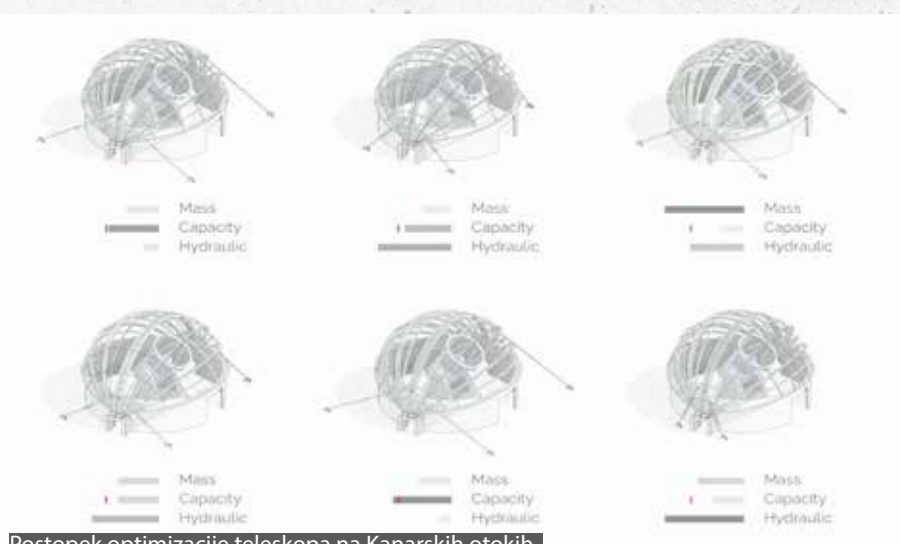
Luka Gradišar



1. Pozdravljen, Luka. Na naši fakulteti si znan kot BIM ekspert, saj si velikem številu študentov pomagal pri učenju različnih BIM orodij. Iz kje izvira interes za BIM tehnologije? Ali dejansko BIM danes postaja eno izmed orodij, brez katerih gradbeni inženirji svojega dela ne bomo mogli opravljati?

Interes za BIM se je naključno začel, ko sem se na pobudo v srednji šoli udeležil CGS konference, kjer so že govorili o nekaterih BIM konceptih, ki jih dandanes že zvesto uporabljamo. Seveda takrat še nisem vedel, o čem je potekal pogovor, mi je pa vzbudilo interes za znanje BIM-a, ki sem ga nato na vsakem naslednjem koraku (diploma, praktično delo, seminarske naloge) nadgrajeval.

Menim, da bomo gradbeni inženirji vedno lahko opravljali svoje delo le s svinčnikom in papirjem, vendar več tehnologij ali orodij, kot se jih inženir nauči v času študija ali svoje kariere, bolj konkurenčen postane. Prav tako pa moramo na BIM gledati ne le kot orodje, temveč tudi kot na proces, v katerem sodeluje več strok in programskih rešitev. V tem primeru je BIM že postal del vsakodnevnega dela gradbenih inženirjev.



Postopek optimizacije teleskopa na Kanarskih otokih

2. Naslov tvojega doktorskega dela je Pametni sistemi za presojo znanja informacijskih modelov gradenj. Ali lahko našim bralcem na kratko opišeš, s čim se ukvarjaš zadnjih nekaj let? Kje vidiš praktično uporabo znanj, ki jih pridobivaš na doktorskem študiju?

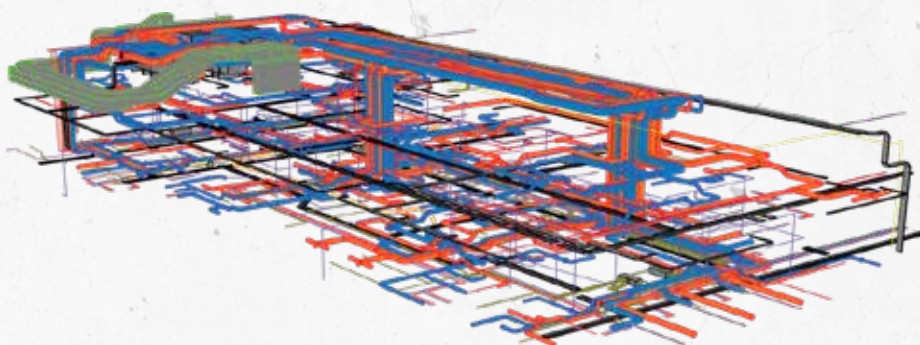
Moje raziskovanje zajema preučevanje sistemov strojnega učenja in umetne inteligence in kako le-ti pomagajo pri načrtovanju oziroma v BIM procesu. Natančneje se trenutno ukvarjamo s tem, kako opisati izbrane gradbene probleme kot računske modele, preko katerih generiramo podatke za učenje modelov strojnega učenja, nakar lahko potem ugotovimo obnašanje problema in poiščemo optimalno rešitev. Tako smo ravnokar uspešno zaključili z optimizacijo konstrukcije, ki bo pokrivala nov teleskop na Kanarskih otokih.

Prednost doktorskega študija vidim v priložnosti za spoznavanje novih znanj in tehnologij, za katere nismo imeli časa med običajnim študijem. V mojem primeru gre za znanja programiranja, podatkovne znanosti, strojnega učenja in podatkovnih baz. Predvsem gre za tehnologije, ki se še bodo, ali se že uporabljajo na gradbenem področju, poleg tega pa se delo BIM koordinatorjev in managerjev vedno bolj meša z računalništvom in informatiko.

3. Kako pomembno se ti zdi znanje programiranja v gradbeni stroki? Ali je po tvojem mnenju na FGG premalo poudarka na obvladovanju programerskih veščin? Kaj bi se dalo izboljšati pri učnem procesu?

Znanje programiranja postane zelo pomembno takoj, ko se začnemo pogovarjati o avtomatizaciji in v BIM procesu, kot tudi na ostalih področjih, se vedno pojavljajo priložnosti za avtomatiziranje ponavljajočih se postopkov. Še posebej je programiranje pomembno v akademskih vodah, saj je vedno potreba po večkratnih analizah, obdelavi podatkov, statistiki in izdelavi grafik.

Na naši fakulteti se mi zdi, da imamo dober uvod v programiranje, vendar sedaj, ko se sam ukvarjam s programiranjem, vidim, da nam manjka znanje osnovnih računalniških konceptov. Zavedam se, da programiranje ni za vsakogar, zato se to običajno rešuje preko izbirnih predmetov, kjer opažam, da se počasi že širi uporaba programiranja. Taka znanja bi se lahko pridobivala tudi preko izbirnih predmetov na zunanjih fakultetah; sam sem večino izbirnih predmetov na doktoratu opravljal na Fakulteti za računalništvo in informatiko, vendar na prvo in drugo stopenjskih programih to včasih časovno ni izvedljivo. Tukaj bi bila potrebna boljša povezanost med fakultetami ali bolje urejena časovna izvedljivost zunanjih izbirnih predmetov.



4. Glede na količino programov, metod in znanj, ki jih dobimo v času študija, kako pomembna se ti zdi specializiranost gradbenega inženirja? Ali pa je boljša druga možnost, tako imenovana »Jack of all trades« varianta?

Po mojih izkušnjah je visoka specializiranost predvsem iskana v večjih podjetjih, kjer potrebujejo inženirje, ki se lahko osredotočijo na en problem in tega efektivno rešijo (npr. računaš le statiko ali rišeš le armaturo ali le modeliraš ali pa le koordiniraš). Medtem ko v manjših podjetjih, kjer je manj osebja, potrebujejo nekoga, ki bi lahko prevzel vrsto del in jih realiziral od začetka do konca. Običajno tudi med študijem še ne vemo, na kaj bi se osredotočili, je pa tukaj potem zelo koristno praktično delo, kjer lahko preizkusimo različne stvari.

Antonio Janevski



1. Pozdravljen, Antonio. Prosil bi te, če se našim bralcem na kratko predstaviš in poveš, kaj je bila pri tebi bila glavna motivacija za doktorski študij?

Rojen sem bil leta 1994 v Skopju v Makedoniji, kjer sem končal osnovno in srednjo šolo. Leta 2012 sem se vpisal na Fakulteto za gradbeništvo in geodezijo na Univerzi v Ljubljani, kjer sem leta 2019 zaključil magistrski študij in se vpisal na doktorski študij. V bistvu je odločitev padla, ko se je odprlo mesto za mladega raziskovalca na Katedri za konstrukcije in potresno inženirstvo pod mentorstvom prof. dr. Tatjane Isaković. Med študijem na drugi stopnji sem se navdušil nad potresnim inženirstvom, prav tako sem se zavedal, da so na naši katedri eni izmed najboljših strokovnjakov na področju potresnega inženirstva in ko se je ponudila priložnost, sem jo z veseljem sprejel.

2. Naslov tvojega doktorskega dela je Potresni odziv armiranobetonskih povezanih sten. Kaj so posebnosti tvojega raziskovalnega dela? Kako misliš, da bo tvoje delo vplivalo na razvoj potresnega inženirstva v Sloveniji?

Armiranobetonske povezane stene so med najbolj pogostimi konstrukcijskimi sistemi, ki se uporabljajo pri stavbah v Sloveniji. Osnovni koncept armiranobetonskih povezanih sten je razmeroma enostaven, to so stene, ki vsebujejo odprtine za okna in/ali vrata ter so med sabo povezane z gredami in ploščami. Kljub temu da je njihova geometrija na prvi pogled enostavna, je njihov potresni odziv zelo kompleksen. Ta interakcija je slabo raziskana, zato tudi najsodobnejši postopki za projektiranje, kakor tudi najbolj napredni numerični modeli, ne omogočajo zanesljive ocene njihovega potresnega odziva. Menim, da bodo raziskave, ki potekajo v okviru mojega doktorata, prispevale k boljšemu razumevanju osnovnega mehanizma potresnega odziva teh sten. Naš cilj je izdelati smernice in ustrezno nadgraditi obstoječe metodologije za projektiranje stavb z armiranobetonskimi povezanimi stenami.



Testna konstrukcija na potresni mizi v Skopju

3. Pri svojem delu verjetno največ uporabljaš programsko okolje OpenSees. Kaj so po tvojem mnenju največje prednosti tega programa v primerjavi z drugimi, bolj komercialnimi programskimi paketi?

Na začetku je potrebno razložiti, kaj programsko okolje OpenSees sploh je. To je objektno orientiran odprtokodni programski paket za simulacije v potresnem inženirstvu. Menim, da je njegova uporaba daleč najbolj razširjena v primerjavi z ostalimi programskimi paketi, ki se uporabljajo za simulacije v potresnem inženirstvu. OpenSees je napisan v programskem jeziku C++, omogoča simulacije zelo zahtevnih problemov, poleg tega pa za razliko od komercialnih programov omogoča tudi nadgradnjo v odvisnosti od potrebe raziskovalca. Program nima grafičnega vmesnika in je verjetno zaradi tega bolj primeren za raziskovalne namene, se pa to izkaže za zelo pomembno pri izvedbi številnih numeričnih analiz, pri katerih študiramo vpliv več različnih parametrov. Poleg tega je verjetno njegova največja prednost v tem, da je na voljo brezplačno.

4. Pri nekaterih predmetih si bil vpet v pedagoški proces? Kako pomembno se ti za doktorskega študenta zdi pedagoško delo? Kaj so glavne prednosti oz. pomanjkljivosti tovrstnega dela?

Menim, da je pedagoški proces zelo pomemben za doktorske študente, saj na ta način lahko iz različnih projektov in raziskav v času doktorskega študija pridobljeno znanje prenesejo študentom. Pedagoški proces zahteva veliko časa ter energije in ker smo mladi raziskovalci časovno omejeni, lahko le zelo majhen delež časa namenimo izobraževalnemu procesu. Med drugim nam le-ta pomaga pri tem, da se lažje odločimo, v katero smer se bo v prihodnje nadaljevala naša karierna pot.

Avtor: Đorđe Đukić





Metode za izboljšanje potresne varnosti objektov

Potres je naravni pojav, pri katerem zaradi premikanja zemeljskih plošč pride do nihanja tal. Do potresov pride iz različnih razlogov, in sicer zaradi: premikanja tektonskih litosferskih plošč, izbruhov vulkanov ter umetno ustvarjenih potresov (npr. eksplozij). Ko je med dvema ploščama premagana sila trenja, pride do premika. Potencialna energija, nabrana v ploščah, se začne v obliki kinetične energije širiti v zemljo. Širi se s pomočjo longitudinalnih in transverzalnih valov ter ob diskontinuitetah s polariziranimi elastičnimi valovi.

Ko se valovi širijo po površini zemlje, se leti prenašajo tudi na stavbe. V odvisnosti od moči, frekvence ter stanja stavb, so potresi lahko zelo nevarni, saj lahko povzročijo poškodbe ali celo porušitev, kar pomeni najmanj velike finančne izgube, v najhujšem primeru pa tudi zgubo človeških življenj. Od tu izhaja zaključek, da niso potresi tisti, ki so življenjsko nevarni – nevarne so stavbe!

Veliki potresi, ki so se zgodili, so npr. potres leta 1687 v Limi, leta 1755 v Lizboni, ko je bilo uničeno celotno mesto, življenje pa je zgubilo več kot 60.000 ljudi; potres na meji med Čilom in Argentino leta 1922, potres v Sanriku na Japonskem, ki mu je sledil še cunami, življenje pa je zgubilo več kot 22.000 ljudi. Največji zabeleženi potres v zgodovini se je zgodil v provinci Shaanxi na Kitajskem leta 1556, kjer je umrlo 830.000 ljudi. Sledi mu Veliki tangshanski potres iz leta 1976, ki se smatra za enega od najsmrtonosnejših potresov v 20. stoletju. Vsi ti neprijetni dogodki so močno vplivali na mišljenje ljudi, da so nujno potrebne spremembe, ki bi preprečile materialno škodo ter zgubo življenj.

Kot omenjeno, so pri takšnih situacijah največji krivec za zgubo življenj – stavbe, zato so bili tisti, ki so morali med prvimi resno razmisliti o novih ukrepih, ljudje, ki stavbe tudi projektirajo. To pa so arhitekti in gradbeni inženirji.

Skozi zgodovino poznamo številne poskuse protipotresne gradnje oz. lahko izpostavimo določene ukrepe, ki so se jih graditelji posluževali z namenom, da bi njihove konstrukcije postale varnejše in zmožne prenesti potrese. Standardi za potresno varno projektiranje in gradnje, kot jih poznamo danes, so prišli veliko kasneje – pojavili so se na začetku 20. stoletja. Do takrat je bila varnost stavb v rokah tistega, ki je objekt gradil. Seveda se je od teh časov varnost objektov posplošila, tj. uredila z ustreznimi standardi.

Prva metoda, ki je bila razvita s ciljem pri projektiranju upoštevati tudi možnost potresa, je tako imenovana ekvivalentna statična metoda, ki so jo iznašli Italijani. Prvi, ki so jo uporabili in uvedli v standard za protipotresno projektiranje, so bili Japonci, in sicer po potresu v Kantu leta 1923. S tem standardom stavbe lahko prenašajo horizontalne obremenitve, ki znašajo 10 % njihove teže. Enak princip so uvedli tudi Američani po potresu na Long Beachu leta 1933. Pri njih je ta delež znašal 8 %. Do novih ukrepov najpogosteje pride šele po nekem potresu, ko postane bolj jasno, kakšno škodo lahko takšne nesreče prinesejo.

V nadaljevanju bom predstavil konkretne načine in metode, ki se uporabljajo za preprečitev porušitve stavb pri potresih oz. načine za ublažitev njihovih negativnih učinkov.

Glavni koncept zgodovinske protipotresne zaščite je bila želja, da bi se seizmičnim valovom preprečil vstop v konstrukcije. Z drugimi besedami je bil pri gradnji uporabljen koncept izolacije temeljev zgradb. To nam pove, da izolacija temeljev ni nov koncept, saj njena uporaba sega v antične čase. Znano je, da so pri gradnji potresno odpornih konstrukcij uporabljali več načinov izolacije temeljev oz. izolacije konstrukcije tal. Med drugim so gradili na večplastno klesanih kamnih, na posebej nameščenih kosih lesa ali pa so med tla in stene nasuli pesek.

V različnih državah po svetu obstajajo konstrukcije z zelo podobnimi temelji. Eden izmed njih je Teodozijejev obelisk v Istanbulu, ki se nahaja na trgu Sultanahmet v Istanbulu.



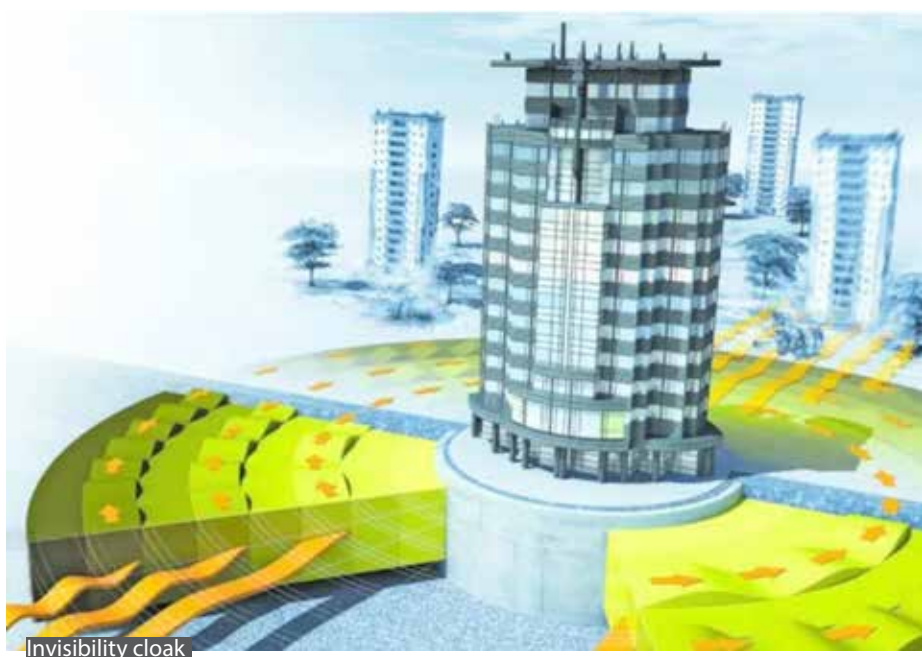
Ormetaš obelisk v Istanbulu

Zgrajen je iz suho obdelanega kamna, visokega 32 m. Postavljen je bil v 4. st. n. št., postaviti pa sta ga dala cesar Konstantin in njegov sin Roman. Obelisk stoji na marmorni podlagi iz treh plasti ortostatskih kamnov (ang. orthostatic stones). Tako imenovani ortostatski kamni služijo za difrakcijo potresnih valov. Z drugimi besedami, ko pride do potresa, se ta najprej prenese na prvi kamen, potem iz njega na drugega in na tretjega, šele potem na samo konstrukcijo. Na ta način je velik del energije zaradi trenja, ki nastane med kamni, že izgubljen zaradi podajne podloge, zato se manjši delež sile prenese na samo konstrukcijo, ki se ne zatrese. Podoben mehanizem lahko opazimo tudi pri Partenonu v Atenah, kjer prav tako najdemo temelje iz več slojev kamnov.



V sodobnejšem času je zaradi razvoja protipotresnega inženirstva ter iznajdb novih materialov na voljo večja izbira metod za protipotresno gradnjo. Metode lahko razdelimo glede na to, kako le-te funkcionirajo, in sicer na take, s katerimi se preprečuje vstop sile v stavbe (z njimi stavbe izoliramo) ter tiste, pri katerih ustvarjamo ustrezen konstrukcijski mehanizem za prevzem sil, ki so na stavbo že prenesene.

Za izolacijo največkrat uporabljamo gumijasto in svinčeno podlago, ki dušita potresne valove in preprečujeta njihov prenos na konstrukcijo. Na ta način se gradijo novi in prenavljajo že obstoječi objekti. Tako je bila prenovljena stavba v San Franciscu. Od novejših objektov lahko izpostavim še letališče Sabiha Gökçen v Istanbulu, pod katerim so vgradili 300 dušilcev, ki lahko omogočijo do 80 % redukcije potresnih sil iz ene do druge strani stavbe.



Protipotresna izolacija temeljev

Drugi zanimiv in inovativen način dušenja je bil predstavljen pri nebotičniku Taipei 101 na Tajvanu. Na vrhustavbe je vgrajena 728 tonska krogla (ang. tuned mass damper), v osnovi mišljena kot upornik proti močnim vetrovom, ki pri nihanju stavbe niha v nasprotno smer, na ta način pa balansira celotno konstrukcijo.



Upornik zoper močnih vetrov in potresnih sunkov v stavbi Taipei 101

Nov zanimiv koncept, ki so ga predstavili na univerzi v Liverpoolu leta 2009, a je še vedno v razvoju, je tako imenovani invisibility cloak. Gre za koncentrične kroge, narejene iz plastike z različno togostjo. Ideja je, da se pod celotnim tlorisom stavbe postavijo veliki koncentrični krogi, katerih cilj bi bil odboj in preusmerjanje potresnih valov z različno frekvenco. Število in togost krogov naj bi bili določeni glede na za stavbo najnevarnejše frekvence.

Drugi način zaščite pred potresom je prevzem potresnih sil v notranjost konstrukcije. Kot tak ukrep so dobro znane masivne strižne stene pri betonskih konstrukcijah ter različne vrste povezav pri jeklenih konstrukcijah. Novost pa so tako imenovane jeklene strižne stene, ki so se pojavile v 70. letih 20. stoletja na Japonskem in v ZDA kot alternativa za protipotresno ojačitev konstrukcije. Sposobne so prenesti velike količine energije in imajo stabilno histeretično obnašanje. Ker imajo veliko začetno togost, lahko služijo tudi pri zavetrovanju oz. pri prevzemanju sile iz vetra.

Njihova prednost pred armiranobetonskimi stenami je tudi ta, da so lahke, s čimer zmanjšujejo maso objekta.

S pojavom 3D tiskanjem betona so se pojavile tudi ideje za tiskane stene posebnih oblik, ki bi izboljšale distribucijo sil. Poleg tega naj omenim tudi uporabo inovativnih materialov, kot so nanomateriali, ki zagotavljajo boljše obnašanje konstrukcijskih elementov.

Potresi se bodo dogajali tudi v prihodnjem. V zadnjem stoletju je bilo veliko narejeno za minimaliziranje njihovih posledic, vendar se zdi, da še vedno ne dovolj. Na tem področju še naprej ostaja ogromno prostora za inovativnosti, da bi prišlo do kar najmanj nepričakovanih porušitev.

Avtor: Gjorgjija Pandev



SLOVENSKO-HRVAŠKI POSLOVNI FORUM JAVNE INVESTICIJE V GRADBENIŠTVU 2022

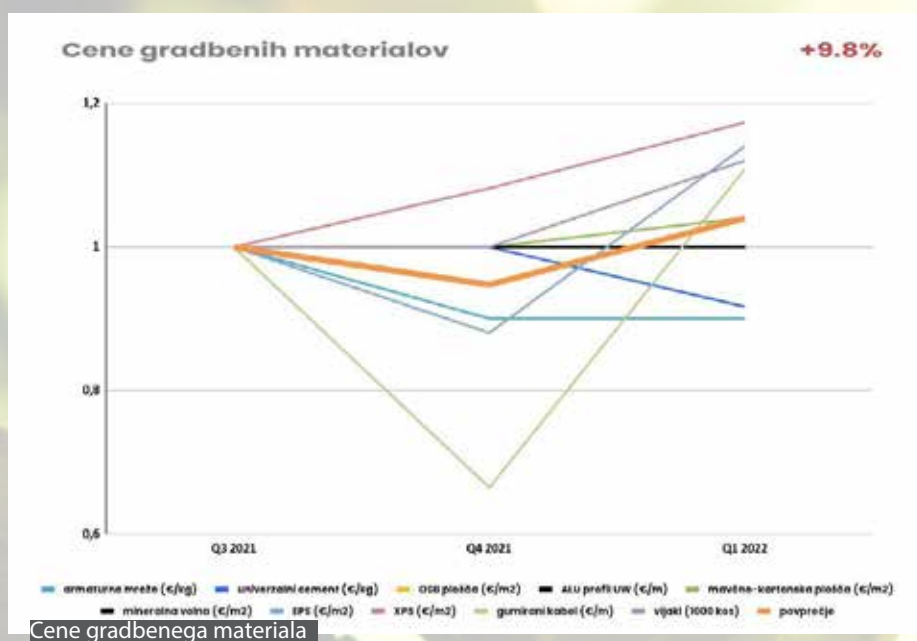


Gradbeništvo in pogled na zeleno energijo

Zadnjih nekaj mesecev vse pogosteje poslušamo o ekonomski in predvsem energetski krizi. Dve leti svetovne pandemije Covida-19 sta vsekakor pustili velike posledice, še močnejše pa smo jih občutili, ko se je pričela vojna v Ukrajini. Odvisnost Evrope od ruskega plina ter surovin je močno prizadela njeno ekonomijo, posledice pa so opazne tudi drugod po svetu. Ker je energija vhodna materija vsakega gotovega izdelka, so se cene vseh produktov povečale. Dodatno je k temu pripomogla tudi zaprtost ukrajinskih tovarn, ki so evropsko gospodarstvo oskrbovale z jeklom in ostalimi materiali. Nenadne spremembe, ki jih je prinesla predvsem vojna v Ukrajini, so močno zadele tudi gradbeni sektor. Enormna rast cen surovin prispeva k velikim izgubam v gradbenih podjetjih, kar je bil glavni poudarek tudi na slovensko-hrvaškem poslovnem forumu o Javnih investicijah v gradbeništvo, ki je potekal 13. aprila v Portorožu.

Na forumu so predstavniki podjetij poudarili podražitve osnovnih materialov: jeklo za 100 % in več, cement za 50 %, bitumen za 100 % itd. Take podražitve praktično pojejo predvidene marže, ki v gradbeništvu niso tako velike in se gibljejo okoli 10 %.

Tako velika nihanja bodo zagotovo povzročila, da bodo imela majhna podjetja ogromne izgube, ali pa bodo celo propadla, saj nekateri delajo po vzorcu gradnje na ključ po cenah, za katere so se dogovorili pred podražitvami. Zakoni v Sloveniji v nepredvidenih situacijah sicer omogočajo prerazporeditev bremena stroškov med podjetja in investitorji, vendarle samo do 10 %, čeprav v nekaterih primerih tudi te olajšave ni mogoče izkoristiti. Kriza v slovenskem gradbeništvu, ki je nastopila po letu 2008, je pripomogla k temu, da velika podjetja propadajo. S tem so bile izgubljene vse reference ter človeška delovna sila, ki je zaradi slabe avtomatizacije v tem sektorju še vedno ključnega pomena. Kot vemo, so bila za ponovni dvig sektorja, potrebna leta.



S ciljem da se ne bi ponovil ponoven kolaps, je bilo poudarjeno, da mora država nastopiti s srednjeročnim ali dolgoročnim investicijskim planom, ki bo pripomogel k ohranjanju sektorja na dostojnem nivoju. Zaradi aktualne situacije z energetsko krizo so bile, poleg infrastrukturnih projektov, investicije v energetiko (posebej v obnovljive vire energije), izpostavljene kot možna rešitev, ki bi ohranila nadaljnje poslovanje gradbeništva, ki kot panoga zavzame največji odstotek BDP.

V nadaljevanju bom, neodvisno od zgoraj navedenega, predstavil določene vidike obnovljivih virov energije; koliko so ti zares ekološki in kakšna je njihova ekonomska upravičenost. Ljudje smo nagnjeni k temu, da stvari delamo in jih sprejemamo po liniji najmanjšega odpora, kar pogosto pripelje do tega, da imamo glede določenih stvari napačno predstavo. Podobno se dogaja tudi na področju energije in ekologije.

Govorimo o električnih avtomobilih brez izpušnih plinov, o hidrogenskih avtomobilih, ki namesto CO₂ v ozračje spuščajo samo vodo; o vetrnicah, ki proizvajajo ekološko energijo, vendar ubijajo ogrožene vrste ptic; o nevarnostih hidroelektrarn za biodiverzitetu v rekah ipd. Kurimo ogromne količine premoga, da bi nadomestili pomankanj električne energije; kurimo premog, ki ni ekološki in je prav tako nevaren za žive organizme. Sončna energija je brezplačna, a paneli so dragi in ko so enkrat izkoriščeni postanejo le še nevaren odpadki, ki ga niti ni možno v celoti reciklirati. Študije so pokazale, da če gledamo na situacijo samo s stališča izpusta CO₂, smo še vedno v zablodi glede električnih in vodikovih avtomobilov. Če nam nekdo prodaja električni avtomobil in nam reče, da ima 0 emisije CO₂, verjetno misli samo na proces pri sami vožnji.

Če bi tak avtomobil postavili v izolirano okolje, bomo notri res zmerili 0 CO₂, vendar ko pogledamo širšo sliko, ki vključuje proizvodnjo avtomobilov, posebej proizvodnjo baterije, kar so vse energijsko odvisni procesi, in če zraven dodamo še proizvodnjo električne energije, ki je potrebna za polnjene avtomobilov, ugotovimo, da avtomobil na koncu proizvede celo več CO₂ kot navaden.

Zakaj je temu tako? Proizvodnja električne energije se še vedno skoraj 2/3 dogaja s pomočjo izgorevanja premoga ali plina. Po drugi strani je življenjska doba električnih avtomobilov krajša od navadnih. To ne pomeni, da so električni avtomobili v popolnem nasprotju z željo po planetu z manj CO₂, vendar z današnjim načinom proizvodnje energije povzročamo več škode kot koristi, če vozimo električni avtomobil. V študijah se je pokazalo, da so trenutno najboljša varianta hibridi. Izpostavil bi še en zanimiv fakt, ki pravi, da če bi zamenjali vse avtomobile s konji in z njimi prejahali enako kilometrov kot z avtomobili, bi ugotovili da bi ti izpustili enako količino CO₂ kot avtomobili. Tudi če se to morda sliši neverjetno, je res, vendar moramo vedeti, da je CO₂, ki ga proizvedejo konji ga nato porabljajo rastline, da so lahko hrana za konje. V tem primeru je proces CO₂ s pomočjo naravnih mehanizmov postavljen v krog in se ne povečuje. S tem je dosežen balans. Problem s CO₂, ki ga na različne načine proizvajamo ljudje, pa je v tem, da ni reverzibilen in ga ne moremo postaviti v krog, ampak ga preprosto izpustimo v atmosfero.

Vodik je druga alternativa za pogon vozil, ki v zadnjih letih postaja vse bolj zanimiv. Vodik predstavlja 75 % mase v atmosferi, kar pomeni, da ga je v izobilju. Na »enostaven« način ga lahko pridobimo z elektrolizo vode, do problema pa pride zaradi energije, ki je potrebna za njegovo proizvodnjo. Trenutno se vodik največ proizvaja iz zemeljskega plina, zato je za zeleno proizvodnjo nekonkurenčen. Tudi mreža vodikovih polnilnih postaj je še vedno nerazvita. V Sloveniji je bila postavljena samo ena, ki pa je tudi zelo draga. Vendar vodik, ko ga imamo enkrat proizvedenega, postane zelo učinkovito gorivo. Vodikovi avtomobili, kot je Toyota Mirai, so pokazali, da so zmožni premagati veliko večje razdalje (okoli 1000 km z enim polnjenjem) kot električni, saj je vodikov motor za 100 % učinkovitejši od navadnega. Osebni avtomobili naj bi bili zadnji, ki bi se peljali na vodik. Mišljeno je, da bi to gorivo uporabljali za velike stroje in vozila, kot so gradbena mehanizacija, avtobusi, velike ladje ter vojaška vozila. Do večjih problemov za njegovo uporabo prihaja zaradi njegovega pomanjkanja in dejstva, da je njegov volumen velik, zato zasede veliko prostora, zaradi česar bi rabili veliko prostora za njegove rezervoarje.



Električni avto iz leta 1900



Toyota Mirai

Kot zanimivost lahko navedem, da je bilo leta 1900 več električnih kot bencinskih avtomobilov: 40 % so jih poganjali parni stroji, 37,5 % je bilo električnih in 22,5 % na bencin.

Električni so bili celo najbolj priljubljeni, saj so bili tihi, brez vibracij za zagon niso potrebovali, da se jih je zagnalo. Nato je razvoj zavil v drugo smer. Vodikov motor je bil iznajden v 19. st. Leta 1960, je podjetje General Motors imelo tudi prvi kombi, ki ga je poganjal vodik. Glede alternativ za fosilna goriva v transportu, ni bilo večjih inovacij. Spremenil se je pogled na ekologijo in izpustne pline, ki naj bi povzročali klimatske spremembe.

Elektrika je definitivno energija prihodnosti, vendar je potrebno najti načine, kako jo proizvajati brezogljeno. Tu nastopijo dodatne dileme, kaj je njena najboljša alternativa. V nadaljevanju bomo prikazal nekaj podatkov, ki nam kažejo malo drugačno perspektivo.

Elektrika, pridobljena od sonca, je deklarirana kot obnovljivi vir. Nemčija je med največjimi investitorji v solarno in vetrno energijo, ki je zelo pomembna za zeleni prehod. Vendar so solarne panele učinkovne samo 10–30 % časa na leto. Shranjevanje energije v baterije je drago in prav nič ekološko. Zanimiv je podatek, da so Nemci leta 2016 investirali 4 % več denarja v solarne panele, vendar so pridobili kar 3 % manj elektrike zaradi tega, ker jim narava tistega leta ni bila naklonjena. Enako se je zgodilo tudi z vetrnicami. Investirali so 11 % več, a dobili 2 % manj energije kot prejšnjo leto. Rešitev za to težavo se lahko skriva v povečanju kapacitet. Vendar ko enkrat dosežemo določen odstotek energije, proizveden na tak način, zadeva postane ekonomsko neprofitna. Če proizvedemo več energije, kot je potrebujemo, lahko to vodi tudi do izpada prenosnega sistema. Omenja se ideja za tako imenovane velike vodne baterije, kar pomeni, da bi izdelali jezove, ki bi ponoči proizvajali električno energijo s pomočjo spuščanja vode iz zgornjega jez v spodnjega, na sončen dan pa bi s pomočjo sončne energije vodo črpali nazaj v zgornji jez, kar bi predstavljalo zaključen krog energije. Za uresničitev te ideje so kot prvo potrebni ustrezni geografski pogoji.

V zadnjih letih je vsekakor dodaten problem tudi, kako zaradi oviranja ekologov pridobiti dovoljenje za gradnjo. Ekologi in njihove ideje so čedalje glasnejši, čeprav so nemalokrat o situaciji premalo in narobe informirani, zato vidijo samo ožjo sliko. Tudi institucije, ki zagovarjajo izgradnjo takih projektov, slabo izkoriščajo znanja strokovnjakov, zato prevečkrat javnosti in organizacijam za zaščito okolja ne uspejo predstaviti ustreznih argumentov, kar privede do tega, da projekti več let ostajajo nerealizirani.

Zgodbe Černobila in Fukušime ter popačena slika o celotni situaciji, so pripeljale do tega, da je neopravičeno padla popularnost nuklearnih central. Ko ljudje slišijo kaj o nuklearkah, si v glavi takoj ustvarijo sliko posledic nevarnega sevanja. Nepoznavanje določenih statistik, ki bi pokazale širšo sliko, je pripeljalo do prenatrpanih in posledično napačnih odločitev.

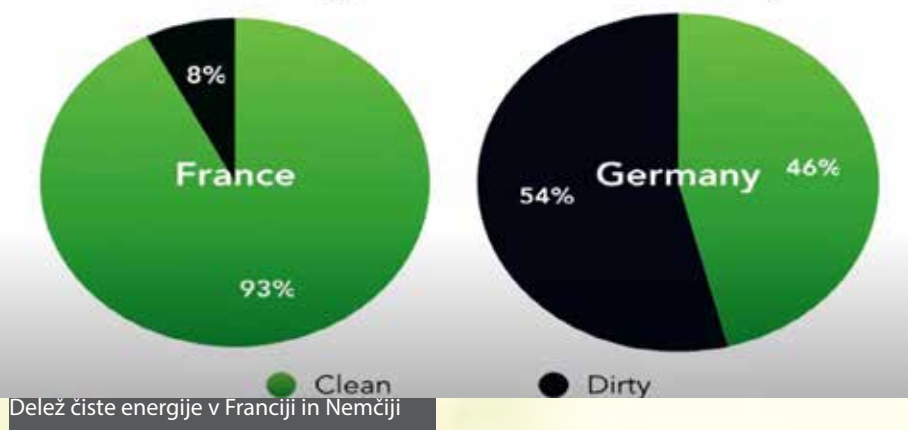
Increased risk of mortality	
Megacity versus small town living	2.8%
Passive smoking	1.7%
Exposure of 250mSv (Chernobyl Liquidator)	1.0%
Exposure of 100mSv (Chernobyl Liquidator)	0.4%

Povečanje nevarnosti za smrt zaradi različnih dejavnikov

Francija je leta 2017 pridobila 93 % zelene energije zahvaljujoč jedrskim elektrarnam ter hidroelektrarnam, Nemčija, ki ima politiko zapiranja jedrskih elektrarn pa samo 46 %.

Nemčija je do leta 2017 v obnovljive vire vložila okrog 500 milijard evrov. Če bi s tem denarjem zgradili nuklearne elektrarne, bi imeli 100 % zelene energije. Prednosti nuklearnih central so v tem, da le-te lahko kar 90 % časa nemoteno proizvajajo električno energijo, torej globalno gledano izpuščajo kar 4 % manj CO₂ kot sončne elektrarne; ne zavzamejo veliko prostora, a proizvedejo veliko energije. Glede skladiščenja odpadnega materiala so že urejeni protokoli, da se nevarni odpadki shranjujejo na varen način. Po drugi strani pa CO₂, ki presega naravni balans, še vedno ne shranjujemo.

France generates 2x more electricity from clean energy sources than Germany.



Nuklearni odpadki se zaenkrat shranjujejo na Zemlji, pojavljajo pa se tudi ideje, da bi se shranjevali nekeje v vesolju, ko bodo ustvarjeni pogoji za to, kar bi bil zelo verjetno dodaten plus. Problem pri nuklearkah je v tem, da gre za zahtevne in drage projekte, za katere je potrebnih več let. Na tem področju deluje samo omejeno število usposobljenih podjetij in strokovnjakov.

Takojšni prehod na nuklearno energijo bi pomenil, da se bodo potrebe zemeljskega plina, ki se zdaj uporablja v termoelektrarnah za nadomestitev primanjkljaja energije iz drugih obnovljivih virov, kot sta sonce in veter, znatno zmanjšale.

Veliko je že narejenega, veliko pa moramo še narediti. Pri zasnovi energetske politike moramo biti predvsem previdni. Dobro bi bilo, če bi najprej, preden se odločimo, kaj bomo kot posamezniki podprli, poslušali kompetentna strokovna mnenja. Zavedati se moramo, da so pri obnovljivih virov kako tehnični, tako tudi problemi zaradi naravo. Narave še nikoli nismo premagali. Vsemu temu se mora prilagajati tudi gradbeni sektor in predvsem razumno zagovarjati svoje interese. Naj članek končam s citatom: »The future is not only electric, it is also eclectic.«

Avtor: Gjorjgijja Pandev



Nuklearna elektrarna Krško

Tak razvoj ne gre v korist velikih naftnih podjetij, ki trenutno veliko investirajo v sončne in vetrne pogone, verjetno tudi zaradi indirektnega dobička iz distribuiranje plina in drugih derivatov za termoelektrarne.





Prvi 3D natisnjen most iz nerjavečega jekla

Leta 2021 so v Amsterdamu odprli novi most čez kanal Oudezijds Achterburgwal, ki se nahaja v samem centru Amsterdama. Njegova posebnost je, da je to prvi funkcionalni 3D tiskani most iz nerjavečega jekla. Most se imenuje po tehnološkem podjetju, ki ga je ustvarilo – MX3D. Sodelovali so z inženirji iz podjetja Arup, ki so poskrbeli za ustrezno stabilnost in nosilnost mostu, in z nizozemskim oblikovalcem Jorisom Laarmanom, ki je mostu določil obliko in poskrbel za njegov estetski in unikaten videz.

NAČRTOVANJE GRADNJE

Po izbiri lokacije, kje bo most prečkal kanal Oudezijds Achterburgwal, so naredili natančen posnetek območja, na podlagi katerega so ustvarili izredno podroben digitalni model. S pomočjo tega modela so določili dimenzije mostu, nosilnost že obstoječih zidov ob kanalu, posebnosti pri gradnji na območju, omejitve na območju, ki jih narekuje mesto, in praktične omejitve glede gradnje.

NOSILNOST, OBLIKA IN TISKANJE

Zaradi napetosti, ki so jih predvideli v mostu, so določili, da mora most imeti nesimetrično obliko. Konstrukcija ima zelo tanke in votle elemente, vendar je njena ustrezna nosilnost vseeno mogoča prav zaradi ustrezne oblike. Most meri 12,5 m in tehta 4.500 kg.

Most so tiskali s pomočjo programske opreme Metal XL. Ta kalibrira material, preveri izvedljivost, razčleni model v manjše odseke in natisne željeno strukturo. Programska oprema omogoča tudi izvedbo monitoringa. Celoten postopek je na koncu strnjen v poročilo. Za tiskanje mostu je bila uporabljena aditivna tehnologija proizvodnje WAAM (ang. Wire Arc Additive Manufacturing) oz. 3D obločno oblikovno navarjanje z žico. Most je bil narejen z robotom s šestimi osmi in napravo za varjenje. Robot je izdeloval odseke mostu tako, da je nanašal jeklo v slojih.

Tiskanje je bilo z nerjavečim jeklom, čeprav je tiskanje mogoče tudi z drugimi jekli. Za izgradnjo mostu so porabili 1.100 km žice in 4.500 kg nerjavečega jekla.

WAAM TEHNOLOGIJA

WAAM je ena izmed manj znanih tehnologij 3D tiskanja s kovino, vendar je zelo primerna za 3D tiskanje v gradbeništvu in je lahko uporabna v več panogah.

WAAM uporablja postopek obločnega varjenja za 3D tiskanje kovinskih delov. Za razliko od bolj običajnih postopkov tiskanja s kovinskim prahom, WAAM deluje tako, da tali kovinsko žico z uporabo električnega toka kot vira toplote. Proces nadzoruje robotska roka, oblika pa je zgrajena na podlagi, iz katere je izdelek mogoče izrezati, ko je končan. Žica se ob postopku stopi in se iztisne v obliki kroglic na podlago. Ko se kroglice primejo skupaj, ustvarijo plast kovinskega materiala. Nato se postopek ponovi, ker se nanaša plast za plastjo, dokler izdelek ni končan.

Deli, ki so proizvedeni z WAAM tehnologijo, imajo visoko gostoto in dobre mehanske lastnosti. Proizvodi WAAM tehnologije so primerljivi z deli, ki jih proizvedemo s tradicionalnimi proizvodnimi metodami.

VGRADNJA MOSTU

Most so najprej želeli natisniti kar na lokaciji. Prvotna ideja je bila, da bi na obeh straneh kanala namestili robote, ki bi tiskali most. Nastajajoči strukturi bi se nato na sredini združili. To se je zaradi tehničnih problemov in pomanjkanja varnosti, izkazalo za nemogoče. Tako so most najprej natisnili in ga nato v delih pripeljali na lokacijo.

Tiskanje mostu je trajalo šest mesecev in je bilo zaključeno že leta 2018. Z vgradnjo mostu je bilo potrebno počakati še tri leta zaradi saniranja kanala. Ko je bil most natisnjen in načrtovana lokacija v Amsterdamu pripravljena, so most razrezali na tri dele in ga prepeljali do mesta vgradnje s pomočjo ladij. Nato so delčke dvignili z žerjavom in jih na mestu zvarili v enotno konstrukcijo. Kasneje so konstrukcijo še ojačali, da so zadostili predpisom občine.



Vgrajena mostna konstrukcija

MONITORING

Znanstveniki in inženirji z Inštituta Alana Turing v Angliji so v most vgradili mrežo senzorjev. Stem so mostu ustvarili digitalnega dvojnika. Digitalizacija mostu omogoča spremljanje sprememb v obliki konstrukcije, spremljanje napetosti, premike in vibracije v konstrukciji, beleženje sprememb okolja, kot sta kakovost in temperatura zraka, štetje pešcev, ki prečkajo most, spremljanje obnašanja tiskanega nerjavečega jekla ipd.

Čeprav je most nedvomno zanimiv zaradi svoje inovativne gradnje, vsi nad njim niso bili povsem navdušeni. Največ kritik je požel zaradi dejstva, da bo stal le dve leti, dokler se prvotni most čez kanal ne obnovi. Pri tem se je pojavil problem, da je bilo v projekt vloženih veliko sredstev, dela in časa za le dve leti uporabe.

Avtorica: Deja Mavri



Crossrail: Elizabeth Line



Crossrail

Projekt Crossrail je eden od največjih gradbenih projektov, ki se trenutno zaključujejo v Evropi. Glavni motiv za izgradnjo 120 km dolge proge, od tega 42 km v tunelih pod mestom, je bila direktnjša in posledično hitrejša povezava med zahodnim in vzhodnim delom Londona, hkrati pa tudi do glavnega letališča. Dvojni tuneli oz. cevi pod mestom imajo premer nekaj več kot 6 m ter globino do 40 m, zgrajeni pa so bili med letoma 2012 in 2015 s pomočjo 8 TBM strojev. Iz konstrukcijskega vidika projekt vsebuje 40 dodatnih postaj, od tega 8 novih podzemnih postaj, 2 novi nadzemni postaji, ostalo pa so dodane izboljšave sicer že obstoječih postaj in javnih prostorov na različnih delih mesta. Ko bo projekt popolnoma zgrajen oz. v polnem obratovanju, je pričakovati, da bo prevažal več kot 200 milijonov potnikov na leto. Polno obratovanje naj bi se začelo najkasneje maja 2023, ko bo 24 vlakov na uro vozilo v vsako smer in tako skrajšalo potovalni čas do centra mesta za več kot 1,5 milijonov ljudi na manj kot 45 minut.

Ne glede na to, da je bil projekt prvič predlagan 33 let nazaj in je bil odobren leta 2007, so se zaradi težav dela začela šele leta 2009. Trenutna zamuda projekta znaša 4 leta in je približno 5 milijard evrov nad prvotnim proračunom. Dosedanji strošek projekta je ocenjen na skoraj 23 milijard evrov. Financiranje projekta je bilo v večji meri zagotovljeno s strani mestnega in državnega proračuna, majhen delež pa tudi s strani privatnih investorjev. Na tem mestu se mogoče postavlja vprašanje o smiselnosti takšnih projektov, vendar to problematiko oz. debato pustimo za kdaj drugič.

Nadgradnja postaje Canary Wharf

Canary Wharf je ena izmed najbolj obremenjenih postaj mesta in ena od 10 novih vozlišč Crossrail projekta. S tem namenom je bila podzemna postaja zgrajena iz šestih nivojev, njena okolica pa prilagojena novemu razvoju oz. novi obremenitvi. Nova shema postaje vsebuje: novo streho in nadzemno nadgradnjo obstoječe postaje, dodatne trgovine, restavracije in kavarne.

Območje okoli postaje je zasnovano tako, da spodbuja obiskovalce k uporabi novega javnega parka v sklopu postaje in trgovin, razporejenih v štirih nivojih. Konstrukcijsko je nadgradnja sestavljena iz armiranobetonskih okvirjev z rasterjem 13,5 m x 9 m in je s pomočjo dilatacij ločena na tri različne podkonstrukcije; vsaka ima dolžino 90 m. Strešna konstrukcija nadgradnje poteka kontinuirno brez dilatacij. Horizontalno stabilnost nadgradnje zagotavljajo armiranobetonska jedra, ki prenašajo horizontalne obremenitve v armiranobetonski škatli podzemnega dela postaje do nivoja minus tri. Najbolj značilen del nadgradnje obstoječe postaje predstavlja nova membranska lesena streha iz etilen tetrafluoroetilen (ETFE), ki je dolga 310 m in sestavljena iz 778 trikotnikov in 564 vozlišč. Na sami sredini razpona se odpre ter tako izkorišča naravno svetlobo in prezračevanje. Taka zasnova nosilne konstrukcije postaja močno razlikuje od ostalih visokih poslovnih stavb v sami okolici. Projekt nadgradnje postaje Canary Wharf je bil končan leta 2014, urejanje okolice in uradno odprtje je bilo leta 2015, nova strešna konstrukcija postaje pa je do sedaj prejela veliko prestižnih arhitekturnih in inženirskih nagrad.



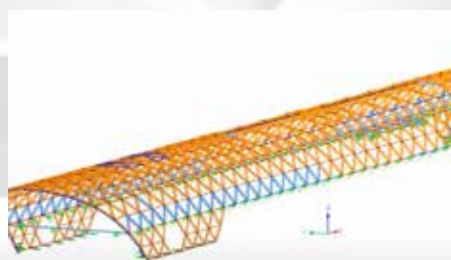
CanaryWharf

Konstrukcijski in trajnostni vidiki strešne konstrukcije

Optimizirana zaobljena geometrijska oblika strehe je dosežena s pomočjo kompleksnih jeklenih vozlišč oz. povezav. Ne glede na obliko strešne konstrukcije, so skorajda vsi lepljeni leseni nosilci ravni, le štirje imajo določen radij.

CROSSRAIL PLACE

VIA ADAMS PLAZA BRIDGE



Numerični model nosilne konstrukcije

Ta način izvedbe je bil izbran predvsem iz ekonomskega vidika: izdelava ukrivljenih, lepljenih lesenih nosilcev poteka dlje časa in ni povsem avtomatizirana, optimizacija oblike pa pripomore k zmanjšani uporabi jekla in številu nosilcev, kar posledično vpliva na čas montaže in ceno. Izdelava vseh lesenih elementov je trajala pol leta. Nosilna konstrukcija strehe vsebuje 1000 m³ smrekovega lesa oz. 1.418 lepljenih lesenih nosilcev in 564 jeklenih vozlišč, pri tem jih ima 348 od njih edinstveno obliko, 86 pa jih je povezanih neposredno z armiranobetonsko ploščo. Vsa jeklena vozlišča so bila vroče pocinkana, da bi se povečala njihova trajnost. Zaradi velikega razpona so ob robovih na vzhodnem in zahodnem konzolnem delu postaje na 30 m uporabljeni ukrivljeni škatlasti jekleni nosilci. Primarni lepljeni leseni nosilci potekajo diagonalno in vzdolžno glede na smer strehe. Prvi so povezani z armiranobetonsko ploščo, ki hkrati predstavlja podporo pokritemu javnemu parku, drugi pa imajo med seboj 6 m razmaka. Dimenzije diagonalnih nosilcev znašajo 800 mm x 250 mm, vzdolžnih 450 mm x 250 mm, dolžine pa so med seboj različne in se gibljejo 4–8 m. Konstrukcijsko je strešna konstrukcija kontinuirna in povezana z momentnimi stiki, kar prispeva k visoki nedoločenosti. Zaradi same pomembnosti stikov pri lesenih konstrukcijah in njihovem vplivu na celotno togost konstrukcije je bilo pri projektiranju veliko dela pri določanju duktilnosti uporabljenih veznih sredstev. V ta namen so bili izvedeni standardizirani obremenilni preizkusi veznih sredstev.



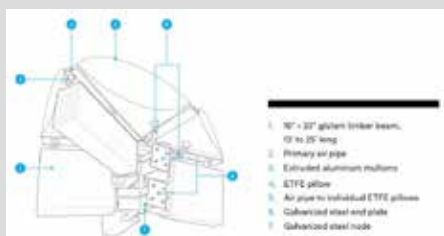
Izdelava lesene konstrukcije



Izdelava lesene konstrukcije



Detajl spoja lesenih elementov



Detajl spoja lesenih elementov

Da bi se zmanjšala stalna obtežba strehe, so bile namesto steklenih površin med lesenimi nosilci uporabljene membranske blazine iz ETFE, napolnjene z zrakom. Membranske blazine vsebuje približno 10.000 m² prozorne folije iz ETFE. Na ta način se doseže boljše izolativnost, ki hkrati zagotavlja stabilnejše klimatske pogoje različnim rastlinam v pokritem javnem parku. Primarna lesena konstrukcija in sekundarna aluminijasta podporna konstrukcija membranskih blazin sta bili zasnovani in zgrajeni skupaj, tako da oblikujeta skupni koncept – tako geometrijsko kot konstrukcijsko. Taka zasnova je omogočila izvajalcu membranskih blazin boljše izkoriščenost in optimizacijo interakcije različnih materialov med seboj.

Vse javne površine imajo naravno prezračevanje in izkoriščajo pasivne metode hlajenja. Naravna svetloba in namakanje določenih rastlin sta zagotovljeni s štirinajstimi odprtiniami vzdolž vrha strehe v obliki deltoida, vsaka z dimenzijami približno 10 m. Dodatna ukrepa, ki pripomoreta k trajnosti, sta zbiranje deževnice in recikliranje odpadne vode.

Ne glede na to, da projekt Crossrail ni povsem dokončan, je bila nova podoba nadgradnje postaje Canary Wharf odprta za uporabo že leta 2015 in obratuje v polnem obsegu, trenutno pa vključuje več kot 300 trgovin in restavracij.

Avtor: Luka Naumovski



Transport plavin v vodotokih

Rečni transport materiala je proces, ki je stalno prisoten v vodotokih. Prisotnost tega procesa je posledica energije vodnega toka, pa tudi erozije, ki predstavlja vir materiala, ki se premešča. Ta je lahko posledica naravnih procesov (spiranja preperine, plazov, usadov) ali umetnih vplivov v bližini rečne struge (kmetijstva, gradbenih del). Modeliranje rečnega transporta materiala je pomembno, ker ta predstavlja enega od potencialnih faktorjev, ki povečujejo obseg in intenziteto uničujočih učinkov voda. Nimajo pa sedimenti zgolj negativnega vpliva. Rečni material, kot na primer pesek in prod, predstavlja uporaben gradbeni material. Pomembnost dinamike transporta je vidna že skozi zgodovino, saj so se prve civilizacije razvile ob večjih rekah prav zaradi rodovitne zemlje, ki so jo reke odlagale med poplavljanjem. Količina transporta ima vpliv na življenje vodnih organizmov v vodotoku, z opazovanjem njegove količine pa lahko dobimo tudi vpogled v intenzivnost erozijskih procesov v zaledju.



Bočna erozija v času visokovodnega dogodka

Pojem sediment se uporablja za vse zemljine, ki so bile premeščene iz svoje prvotne lege na drugo lokacijo kot posledica procesov, ki definirajo erozijski krog. Plavine predstavljajo vse sedimente znotraj rečne struge, ki se vsaj občasno premeščajo kot posledica delovanja vodnega toka. Prisotnost plavin v vodotoku vpliva na spreminjanje njegovih lastnosti in oblike. Posledice prisotnosti plavin se na primer kažejo v spremembah rečne struge in pokrajine ter zapolnjevanju akumulacijskih pregrad.

Ob poplavih vplivajo tudi na povzročanje škode na kmetijskih zemljiščih in infrastrukturnih objektih, kar pa je večinoma posledica človekove prisotnosti na poplavno ogroženih območjih. Usedanje drobnih zrn lahko poslabša naravni cikel kroženja vode, saj blokira dreniranje v podtalnico. Po drugi strani pa ravno odloženi rečni sedimenti predstavljajo ugodno podlago za kmetijsko dejavnost.

Plavine lahko razdelimo v dve skupini. Prva skupina so lebdeče oz. suspendirane plavine. V to skupino štejemo vse delce, ki so dovolj majhni, da lebdejo v vodnem toku in so zato redko v stiku z dnom struge. Ti delci so največkrat v velikosti gline ali melja, gibljejo pa se večinoma s hitrostjo vodnega toka. Prisotnost lebdečih plavin je posledica površinskega spiranja zemljin in povzroča kalnost (motnost; stanje, ko se ne vidi rečnega dna). Poznamo naravno kalnost, ki je prisotna ob normalnih pretokih, ter poplavno kalnost, ki je prisotna zgolj ob povečanih pretokih. Pri poplavni kalnosti v vodnem toku lebdejo tudi večji delci peska, ki pa se ob nižjih pretokih usedejo nazaj na dno vodotoka. Druga skupina plavin so rinjene plavine, te predstavljajo večje delce, ki se zaradi svoje velikosti večinoma premikajo, ali poskakujejo po rečnem dnu. Pretok rinjenih plavin v vodotoku predstavlja prodonosnost.





Premestitvena zmogljivost predstavlja največjo količino rinjenih plavin, ki jih je vodotok še sposoben premeščati. Prodnosnost ne more biti večja od premestitvene zmogljivosti. Kadar je dotok rinjenih plavin iz gorvodnih odsekov večji od premestitvene zmogljivosti, pride do zaplavljanja struge, saj vodotok ni sposoben premeščati presežkov plavin. Takrat je vodni tok zasičen. Obratno pa pride do erozije, kadar je premestitvena zmogljivost večja od dotoka rinjenih plavin iz gorvodnih odsekov. Umeščanje objektov, kot so pregrade, v strugo ta naravni tok sedimentov prekrine in spremeni razmere v vodotoku.

Obe skupini plavin se premeščata po vodotokih kot del erozijsko-sedimentacijskega kroga. Glavna gonilna sila premeščanja plavin je vodni tok, ki poganja omenjeni krog. Ta se tesno prepleta s hidrološkim krogom, saj so ekstremne padavine eden izmed glavnih vzrokov za erozijo in premeščanje rečnih plavin. Ob povečanih vodnih pretokih se tako premeščajo večje količine plavin, kar je še posebej značilno za vodotoke s hudourniški značilnostmi, ki bodo obravnavani v nadaljevanju. Erozijsko-sedimentacijski krog je sestavljen iz procesov sproščanja materiala oz. erozije, spiranja in premeščanja plavin (transport) in odlaganja premeščenih plavin. Protiutež erozijskemu delovanju predstavlja geološko delovanje, ki dviguje površje. Na območju vodotoka prihaja do velikih časovnih in prostorskih spremenljivosti teh procesov.

Sproščanje materiala je posledica procesov erozije tal, podpovršinskega spiranja in premeščanja ter erozije brežin vodotoka. Erozija tal predstavlja spiranje in odplavljanje zemljin na površju zaradi delovanja tekoče vode. Sestavljajo jo ploskovna, žlebična, medžlebična in jarkovna erozija. Podpovršinsko premeščanje je posledica spiranja zemljin zaradi pronicajoče vode, erozija brežin vodotoka pa je posledica delovanja vodnega toka v strugi. Plavine se nato z vodnim tokom premeščajo dolvodno, dokler je za to na voljo zadostna količina energije. Ko se hitrost vodnega toka zmanjša, nastopi proces odlaganja premeščenih plavin.

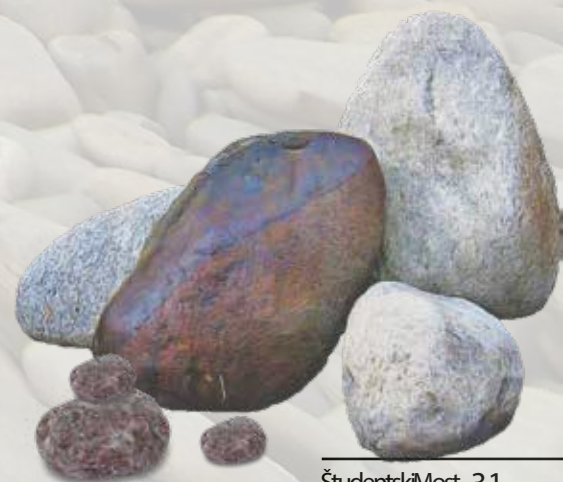
Ena od tradicionalnih metod za izračun erozije je univerzalna enačba izgub zemljine USLE oz. v novejšem času izboljšana verzija z oznako RUSLE (ang. Revised USLE). Enačba nam kot rezultat podaja povprečno izgubo tal na enoto površine. Vhodne podatke za enačbo predstavlja 6 faktorjev, ki jih izračunamo s pomožnimi enačbami oz. preglednicami in grafikoni ter z upoštevanjem lastnosti terena. To bodo tudi eni od glavnih dejavnikov, s katerimi bomo v nadaljevanju primerjali ocenjeno količino transporta plavin. Med tradicionalne metode napovedovanja erozije spada še Gavrilovičeva enačba, ki jo je za območje Sredozemlja predlagal Gavrilović (1970). Poznamo tudi sodobnejše, moderne metode modeliranja erozije tal, med katere spadajo modeli WEPP, LISEM in TOPOG. Ti za razliko od tradicionalnih metod upoštevajo celoten cikel erozijskega procesa (sproščanje, premeščanje in odlaganje).

Z opazovanjem dinamike zapolnjenosti in čiščenja zaplavnih pregrad smo poskušali ovrednotiti premeščanje plavin v strugah pritokov Save Dolinke. Te so v večini hudourniške narave, zato se v njih večji del premeščanja plavin zgodi ob izdatnejših padavinskih dogodkih, ko se pretoki znatno povečajo.

Opazovana prispevna območja vodotokov so večinoma v strmem terenu, kjer ima vodni tok, sploh ob večjih pretokih, veliko energije. Zato prevladujeta procesa sproščanja in transporta plavin, odlaganje plavin pa je prisotno na območjih zaplavnih pregrad na vodotokih. Na osnovi zapolnjenosti teh pregrad smo ocenili količine premeščenih plavin na posameznih vodotokih. Zaplavne pregrade zadržijo večinoma rinjene plavine, tako se ocena nanaša na to vrsto plavin.

Ocenjene količine premeščanja smo primerjali z lastnostmi porečij in skušali ovrednotiti, kateri dejavniki imajo največji vpliv na transport plavin v obravnavanih vodotokih oz. pri katerih se pokaže največja odvisnost s količino transporta plavin. Najbolj izrazita povezava se kaže med količino premeščanja plavin in velikostjo prispevnega območja vodotoka. Viden pa je tudi vpliv padavin in njihove erozivnosti, pokrovnosti tal in v nekoliko manjši meri tudi povprečnega naklona prispevnega območja. Po rezultatih opravljene analize lahko predvidevamo, da je premeščanje rinjenih plavin v hudourniških strugah na tem območju odvisno predvsem od površine prispevnega območja, padavin, pokrovnosti tal in naklonov terena.

Avtor: Luka Prezelj





Angkor Vat: Največji verski objekt na svetu in njegova hidravlična zasnova

Angkor je mesto, ki je bilo več kot 500 let prestolnica Kmerskega cesarstva. Je mesto, ki ga sestavlja 112 manjših vasi. Čeprav je najbolj poznano po svojih templjih, za katere je skupno ime Angkor Vat, nosi velik zgodovinski pomen tudi v širšem pogledu. Tega so počastili leta 1992, ko so mesto vpisali na seznam svetovne dediščine.



Angkor vat

Nekje v 50. in 60. letih prejšnjega stoletja je raziskovalec Bernard Phillip Groslier Angkor razglasil za kraljevo hidravlično mesto, saj je mesto organizirano okoli ogromnega sistema za upravljanje voda. Sistema sprva niso razumeli, šele okoli leta 2004 in 2005 so kmerski raziskovalci odkrili, kako deluje.

Kmeri živijo z vodo vse od nastanka Kambodže v 1. stoletju. Upravljanje z vodo je del njihovega vsakdanjega življenja in dokazi iz mesta Angkor kažejo, da je bila inovativna vodna tehnologija, ki so jo uporabljali, vrhunska.

Gospodarjenje z vodami je veljalo za osnovno znanje, ki ga vsi razumejo, zato o tem ni bilo nič napisanega. Razumevanje delovanja starodavnega hidravličnega sistema je bilo mogoče le s pomočjo domačinov, ki so znanje prenašali iz prejšnjih generacij.

V območju mesta Angkor se nahajata dve porečji, in sicer porečji rek Roluos in Pourk. V 9. st. se je najbolj razvilo območje ob reki Roluos. Tam je zrastle glavno mesto Angkor, hkrati pa se je povpraševanje po vodi povečalo. Da bi zadovoljili to povpraševanje, je bil ustvarjen kanal Siem (reka Siem) za preusmeritev vode iz reke Pourk z izgradnjo pretočnega kanala, imenovanega Bampenh Reach. Danes območje svetovne dediščine Angkor oskrbujejo tri porečja – Roluos, Siem in Pourk – s svojimi povodji, ki obsegajo 1031,84 km², 836,74 km² in 935,62 km².

V osrednjem delu Kambodže tla zaradi svoje sestave ne morejo sama podpirati težkih zgradb. Tako je bilo za gradnjo kamnitih templjev, kot so v Angkoru, potrebno najti ustrezno tehniko. Kmerski inženirji so takrat odkrili fizikalne lastnosti peska in vode ter ugotovili, da lahko združijo ta dva elementa za gradnjo, ker pesek, ko je moker, lahko prenese velike obremenitve. Odkritje te tehnike jih je pripeljalo do določanja krajev, kjer bi to teorijo lahko uporabili. Študije so pokazale, da je območje mesta Angkor najboljše lokacija, saj je podzemna voda blizu površine. Nato so takojšnjo prisotnost podzemne vode uporabili za popolno zapolnitev peščene plasti pod templjem, da bi zagotovili njegovo stabilnost.

V velikih mestih je voda lahko problem. Starodavni Kmeri so imeli že pred stoletji mehanizme za zbiranje vode v deževnem obdobju. To je mogoče videti v Angkorju, Banteay Chhmarju, Preah Vihearju in na drugih mestih. Zgradili so jarke, ribnike in zadrževalne rezervoarje.

Ohranjanje stalne oskrbe z vodo in hranjenje vode za vsakodnevno porabo mesta za obdobje šestih mesecev sušne sezone je bila težka naloga. Od tod tudi kopanje kanalov za vodo in gradnja pretočnih poti, da bi na primer preusmerili naravni tok reke Pourk na umetno zgrajen kanal Siem, s katerim so prestolnico Roluos oskrbovali z vodo.

Na reki Pourk so zgradili prelivni jez Bampenh, ki je imel dvojno vlogo: mesto je oskrboval z vodo preko kanala Siem, z njim pa so tudi regulirali vodo in preprečevali poplavljanje Roluosa. V sušnem obdobju, ko je z gore Kulen, od koder se je napajala reka Pourk, prišlo manj vode, je bila ta usmerjena samo v reko Siem, v deževnem obdobju, ko je bilo vode preveč, pa je tekla tako v reko Pourk kot v reko Siem. To je dokaz, da je kmersko inženirstvo že v 9. st. uporabljalo avtomatiziran sistem upravljanja voda. Odvečna voda je bila shranjena v bazenih, jarkih in rezervoarjih.

Vsi rezervoarji so se uporabljali za ponovno polnjenje podzemne vode z neposredno infiltracijo. Nekateri se za to uporabljajo tudi danes, nekateri pa imajo tudi druge funkcije, na primer rezervoar Lolei in Zahodni rezervoar se uporabljata za namakanje, Jayatataka oz. Severni rezervoar pa se uporablja za oskrbo mesta Angkor Thom. Vzhodni rezervoar se v prvi fazi uporablja za namene namakanja, kot sta Lolei in Zahodni rezervoar, druga faza pa je omejena na temeljno vlogo ponovnega polnjenja podzemne vode, da se zagotovi trajnostna oskrba z vodo v Kraljevskem bazenu in v jarkih templjev Ta Prom, Banteay Kdei in nekaterih drugih.



O tem, da so starodavni Kmeri razumeli delovanje vode, imamo več dokazov. Prelivni jez Bampenh, ki je bil zgrajen v 9. st., je dober primer tipične gradnje. Preliv je bil zgrajen po krivulji vodnega toka z namenom zmanjšanja turbulence in erozije dolvodno. Starodavni Kmeri so razumeli tudi hidravlično silo, kar pojasnjuje prisotnost blokov, uporabljenih za izgradnjo pretoka. Da bi preprečili kakršnokoli premikanje blokov in jih kljub močni vodni sili obdržali na svojem mestu, so v bloke vrezali navpične ali vodoravne utore, da bi se med seboj prepletli in tvorili ogromne trdne dele.



Prelivni jez Bam Penh

Jayatataka

Jayatataka oz. Severni rezervoar je četrti rezervoar na območju Angkora in meri 3.600 m v dolžino in 930 m v širino. Za prvo fazo ima 5 milijonov m³ skladiščne kapacitete, v drugi fazi pa se skladiščenje z dvigom nasipov lahko poveča na 10 milijonov m³. Zgradil ga je kralj Javaraman VII v 12. st., v 16. st. pa se je začel sušiti.



Rezervoar Jayatataka

To je bil nov izum v tehnologiji vodnega inženirstva v Kmerskem cesarstvu. Severni rezervoar je bil napolnjen z vodo preko mreže nasipov in kanalov za zbiranje odtekaajoče površinske vode. Ko je bil nivo vode v kanalu dovolj visok, je voda pritekla v rezervoar. Sistem nasipov in kanalov se začne pri severozahodnem nasipu Severnega rezervoarja in se štirikrat obrne za 90 °, nato se spušča proti severu v ravni črti do vznožja gorske verige Kulen. Ker voda skozi te kanale ni tekla že več kot 500 let, se območje danes uporablja za riževa polja.

Neak Poan

To je otoški tempelj sredi Severnega rezervoarja. Tempelj ima pet vodnih bazenov, ki so bili vsi razen osrednjega, v zadnjem času suhi vse leto. Ko se je Severni rezervoar ponovno napolnil, so se bazeni spet napolnili z vodo in taki ostali vse leto. Voda teče iz Severnega rezervoarja v veliki osrednji bazen. Nato ko voda doseže nivo manjšega kanala, ki se nahaja med osrednjim bazenom in manjšimi bazeni, se voda začne prelivati in napolni še manjše bazenčke.



Neak Pean

To gibanje vode v petih bazenih, povezanih s Severnim rezervoarjem, predstavlja eno najboljših ilustracij hidravličnega sistema na območju celotnega verskega objekta Angkor. Ta kaže, da so stari Kmeri uporabljali tehnike infiltracije in eksfiltracije za ponovno polnjenje podzemne vode.

Z odobritvijo ICC-Angkor (ang. International Coordinating Committee for Angkor) se je junija 2007 pričela obnova hidravličnega sistema. Obnova starodavnih hidravličnih sistemov je najboljši način za ohranjanje kulturne dediščine in omogoča, da ta sistem ponovno deluje za obvladovanje današnjih izzivov suše in poplav. Rezultati v letih 2012 in 2013 so potrdili, da ti sistemi še danes učinkovito delujejo kot zaščita Angkorja pred naravnimi nesrečami in težavami, ki jih vse pogostejše povzroča turizem na območju.

V dobi razcveta Angkorja je imela ta imperialna prestolnica učinkovit in skladen hidravlični sistem. Ta je danes dober primer ohranjanja in restavriranja najučinkovitejši, stroškovno učinkovit in trajnosten prispevek k razvoju okolice Angkorja in kanala Siem, prav tako pa ključno pripomore pri zmanjševanju revščine na tem območju.

Avtorica: Deja Mavri



Prihodnost je tu: Avtomobili brez voznika

Pozno ponoči v okrožju Metro v Phoenixu v Arizoni. Pod bleščanjem uličnih svetilk se vidi, kako se počasi približuje avtomobil. Aktivni senzorji na vozilu oddajajo tiho brnenje. Na vetrobranskem steklu sveti zelenomodra luč, ki oddaja dovolj svetlobe, da se vidi v notranjost – voznikov sedež je popolnoma prazen. Kolo avtomobila se enakomerno pomika proti robniku, parkira se, medtem ko oseba, ki ga čaka, še pošilja obvestilo o prihodu. Ko se odprejo vrata, da bi se naročnik usedel v notranjost, ga prek ozvočenja vozila pozdravi glas: »Dober večer, ta avto je za vas – kam vas odpeljem?« Predstavljeni avtomobil je bolj znan kot robotaksi Waymo One, ki ga je nekdo preko posebne aplikacije poklical pred le 10 minutami. Omenjena storitev je odprta za javnost in se počasi širi po ZDA. Gre za le eno od vse večjega števila iznajdb, ki kažejo, da tehnologija brez voznika resnično postaja del našega življenja.



Prve samovozeče avtomobile, ki so bili radijsko vodeni, je ustvaril Houdina Radio Control leta 1925.

Igo vabljliva. Ima potencial, da preoblikuje naše izkušnje s potovanjem na delo ali daljša potovanja, odpelje ljudi iz visoko tveganih delovnih okolij in racionalizira našo industrijo. Ključnega pomena je, da bi nam taka tehnologija pomagala graditi mesta prihodnosti, kjer bi bila naša odvisnost in odnos do avtomobilov na novo definirana – zniževala bi se količina ogljikovih emisij, s čimer bi se tlakovala pot trajnejšemu načinu življenja. Prav tako bi naša potovanja postala varnejša.

Svetovna zdravstvena organizacija ocenjuje, da vsako leto zaradi prometnih nesreč umre več kot 1,3 milijona ljudi, zato nujno potrebujemo varnejše ceste in manj smrtnih žrtev, kar bi avtomatizacija lahko zagotovila.

Da bi vozila brez voznikov postala priljubljena, je potrebno spremeniti še marsikaj. Vozila brez voznika bi namreč na spokojen, umirjen način želijo priti od točke A do točke B, problem pa je v tem, da se tako ne bo obnašal marsikateri človeški voznik okoli njih. Taka vozila se bodo nujno morala »spopasti« s človeškimi vozniki, ki na primer objestno prehitujejo, ali kršijo cestna pravila, kar pa ni njihov edini izziv. Pod vprašajem ostajajo ureditve, ponovni premislek o avtocestnem zakoniku, sprejemanje javnosti, izboljšanje infrastrukture ulic in mest, nenazadnje pa tudi vprašanje končne odgovornosti, ko pride do prometne nesreče. Celotna zavarovalniška industrija išče načine, kako bi se spopadli s situacijo, ko je namesto odgovorne osebe za nesrečo odgovorno samovozeče vozilo. Končna vizija, za katero si prizadevajo strokovnjaki, so popolnoma samovozeča vozila, tako v industriji, v širših prometnih omrežjih kot v avtomobilih za osebno uporabo, ki bi jih bilo mogoče uporabljati in upravljati od kjerkoli in povsod po svetu.

Tehnologije AI poganjajo sisteme samovozečih avtomobilov. Razvijalci samovozečih avtomobilov uporabljajo ogromne količine podatkov iz sistemov za prepoznavanje slik, skupaj s strojnimi učenjem in nevronske mreže, da bi zgradili sisteme, ki lahko vozijo avtonomno. Nevronske mreže identificirajo vzorce v podatkih, ki se napajajo iz algoritmov strojnega učenja. Ti podatki vključujejo slike s kamerami, iz katerih se nevronska mreža nauči prepoznati semaforje, drevesa, robnike, pešce, ulične znake in druge dele kateregakoli voznega okolja.

Dva najbolj očitna napredka pri vožnji brez voznika prihajata iz Google in Tesle, kjer uporabljajo različne pristope: Google uporablja senzorsko tehnologijo LIDAR (radarju podobna tehnologija, ki uporablja svetlobo namesto radijskih valov) in kamere, ki združujejo vse podatke, ki jih ti sistemi pridobijo, da lahko prepoznajo vso okolico vozila ter hkrati predvidijo, kaj bi ti predmeti lahko »storili«. Ves ta proces se odvija v delcu sekunde, zato je za take sisteme pomembna zrelost. Pogostejše kot se sistem uporablja, več podatkov lahko vključi v svoje algoritme globokega učenja, kar mu omogoča bolj niansirane odločitve pri vožnji. Podatki gredo naravnost v avtomobile brez volanov ali stopalk, čeprav se tudi pri takih avtomobilih še vedno zahteva, da je prisoten človeški voznik, vendar le zato, da po potrebi preglasi sistem. Ni samovozeča v najčistejšem smislu, vendar se tak avtomobil zaenkrat lahko vozi sam samo v idealnih razmerah. Tesla je za nekatere svoje avtomobile že uvedla programski sistem, imenovan Autopilot, ki uporablja visokotehnološke senzorje kamer kot avtomobilске »oči«.



Različne situacije lahko dajejo prednost različnim senzorjem. Vsi senzorji ne pošiljajo podatkov z enako hitrostjo. Sistem LIDAR lahko zagotovi veliko utripov na milisekundo.



V nadaljevanju je opisano, kako delujejo vozila Google Waymo:



Primer avtonomnega vozila Google Waymo

1. Voznik (ali sopotnik) nastavi cilj vožnje, programska oprema avtomobila pa izračuna pot;
2. Vrtljiv, na strehi nameščen senzor LIDAR spremlja 60-metrski doseg okoli avtomobila in ustvarja dinamičen 3D zemljevid njegove trenutne okolice;
3. Senzor na levem zadnjem kolesu spremlja bočno gibanje, s katerim zazna položaj avtomobila glede na 3D zemljevid;
4. Radarski sistemi v sprednjem in zadnjem odbijaču izračunajo razdalje do ovir;
5. Programska oprema AI v avtomobilu je povezana z vsemi senzorji, da z njimi zbira podatke iz Google Street View programa in videokamer v avtomobilu;
6. AI simulira človeško zaznavanje in procese odločanja z uporabo globokega učenja in nadzoruje dejanja v sistemih za nadzor voznika, kot so krmiljenje in zavore;
7. Programska oprema avtomobila se posvetuje z Google Zemljevidi za vnaprejšnje obvestilo o mejnikih, prometnih znakih, lučeh ipd.;

8. Na voljo je funkcija »preglasitve«, ki človeku omogoča, da prevzame nadzor nad vozilom.

Prednosti in slabosti

Prednosti avtonomnih avtomobilov so številne. Senzorji v samovozečem avtomobilu vedno opazujejo, prav tako nanje ne vpliva stanje voznika (zaspanost, jeza ipd.), okolico lahko skenirajo v več smereh hkrati. V teoriji to pomeni da bi, če bi ceste večinoma zasedali avtonomni avtomobili, promet potekal nemoteno, prometnih zastojev pa bi bilo manj. V popolnoma avtomatiziranih avtomobilih bi lahko potniki med vožnjo na delo opravljali produktivne dejavnosti. Ljudje, ki zaradi fizičnih omejitev ne morejo voziti, bi lahko z njimi našli novo neodvisnost in imeli priložnost delati na področjih, ki zahtevajo vožnjo. Slaba stran samovozeče tehnologije je lahko ta, da je vožnja v vozilu brez voznika za volanom lahko precej vznemirljiva – vsaj sprva. Ker zmogljivosti za samostojno vožnjo hitro lahko postanejo samoumevne, se lahko človeški vozniki preveč zanašajo na tehnologijo avtopilota in svojo varnost prepustijo avtomatizaciji, tudi če bi morali delovati kot rezervni gonilniki v primeru okvar programske opreme ali mehanskih težav.

Kakšna je uporaba samovozečih avtomobilov?

Samovozeča vozila so za prihodnjo uporabo obetavna inovacija. Ena možnost prihodnje uporabe je kot sredstva za skupne vožnje, za avtomatizirane avtobuse, taksije idr. Druga možna uporaba je v tranzitni industriji, vključno z dostavo. Kitajska je z avtomatiziranimi avtobusi v nekaterih mestih že imela uspehe. Združeno kraljestvo Velike Britanije, Belgija, Francija in Italija so prav tako začele utirati pot avtomobilom brez voznika za vožnjo po javnih cestah. Napredek na področju umetne inteligence je omogočil tudi različne možnosti samovozečih taksijev in vozil za skupno vožnjo. Avtomatizirani gospodarski tovornjaki in kombiji so obetavni za lokalne dostave. Potencialni cilj podjetij, ki proizvajajo ta vozila, je učinkovitejša dobava v mesta. V prihodnosti lahko avtomatizirana vozila postanejo najcenejša možnost za lokalne dostave.

Avtorica: Marta Gelebešova





Karl Von Terzaghi

»Teorija je jezik, s katerim se lahko jasno izrazijo izkušnje.«

Karl von Terzaghi, imenovan tudi oče mehanike tal in geotehnike, je bil rojen 2. oktobra 1883 v Avstriji. Najbolj znan je po svojih izjemnih dosežkih v geotehniki, ukvarjal pa se je tudi z geologijo in strojništvom. Bil je prvi sin podpolkovnika italijanskega porekla Antona von Terzaghija in Amalie Eberle. Rojen je bil v Pragi – na območju današnje Češke, le nekaj let po rojstvu pa se je z družino preselil v Gradec v Avstrijo.



Karl Von Terzaghi

Z desetimi leti je šel v vojaški internat, kjer se je začel zanimati za astronomijo in geografijo. Pri štirinajstih letih je pokazal izredne sposobnosti na področju geometrije in matematike, zato je šolo dokončal s posebnimi pohvalami. Ostal je v Gradcu in se leta 1900 vpisal na Strojno fakulteto na Tehnični univerzi v Gradcu. Tu se je razvilo njegovo zanimanje za teorijsko mehaniko. Leta 1904 je dokončal študij s posebnimi pohvalami. V času svojih vojaških obveznosti je prevedel popularni angleški geološki priročnik v nemščino in ga hkrati tudi močno razširil.

Na univerzo se je vrnil za eno leto in združil študij geologije s predmeti, kot sta avtocestna in železniška tehnika. Kmalu zatem je objavil svoj prvi znanstveni članek o geoloških enotah na Južnem Štajerskem.

Najprej se je zaposlil kot mlajši inženir oblikovanja v podjetju Adolph von Pittel na Dunaju. Podjetje se je vse bolj vključeno v razmeroma novo področje proizvodnje hidroelektrarni, Terzaghi pa je aktivno sodeloval pri reševanju geoloških težav, s katerimi se je soočalo podjetje. Njegove zadolžitve so se hitro povečevale in do leta 1908 je vodil gradbišče, delavce ter projektiranje in gradnjo jeklenih konstrukcij. Lotil se je projekta izgradnje jezov hidroelektrarne na Hrvaškem. Čez šest mesecev je v Rusiji razvil nekaj novih grafičnih metod za načrtovanje industrijskih rezervoarjev, ki jih je predložil kot doktorsko disertacijo na univerzi.

Podobno kot večina inženirjev tedaj je tudi Terzaghi odpotoval v ZDA z idejo, da bo tam lahko naredil še več. Leta 1912 je opravil inženirski ogled glavnih gradbišč jezov na zahodu ZDA. To je bila priložnost za zbiranje poročil in spoznanja iz prve roke o problemih številnih različnih projektov. Decembra 1913 se vrnil v Avstrijo. Naslednje leto ga je presenetila 1. svetovna vojna. Zaradi svoje izobrazbe in priljubljenosti je bil vpoklican v vojsko kot častnik, ki je vodil inženirsko enoto s 250 ljudmi v bataljonu. Bil je zelo uspešen v vlogi častnika, zato je na koncu vodil bataljon s 1000 možmi, se boril v Srbiji in bil priča padcu Beograda. Po kratkem času vodenja letališča je postal profesor na Kraljevi otomanski fakulteti za inženiring v Istanbulu (danes Istanbulska tehnična univerza).

Na Univerzi v Istanbulu je začel natančno preučevati lastnosti tal v inženirskem kontekstu. Tako njegove meritve kot tudi analiza sile na podporne stene so bile prvič objavljene v angleščini leta 1919 in so hitro postale prepoznane kot nov in pomemben prispevek k znanstvenemu razumevanju temeljnega obnašanja tal.

Po koncu vojne je bil prisiljen odstopiti s položaja na univerzi, vendar mu je hitro uspelo najti novo delovno mesto na Robert Collegeu v Istanbulu, kjer je namesto v francoščini začel poučevati v angleščini. Naslednje področje, s katerim se je ukvarjal, je zajemalo tematiko vodoprepustnosti tal. Ukvarjal se je z eksperimentalnim in kvantitativnim vidikom prepustnosti tal za vodo, zaradi česar je predlagal teorije za razlago opazanj. V okviru svojega dela je kar nekaj časa porabil za izumljanje nove opreme. Leta 1924 je objavil knjigo »Erdbaumechanik auf Bodenphysikalischer Grundlage« (Mehanika zemeljskih konstrukcij na podlagi fizike tal), ki je imela velik vpliv na področje geotehničnega inženiringa v tem času. To delo mu je prineslo izredno priložnost – ponudbo za delo na Massachusetts Institute of Technology (MIT), ki jo je tudi sprejel.

V letih 1926–1932 je Arthur Casagrande, še en pionir mehanike tal in geotehničnega inženiringa, delal kot Terzaghijev zasebni asistent na MIT-u. Čeprav so Terzaghijeve ideje v nekaterih gradbenih krogih naletale na skepticizem, je še naprej pisal, predaval in dokazoval veljavnost svojih konceptov z njihovo praktično uporabo. Ker se je zagon v novi disciplini v 30. letih prejšnjega stoletja povečal, je Terzaghijev učenec Arthur Casagrande organiziral Mednarodno združenje za mehaniko tal in temeljno inženirstvo. Terzaghi je bil izvoljen za prvega predsednika društva.



Poleg izjemnih inženirskih kvalitete je bil Terzaghi tudi očarljiv sogovornik. Leta 1928 je spoznal mlado doktorsko študentko geologije s Harvarda Ruth Dogget in se vanjo močno zaljubil. V tem času je bil Terzaghi vse manj motiviran za delo na MIT-u. Govorilo se je o določenih težavah, ki naj bi jih imel s predsednikom MIT-a, zato se je odločil vrniti v Evropo. Že leta 1929 je sprejel ponudbo na dunajski šoli Technische Hochschule. V tem letu se je poročil z Ruth, ki je postala tudi njegova urednica in sodelavka. Potem je imel kratko posvetovalno potovanje v Sovjetsko zvezo, kjer so ga želeli zaposliti kot profesorja, vendar je, še preden je prevzel funkcijo, začel nasprotovati tamkajšnjemu komunističnemu sistemu kot režimu, ki sta ga ponazarjali njegova brutalnost in kaos. Rešitev je našel v tem, da je za svojo bazo izbral Avstrijo. Potoval je po Evropi, svetoval, predaval in navezoval nove strokovne stike in sodelovanja. Tako je vse bolj zmanjševal svoje učne obremenitve, saj je eksperimentalnimi raziskavam dal primarno vlogo.

Hitlerjeva okupacija Avstrije je Terzaghija in njegovo družino ponovno popeljala na Harvard, kjer je 1938–1950 napisal dve knjigi in objavil več kot 100 prispevkov o temah, ki segajo od stabilnosti brežin in pogojev za propad tal do težav z vibracijami in mehaniko drenaže. V istem obdobju se je Terzaghijevo svetovalno delo razširilo na zemeljske jezove, stabilizacijo plazov, temelje za zgradbe, obale, avtoceste in letališča.

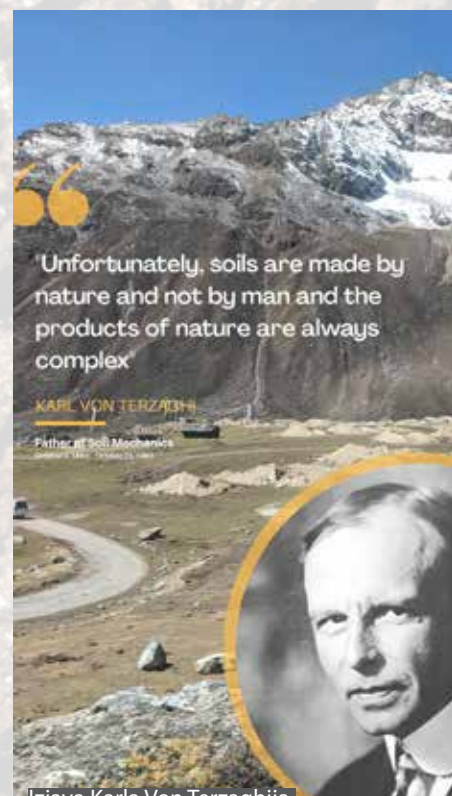
Še posebej se je zanimal za problematiko posedanja temeljev in fundiranja. Začel je pisati rokopis za precej posodobljeno in razširjeno različico knjige Erdbaumechanika. Leta 1935 so politični pretresi v Avstriji začeli posegati v njegovo delo, zato se je odločil, da se 1935–1936 umakne z Dunaja.

Do konca vojne je med drugim sodeloval tudi pri izgradnji sistema podzemne železnice v Chicagu, gradnji Newport News Shipways in dvigu Normandije. Marca 1943 je postal ameriški državljan. Leta 1946 je prejel medaljo Franka P. Browna. Kot honorarni delavec je ostal na univerzi Harvard do svoje upokojitve leta 1953. Julija 1954 je postal predsednik svetovalnega odbora za gradnjo Asuanskega visokega jezusa. Ponovno je imel probleme s sovjetskim načinom razmišljanja, zato je leta 1959 odstopil s predsedniškega mesta, saj je prišel v konflikt s sovjetskimi inženirji. Umrl je leta 1963, pokopan pa je v South Waterfordu v Mainu blizu Bear's Cornerja.

»Tla na žalost ustvarja narava in ne človek, torej so produkti narave vedno kompleksni ... Takoj ko preidemo iz jekla in betona na zemljo, vsemogočnost teorije preneha obstajati. Naravna tla nikoli niso enotna. Lastnosti tal se spreminjajo od točke do točke, medtem ko je naše znanje o njihovih lastnostih omejeno na tistih nekaj mest, na katerih so bili zbrani vzorci. V mehaniki tal natančnost izračunanih rezultatov nikoli ne presega natančnosti grobe ocene – glavna funkcija teorije pa je, da nas nauči, kaj in kako opazovati na terenu.«

»Mehanika tal je na meji med znanostjo in umetnostjo. Izraz »umetnost« uporabljam za označevanje miselnih procesov, ki vodijo do zadovoljivih rezultatov brez pomoči logičnega sklepanja korak za korakom ... Za pridobitev kompetenc na področju zemeljskega inženiringa je treba živeti s tlemi. Treba jih je vzljubiti in opazovati njihovo delovanje ne le v laboratoriju, ampak tudi na terenu, da se seznanimo s tistimi njihovimi številnimi lastnostmi, ki jih dolgočasni zapisi ne razkrivajo ...«

»Vladne organizacije imajo velik odpor do prevzemanja odgovornosti; vedno želijo, da jih nekaj pokrije, in to je faktor varnosti – to je nekaj oprijemljivega. Torej ko general vpraša kapitana: »Kaj pa faktor varnosti jezu?« Ta odgovori: »1,51.« In potem je vesel.



Izjava Karla Von Terzaghija

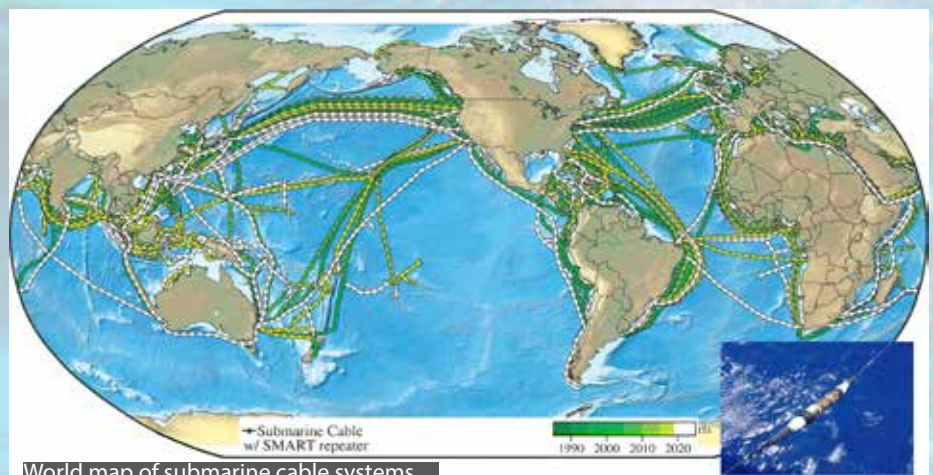
Ameriško združenje gradbenih inženirjev je leta 1960 ustanovilo nagrado Karla Terzaghija, ki se podeljuje avtorjem izjemnih prispevkov za znanje na področju mehanike tal, podzemeljskega in zemeljskega inženiringa ter podzemne in zemeljske gradnje. Knjižnica Terzaghi in Peck, ki jo upravlja Norveški geotehnični inštitut »NGU« v Oslu, hrani obsežno zbirko njegovih dokumentov.



Submarine cables and earthquake prediction

Possibly the greatest invention, at least in the technical development of the world is Internet. It has altered the way we live, learn and work. It's hard to imagine not shopping on the net, reading a book, searching for an article, a song, movie, or anything related to a search for unknown without internet. Various topics, tutorials, and something for everyone readily waits to be found every time you log on. One of the most common questions has become: "What's your Wi-Fi password?". Some of the ways Internet has changed our lives (for better or for the worse) are clear, while others are a bit harder to notice. And every single function internet has to offer to us had to be manufactured, programmed, and installed. One of the ways which made World Wide Web and internet as we know it was through telecommunication cables under the sea. There is more than a million kilometers of these commercially used cable system in the world today. They are used to link communication networks on multiple continents.

Academics from several universities plan to include environmental sensors in future telecommunications cables to fully take advantage that these intercontinental cables offer. Sensors will be used to detect various phenomena such as ocean bottom temperature, pressure, and seismic acceleration. Once the collected data has been extrapolated, we can expect enhancements in measurements of climate and ocean properties. More importantly, broad deployment of such sensors along the bottom might allow for early detection and alerts of undersea earthquakes, tsunamis, and volcanic activity, possibly lowering disaster risks connected with these dangerous and mostly undetectable events.



World map of submarine cable systems

SMART joint venture

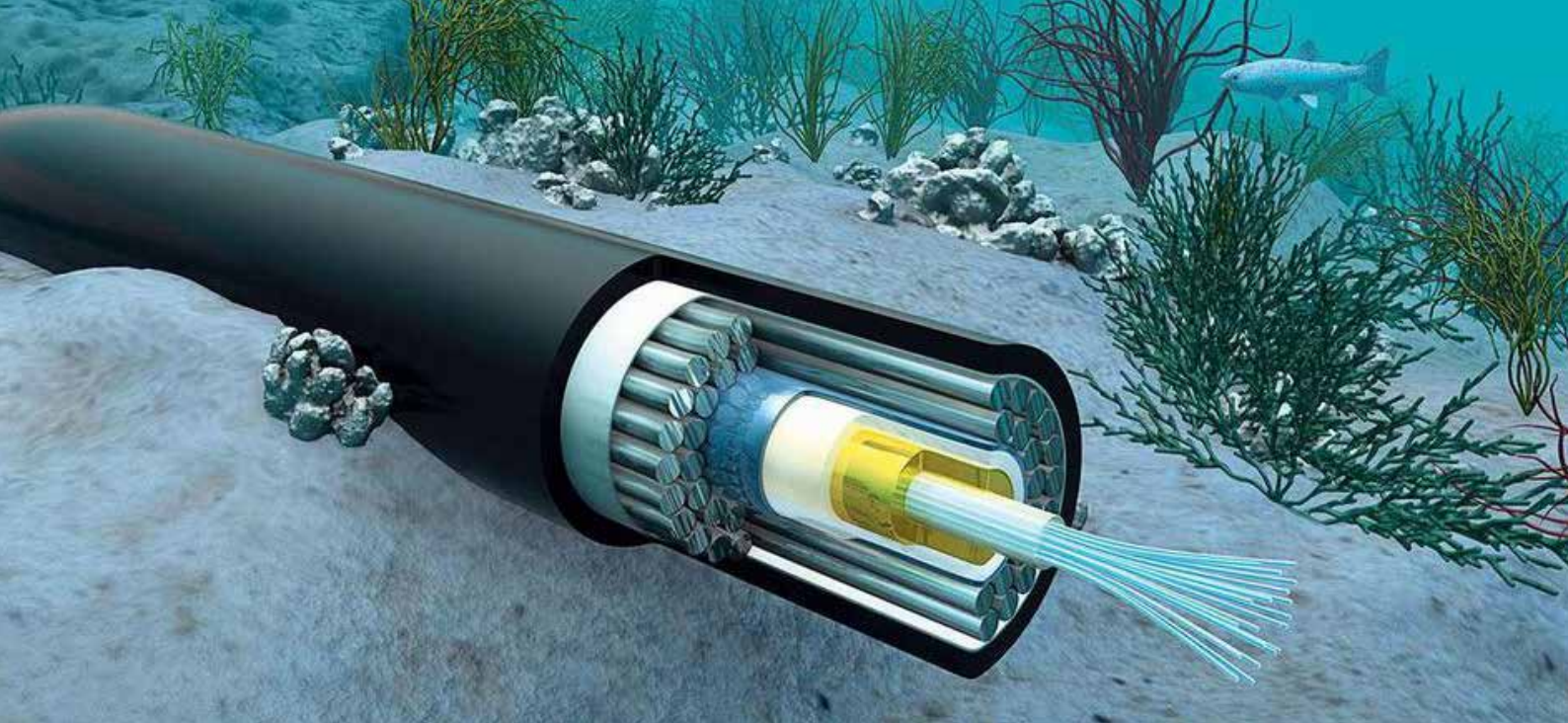
Cables we are talking about are called SMART cables. That is not just the branding, but a joint venture that three UN agencies made in 2012 – the International Telecommunication Union, the World Meteorological Organization, and the Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO. Unit that they have established is called Science, Monitoring and Reliable Telecommunications - SMART, Subsea Cables.

Collaboration in the form of SMART joint venture has an aim pointed towards the use of underwater telecommunications cables for ocean and climate monitoring, as well as catastrophe warning. Despite their complexity, the problems coming along with this project must be addressed as part of the design. These issues present "big, but not impossible engineering strides" according to Howe, one of the leading faces in this project. Rather, the multiple aspects of this venture provide a complex optimization challenge between the engineering branches. Designers and managers must account for other considerations such as cost and the potential of adding more sensors to the systems in the future.

Benefits of subsea SMART system

Science awaits the deployment of SMART subsea cable systems, as they will considerably improve scientific understanding of world's biggest problems: climate change, ocean circulation, sea level monitoring, and the structure of the Earth. Simultaneously, widespread application of the technique might substantially increase existing understanding of earthquakes that occur under the Earth's seas.

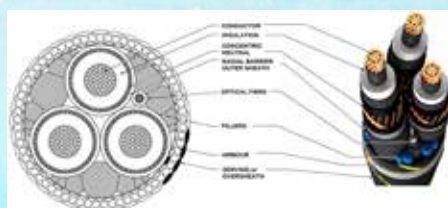
SMART links, with their potentially extensive geographic coverage, have the capacity to enhance the current capabilities of ocean-based tsunami detection systems. SMART cables, as a tsunami warning system, can provide more coverage and dependability than the present network of moored/buoy-based sensor devices. More precise information on tsunami activity can save lives and decrease the potential of unwarranted warnings and evacuations. Tsunamis are a byproduct of large earthquakes below or near the seafloor. Tsunamis occur about twice a year, causing damage or deaths near their source. This information is courtesy of the US Tsunami Warning System, run by the National Weather



Service within the US National Oceanic and Atmospheric Administration. Tsunamis that cause damage or deaths on distant shores, defined as more than 1,000 kilometers away, occur twice a decade according to the website. Understanding, predicting and implementing warning systems for tsunamis could save numerous lives and reduce the damage to the affected area.

Network cable + Sensor = SMART cable

As expected, SMART cables are made from a complex combination of components and materials. Vital for their function are sensors, digital signal processors, optical transceivers, and power supply circuits. They use fibers to transmit the data from one to the other shore. Data can also be transferred as an out-of-band channel signal on the main fiber in SMART cables. Being in an aggressive ocean environment, fiber-based data transfers is only long-lasting option.



2D cross section of a cable

Organization that is behind this project needs to deploy SMART subsea systems that have: integrated technology that is needed for commercial uses as well as cables that are equipped with sensors which can capture and transmit scientifically interesting data. The sensors at the heart of the SMART subsea systems have to be incorporated into the repeaters and this is presenting certain obstacles to be overcome. Adding these elements requires substantial modifications to the repeater, leading to several engineering challenges that must be addressed.

Although accelerometers can be mounted inside the repeater housing, the temperature sensors and pressure sensors cannot, because they must be placed in contact with the environment that they are measuring and then connected through the housing to the cable's internal circuitry. In addition, the sensors must be isolated from high voltages present within the repeater.

Costs and Benefits

Now, what does this SMART branding and equipping of the undersea cables cost? To attach SMART subsea system to a telecommunication cable, price will rise approximately 10 % compared to the original price of the telecommunication cable with the installation. Typical submarine cable system costs somewhere in the range between 15 000 € and 35 000 € per kilometer. If we draw a straight line from Europe to North America, it will measure close to 7 000 km. When you multiply these numbers, we have a figure of almost 250 million euros. And that is only one cable route, based on a straight-line length.

In Hawaii, since 1812 there have been more than 160 confirmed tsunamis. Nine tsunamis caused 293 deaths and damage totaling over 600 million euros, with 86% of the fatalities on Hawai'i island (60% in Hilo). 245 of the 293 deaths were from distant tsunami sources. In November 2021, the nonprofit organization Gordon and Betty Moore awarded close to 7 million euros, as a grant to the University of Hawaii to support the development of a comprehensive SMART initiative as well as the integration of SMART sensors into an undersea communications cable in the South Pacific region of Vanuatu and New Caledonia. This project is in the planning stage and will be executed in the following years.

Other projects at various stages of development include demonstration testing of a 19km cable laid by two Italian research institutes in the western Ionian Sea. The French government is considering including SMART submarine technology in the planned 820 km extension of the existing submarine cable system. Meanwhile, in Portugal, a new 3,700 km long submarine cable system will be replaced within the next few years. The government requires new products to include environmental and earthquake monitoring capabilities. SMART systems are being considered in other parts of the world, including the Mediterranean and Indonesia - from mainland New Zealand to the Chatham Islands. From New Zealand to McMurdo Bay in Antarctica. From Chile off Antarctica to King George Island. From Chile to Sydney, Australia. From Norway to Japan via the Northwest Passage along the north coast of North America. There is a certain need for detection systems, scientific research and telecommunication network enhancements, but you wonder how much would that cost and in what timeframe can it be done?

Author: Stefan Kordić



Eksperimentalno določanje nihajnih oblik in lastnih frekvenc testne konstrukcije v laboratoriju za konstrukcije na ZAG

Določanje nihajnih oblik in lastnih frekvenc gradbenih konstrukcij je lahko iz numeričnega aspekta zelo enostavno, saj so le-te odvisne zgolj od mase in togosti konstrukcije (v primeru, da zanemarimo dušenje). Pri izdelavi omenjenih modelov pogosto naredimo veliko poenostavitev: zanemarimo lahko določene materialne lastnosti, poenostavimo samo geometrijo konstrukcije, zelo pogosto pa lahko ignoriramo tudi vpliv podajnosti veznih sredstev. V raziskovalnih okoliščinah nas zanimajo čim natančnejši numerični modeli, zato je običajno potrebno rezultate numeričnih analiz verficirati z eksperimentalnimi. V laboratoriju za konstrukcije na Zavodu za gradbeništvo (v nadaljevanju ZAG) smo v začetku leta postavili testno jekleno konstrukcijo, ki smo ji določali nihajne oblike, nihajne čase in koeficiente dušenja na več različnih načinov. Naloga je potekala v sklopu projekta DataBridge – podatkovno podprto modeliranje konstrukcijskega obnašanja v gradbeništvu pod vodstvom prof. dr. Boštjana Branka.



Preskušena konstrukcija na ZAG

Konstrukcija je bila sestavljena iz štirih stebrov v višini 4 m. Njihov prečni prerez so sestavljale tri varjene pločevine dimenzij $2 \times 300/20$ mm in $320/20$ mm. V vzdolžni in prečni smeri so bili postavljeni nosilci, s katerimi smo simulirali etažnost konstrukcije, zato da je bila konstrukcija dvoetažna. Kljub temu pri numeričnem modeliranju predpostavka o togi diafragmi ne drži, saj konstrukcija ni neskončno toga v svoji in neskončno podajna izven svoje ravnine. V vzdolžni in prečni smeri so bili postavljeni vroče valjani jekleni nosilci s prečnim prerezom HEA360. V vzdolžni smeri so bili nosilci postavljeni tako, da je bila v primeru prenašanja gravitacijske obtežbe merodajna šibka os. Skratka, vzdolžni nosilci so bili rotirani za 90° . Prečni nosilci so bili na stebre povezani preko zavarjene čelne pločevine.

Skupna dolžina vzdolžnih nosilcev je znašala 270 cm, prečnih pa 84 cm. Masa vsakega stebra je znašala 770 kg, vsakega vzdolžnega nosilca 380 kg, masa prečnih nosilcev pa je bila 153,6 kg. Skupna masa konstrukcije, pri čemer smo zanemarili maso vijakov in pločevine pri vpetju, je znašala 5214,4 kg.

V prvi fazi smo razvili več različnih modelov, kjer smo z različno stopnjo razvitosti poskusili ugotoviti, do katere mere lahko dejansko poenostavimo model, da bi še vedno dobili kvaliteten rezultat. Sprva smo se odločili za modeliranje z linijskimi končnimi elementi, pri čemer smo pri enem modelu upoštevali dejstvo, da so osi vzdolžnih prečk nekoliko zamaknjene izven težiščnih osi stebrov, pri drugem modelu pa smo to zanemarili. V tem prispevku bom navedel samo rezultate za osnovno nihajno obliko.

Drugi model, ki smo ga razvili, je vseboval lupinaste končne elemente. Razlika med tema dvema modeloma je primarno v dejstvu, da lupinasti model zajema lokalno nihanje vzdolžnih nosilcev. Glede na to, da je učinkovita masa, ki se aktivira pri teh nihajnih oblikah zelo majhna, lahko vse lokalne

nihajne oblike enostavno zanemarimo. Podobno kot pri linijskih modelih smo v prvi fazi upoštevali, da se težišča vseh pločevin elementov ne nahajajo na istem mestu. V drugi fazi smo to zanemarili in upoštevali obratno dejstvo, torej da težišča konstrukcijskih elementov sovpadajo.

Čisto iz raziskovalnih razlogov smo razvili še model, pri katerem smo upoštevali samo bistvene prostostne stopnje, maso pa smo skoncentrirali na nivoju etaž. Takšna definicija mas za sabo potegne uporabo toge diafragme, saj se v nasprotnem primeru masa ne more enakomerno razporediti na posamezne konstrukcijske elemente. Tak pristop sicer nima fizikalnega smisla, saj na nivoju etaž ne moremo predvideti obnašanja diafragme, ker tu ni plošč, ki bi preprečevale izven ravninske pomike. Bistveni prostostni stopnji sta pomika v X in Y smereh ter zasuk okrog Z osi.

V nadaljevanju bom komentiral rezultate posameznih modelov. Pri prvem linijskem modelu znaša osnovna nihajna frekvenca $f = 19,24$ Hz, pri drugem pa $f = 19,01$ Hz. Pri prvem lupinastem modelu je znašala osnovna nihajna frekvenca $f = 15,13$ Hz, pri drugem pa $f = 14,98$ Hz. Pri modelu s togo diafragmo je znašala osnovna nihajna frekvenca $f = 16,98$ Hz. Glede na razlike v rezultatih numeričnih modelov lahko zaključim, da sta linijska modela precej bolj toga kot lupinasta modela, saj se prve frekvence razlikujejo za cca. 25 %. Kateri izmed modelov je fizikalno bolj smiselna, bodo v nadaljevanju pokazali rezultati eksperimentalnih analiz.

Pri lupinastih modelih se aktivira precej lokalnih nihajnih oblik, ki jih pri ostalih modelih enostavno ni mogoče zaznati predvsem zaradi same narave linijskih končnih elementov. Model s togo diafragmo nam podaja le šest nihajnih oblik, kar je vseeno fizikalno smiselno, saj je število možnih nihajnih oblik enako številu prostostnih stopenj modela. Glede na to, da smo upoštevali samo bistvene prostostne stopnje, tj. šest (štirietažna pomika v X in Y smereh ter dve rotaciji okrog Z osi), je edino smiselno, da tak model podaja šest nihajnih oblik.

Razlike med izračunanimi frekvencami pri višjih nihajnih oblikah postajajo čedalje bolj izražene. Razlog za to je predvsem v napačnem modeliranju, saj smo upoštevali precej veliko predpostavko o togih stikih. Pri nadaljnjih korakih modeliranja je to potrebno upoštevati. Najenostavnejši način za to je izračun togosti oz. podajnosti veznih sredstev s pomočjo standarda SIST EN 1993-1-8. Eksperimentalno analizo smo izvajali v Laboratoriju za konstrukcije na ZAG-u od 12. 4. do 15. 4. 2022. Pri tem smo uporabljali tri različne metode določanja modalnega odziva:

1. metodo z modalnim kladivom,
2. obratovalno modalno analizo,
3. metodo vsiljenih vibracij.

Preden začnem z opisom samih metod, je smiselno povedati nekaj besed o uporabljeni merilni opremi. Primarno merilno opremo sestavlja 12 triosnih pospeškomerov IOLITE di 3xMEMS-ACC. Proizvajalec teh pospeškomerov je svetovno znano slovensko podjetje Dewesoft d.o.o. MEMS je kratica za mikroelektrične mehanske sisteme. Gre za veliko število zelo majhnih komponent v velikosti od 1 do 100 mikrometrov. Zaradi želje po ugotavljanju razlik pri izmerjenih vrednostih smo dodatno namestili še enega bolj občutljivi MEMS senzorjev. Poleg trinajstih osnovnih inštrumentov smo na eni strani konstrukcije skupaj namestili osem enosnih občutljivih pospeškomerov. Na vsaki etaži smo namestili po štiri senzore, tako da sta po dva merila odziv v X, dva pa v Y smeri. Ker nas je zanimal še morebitni vpliv temperature na zajemanje podatkov, smo na nivoju pritlične etaže namestili še merilec temperature. Dodatno smo zaradi želje direktnega merjenja pomikov pri vseh preiskavah namestili tudi po dva LVDT merilca pomika. Prvi LVDT je bil nameščen na nivoju prve etaže, drugi pa na nivoju druge.



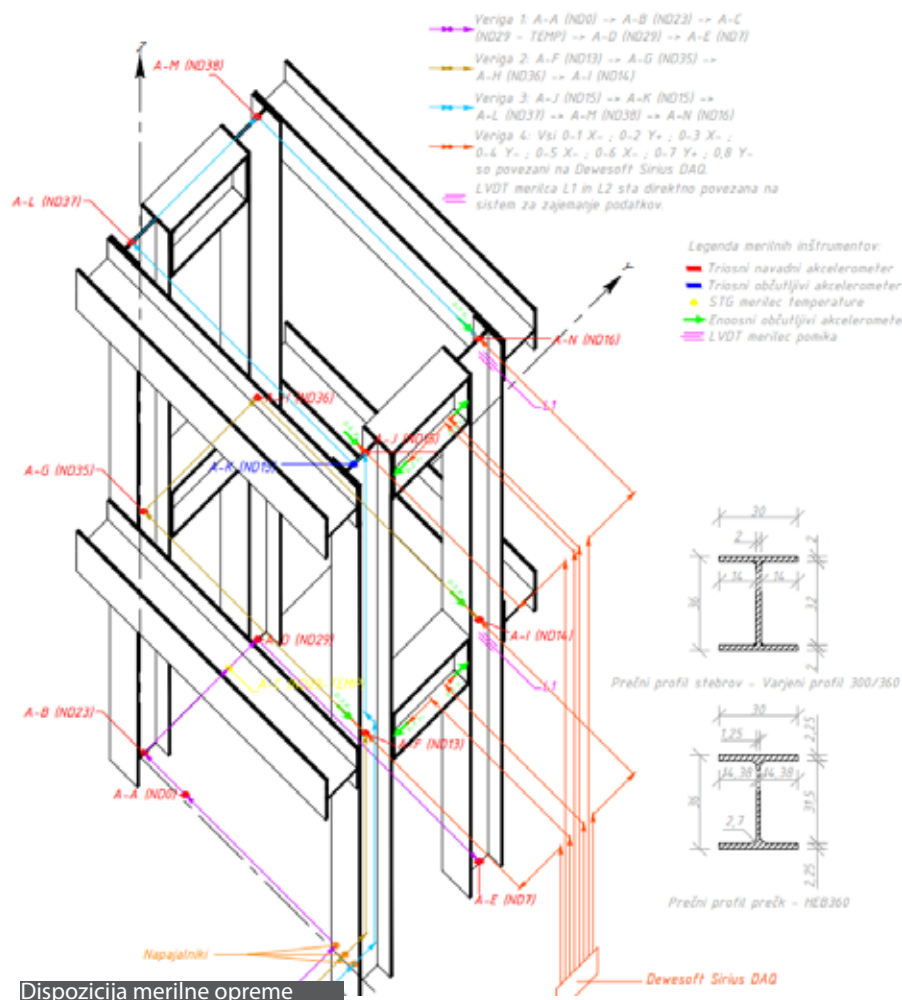
Enosni občutljivi senzor



Triosni pospeškomeri



Napajalniki



Dispozicija merilne opreme

Za uspešno zajemanje podatkov je nujno potrebno, da so vsi senzori medsebojno sinhronizirani. Zato jih je potrebno povezati v verige. Skupno smo imeli štiri verige senzorjev. Prvo verigo smo začeli s kontrolnim senzorjem, ki smo ga postavili na tla. Veriga se je nadaljevala v drugi akcelorometer, nato pa v merilec temperature. Na koncu sta bila v verigo dodana še dva akcelometra. Druga veriga je bila postavljena na nivoju prve etaže in je imela štiri akcelometre, ki so bili postavljeni na območje stika med stebri in prečkami. Tretja veriga je bila postavljena na nivoju druge etaže in je poleg štirih navadnih akcelometrov vsebovala tudi občutljivega. Zadnja oz. četrta veriga pa je bila sestavljena iz vzporedno povezanih enosnih občutljivih akcelometrov, ki so bili vsi skupaj povezani v sistem za zajemanje podatkov Dewesoft SIRIUS DAQ. LVDT merilci so bili direktno povezani v računalnik in kot taki niso sodili v neko točno definirano verigo.

Pred začetkom raziskav je bila ključnega pomena sinhronizacija triosnih akcelerometrov in enosnih občutljivih akcelerometrov. Zato je bilo potrebno vse inštrumente razdeliti v ustrezne verige in v programu za zajemanje podatkov in kontrolo meritev upoštevati točno določeno lokacijo posameznega senzorja. Konfiguracija senzorjev je bila enaka za vse teste.

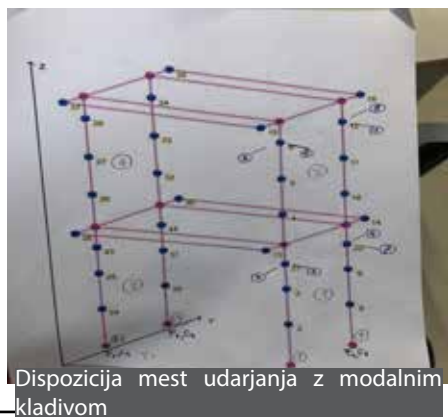
V nadaljevanju bom opisal posamezno metodo določanja modalnega odziva, ki smo jih uporabili pri tej raziskavi.

Metoda z modalnim kladivom je bila zasnovana tako, da smo konstrukcijo udarjali s posebnim kladivom v pred tem določene točke. Na modalnem kladivu je bil nameščen merilec sile. Vsako modalno kladivo mora biti kalibrirano tako, da lastnosti samega kladiva ne vplivajo na rezultate meritev. To se najpogosteje uredi tako, da zbrisemo resonančne frekvence kladiva v iskanem območju frekvenc konstrukcije.



Modalno kladivo

Na vsakem stebru v vsaki etaži smo predvideli po tri točke. Skupno smo imeli 24 točk. Vsako točko smo udarjali v X in Y smereh, s ciljem vzbujaanja konstrukcije in v šibki in v močni smeri. Vseh skupaj smo imeli 48 točk udarjanja. Vsako točko smo udarili petkrat s približno enako silo od 1 kN. Ker so bili udarci odvisni od osebe, ki je izvajala meritev, je bil raztros sile precej velik, vseeno smo udarce poskusili izvajati čim bolj enakomerno. Sama meritev je trajala približno 10 min na enem stebru, skupaj približno eno uro. Meritve sva izvajala dva udeleženca, eden je konstrukcijo dejansko udarjal, drugi pa je kontroliral samo meritev.



Dispozicija mest udarjanja z modalnim kladivom

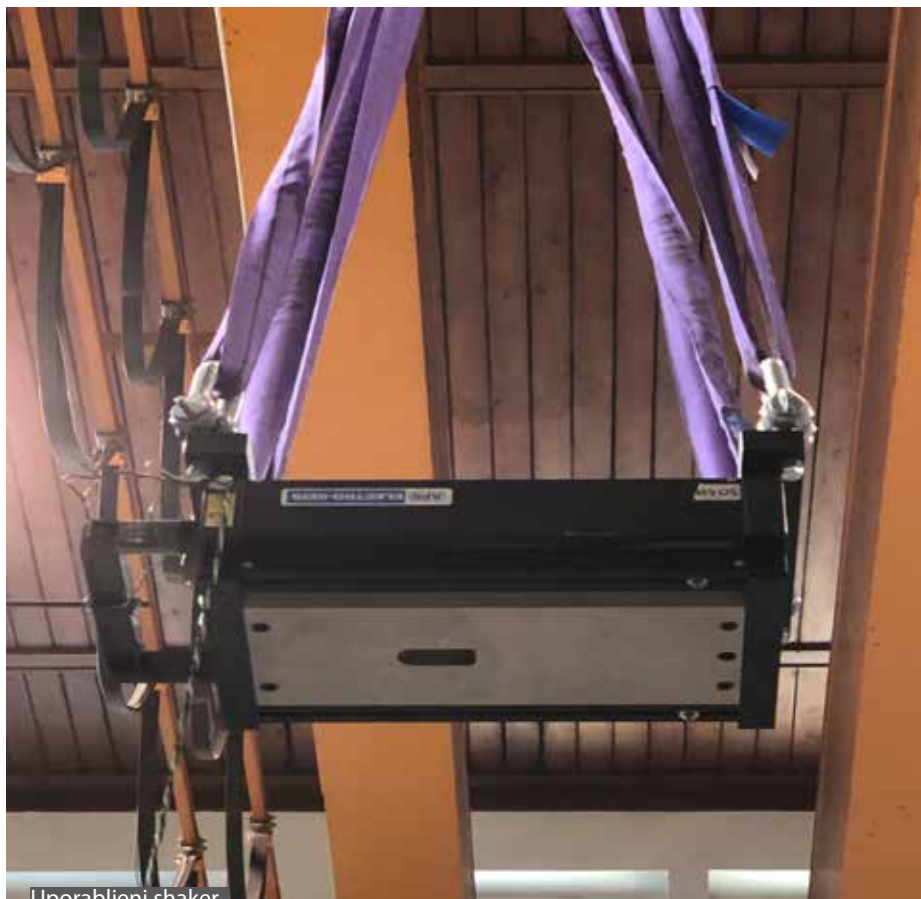
Obratovalna modalna analiza (ang. Operational Modal Analysis – v nadaljevanju OMA) oz. analiza ambientalnih vibracij je zasnovana na podlagi določanj modalnih lastnosti konstrukcij (nihajnih časov, nihajnih oblik in koeficientov dušenja), ko so podvržene vibracijam v njihovih obratovalnih pogojih. To pomeni, da pri OMA testih nimamo začetnih ali kakšnih drugih vsiljenih vibracij. Glavna prednost OMA testov v eksperimentalni analizi gradbenih konstrukcij je v tem, da dejansko merimo samo vibracije konstrukcije, nobene potrebe ni po vsiljevanju, ki je pri dejanskih konstrukcijah lahko precej drago in zamudno.

Modalna identifikacija z OMA testom vsebuje določene pomanjkljivosti. Njena primarna pomanjkljivost je v tem, da je potrebno uporabiti bolj občutljivo mersko opremo, ki je sposobna eliminirati šum iz signalov, saj konstrukcije nihajo z nižjimi frekvencami pri obratovalnih pogojih. Modalne lastnosti, določene z OMA testom, so na dejanskem obratovalnem nivoju, ki je definitivno manjši od kateregakoli projektnega stanja (najpogosteje preverjamo mejno stanje uporabnosti oz. mejno stanje vibracij). To je predvsem pomembno pri koeficientih dušenja, ki so odvisni od amplitud nihanja.

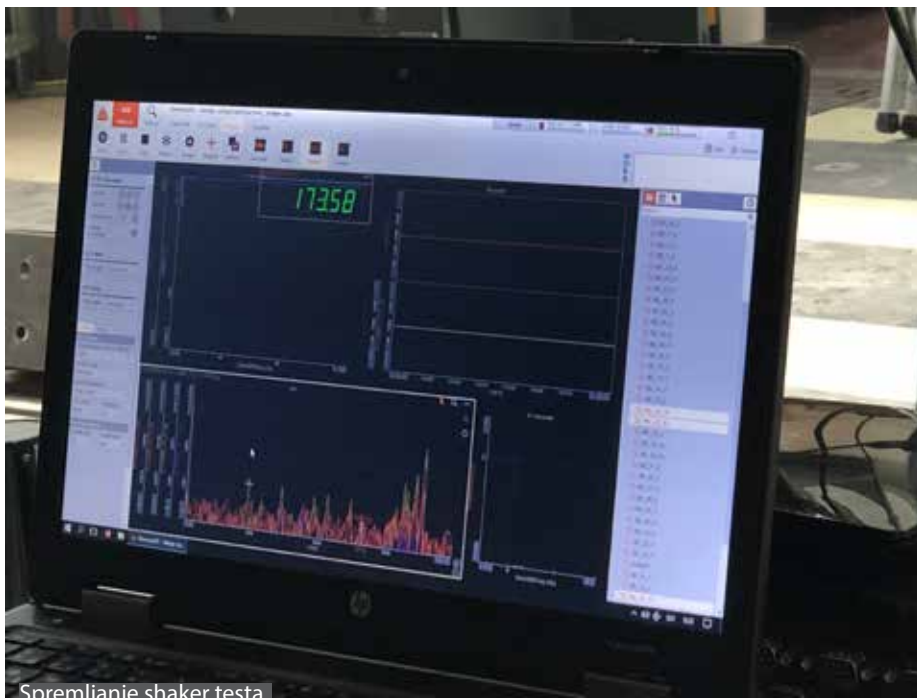
Naš OMA test smo izvedli na sledeči način. Meritve smo začeli ob 15:00 in beležili enourni signal. Pustili smo jih, da se izvajajo čez noč, vse do 08:30. Meritve za obratovalno modalno analizo so tako trajala približno 17,5 h. Poleg modalnih lastnosti v obratovalnih pogojih nas je zanimalo tudi, kako temperatura vpliva na samo meritev. Zato smo zjutraj, ob približno 06:00, odprli zunanja vrata laboratorija, s čimer smo notranjo temperaturo zmanjšali za približno 5 °C.

Zadnji test, ki smo ga izvedli, je bil test z vsiljenimi vibracijami. Za vsiljevanje vibracij smo uporabili stresalnik (v nadaljevanju preprosto shaker) APS 400 ELECTRO-SEIS. To je elektrodinamski generator sile, ki se uporablja predvsem za določanje modalnega odziva konstrukcije pri resonančnih frekvencah. Uporablja se predvsem pri nizkih frekvencah. Masa celotnega shakerja je znašala 73 kg.

Konstrukcijo smo vzbujaali v X in Y smereh, pri obeh smereh pa je bil shaker postavljen na vrhni etaži. V prvi fazi smo konstrukcijo vzbujaali s frekvencami od 5 do 200 Hz, test pa je trajal 5 min. Višanje frekvenc je potekalo logaritmčno, ne linearno. Ker so frekvence, določene z vsiljevanjem vibracij, precej bližje resonančnim frekvencam konstrukcije, se je lastne frekvence s pomočjo shaker testa dalo lažje določiti že med samim izvajanjem meritev. Zato smo v nadaljevanju izvedli še dodatni test, kjer smo konstrukcijo vzbujaali z desetimi že znanimi resonančnimi frekvencami.



Uporabljeni shaker



Spremljanje shaker testa

Shaker je bil na konstrukcijo privezan z dvema verigama. Na prvi pogled se zdi, da naj taka postavitev ne bi imela fizikalnega smisla, ampak se je izkazalo, da se reakcijske sile v verigah izničijo, masa shakerja pa se pomnoži s pospeškom, ki je vsiljen konstrukciji in predstavlja reakcijo, ki se javi v horizontalni smeri na konstrukciji. Pri izvedbi testa z vsiljenimi vibracijami smo enega od občutljivih akcelero metrov na vrhnji etaži postavili na sam shaker, tako da je bilo pri obdelavi meritev možno dejansko določiti sam potek pospeškov shakerja.

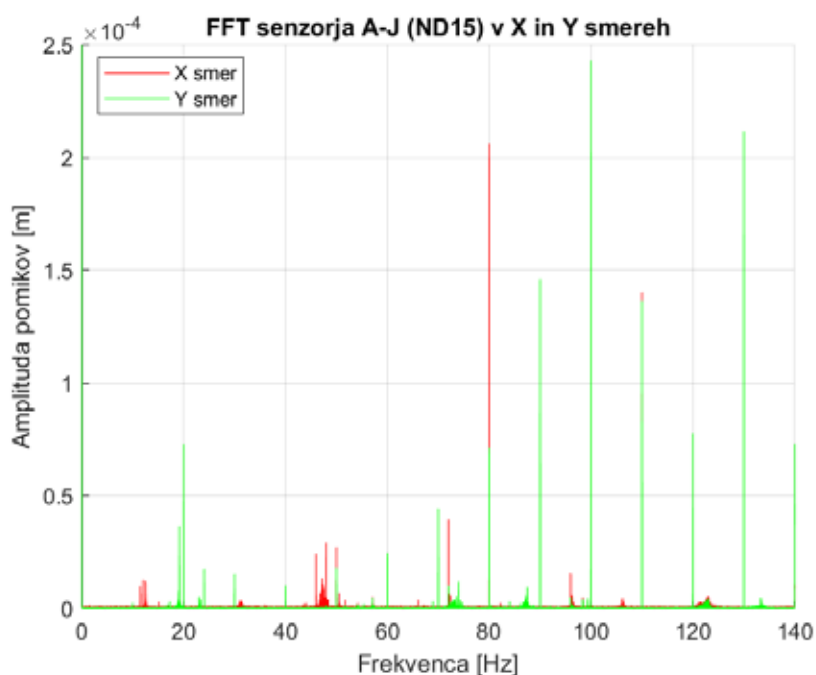
Po vsakem uspešno izvedenem testu je sledila obdelava podatkov meritev. Surovi podatki so predstavljali potek signalov (pospeškov) v časovni domeni. Nas pa so predvsem zanimala lastne oz. resonančne frekvence konstrukcije.

Matematični koncept oz. postopek, ki nek signal iz časovne domene transformira v frekvenčno, se imenuje Fourierjeva transformacija (v nadaljevanju FT). Izvedba FT programersko gledano ni najenostavnejša, saj se je potrebno ukvarjati s količinami v kompleksni domeni, zato pa so v 60. letih prejšnjega stoletja razvili algoritem, ki se imenuje hitra Fourierjeva transformacija (ang. Fast Fourier Transform). Ta algoritem predstavlja osnovo za obdelavo podatkov meritev. Poleg same transformacije je pogosto potrebno upoštevati tudi nizko ali visoko propustne filtre, uporaba katerih je odvisna od primera do primera meritev.

Preliminarno smo izvedli analizo za enourni signal enega senzorja. Izbrali smo navadni akcelero meter na nivoju druge etaže, ki se je nahajal poleg občutljivega akcelero metra. Na dispoziciji merilnih mest je označen kot A-J (ND15). Rezultati kažejo, da prva nihajna oblika niha s frekvenco približno 12 Hz, kar je znatno manjše kot frekvenca, ki smo jo dobili pri linijskih modelih. Razlika se je precej zmanjšala, ko smo izmerjeno frekvenco primerjali s tisto, izračunano po lupinastem modelu. Ta razlika je znašala cca. 20 %. Logično je, da večja kot je nihajna oblika, večje so razlike med izmerjenimi in izračunanimi frekvencami.

Preliminarni rezultati kažejo, da so vsi naši modeli preveč togi, kar potrjuje prvotno hipotezo, da bo nujno potrebno upoštevati model s podajnimi podporami. Možno je, da pri tako nizkih obratovalnih pogojih, OMA niti ne da vedno pravih rezultatov. Končni sklep o tem, ali bo potrebno upoštevati natančnejše modele, bo možno dobiti le, ko bodo rezultati vseh meritev dokončno obdelani.

Avtor: Đorđe Đukić



Prelimirna obdelava podatkov meritev



Porušitev jezusa Spencer

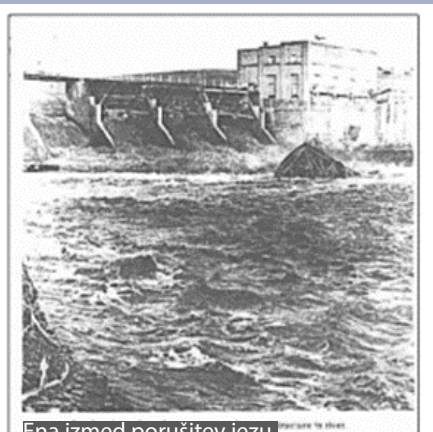
Jez Spencer je stal na reki Niobrara v zvezni državi Nebraska v bližini mesta Spencer. Gradnja jezusa se je končala leta 1927, po izgradnji je bil dolg 1127 m in visok 7,9 m. Jez je bil zgrajen zaradi potreb po proizvodnji električne energije. Raztezal se je po celotni širini reke Niobrara. Elektrarna je ležala na severnem bregu reke, sestavljala sta jo dva generatorja z zmogljivostjo 2000 in 1300 kW. Preliv jezusa je sestavljalo skupno devet zapornih vrat, sestavljen pa je bil iz dveh delov, in sicer iz skupne dolžine zapornic in elektrarne, kar je znašalo 123 m, ter iz zemeljskega nasipa v dolžini 1004 m, ki je segal do južne strani doline Niobrara. Prostornina rezervoarja jezusa je znašala 20.780.000 m³.

Spencer Dam



Lokacija jezusa Spencer

Na jezusa je v času njegove več kot 90 let dolge življenjske dobe prišlo do več incidentov in porušitev. Med leti 1930–1940 je kar dvakrat prišlo do delne porušitve jezusa, zaradi česar so jez obnovili in preoblikovali. Nato je do njegove ponovne večje porušitve prišlo v letih 1960 in 1966, ko se je porušitev zgodila zaradi velike količine ledu v reki, jez pa so nato ponovno obnovili.



Ena izmed porušitev jezusa

Glavni del jezusa je bil sestavljen iz devetih zapornic. Vsaka od zapornic je v širino merila približno 10 m, kar pomeni, da je lahko čez jez pri polnem pretoku teklo 38.000 m³/s vode pri normalni višini vode v rezervoarju, kar naj bi ustrezalo 500-letni povratni dobi poplavl. Jez je prav tako imel 3 m širok žlebov za odvajanje ledu.

Do porušitve jezusa je prišlo 14. 3. 2019 zaradi kombinacije več faktorjev, kot so dejanska fizična postavitve jezusa, ledene razmere, ledeni tok na reki ter močna nevihta. Hkrati nevarnosti posameznih faktorjev niso bile ustrezno posredovane upraviteljem jezusa. Tudi ob upoštevanju vseh potrebnih ukrepov jez ne bi bil sposoben prenesti kombinacije vseh vplivov.



Opustošenje jezusa (slika 5)

Na sliki 5 se lepo vidi, da sta zapornici 8 in 9 ostali zaprti.

Velike količine ledu in vode so v sunku prišle v rezervoar, ga popolnoma napolnile ter povzročile prelivanje vode in ledu preko jezusa. Prav tako sta dve zapornici ostali zaprti zaradi zmrzali, kar je močno zmanjšalo pretok jezusa in povečalo njegovo obremenitev. Preko jezusa so se prelivale predvsem velike količine ledu, ki so erodirale jez, kar je povzročilo njegovo porušitev na dveh mestih.



Ledeni tok (slika 6)

Na sliki 6 je prikazan ledeni tok, ki je povzročil porušitev jezusa.



Lokacija porušitve (slika 7)

Na sliki 7 je prikazano, kje približno so se zgodile porušitve in kako reka teče danes.



Porušen jez (slika 8)

Na sliki 8 je prikazan jez Spencer po poružitvi.

Človeške napake, ki so botrovale poružitvi so:

- Upravitelji jezov so se zavedali velike nevarnosti in velike moči ledenega toka, saj je le-ta že večkrat poškodoval jez, a niso izvedli potrebnih protiukrepov;
- Premalo spoštovanja celotne industrije, povezane z jezovi, do ledenega toka;
- V ameriških standardih ni bil upoštevan dinamični vpliv ledu na jez in možni poružitveni mehanizmi (zajeto so imeli le statično obremenitev ledu);
- Pozabili so na evidentiranje zadnjega ledenega toka iz leta 1966, ki je prav tako močno poškodoval jez;
- V zgornjem toku ni bilo nameščenih ustreznih sistemov, ki bi upravljalce jezov pravočasno opozorili na nevarnost;
- Pri nobeni obnovi in analizi jezov se niso ukvarjali s protiukrepi in odpornostjo na ledeni tok, čeprav je vsa leta prav ta povzročil največ poškodb na jezovih;
- Nobena od organizacij, ki se je ukvarjala z jezovi, ni imela zabeleženo, da se je jez Spencer v preteklosti že poškodoval zaradi ledenega toka;



Porušen jez

- Vsi dokumenti, povezani z jezom, so bili uničeni med njegovo delno poružitvijo leta 1966.



Posledice poružitve (slika 9)

Na sliki 9 so prikazane posledice, ki jih je pustila poružitve jezov na objektih in pokrajini.

Iz zapisanega lahko sklepamo, da je bila za porušitev potrebna kombinacija več faktorjev. Prav tako bi lahko z ustreznimi ukrepi med življenjsko dobo objekta močno zmanjšali verjetnost poružitve. Iz takih primerov porušitev se lahko naučimo pomembnih življenjskih lekcij, kot je, da moči narave nikoli ne smemo podcenjevati, ter da zgodovine ne smemo pozabiti.

Če upravitelji ne bi podcenjevali ledenega toka in bi izvedli ustrezne protiukrepe, do poružitve jezov najverjetneje ne bi prišlo. Zelo pomembno je, da se vodi pregledna evidenca vseh porušitev in vzrokov zanje, saj se le tako lahko iz napak učimo.

Avtor: Davor Kaučič



Geodezija in planinstvo



Triglav

Sodobnega planinstva si ne moremo predstavljati brez podatkov o višini vrhov, planinca pa ne brez dobre planinske karte. Za vse to so poskrbeli zemljemerci.

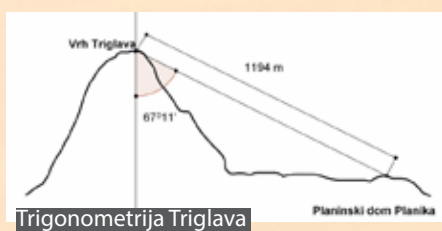
Planinstvo je bila včasih za večino ljudi zgolj ljubiteljska dejavnost, medtem ko je bil za nekatere to le poklic, povezan s hojo po gorah in vzponi na vrhove. To so geodeti (zemljemerci). Njihovo delo je bilo povezano z veliki napori in tveganji. Značaj njihovega dela najbolj opredeljuje angleški izraz za geodeta »surveyor«, kar pomeni raziskovalec.

Najbolj značilna geodetska dela, ki so bila povezana z vzponi na vrhove in hojo po težko dostopnih predelih so bila:

- triangulacija,
- topografska izmera,
- zemljiškokatastrska izmera,
- višinomestvo in
- geodetska dela na državni meji.

Triangulacija

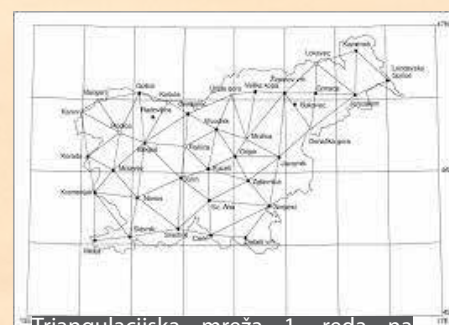
V postopku triangulacije se določajo deli temeljnih geodetskih točk tako, da jih povežemo v trikotnike, v katerih izmerimo kote. Triangulacijsko mrežo delimo v več redov. Stranice trikotnikov v trigometrični mreži 1. reda Slovenije so dolge 15–30 km, vseh točk pa je 35. Te točke so postavljene na visokih vrhovih, s katerih mora biti tudi dober razgled. Pri merjenju kotov v mreži so tako morale biti na primer z Rodice vidne točke na Kaninu, Mangartu, Golici, Blegošu, Mrzavcu in Koradi. Točke so bile na vrhu stabilizirane z betonskimi stebri večjih razsežnosti, tako da se je teodolit nanje pritrdil brez stativa. Kot signale so uporabljali lesene piramide različnih dimenzij, ali pa so imeli trajnejša obeležja, kot sta tisti na Trdinovem vrhu in Donački gori.



Trigonometrija Triglava

Prva sistematična triangulacijska merjenja v Avstriji, ki je takrat zajemala tudi ozemlje Slovenije, so bila opravljena v letih 1806–1829 za potrebe tako imenovane 2. deželne izmere, katere rezultat je bil 2875 listov topografske karte v merilu 1 : 28.800, ki jih je potrebovala vojska. Vrh Triglava ni bil izbran kot točka 1. reda, verjetno zato, ker po legi ne ustreza (trikotniki naj bi bili kar najbolj enakostranični), morda pa tudi zaradi težje dostopnosti. Kasneje je bil vključen v mrežo 2. glavnega reda.

Triangulacijska merjenja niso bila opravljena samo enkrat. Novi instrumenti so omogočali vedno natančnejša merjenja in s tem natančnejšo matematično osnovo za geodetsko obdelavo zemeljskega površja. Elektronski razdaljemeri, ki so jih do velike preciznosti razvili v zadnjih tridesetih letih, omogočajo merjenje tudi tako dolgih stranic, kot jih ima triangulacijska mreža prvega reda. Na slovenski mreži 1. in drugih višjih redov so v zadnjih letih opravljali meritve stranic in nove izračune koordinat trigonometričnih točk, testirali pa tudi nove metode določitve lege točk z uporabo umetnih satelitov.



Triangulacijska mreža 1. reda na območju Slovenije



Stabilizacija geodetske točke



Prva topografska izmera v nekdanji Avstriji je bila opravljena v letih 1763–1787. Poznana kot 1. deželna izmera ali jožefinska izmera, je predstavljala končano delo, začeto v času vladavine Marije Terezije. Rezultat te izmere so bile topografske karte merila 1 : 28.800, kar je skupaj znašalo 3589 listov, namenjenih vojski. Ker izmera ni bila vezana na triangulacijske točke in je bila zato premalo natančna, so po dvajsetih letih pričeli z 2. deželno izmero ali franciscejsko izmero. Obe izmeri sta bili za tisto obdobje velik tehnični in organizacijski dosežek. Sorazmerno veliko merilo kart terja izmero mnogih detajlnih točk. Meritve s tako imenovano mersko mizico, ki omogoča sprotno kartiranje izmerjenih točk, so opravljali vojaški geodeti, ki so bili pri tem izpostavljeni velikim naporom. Izmeriti je bila potrebno celotno ozemlje takratne Avstrije, tudi hribovja in planinske predele. Geodeti-oficirji in še bolj njihovi pomočniki-vojaki so pri prenašanju opreme, postavljanju merskih instrumentov in signalov opravljali prave alpinistične podvige. Nenavadno merilo 1 : 28.800 topografskih kart je posledica seženjskega merskega sistema, ki je v avstrijskih deželah veljal do leta 1873. S predpisom je bilo določeno, da 1 palec na karti ustreza 400 sežnjem v naravi. Ker ima seženj (1,896 m) 6 čevljev, čevljev pa 12 palcev, pomeni, da enemu palcu na načrtu ustreza $400 \times 6 \times 12 = 28.800$ palcev v naravi, ali kot smo sedaj navajeni pisati – 1 : 28.800.



Prikaz merjenja geodeta z mersko mizico.

Čeprav so omenjene deželne izmere služile predvsem za vojaške potrebe, so karte, izdelane na njihovi osnovi, s pridom uporabljali tudi proučevalci krajin, kot so geografi, geologi, načrtovalci komunikacij in drugih objektov v prostoru, pa tudi planinci-raziskovalci. Na območju nekdanje Avstrije in poznejše Avstro-Ogrske sta znani še tako imenovana 3. (1869–1887) in 4. (1896–1915) deželna izmera z merilom kart 1 : 25.000. Z vsako naslednjo izmero se je povečevala natančnost in popolnost vsebine kart, saj so pri izmeri uporabljali nova spoznanja, nove tehnologije in natančnejše merske pripomočke.

Pri četrti izmeri so začeli uvajati novo, fotogrametrično metodo, ki sloni na uporabi in kartografski obdelavi fotografskih posnetkov, najprej terestričnih, pozneje pa skoraj izključno letalskih. Velike zasluge za razvoj fotogrametrične metode, ki je sedaj ena od temeljnih metod izmere zemljišč, ima naš rojak poročnik Edvard Orel (1877–1941).

Planinske karte

Z osamosvojitvijo je bila ena od nalog nove države in njene geodetske službe, da med drugim izdela tudi kartografski sistem, ki je bil zasnovan tako, da kar najbolj služi širšemu krogu uporabnikov. Topografske karte tega sistema niso bile podrejene potrebam vojske; za te potrebe so izdelali tematske karte z dopolnitvijo vsebine temeljne topografske karte. Z vidika racionalnosti ni bilo smotno, da bi za vojaške potrebe organizirali posebno geodetsko službo, saj je obstoječa civilna vojski nudila vse potrebne storitve.

Planinske karte, ki jih izdaja Planinska zveza Slovenije, so tematske karte, v katerih je poudarjena planinska tematika. To je tista vsebina, ki jo potrebujemo pri načrtovanju planinskih pohodov, moramo pa jo imeti pri roki tudi tedaj, ko med potjo iščemo potrebne informacije. Ob splošni topografski tematiki je na planinski karti dan poudarek planinskim potem, vrisane pa so tudi tiste, ki jih v splošni topografski vsebini ni. Poudarjeni morajo biti prikazani planinski domovi, kočje in zavetišča, naravne in druge znamenitosti ipd. Posebej morajo biti prikazane markirane poti, ki jih na nekaterih kartah ločijo po težavnosti, običajno v treh stopnjah: lahka, zahtevna in zelo zahtevna. Podatki o višinah in prikaz reliefa so prav tako pomembni elementi planinske karte. Prikaz višinske oblikovitosti terena oz. razčlenjenosti reliefa je dosežen z izrisom plastnic s smotno izbrano ekvidistanco z ustreznim načinom prikaza prepadnih pobočij in predvsem s kvalitetnim senčenjem. Primer dobre planinske karte, na kateri je še posebno kvalitetno prikazan relief, je pred nedavnim izdana karta Triglav 1 : 25.000, ki jo je izdelal Inštitut za geodezijo in fotogrametrijo FAGG Ljubljana.



Izsek iz planinske karte Kamniško-Savinjskih Alp



Zemljiško katastrska izmera

Zemljiško katastrski načrti so velik tehnološki dosežek, posebno če upoštevamo obdobje, v katerem so nastali. Podatki o površini in katastrski kulturi zemljišč, ki so definirana s parcelami, služijo tudi za davčne namene. Ker katastrski načrti vsebujejo tudi podatke o velikosti, obliki in legi zemljišč, so se izkazali kot primerni tudi za podporo zemljiški knjigi. V njej so vpisani podatki o lastništvu in nekaterih drugih pravicah na zemljiščih. Izvajalci so, prav tako kot **triangulatorji** in topografi, morali premagovati velike napore, mnogokrat so morali biti ne samo planinci, temveč tudi alpinisti.

Čeprav katastrski načrti niso imeli višinskega prikaza terena, so jih vseeno uporabljali za izdelavo regulacijskih načrtov, načrtov melioracij, preglednih načrtov mest ipd. S sistemom katastrskih kultur in drugih vrst rabe zemljišč so pomemben vir za proučevanje izrabe zemljišč in načina pozidave. Na njih so evidentirana ledinska imena, imena zaselkov in naselij ter imena osamljenih kmetij. Zaradi vsega tega so katastrski načrti in drugi deli katastrskega sistema pomemben del nacionalnega bogastva. Da je bil sistem zemljiškega katastra dobro zamišljen in kvaliteta izmere visoka, dokazuje dejstvo, da so za odmero davkov od kmetijstva in za vodenje evidence o lastništvu še dolgo let uporabljali franciscejski kataster. Podatki, ki so jih vodili v njem, slonijo na izmeri iz obdobja cesarja Franca I. in predstavljajo kar 87 % površine Slovenije. Le 13 % površine jim je v času po 2. svetovni vojni uspelo izmeriti na novo.

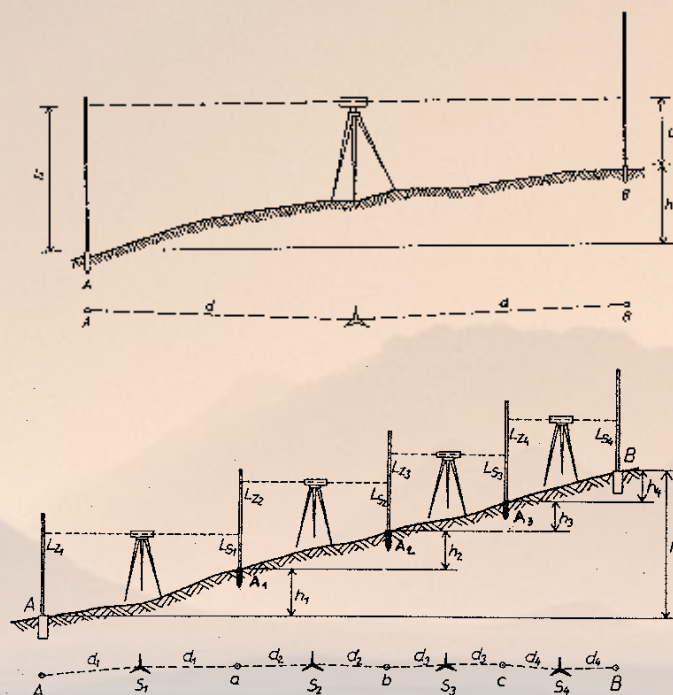
Matematično osnovo katastrski izmeri je nudila triangulacijska mreža. Za izračun koordinat triangulacijskih točk in matematični okvir katastrskih načrtov je bilo na ozemlju nekdanje Avstrije vzpostavljenih več pravokotnih koordinatnih sistemov. Za deželi Kranjsko in Koroško je veljal koordinatni sistem, ki ima izhodišče na Krimu. Točka na njegovem vrhu tako ni samo triangulacijska točka 1. reda sedanje triangulacije, temveč tudi najpomembnejša geodetska točka druge deželne izmere ter izmere za franciscejski kataster

Višinomerstvo

Marsikateri planinec se sprašuje, kako so bile pridobljene nadmorske višine vrhov, na katere se vzpenja, kritičnejši pa razmišlja tudi o vzrokih za različne višine, ki se jih za iste vrhove najde na kartah različnih izdaj.

Kot izhodišče za določanje nadmorskih višin nam služijo tako imenovane temeljne višinske geodetske točke, ki morajo obiti enakomerno razporejene po ozemlju, ki ga kakorkoli geodetsko obdelujemo. Enako kot trigonometrične so tudi temeljne višinske točke (ali na kratko reperji) razdeljene na več redov, pri čemer je kriterij za njihovo delitev natančnost, s katero je določena njihova višina. Nadmorske višine omenjenih točk so dobljene z niveliranjem, ki je najbolj natančna metoda ugotavljanja višinskih razlik.

Z niveliranjem, katerega najpomembnejši sestavni del je libela, odčitamo na letah višino horizontalne vizure nad točkama A in B, razlika odčitkov je višinska razlika med njima. S premeščanjem late postopek nadaljujemo in z vsoto višinskih razlik dobimo višinsko razliko med poljubno oddaljenimi točkami. Na ta način so v letih 1873–1914 v takratni Avstriji določili nadmorske višine 16.652 reperjem preciznega nivelmana. Pri tem je skupna dolžina nivelmanskih »vlakov« znašala 22.935 km.



Določanje višin z niveliranjem



Ali je vrh res vrh?

Večina nadmorskih višin, ki jih vidimo na kartah, običajno ni določena z niveliranjem. Za določanje nadmorskih višin uporabljamo geodeti tudi metodo trigonometričnega višinomerstva. Ta se po eni strani naslanja na višinske točke, določene z niveliranjem, po drugi strani pa na točke trigonometričnih (in drugih položajnih) mrež, saj računajo višinske razlike iz razdalj in naklonskih kotov. Že pred stoletji so uporabljali metodo barometričnega višinomerstva. Ta metoda se je – čeprav je manj natančna – ohranila do danes. Planinci in posebno alpinisti z barometričnimi višinomeri, ki so vedno bolj natančni, spremljajo svoje vzpone, zato lahko sproti vedo, na kateri višini so.



Greben Karavank, po katerem poteka državna meja Slovenije

Še nekaj o razlogih za različne višine, ki se za iste vrhove pojavljajo na kartah iz različnih obdobj ali na kartah različnih izdajateljev oz. izdelovalcev. Veljalo naj bi, da so višine, vpisane na novejših dokumentih, pravilnejše kot na starejših, saj gre za natančnejša merjenja, ki nam jih omogočajo novejša tehnologije merjenja in popolnejši instrumenti. Zanesljivejše so višine tistih vrhov, kjer so postavljene triangulacijske točke. Vendar pa te niso vedno na najvišji točki vrha. Kadar se višina nanaša na trigonometrično točko, naj bi bila ta na karti označena s posebnim znakom (običajno trikotnikom), žal pa tega znaka ne izrisujejo dosledno. Razlog za različne višine je lahko tudi v tem, da vrh nima izrazite konice, zato je bila najvišja točka morda napačno izbrana. Razlika do enega metra je lahko posledica zaokroževanja izmerjene višine. Možne so tudi dejanske spremembe višin kot posledica delovanja erozije, strel ali tektonskih premikov ob potresih.

V Sloveniji izvirajo številni podatki o višinah na novejših planinskih kartah iz dveh neodvisnih virov: merjenja Vojaškega geografskega inštituta iz Beograda za potrebe topografske karte 1 : 25.000 in domačih merjenj za potrebe temeljnega topografskega načrta 1 : 10.000 ali 1 : 5.000. Oba izdelka uporabljamo kot osnovo za izdelavo različnih tematskih kart, med njimi tudi planinskih. Ker podatki med obema izdelkoma niso usklajeni, se to odraža tudi v različnih višinah za iste točke.

Zaključek

Namen tega članka je opozoriti na povezanost geodetske stroke in planinstva. Prispevek naj bi tudi oživel razmišljanja o geodetski planinski poti, ki je imela za cilj obisk vseh vrhov, na katerih so triangulacijske točke 1. reda, pri tem pa opozoriti na napore in težave, s katerimi so se pri njihovem določanju soočali.

Avtorica: Anja Novak





Precasted SL - deck slabs and their usability

In recent years, precast elements in construction are becoming increasingly popular in Slovenia and globally. The precast elements provide important benefits compared to the traditional in-situ construction. They are manufactured in an industrial plant, transported to the site and positioned in place. Apartment and office buildings, industrial halls, parking garages etc., can almost whole be built in precast. This is possible due to the number of precast structural elements available on the market. Precast elements include precast beams, columns, slabs, staircases, etc. All are available in different shapes so that they can be adapted to the project's requirements. The main argument against the use of precast technology is seismic activity. The main problem are the connections, but also for this, more and more feasible solutions are getting available. Usually, the issue of seismicity is solved with in-situ plates on top of the precast slabs, in-situ cores and in-situ connections between the elements, making the connections fixed instead of hinged using only the precast building process.



Construction of the bridge using SL-decks with pearl-chain method

The focus of this article will be on the slabs, the new technology around them and their usability. Today, the most popular and widely used precast slabs are Hollow-core slabs. They are popular primarily because of their low weight and the hollow middle, keeping most of the strength compared to the complete concrete slabs. In addition, these Hollow-core slabs are wholly made from standard strength concrete.

One new example of the rapidly evolving precast technology that is already on the market in Scandinavian countries is called SL-deck, which stands for the super-light deck. SL-decks are produced and patented by the Danish company Abeo.

SL-decks consist of three main components, lightweight concrete, self-compacting concrete and reinforcement. The bottom part of the SL-deck consists of lightweight concrete with a density of approximately 800 kg/m³. The lightweight concrete is cast in special arch-shaped geometry blocks and is produced with a fully automatic casting machine. The machine makes it possible to leave out specific blocks and thus place the low weight exactly where needed while providing a high degree of flexibility in other parts of the slab. After the lightweight concrete blocks are produced, reinforcement is placed in all the transverse ribs between blocks, creating a cross-reinforced structure. Additionally to standard steel reinforcement, prestressed reinforcement is placed in the longitudinal ribs, contributing to a bigger carry capacity. After the reinforcement is placed, all the grooves and upper part of the slab are filled with self-compacting concrete (SCC) with a density between 2.400 and 2.500 kg/m³. This creates a strong upper part with a series of reinforced ribs between the lightweight concrete blocks.

At the slabs' ends, a minimum of 200 mm of solid SCC concrete is cast to ensure a sufficient level of shear capacity in the areas where the slabs are supported. If necessary, additional reinforcement can be added to the ends of the slabs. SL -decks can be produced in various thicknesses from 180 to 320 mm, with a 40 mm jump in size. Spans depend on the slab's thickness because thicker slabs can bridge longer spans.

They range from 4.8 m for SL18, with 0.6 m differences up to 16.2 m for SL32. The carrying capacity of the slabs depends on the slab thickness, span and amount of reinforcement. Moment and shear capacity is provided by the manufacturer for slabs with different amounts of reinforcement in its capacity tables. Otherwise, the capacity of the SL-decks is pretty complicated to calculate because of two various concretes and shaped lightweight concrete blocks. Moment capacity ranges from 180 kNm for SL18 up to 820 kNm for SL32 slabs. At the same time, shear resistance ranges from 123 kN to 206 kN for SL18 and SL32, respectively. Similar to carrying capacity, self-weight depends on the slab thickness and differs from 313 kg/m² for SL18 to 537 kg/m² for SL32 slabs.



SL - deck slab



Flexible geometry - rounded end

Precast elements have many benefits compared to the in-situ casted elements. SL-decks and Hollow-core slabs have some equal benefits. For example, precast slabs are cheaper compared to in-situ plates. They are also easier and faster to erect with fewer frameworks and construction workers required. Furthermore, they are lighter than in-situ, contributing to the lower applied weight on the vertical structural elements. Additionally, compared to Hollow-core slabs, SL-decks provide a few more benefits. They are even lighter and can be produced up to 3.6 m in width than the 2.4 m of Hollow-core slabs, which reduces the number of slabs making the installation easier and quicker. Furthermore, SL-decks can be produced in different shapes, such as arch shapes or circular ends. To make them more flexible to the project requirements, they can also have cast-in embeds for installations or lifting and additional reinforcement.

Additional reinforcement can be helpful if the slabs are used as cantilevers elements, or even some invisible beams inside slabs can already be seen in some projects. Last but not least, SL-decks have improved sound insulation, so no additional sound insulation is required in the flooring and 4-hours fire resistance. No additional fireproofing is needed, lowering the cost even more.

Regarding usability, SL-decks have even more use cases compared to the Hollow-core slabs. They are not only used for apartment and office buildings, industrial halls, parking garages, bridges, floating structures, towers, domes and arches. SL-decks give designers more freedom regarding the design of the buildings because it allows cantilevers and circular shaped slabs for different façade designs. They also come with hidden beams with additional reinforcement, allowing the lower required floor to floor height, especially important in parking garages.

But probably the most interesting use cases are arches, bridges and domes. This is possible due to the already mentioned flexible slab geometry, which allows slabs to be produced in the arch shape compared to straight Hollow-core slabs. Bridges, arches and domes are built with such arch-shaped elements using a building method called the pearl-chain method. The method is relatively new, created alongside SL-deck technology. First, the arch-shaped slabs are produced with an empty duct for post-tensioning left inside. Then, slabs are put together and post-tensioned, making the arch or similar structures. Applied post-tensioning force holds slabs together. The construction process of a small bridge made from SL-decks can be seen in the figure, with a white duck left out for post-tensioning. Number of post-tensioning wires can vary based on the carrying capacity requirements. Domes are also possible because the slabs can be curved and post-tensioned in two planes.

Today, around 10 % of the projects in Scandinavian countries use SL-deck technology, but the number increases each year. So maybe one day, SL-decks will become available in more European countries, giving projects more design freedom.

Author: Matej Durcik



Intelligentni mostovi

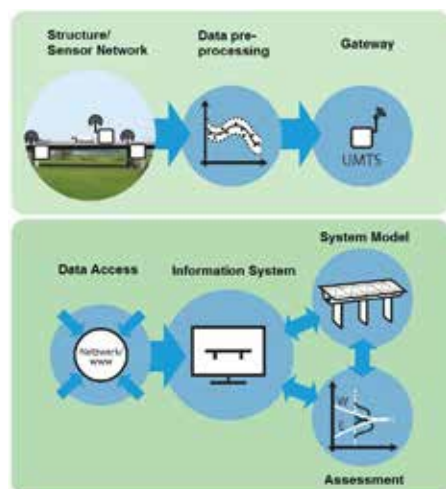
Cestno omrežje v Nemčiji vključuje 38.806 mostov s prevozno površino približno 30 milijonov m² ter velikim številom drugih inženirskih objektov, kot so predori, naprave za zaščito pred hrupom in podporne konstrukcije. Velik del teh mostnih konstrukcij ima življenjsko dobo 40–50 let, zato potrebujejo temeljito in redno vzdrževanje ter popravila. Nenehno opazovanje in pregledovanje sredstev je pomembna storitev, ki jo cestno-gradbene uprave izvajajo v okviru vzdrževanja mostov in inženirskih objektov. Že od leta 1998 so bile konstrukcije skrbno opazovane, pri čemer so beležili vse rezultate rednih pregledov. Mehanizmi škode so v veliki meri znani in so običajno posledica prodiranja vlage in onesnaževanja ter temperaturnih vplivov, prometnih obremenitev in njihovih interakcij, napak materialov, ki zmanjšajo nosilnost in življenjsko dobo, itd. Razvoj poškodb pospešujejo tudi gradbene napake, nezadostna izdelava, konstrukcijske pomanjkljivosti ter neustrezno vzdrževanje in popravila. V takih primerih lahko pride do škode, še preden poteče načrtovana življenjska doba. Za oceno nosilnosti in trajnosti konstrukcij so bistvene ažurne informacije o stanju.

Poleg zgoraj omenjenih težav, se mostne konstrukcije znotraj nemškega avtocestnega omrežja soočajo tudi z novimi izzivi. Ti vključujejo naraščajoče prometne obremenitve, učinke podnebnih sprememb, spremembe načinov oblikovanja in nove zahteve, povezane s trajnostjo. Staranje mostnih konstrukcij in nezadostna finančna sredstva za vzdrževanje dodajata tem izzivom pomembne logistične razsežnosti. V prihodnje bo ključnega pomena podpirati sedanje upravljanje vzdrževanja mostnih konstrukcij s sprejetjem inovativnih pristopov, da bi dodatno zagotovili zanesljivost in razpoložljivost avtocestnega omrežja. Trenutni vzdrževalni ukrepi temeljijo predvsem na obstoječih poškodbah, ki se odkrivajo pri vizualnih pregledih v šestletnem intervalu. Predpostavlja se, da se ukrepi na poškodovanih konstrukcijskih elementih izvedejo, preden verjetnost okvare doseže

nesprejemljivo vrednost. Vendar je ta pristop uporaben le če: konstrukcija kaže okvaro, se stanje obremenitve sčasoma ne spreminja in je na voljo dovolj sredstev za vzdrževanje. Ker temu ni vedno tako, so potrebna nova orodja za pridobivanje poglobljenih informacij o stanju mostov in njihovem razvoju, še preden se pojavijo znatne, nepopravljive poškodbe.



Cilj inteligentnih mostov je razvoj sistemov za informacije in celotno vrednotenje mostne konstrukcije v realnem času kot dopolnitev že uporabljenih pregledov. Že nekaj let se sistemi za spremljanje mostov postavljajo predvsem zato, ker so bila odkrita precejšnja tveganja, vendar v veliko primerih ukrepi pridejo prepozno, so dolgotrajni in dragi. To je mogoče premagati z opremljanjem struktur z računalniškimi sistemi, ki temeljijo na senzorjih, ki poleg navadnega spremljanja tudi postavljajo izhodišče za ukrepe, preden se težave sploh pojavijo. Instrumentirani most, ki meri udarce/upor ali reakcije in zagotavlja potrebne podatke, je prvi korak v tem prilagodljivem sistemu, saj predstavlja osnovo za inteligentni most. Ustreden programski sistem – ekspertni sistem – izpelje inteligentna opozorilna sporočila za uporabnika ali lastnika, kar bi nas lahko v prihodnje pripeljalo do samoorganizirane reakcije. Tako razširjen sistem spremljanja ne bi zagotovil le čim večje količine poglobljenih informacij o opremljenosti mostnih konstrukcij, temveč bi zagotovil celotno oceno stanja v realnem času.

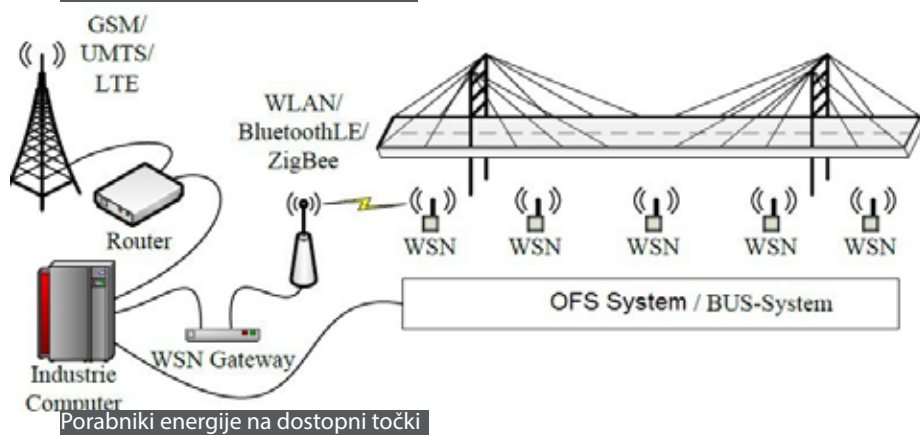
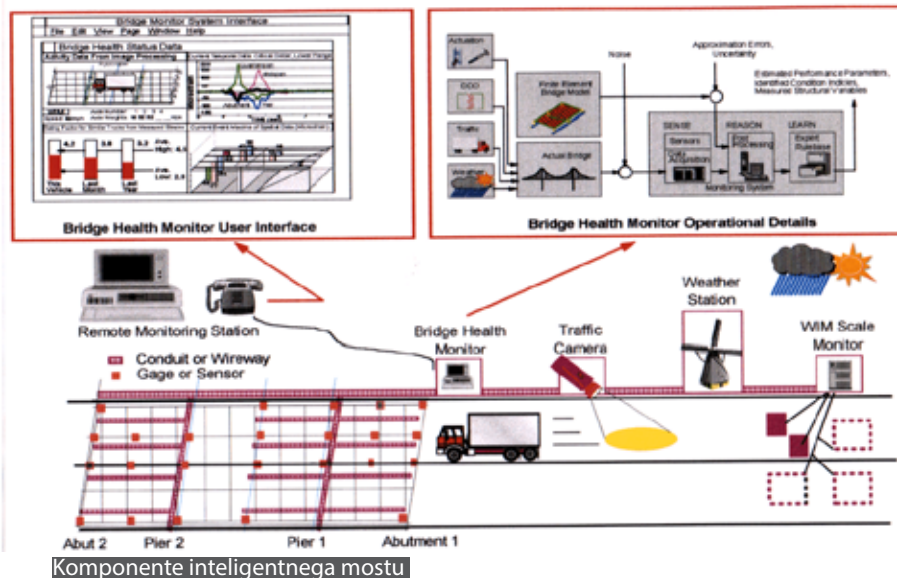


Predstavitev inteligentnih mostov

Znotraj kompleksne strukture prilagodljivega sistema inteligentnega mostu obstajajo različni sestavni deli in vidiki, ki so razvrščeni v eno od treh sestavnih skupin: inteligentna senzorska tehnologija, inteligentni modeli ocenjevanja in inteligentne strategije vzdrževanja in pregledov. Opisane skupine komponent opravljajo različne naloge in funkcije ter so med seboj soodvisne.

Tehnologija senzorjev

Za pridobivanje informacij v realnem času je potrebna senzorska tehnologija. Posamezen senzor je določen za lokalno, zelo selektivno merjenje udarcev ali strukturnih odzivov, zato je pomembno namestiti senzorsko omrežje z uporabniškimi vmesniki, da se podatki dostavijo lastniku ali odgovornemu inženirju in sestavijo celostni pregled nad celotno konstrukcijo. Prva naloga je opredeliti, katere parametre je treba izmeriti, da bi ustrezno predstavljali vplive ali prvi indikator poslabšanja. Ta podatek je v osnovi podan z analizo škode in problemov, ki se pojavljajo v praksi, in z ustreznimi modeli vrednotenja. Izhajajoč iz potrebnih parametrov, je treba izvesti pregled senzorjev, ki so na voljo na trgu, da bi lahko zagotovili zahtevane meritve.



Najboljše je, če uporabljamo brezžičnih in energetsko samozadostne senzorje. Sem sodijo senzorji, ki temeljijo na radiofrekvenčni identifikaciji, piezoelektrični senzorji, mikroelektrično-mehanski sistemi in senzorji optičnih vlaken. Žice in kabli, zlasti v kombinaciji s senzorji, vgrajenimi v konstrukcijske elemente, zbujajo ranljive točke v konstrukciji. Poleg tega imajo integrirani senzorji prednost, da so do določene mere zaščiteni s samo konstrukcijo. Po drugi strani oskrbe z energijo ni mogoče zagotoviti povsod. Poleg tega je treba tekoče stroške zmanjšati na minimum. Velik izziv, ki ga predstavljajo premostitvene konstrukcije, je, kako napovedati, kje točno bo prišlo do naslednje poškodbe. Najpomembnejša naloga pri spremljanju stanja konstrukcije mostov je, kako zagotoviti izčrpne informacije o čim več območjih propadanja mostu. Pri diskretnem merjenju je treba lokalizirati pomembne ali reprezentativne točke oz. vroče točke takšnih območij, ki predstavljajo mesta namestitve diskretnih merilnih senzorjev. Izvedba analize vročih točk za vsak posamezen most pred zasnovo senzorskega omrežja je zato izjemno pomembna za njegovo kakovost ter vrednost in zanesljivost meritev. Čeprav velika večina senzorjev zaznava samo na diskretnih točkah v strukturi, nekaj tehnologij senzorjem optičnih vlaken omogoča multipleksirano zaznavanje, navidezno porazdeljeno in popolnoma porazdeljeno

Podatke je treba ne le zbirati, ampak jih je treba tudi združiti in analizirati. Potrebna je samoorganizacija omrežja, saj mora biti senzorsko omrežje sposobno konfigurirati in nadzorovati samo sebe ter imeti možnost reprogramiranja. Senzorji znotraj omrežja morajo medsebojno delovati in sprožiti na primer senzorje, ki so potrebni le, če pride do določenega udara.

Metode vrednotenja

Izpeljani in ovrednoteni podatki dajejo vpogled v modele vrednotenja, ki so potrebni za napovedovanje škode in učinkovitosti stanja ter prihodnjih potreb objekta zaradi spreminjajočih se razmer. Zaradi naključnosti večine parametrov je primeren verjetnostni pristop. Osnovna ideja je, da sta tako delovanje kot odpornost struktur časovno odvisna in naključna parametra. Običajno verjetnostne analize podajajo verjetnosti okvar, ki ne bi smele povečati vnaprej določene ciljne verjetnosti okvar. Na obseg posledic okvare vplivajo tudi učinki indikacije. Če bi prišlo do okvare brez indikacije, npr. do nenadne porušitve mostu, bi bile posledice ogromne. Tudi v primerih z majhno verjetnostjo okvare je lahko tveganje za okvaro razmeroma veliko. Posledično je treba tem mostovom nameniti prednost pri popravilu. Če so parametri odpornosti in delovanja zabeleženi s spremljanjem, bi lahko izpeljali

optimizirane strategije vzdrževanja, vključno z dobro uravnoteženimi zaščitnimi ukrepi, kar lahko privede do zmanjšanja stroškov vzdrževanja in podaljšanja življenjske dobe.

Predlagano upravljanje vzdrževanja, ki temelji na zanesljivosti, je sestavljeno iz treh bistvenih korakov. Najprej je treba kot osnovo za naslednje korake izvesti celovito analizo zanesljivosti danih konstrukcij. Izpeljati je treba verjetnost morebitnih škod in verjetnih posledic, kar je osnova za drugi korak, tj. za režim spremljanja na podlagi zanesljivosti, pri katerem sta pogostost in obseg meritev spremenljiva in prilagojena. Skupne postopke se okrepi z uporabo prilagojenih senzorjev za poglobljeno preiskavo kritičnih konstrukcijskih elementov. Tretjič, izpelje se postopek za optimizacijo strategij vzdrževanja glede razvoja stroškov kot funkcije verjetnosti okvare.

Ohranjanje razpoložljivosti in prometne varnosti ter zagotavljanje prvotno načrtovane življenjske dobe mostovnih objektov je velika prioriteta, zlasti v času, ko se infrastruktura sooča z novimi izzivi. V bližnji prihodnosti bo vzdrževanje in pregledovanje premostitvenih konstrukcij še pomembnejše. To pomeni, da je potrebno poglobljeno poznavanje pogojev in procesov propadanja posameznih mostnih konstrukcij. Implementacija senzorske tehnologije v kombinaciji z metodami ocenjevanja stanja na podlagi zanesljivosti predstavlja korak naprej v objektivno ocenjevanje in dopolnitev obstoječih sistemov upravljanja mostov, ki so večinoma deterministični in temeljijo na poškodbah. V nemškem Zveznem raziskovalnem inštitutu za avtoceste izvajajo obsežno raziskovalno-razvojno delo za razvoj sistema za obdelavo informacij v realnem času in vrednotenje mostnih konstrukcij na podlagi zanesljivosti – inteligentne mostove. Ta sistem sledi preventivni strategiji, ki temelji na zgodnjem odkrivanju in vrednotenju sprememb stanja v konstrukciji mostu ter napovedovanju in ocenjevanju nadaljnjega razvoja stanja.

Avtorica: Martina Dimitrioska



Fehmarnbelt Tunnel: Najdaljši potopljeni predor na svetu

S pričetkom gradnje leta 2021 enega večjih infrastrukturnih projektov v Evropi in pričakovanim zaključkom leta 2029 bo podvodni predor Fehmarnbelt najdaljši potopljeni predor na svetu. Predor bo povezoval Dansko in Nemčijo med danskim otokom Lolland in nemškim pristaniščem Puttgarden prek Baltskega morja. Skupna dolžina objekta bo znašala 18,2 km. Predor bo imel štiri avtocestne pasove in dva elektrificirana železniška tira. Nadomestil bo obstoječo 45-minutno potovanje s trajektom in tako skrajšal čas s 45 na 7 min z vlakom ali 10 min z avtomobilom. Če se danes z vlakom želimo izogniti trajektu, vožnja iz Hamburga v København traja 4 ure in pol. Ko bo predor končan, bo ista pot trajala dve uri in pol. Predor bo omogočal hitrosti avtomobilov do 110 km/h in hitrosti vlakov do 200 km/h.



Predor povezuje Dansko in Nemčijo

Prvotno je bila na tem mestu predlagana gradnja mostu, katerega zasnova bi imela štiri avtocestne pasove in dva elektrificirana železniška tira. Most, ki bi bil dolg približno 20 km, bi bil viseči most, ki bi visel na štirih glavnih stebrih višine 280 m. Višina mostne konstrukcije nad morskim dnom bi znašala 65 m, kar bi večjim ladjam omogočalo prost prehod. Prvotno je bilo pričakovati, da bo most Fehmarnbelt dokončan do leta 2018.



Prvotna ideja mostu

Ta ideja je veljala vse do leta 2010, ko so danski projektanti po novih študijah izvedljivosti ugotovili, da bi izgradnja potopljenega predora predstavljala manjše gradbeno tveganje in stala približno enako. Ugotovili so, da je lažje zgraditi potopljeni predor kot most velikih dimenzij. Naslednja prednost predora v primerjavi z mostom je ta, da se s predorom izogne zunanjim vremenskim vplivom, predvsem vetru in snegu. Predor je lahko odprt ves čas z relativno malo vzdrževanja v primerjavi z mostom, ki ga je potrebno v zimskih mesecih posipati, kaj šele v primerjavi z vsemi rednimi vzdrževalnimi deli, ki so na njem potrebna. Ker bo predor ležal več kot 40 m pod morsko gladino in bo tako varno nameščen pod morskim dnom, bo zaščiten pred ladijskimi sidri in trki. Po drugi strani je največja slabost predora njegov strošek, ki naj bi bo začetnih ocenah znašala 7 milijard evrov, po trenutnih pa že 10 milijard evrov. V primerjavi s stroškom izgradnje predora, kot prvotne rešitve, ki je znašal okrog 8 milijard evrov, je cena glede na prej naštetе prednosti upravičena. Financiranje bo v večini financirala Danska z evropskimi sredstvi. Financiranje se bo povrnilo s cestninami, dobiček pa bo namenjen posodobitvi cestnih in železniških povezav do predora.

Druga večja slabost je nevarnost nesreč v predoru, predvsem požarov. Temu je bilo namenjenih veliko raziskav in preizkusov na modelu predora. Rešitev je izgradnja odstavnih niš in reševalnega jaška ter izboljšanje sistema in pripravljenosti reševalnih služb ob predoru.

Leta 2021 so se pričela pripravljala dela na kopnem in izgradnja tovarne v Rødbyju za izdelavo 89 železobetonskih predorskih elementov in portala predorov na Lollandu. Pričetek izdelave slednjih je predviden za leto 2023, medtem ko je predviden začetek gradnje predora z umeščanjem elementov predviden za leto 2024. Izgradnja potopljenega tunela se razlikuje od običajne gradnje tunelov z vrtanjem. Tako se imenuje zato, ker vrtanja ni, njegova izgradnja poteka s potapljanjem predhodno izdelanih elementov predora na morsko dno.



Proces potapljanja



Proizvodnja predorskih elementov



Pričetek gradnje na Danski strani

Na tem mestu se pojavi vprašanje, ali ni predor, ki povezuje Francijo in Anglijo pod Rokavskim prelivom, tako imenovani Evrotunel, daljši. Dolg je namreč 50,7 km, od tega kar 37,9 km poteka pod morskim dnom. Glavna razlika, zaradi katere bo Fehmarnbelt najdaljši potopljen predor na svetu, pa se skriva v načinu gradnje. Evrotunel je bil v 90. letih prejšnjega stoletja zgrajen z vrtanjem pod morskim dnom, torej na klasičen način, tako kot predori na kopnem. Fehmarnbelt pa bo predor, potopljen na morsko dno brez kakršnegakoli vrtanja.

Avtor: Matej Durcik

Tunelski elementi bodo izdelani v tovarni na kopnem iz votlih železobetonskih profilov. Na vsakem koncu bo element zatesnjen z vodotesnimi jeklenimi pregradami, da bo notranjost elementa ostala suha. Vsak odsek predora bo dolg 217 m, širok 42 m in bo tehtal okoli 73.000 ton, vendar bo zaradi svoje votline plaval pod vodo, saj bo deloval podobno kot z zrakom napolnjen ladijski trup. Potrebna količina železa za izgradnjo predora bo enaka količini železa za izgradnjo 50 Eifflovih stolpov. Za izdelavo posameznega elementa bo potrebnih 9 tednov. Po izgradnji bodo predorski elementi premeščeni v bazen ob tovarni. Od tam bodo obešeni na pontonih, prepeljeni na mesto potopitve.

Spontona bomogočenatančnozadetipoložaj elementa v vodi in nadzorovati potopitev v pred tem izkopani jarek na morskem dnu. Jarek bo globok 16 m in širok 60 m.

Z izkopavanji bo pridobljenih 19 milijonov kubičnih metrov kamnin in peska, ki bodo uporabljeni za vzpostavitev manjših polotokov na danski in nemški strani in tako zmanjšanju skupne dolžine predora za več kot kilometer. Prvi predorski element bo na vsaki strani pasu povezan s portalnim objektom. Gradnja bo potekala z obeh koncev sočasno, dokler se ne bo predor na sredini združil. Elementi bodo prekriti z gramozom, peskom in kamnom, tako da bo zgornji sloj raven z obstoječim morskim dnom.



Primerjava študija gradbeništva v Sloveniji in na Danskem



Končal sem univerzitetni študij gradbeništva na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani. Nadaljevati z magistrskim študijem je bilo skoraj obvezno, predvsem zaradi kompetenc in možnosti pridobitve naziva pooblaščenega inženirja na Inženirski zbornici Slovenije. Študij sem si želel nadaljevati v angleščini, saj bi s tem pridobil še dodatne izkušnje in kompetence v drugem jeziku, kar bi mi v prihodnosti lahko odprlo še več možnosti. Ker študija v angleščini na Fakulteti za gradbeništvo ni, sem se odločil za pregled opcij v tujini. Dve izmed možnih destinacij sta bili Nizozemska in Danska, pri čemer sem se na koncu odločil za slednjo, predvsem po primerjavi obeh predmetnikov.

Opisana primerjava sicer ne bo direktno »ena na ena«, saj sem v Sloveniji obiskoval dodiplomski študij, na Danskem pa obiskujem podiplomski dvoletni magistrski program. Primerjava bo, kar se da objektivna, deloma pa tudi subjektivna, naštel bom svoja opažanja, kaj mi je pri študiju v tuiji všeč v primerjavi s študijem v Sloveniji in zakaj sem se nenadajno odločil za nadaljevanje študija v tujini. Končni namen ni napeljevanje na eno ali drugo možnost študija, ampak želja podati kar se da objektivno mnenje o lastni izkušnji.

Zakaj prav Danska? Danske univerze so poleg nizozemskih in še nekaterih drugih ene redkih, ki ponujajo celoten magistrski študij v angleščini. Magistrski študijski programi v angleščini so na voljo na vseh fakultetah in smereh, tako za Dance kot tujce, večina dodiplomskih programov pa je v danščini. Takšen način se mi zdi smiseln in ga pogrešam v Sloveniji. Pred končno odločitvijo o izbiri študija sem primerjal predmetnike ljubljanske Fakultete za gradbeništvo in geodezijo, nizozemske Tehniške univerze v Delftu in danske Tehniške univerze v Kopenhagenu, za katero sem se nazadnje odločil.



Študentski kampus na Danskem

Prepričalo me je predvsem to, da si lahko predmetnik v celoti izbereš sam. To pomeni, da si iz seznama možnih predmetov sam izbereš tiste, ki bi jih rad opravljal. Izbira poteka na posebnem spletnem portalu, podobnem kot je naš študentski referat. Sicer so podane smernice in nekateri obvezni predmeti, med katerimi pa je še vedno tudi prosta izbira. Možna je izbira podobnih smeri kot pri nas, torej visoke gradnje, nizke gradnje, hidrologije, stavbarstva itd., s tem da si lahko izbereš kombinacije med vsemi predmeti oz. izbereš nekatere zanimive predmete tudi iz drugih smeri, kar pa pri nas ni mogoče. Tako sem si lahko izbral tudi nekaj predmetov iz ekonomije, managementa ter arhitekture. Izbira predmetov je izredno široka ter se redno posodablja in dopolnjuje. Sami predmeti se nekoliko razlikujejo od predmetov na Fakulteti za gradbeništvo. Predvsem se mi zdi, da so nekateri bolj aktualni, izbira se lahko tudi med predmeti iz steklenih konstrukcij, trajnostne gradnje, prefabriciranih zgradb ipd. Pred samo izbiro predmetnika sem moral preveriti ustreznost predmetov glede na zahteve Inženirske zbornice Slovenije za opravljanje izpita za pooblaščenega inženirja. Njihove pogoje je mogoče z ustreznimi izbiro predmetov izpolniti.

Študijski koledar se med državama prav tako nekoliko razlikuje. Sestavljen je iz dveh semestrov. Študijsko leto se prične v začetku septembra. Prvi semester se konča decembra, medtem ko se drugi začne februarja in konča maja. Januar in junij sta rezervirana za en tritedenski predmet. Ta poteka v intenzivni obliki vsak dan v obliki skupinskega dela.



Učilnica



Samo študijsko delo se prav tako razlikuje, nekateri predmeti imajo zaključni izpit, druge lahko opraviš samo s seminarsko nalogo. To je še posebej zanimiv način, saj je dober približek delu v industriji, torej delu v skupinah na projektni nalogi. Seminarske naloge se večinoma izvajajo v skupinah, pri nekaterih predmetih so tudi obvezne individualne domače naloge, kjer je individualna seveda tudi ocena. Končna ocena je običajno odvisna od dela celotne skupine in končne seminarske naloge. V zadnjem letu sem imel več predmetov, ki sem jih zaključil s seminarsko nalogo kot z izpiti. Zanimiva izkušnja je predvsem to, da se v povprečju več naučim s seminarsko nalogo, saj je delo sprotno, zahteva pa tudi veliko znanja in komunikacije z drugimi člani skupine. Sam seminarski projekt izgleda podobno kot naloga iz prakse, velikokrat je potrebno izračunati in dimenzionirati objekt, leseno konstrukcijo ipd. Veliko poudarka je na učenju komunikacije v skupinah in timskega delu, kar sem že na dodiplomskem študiju pogrešal.

Stvari, ki se na prvi pogled ne zdijo tako pomembne in povezane s samim faksom, se na koncu izkažejo za koristne pri celotni izkušnji in kakovosti študija. Ena od teh je povezana življenja na kampusu z vsemi obštudijskimi dejavnostmi. Univerza je sestavljena kot kampus kompleks, ki se razteza več kot kilometer v dolžino in omogoča, da so vse fakultete združene na enem mestu. Zaradi tega je mogoča lažja izmenjava znanja med fakultetami. Možna je tudi izbira izbirnih predmetov z drugih smeri, pri tem pa za udeležbo pri pouku ni potrebno hoditi daleč. Poleg tega je že sam občutek kampusa drugačen kot študirati zgolj na posameznih fakultetah, razpršenih po celotnem mestu. Na kampusu so poleg sodobnih objektov za študij še športni objekti, knjižnica in restavracije.



V primerjavi s Slovenijo, kjer so ponoči prostori fakultete nedostopni, na Danskem temu ni tako. Vsak študent ima svojo študentsko kartico, s katero lahko vsak dan in ob katerikoli uri dostopa v vse prostore na kampusu, tudi v knjižnico. Knjižnica je v primerjavi s knjižnico na fakulteti precej večja, lahko bi se primerjala z Nacionalno univerzitetno knjižnico. Na kampusu je tudi več restavracij in trgovin, v objektu s knjižnico sta tudi menza in bar. To je precejšnja razlika s fakultetami v Sloveniji, kjer zaenkrat na večini še ni ponudbe hrane, a kot vse kaže, se to spreminja v pozitivno smer. Na kampusu se prav tako nahajajo študentski domovi, tako da za pot na predavanja ni potrebno opraviti dolge poti.

Kot zanimivost naj izpostavim, da univerza ponuja tudi inkubator za »startupe«, imenovan Skylab. Inkubator omogoča vsem potencialnim »startuperjem« uresničitev ideje s prostori, orodji in vodenjem. Veliko več pozornosti kot pri nas je usmerjene tudi v zelene tehnologije in trajnost. Vsako leto se organizira tako imenovani Green Challenge, kjer študenti tekmujejo s seminarskimi nalogami, narejenimi pri predmetih na različnih študijskih smereh čez celo leto.

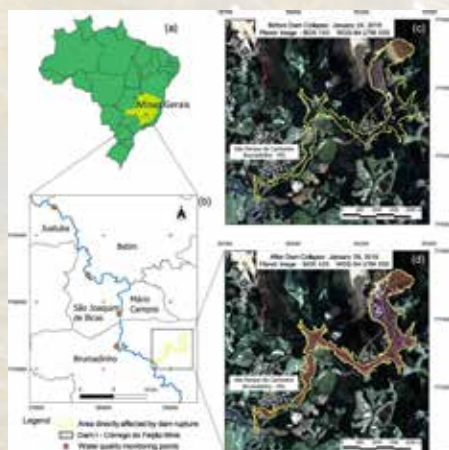
Glede na pridobljene izkušnje odločitve ne obžalujem. Sem pa spoznal, da imam zelo dobro osnovno znanje z dodiplomskega študija na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo v Ljubljani. To je še posebej opazno v primerjavi z znanjem študentov iz drugih evropskih držav. Zato mislim, da je kljub vsemu kakovost študija pri nas na visokem nivoju in se lahko primerja s tistimi na tujih fakultetah.

Avtor: Matej Durcik



Porušitev jezua Brumadinho

Jez Brumadinho je bil rudarski jez, ki je zadrževal deponijo rudarskih odpadkov, imenovano jalovina. Nahajal se je gorvodno od mesta Brumadinho v zvezni državi Minas Gerais v jugovzhodni Braziliji. 25. januarja 2019 je zaradi porušitve tega jezua nastalo več kot 11 milijonov m³ rudarskih odpadkov, kar je enako 10 m visokemu valu blata, ki se je razširil 10 km navzdol in dosegel reko Paraopeba – glavni pritok reke São Francisco. Povodje reke Paraopeba se nahaja v središču države Minas Gerais s površino 13.640 km² in se izliva neposredno v hidroelektrarno rezervoar Três Marias. Na reki Paraopeba se izvajajo industrijske dejavnosti za pridobivanje peska, ki se nahaja v bližini močno poseljenih območij z obsežnimi rudarskimi dejavnostmi.



Lokacija jezua

To je bila po 5. novembru 2015 že druga brazilska rudarska katastrofa. Tistega dne se je porušil jez v okolici mesta Mariana, v isti zvezni državi, kot jez Brumadinho. Umrlo je 20 ljudi, blatni val je bil ocenjen na 43 milijonov m³, poplavljal pa je skoraj 7000 km². Oba porušena jezua pripadata brazilski multinacionalni družbi Vale S.A., ki se ukvarja s kovinami in rudarstvom, ter je eden največjih logističnih operaterjev v Braziliji.

V tej državi ima v lasti 133 jezov, ki zadržujejo odpadke železove rude, od tega jih je 80 % (105) v zvezni državi Minas Gerais.

Jez Brumadinho je bil zgrajen leta 1976. Zgradilo ga je podjetje Ferteco Mineração (27. aprila 2001 ga je prevzelo podjetje Vale S.A.). Prvotna višina jezua je bila 86 m, dolžina grebena pa 720 m. Jalovina je zavzemala površino 249,5 tisoč m² oz. prostornino 11,7 milijona m³. Jez je nazadnje prejel jalovino julija 2016 in bil kasneje deaktiviran. Kot večina jezov, ki vsebujejo jalovino, je bil tudi ta grajen po metodi dvigovanja navzgor. Ti so zgrajeni tako, da je zgoščena zemljina naložena v nasip, da zadržuje blato. V času gradnje je bila to najcenejša in najbolj kontroverzna vrsta nasipnega jezua. Gorvodni jez se začne z enim samim »začetnim« napisom. To je prepustni jez, ki omogoča, da voda izteka iz jalovine in zemljine. Sčasoma, ko se jalovina polni, se sproti gradi nove sloje nasipov.



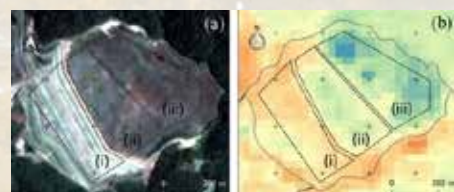
Nevarnost takih jezov je utekočinjanje ali likvefakcija. Ta pojav predstavlja izgubo strižne trdnosti oziroma strižne nosilnosti zasičene zemljine zaradi hipnega porasta pornega tlaka kot posledice monotoničnih, impulzivnih ali ponavljajočih se obremenitev. Zaradi tega pojava so pri njihovih gradnjah priporočljivi določeni zaščitni ukrepi.

Po porušitvi jezua so raziskovalci uporabili različne metode, da bi prišli do vzroka porušitve.

Do nekaterih rezultatov so prišli tudi po zaslugi izvajanega monitoringa jezua v času obratovanja. Štiri glavne metode so bile:

1. Indeks vlažnosti tal (ang. Soil Moisture Index ali SMI): podatki teh rezultatov so pomembno vplivali pri določanju vzroka porušitve. Ta indeks temelji na indeksu normalizirane razlike vegetacije (NDVI) in temperature površine tal (LST), pri čemer daje vrednosti med 0 (suha tla) in 1 (mokra tla). Sčasoma so ustvarili zemljevid standardnega odklona SMI, da bi analizirali variacije pogojev vlage v jezui;
2. Interferometrični radar s sintetično zaslonko (ang. Interferometric synthetic aperture radar ali InSAR): imeli so 33 pridobljenih podatkov med 3. 1. 2018 in 22. 1. 2019. Ta metoda se uporablja za izračun časovne serije premikov površinske vidne linije;
3. Kartiranje rabe in pokrovnosti tal;
4. Kartiranje suspendiranih delcev (ang. Suspended Particulate Matter mapping ali SPM): ta metoda se uporablja za preučevanje majhnih celinskih voda. Z njo so primerjali onesnaženost reke Paraopeba pred in po porušitvi jezua.

Za lažjo interpretacijo količine vlage so jez razdelili na tri odseke.

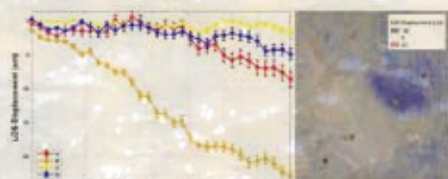


Prikaz razdelitve jezua na odseke

Časovni pregled posnetkov ortofoto posnetkov jezua je razkril dinamiko odtekanja vode na zadnjem delu jezua (iii), kjer so od jezua, napolnjenim z vodo, nastali še manjši bajerji.

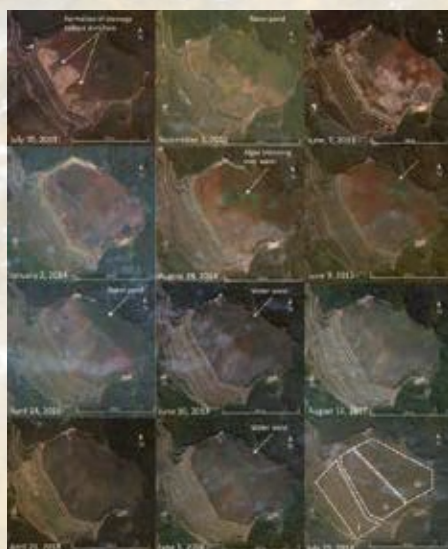
Voda se je sčasoma zarežala v površje in infiltrirala skozi jalovino, zaradi česar je prišlo do postopnega sesedanja polnila. Na to kažejo tudi SMI posnetki, iz katerih je razvidno, da se je kljub močnim padavinam na tem območju količina vode v bajerjih skozi leta postopoma zmanjševala.

Tudi pomiki merjeni z InSAR metodo so pokazali, da se je površje jez (točka B na sliki 5) med januarjem 2018 in januarjem 2019 posedlo za 25 cm. Po upoštevanju povprečnega vpadnega kota 32,5 stopinj je bil dejanski kumulativni navpični premik ocenjen na približno 30 cm. Poleg deformacije znotraj jalovinskega jez je bilo opaženo tudi plazenje v gorskem območju ob jez (točka A na sliki 5), ki se je začelo okoli avgusta 2018 in se nadaljevalo do točke, ko se je jez porušil. To plazenje je bila lahko posledica nenehne deformacije v jez in je prispevalo h končnemu procesu porušitve.



Meritve pomikov na površju jez

Tudi če predpostavimo, da je bila količina padavin v celoti uravnotežena z evapotranspiracijo in da ni bilo neto prirasta meteorne vode (neto izguba je malo verjetna, ker je tam vegetacija gosta), se ocenjuje, da je bilo med letom 2011 in začetkom leta 2018 iz jez prenesenih okoli 10.000 m³ vode. Poleg tega je primerjava časovnih serij premikov InSAR pokazala, da se je pogrezanje nadaljevalo tudi po popolni izsušitvi sredi julija 2018 (slika 6). Ta visoka stopnja ugrezanja je celo višja od tiste, ki jo povzročijo z umetnim črpanjem podzemne vode. Tu se običajno doseže manj kot 10 cm na leto.



Prikaz pronicanja vode s površja jez



Razlito blato iz akumulacije ob porušitvi jez

Raziskave so pokazale, da je bilo hitro presihanje vode iz bajerjev in odstranjevanje materiala iz zasipa glavni vzrok porušitve jez. Pogrezanje na površini je posledica zgoščevanja praznega prostora, do katerega je prišlo po tem, ko je bila voda trajno odstranjena iz pornega prostora. Ob porušitvi jez se je sprva zdelo, da se je porušitev začela na zadnjem delu površine (iii), kjer je v bližini gorskega območja ob jez nastal bajer. Na tem območju je prišlo do porušitve zaradi takojšnjega »zdrsa« polnila, ki mu je takoj sledila oslabeitev okoliških materialov, nasičenih z vodo.

Začetno sesedanje na zadnjem delu nasipa leta 2018 je sprožilo motnje in obsežne krožne drsine tudi na drugih delih nasipa. Kartiranje meje območja zdrsa s pomočjo fotografij visoke ločljivosti, ki so bile posnete neposredno pred in po zrušenju, kažejo, da je prišlo do rotacijskega zdrsa na površini jez (ii) in (iii). To pomeni, da je bila gladina podzemne vode nenormalno višja in je morda segala blizu površja na obeh območjih. Zato se domneva, da je bil skoraj celoten jez ob porušitvi popolnoma nasičen, kar kaže na to, da je do utekočinjenja v velikem obsegu prišlo že pred porušitvijo, kar je razvidno tudi iz kartiranja SMI.

Utekočinjenje predstavlja izgubo strižne trdnosti oz. strižne nosilnosti zasičene zemljine zaradi hipnega porasta pornega tlaka kot posledice monotoničnih, impulzivnih ali ponavljajočih se obremenitev (npr. jalovina in voda). V primeru zemeljskega nasipa lahko utekočinjenje sprožijo tudi stalne padavine ali namakanje s procesom infiltracije. Po zrušenju so se materiali na območju z majhnim naklonom zelo hitro pretakali, saj so bili v prenasičenem stanju. Navzdol po toku jih je potiskal visok porni tlak, ki je nastal zaradi obsežnega zdrsa v zadnjem delu jez.

Blato iz jez je prepotovalo približno 10 km in doseglo reko Paraopeba. Pokrivalo je površino 3,13 10⁶ m², kar ustreza 450 nogometnim igriščem. Porušeni jez je imel površino 4,13 10⁵ m² in širino 600 m. Po podatkih do januarja 2020 je umrlo 270 ljudi, 11 posameznikov pa so še pogrešali. Porušitev jez je sprostila okoli 12 milijonov m³ jalovine, ki je bila med drugim odplavljena tudi v vodne vire. 302 km dolvodno od porušitve je bilo v rečnih usedlinah analiziranih 27 kemijskih elementov. Od teh je preveliko vsebnost v usedlinah pokazal le kadmij.

Zaradi katastrofe je 28. januarja cena delnic družbe Vale S.A. padla za 24 % in izgubila 71,3 milijarde realov (19 milijard ameriških dolarjev) tržne kapitalizacije, kar je največja izguba posameznega dne v zgodovini brazilskega delniškega trga. V mestu Brumadinho je bilo prizadetih ali popolnoma uničenih veliko kmetijskih površin. Lokalna živinorejska industrija je utrpela škodo, predvsem zaradi izgube živali, kot sta govedo in perutnina. Zaradi škode je bila prizadeta tudi lokalna tržnica, nekatere trgovine in lokali pa so ostali zaprti nekaj dni.

Avtor: Uroš Tolar



Najlepši Slovenski kotički

Nič ni lepšega od pobega v naravo, pa četudi samo za en dan. Odkrivanje čudovitih in skritih koticov naše prelepe dežele vam bo zagotovo polepšalo prihajajoče dni. Odpravite se na enodnevni izlet, za katerega potrebujete samo nekaj dobre volje! Slovenija se ponaša z raznoliko in pestro pokrajino, ki navdušuje vse po vrsti, od romantičnih duš, pustolovcev, športnikov, umetnikov in še in še. Vsak lahko najde svoj čarobni kotiček pod soncem, zato se lahko hitro vprašate: »Kam?«. Za vas smo pripravili nekaj odličnih predlogov.

Podpeško jezero

Podpeško jezero je naravni biser na obrobju Ljubljane, ki se napaja iz sedmih kraških izvirov. Ob njem so manjše kopališče in leseni pomoli, s katerih obiskovalci radi izvajajo skoke, ali pa se preprosto osvežijo v sladki vodi. Nekateri izkoristijo lokacijo za sončenje, branje dobrih knjig ali druženje na travnati površini v osrčju narave. Podpeško jezero je tudi priljubljena izbira za snemanje glasbenih videospotov številnih glasbenikov. V jezeru plavajo ribe, kot so krapci, ščuke, ostriži ipd., zato bo jezero razveselilo tudi vse tiste, ki uživajo v ribolovu. Iz naselja Jezero vodi planinska pot do Svete Ane, ki je ena najbolj zaželenih fotografskih točk v osrednji Sloveniji.



Podpeško jezero

Pekel pri Borovnici

Pekel se nahaja pri kraju Borovnica in se ponaša s petimi čudovitimi slapovi. Ime Pekel je soteska najverjetneje dobila zaradi svoje divje podobe, kadar pride do obilnega deževja. Potok Borovniščica, previsne stene, kotliči in globoki tolmeni vas bodo zagotovo navdušili. Gozdna pot vas bo vodila skozi romantično sotesko, ki je poleti prijetno hladna in vas bo pripeljala vse do zadnjega slapu, ki je visok okoli 20 m. Zadnji del poti zahteva plezanje po klinih in lestvah, zato je odlična izbira za vse, ki obožujete adrenalin. Ljubitelji zgodovine in tehnike pa boste prišli na svoj račun v bližnjem Tehniškem muzeju, ki pripoveduje nešteto zgodb, med drugim predstavlja tudi 100 let avtomobilizma v Sloveniji.



Pekel pri Borovnici

Iški Vintgar

Slikovita soteska, skozi katero teče reka Iška, je pravi raj za poletno osvežitev. Na sprehodu boste lahko videli zanimive kamnine, kot so dolomitski prodniki, rdečkaste in zelenkaste ploščice in še in še.



Iški Vintgar

Iški Vintgar je bogat tudi z rastlinjem, npr. z rododendronom, kranjskim jegličem, čvrstim šašem idr. Očarali vas bodo tamkajšnji tolmeni in mnogi prijetni koticiki, kjer boste lahko poiskali svoj mir in se ohladili v reki. Lokacija je primerna za piknike, druženje v naravi ali kar tako, da se malo odmaknete od mestnega vrveža. Iški Vintgar je pogosta izbira za ljubitelje narave, sprehajalce, pohodnike in plezalce.

Zelenci

Naravni rezervat v bližini vasi Podkoren pri Kranjski Gori je izjemno priljubljena izletniška točka, ki navduši vse obiskovalce. V zadnjem času svoj sloves utrjuje še na Instagramu, saj je pokrajina resnično čudovita, tako v živo kot na fotografijah. V naravnem rezervatu je svoj dom našlo veliko različnih rastlinskih in živalskih vrst. Po leseni brvi se lahko sprehodite do smaragdne jezera, po katerem je kraj dobil tudi ime.



Zelenci

Tamar

Dolina Tamar je nadaljevanje Planice, ki je svetovno znana po smučarskih skokih, k njeni izjemni slavi pa so zagotovo pripomogli tudi slovenski orli. Tamar je ena od najlepših ledeniških dolin v Julijskih Alpah, ki se ponaša s čudovitim razgledom na bližnje gore, kot so Mojstrovka, Travniki, Jalovec ... Urejena gozdna pot vas bo vodila vse do planinske kočice, v njeni bližini, ob vznožju doline, pa boste našli prekrasen izvir reke Nadiže.

Za prave pohodnike se pot lahko nadaljuje na vrhove prelepih slovenskih gora.



Dolina Kamniške Bistrice

Dolina je dobila ime po istoimenski reki, ki velja za eno najčistejših rek v Sloveniji. Poleg uživanja v krasni okolici zelenih gozdov si lahko privoščite še kozarček kristalno čiste vode iz izvira. Obdajajo jo vrhovi Kamniško-Savinjskih Alp, zaradi katerih se bodo vaša pljuča napolnila s svežim zrakom. Pohajkujete lahko po Koželjevi poti, ki vas bo popeljala ob reki, mimo hudournikov in brzic. Pot se začne pri opuščnem kamnolomu. Očarala vas bo tudi soteska Predaselj, ki meri na najglobljem delu kar 30 m, in eden lepših slapov na tem območju, imenovan Orlice. V bližini izvira je lovska koča nekdanjega kralja Aleksandra, ki ji nekateri pravijo kar Plečnikov dvorec, saj je načrte zanjo izdelal arhitekt Jože Plečnik.



Reka Nadiža

Dolina Soče je brez dvoma izjemna in zagotovo boste uživali tudi v bistrih tolmunih ali v urejenih kopališčih reke Nadiže. Ta velja za eno najtoplejših alpskih rek, v njej plavajo postrvi, lipani, šarenke idr. Izlet je primeren za ribolov, sprostitve in kopanje. Priljubljene lokacije, kjer se boste lahko namakali, so pri vaseh Kred, Robič, Lobje ... Po starem ljudskem izročilu se reki pripisuje celo zdravilno moč, njeno ime se je začelo pojavljati že v 7. stoletju. Zagotovo vas bodo očarali Nadiški slap, številna korita in znameniti Napoleonov most, ki vodi čez reko. Pohodniki se lahko odpravite še na Stol, ki je visok 1673 m in predstavlja odličen poligon za jadralce ali zmagarje.



Bukovniško jezero

Jezero v prečudovitem Prekmurju je postalo prepoznavno zaradi izvira s 26 energijskimi točkami, ki naj bi imele zdravilne učinke na vaše počutje. Priljubljena izletniška točka se ponaša z blagodejnim vplivom, ki vas bo zagotovo sprostil in vam povrnil izgubljeno energijo. Jezero z okolico ponuja možnost za počitek, sprehode, piknike, športne dejavnosti ... Preizkusite lahko tudi izvrstno lokalno kulinariko, ali obiščete katero od številnih vinskih kleti.



Expano

Soboško jezero vas bo zagotovo presenetilo s svojo moderno podobo in živahnostjo. Razprostira se na kar 64 hektarjih površine in je po novem ena najbolj priljubljenih izletniških točk. Idealno je za suparje, plavalce, jadralce na deski, ribiče, veslače; tam vam nikoli ne bo dolgčas. Najmodernejša igrala bodo razveselila otroke, medtem ko boste starejši uživali v pestrem dogajanju in prekmurskih dobrotah. Na voljo so še opremljeni



Otok ljubezni

Otok ljubezni je naravni otok, ki ga je oblikovala reka Mura, po legendi pa naj bi se tu srečevali zaljubljeni. Ogledate si lahko bjužraški muzej in edini plavajoči mlin na Muri, ki je del slovenske kulturne dediščine ter je neprecenljive vrednosti. Adrenalinski navdušenci si lahko privoščite tudi spust z raft čolni po reki Muri.



Avtorica: Anja Novak

Kotiček zabave

Smeh je zdravje!

Interesting way to understand converting into different units.

To convert from a mile to feet, remember »5 tomatoes«. It sounds like 5-2-8-0, the amount of feet in a mile. Cool, huh?

To convert from kilometers to meters, you remember 1000 because it wasn't invented by a drunken lobster.

Modrosti!!!

I have not failed, but found 1000 ways not to make a light bulb. (Thomas Edison)

To an engineer good enough means perfect. With an artist, there is no such a thing as perfect. (Alexander Calder)

Engineering is the closest thing to magic that exists in the world. (Elon Musk)

What we usually consider as impossible are simply engineering problems, there's no law of physics preventing them. (Michio Kaku)

Ali ste vedeli?

1. 18. Marca 2022 je bil uradno odprt most Čanakkale 1915 ali mostu Daradaneli v Turčiji. Most povezuje mesti Lapseki in Gelibolu, ki se nahajata 10 km južno od Marmarskega morja. Cilj njegove gradnje je, da bi dopolnil avtocestno povezavo Kinali-Balikkesir, ki povezuje Anadolijo s Trakijo. Most je visok 318 m, s čimer predstavlja 3. najvišjo zgradbo v Turčiji. Njegova dolžina znaša 3563 m, kar pomeni, da po dolžini presega japonski most Akashi Kaikyo, s čimer je postal najdaljši viseči most na svetu.

2. Kumbhalgarh, znan tudi kot Veliki indijski zid, je trdnjava, ki se nahaja v Radžastanu v zahodni Indiji. To je drugi najdaljši zid na svetu, takoj za Velikim kitajskim zidom. Njegova dolžina znaša okoli 36 km.



Most Čanakkale



Kumbhalgarh

Naredi naše študentsko življenje na FGG še bolj zabavno. Bodi tudi ti »funny« in nam pošlji svojo smešno zgodbo za zadnje strani.

E-mail: revija.most@gmail.com

Inženir in anticepilec

Inženir in anticepilec sta prišla do mostu, ki preči reko polno krokodilov. Anticepilec vpraša inženirja, kakšna je varnost tega mostu. Inženir vzame kalkulator in meter ter naredi izračun. Odgovori, da je most 99.97 % varen, torej ga lahko prečkata.

Anticepilec pa odgovori: »Kar pozabi, jaz bom rajši plaval!«





Kuharski kotiček

Cimetove rolice

Sestavine:

Prvi del testa:

- 20 g tople vode
- 1 zavojček suhega kvasa
- 1 jedilna žlica kokosovega sladkorja
- 60 g kokosovega masla
- 120 g mleka (lahko navadnega, ovsenega ali drugega mleka)
- 1 jedilna žlica kokosovega masla (ta je dodana ločeno, maslo stopljeno in ohlajeno)
- 1 čajna žlička vaniljeve arome
- 70 g rjavega kokosovega sladkorja
- 380 g pšenične bele moke

Za drugi del: cimetov nadev

- 100 g kokosovega sladkorja
- 2 jedilni žlici cimeta
- 3 jedilne žlice kokosovega masla (maslo stopljeno in ohlajeno)

Priprava:

V večji posodi zmešamo toplo vodo, suhi kvas in žlico sladkorja. Premešamo in pustimo stati vsaj 5 minut, da se kvas aktivira. Dodamo stopljeno in ohlajeno kokosovo maslo, mleko ter vaniljevo aromo. Premešamo, nato dodamo sladkor in moko ter vse skupaj dobro pregnetemo, da nastane gladko, elastično testo. Nato damo testo v drugo posodo, katero naoljimo. Testo nekolikokrat obrnemo v olju, da je v celoti naoljeno. Posodo pokrijemo in testo pustimo vzhajati vsaj 1 uro. Medtem, ko čakamo, da se testo dvigne, pripravimo nadev. V skodelici zmešamo sladkor in cimet.

Ko je testo pripravljeno, ga razvaljamo v obliki pravokotnika, najbolje na velikost 50 cm x 30 cm. Premažemo ga s 3 žlicami olja, nato čez celotno testo nanesemo nadev.

V naslednjem koraku testo zvijemo, pri čemer začnemo zvijati pri daljši strani pravokotnika. Ko je testo zvito, ga razrežemo na približno 12 delov, da dobimo manjše rolice. Rolice nato postavimo v naoljen pekač in jih ponovno pokrijemo in pustimo vzhajati 1 uro.

Sedaj segrejemo pečico na 175 stopinj in rolice pečemo 25 minut ali dokler niso robovi zlato rjavi.



Študentski most:

Naj bo izpitno obdobje uspešno !

Kako si lažje zapomniti snov?

1. Uči se tik pred spanjem.

Preden zležeš v posteljo, se za nekaj minut posveti učenju. Med spanjem bodo tvoji možgani nove spomine ojačali, zato obstaja verjetnost, da si boš zapomnil čisto vse, kar si prebral.

2. Razdeli informacije.

Če se moraš na pamet naučiti dolg seznam, ga loči na manjše dele in se vsak dan nauči nekaj vrstic. Preden se naslednji dan začneš učiti, ponovi naučeno in kmalu boš znal vse.

3. Premikaj se.

Možgani si bodo informacije bolj zapomnili, če se boš vsakič učil drugje. S tem jih prisilimo, da z enakimi podatki kreirajo nove povezave, posledično pa spomini postanejo močnejši.

4 Informacije zapiši na roko.

Namesto tipkanja na računalnik, izpiske raje zapiši na roko. Raziskovalci pravijo, da bodo podatki v našem spominu varnejše shranjeni, če jih zapišeš na list papirja, namesto natipkaš na računalnik.

5. Beri na glas.

Če boš informacije prebral na glas, jih boš dvakrat shranil: vidno in slušno. Pazi le, da te ne spodijo iz knjižnice.

Kako ostati osredotočen?

6. Veliko pij.

Med učenjem poleg vode spij tudi skodelico kavo, ki ti bo pomagala ostati buden.

Vode. In kave ali čaja s kofeinom. Voda te bo hidrirala, kofein pa ti bo pomagal pri zbranosti.

7. Razvajaj se.

Ko ljudje vemo, da nas na koncu čaka nagrada, se lažje potopimo v delo. Zato si na koncu kar privošči tisto vrečko čipsa, 5 minutni sprehod ali Instagram odmor.

8. Načrtuj.

Pomembno je, da svoj čas učenja podrobno načrtuješ. Če se na primer učiš zgodovino, si zastavi cilj, da v dveh urah predelaš 50 let preteklosti.

9. Telovadi

Samo pol ure aerobne vadbe na dan izboljša hitrost obdelovanja podatkov in ostale kognitivne lastnosti, zato natakni teniske in se odpravi na krajši tek.

10. Uživaj v omega 3 maščobnih kislinah.

Najdemo jih v ribah, olivnem olju in oreščkih, zato jih kar pogumno prični uživati. Omega 3 namreč pomagajo pri rasti in razvoju možganov, pomagale pa ti bodo tudi pri izpitih.

11. Izogibaj se celonočnemu učenju.

Pred pomembnim izpitom moraš spati, saj lahko nenaspanost izniči tedne trdega dela. All nighterji lahko manjšajo kognitivne sposobnosti in povečujejo občutljivost na stres.

12. Izogni se internetu.

Če za učenje potrebuješ računalnik, poskusi nanj namestiti aplikacijo, ki ti začasno onemogoči internetno povezavo. Lahko ti zagotovimo, da boš opravil več dela kot ponavadi.

13. Zadihaj

Vonjave, kot sta rožmarin in sivka, te bodo pomirile, zato namesto, da poskušaš v zadnji minuti ponoviti vse, kar si se naučil, raje globoko zadihaj in se prepusti aromaterapiji.

14. Ugotovi, kaj deluje.

Nekaterim ustreza jutranje učenje, drugi se raje učijo v skupini, tretjim prija popolna tišina. Opazuj svoje učne navade in ugotovi kaj ti odgovarja, saj se boš lažje učil, če se boš hkrati tudi dobro počutil.

Drage študentke in dragi študentje!

Želite sodelovati in prispevati k reviji Študentski most?

Imate idejo za intervju, zgodbo o potovanju, gradbene izkušnje ali pa misel, ki bi jo radi delili med sošolci?

Veseli vas bomo!

Email uredništva: revija.most@gmail.com