

# študentski most:

Revija študentov Fakultete za gradbeništvo in geodezijo v Ljubljani Junij 2024 | brezplačen izvod

ISSN 6505 - 737X

junij

Fotografija: Laura Rant



Spoštovani bralci in bralke,

z velikim veseljem vam predstavljamo zadnjo letošnjo izdajo revije Študentski most za študijsko leto 2023/2024. Pred študenti je spomladansko izpitno obdobje, med katerim je vedno prisotna dilema – ali grem ven na sonce ali ostanem noter za knjigami. Zagotovo pa to prav tako ni lahko obdobje za profesorje, ki imajo opravka z napetimi študenti. Ker je poletje že pred vrati, vam želim, da izpitno obdobje čim prej in čim uspešneje mine ter da si lahko po njem vsi privoščimo kozarec ali dva zasluženega hladnega piva.

V junijski izdaji imamo za vas pripravljenih kar nekaj zanimivih strokovnih člankov, v katerih lahko berete o naprednih tehnologijah, učinkovitih metodah in reševanju problemov v naših strokah. V izdaji najdete tudi intervju z vsem poznano doc. dr. Petro Štukovnik.

Celotno izdajo si lahko, enako kot vse izdaje preteklih let, preberete na spletni strani fakultete. V primeru, da imate tudi vi kakšne zanimive ideje in bi želeli sodelovati pri nastajanju revije, nam lahko svoje članke pošljete na e-naslov: [revija.most@gmail.com](mailto:revija.most@gmail.com), kjer so vse ideje dobrodošle.

S to mislijo vam nekaterim želim uspešen zaključek študija, drugim pa uspešen konec študijskega leta in dolgo poletje.

Lep pozdrav!

Deja Mavri

## Most Gdanski na Poljskem

Most Gdanski (poimenovan po mestu Gdansk) je 406,5 metrov dolg in 17 metrov širok most čez reko Vislo v Varšavi. Zgrajen leta 1959 v dveh etažah povezuje zahodni del mesta (soseska Novo mesto) z vzhodnim (soseska Praga). Zgoraj teče štiripasovna cesta s pločnikom, spodaj pa dve tramvajski progi, pešpot in kolesarska steza. Na zahodnem bregu mosta so slikovite okrogle stopnice, ki obe etaži povezujejo s pločnikom pod mostom.

Avtorica: Laura Rant

## KAZALO



### AKTUALNO

|                                                 |   |
|-------------------------------------------------|---|
| Vodarska ekskurzija v Srbijo                    | 3 |
| Mednarodni sejem graditeljstva v Gornji Radgoni | 4 |



### INTERVJU

|                                                  |   |
|--------------------------------------------------|---|
| doc. dr. Petra Štukovnik, univ. dipl. inž. geol. | 5 |
|--------------------------------------------------|---|



### MALE SIVE CELICE

|                                                                                                                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Učinek urbanega toplotnega otoka                                                                                                                               | 7  |
| Belgijsko podjetje Aquafin in njihova dejavnost                                                                                                                | 8  |
| Izbira akcelorogramov za dinamično analizo                                                                                                                     | 10 |
| Osnovno o potisnih analizah v potresnem inženirstvu                                                                                                            | 11 |
| Portugalska hitra železnica                                                                                                                                    | 16 |
| Sežigalnica odpadkov v Zubieta kot primer predimenzionirane komunalne infrastrukture                                                                           | 18 |
| Ohranjanje podzemne vode in recikliranje ter ponovna uporaba odpadnih vod tekstilne industrije v proizvodnji džinsa v Bangladešu (povzetek strokovnega članka) | 19 |
| Akvaponični sistemi                                                                                                                                            | 22 |
| Problem ravnanja s komunalnim blatom v Sloveniji                                                                                                               | 24 |
| Hidroelektrarne na reki Mekong                                                                                                                                 | 26 |
| Malte z dodatkom PCM                                                                                                                                           | 27 |
| Vpliv segrevanja na zemeljskih polih                                                                                                                           | 28 |
| Ali lahko energija, pridobljena iz Zemljine notranjosti, pomaga napajati svet?                                                                                 | 30 |
| Uporaba konoplje v gradbeništvu                                                                                                                                | 32 |
| 3D tisk v gradbeništvu                                                                                                                                         | 34 |
| Hitra železnica v Lyon - Torino                                                                                                                                | 36 |
| Onesnaženje v zalivu Halong Bay                                                                                                                                | 37 |
| Savdska Arabija - konkvistadorji puščav                                                                                                                        | 38 |
| Naravna bogastva vodnih virov Donave - Djerdap I in II - v kontekstu in vpliva na okolje                                                                       | 40 |



### MALE SIVE CELICE

|                                        |    |
|----------------------------------------|----|
| Največji izumitelji: Leonardo Da Vinci | 44 |
| Mesta duhov na Kitajskem               | 46 |



### KUHARSKI KOTIČEK

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| Kremna Italijanska špargljeva rižota | 47 |
|--------------------------------------|----|



# Vodarska ekskurzija v Srbijo

Študentje vodarstva smo se skupaj s kolegi z gradbeništva in geodezije 29.2.2024, ob koncu izpitnega obdobja odpravili na strokovno ekskurzijo v Srbijo. Ekskurzijo so organizirale članice Društva študentov vodarstva, ki so poskrbele tudi za zanimive strokovne ogledе.

Prvi dan smo v večji meri porabili za potovanje iz Ljubljane do Beograda, kjer smo bili nastanjeni. Preostanek dneva smo namenili raziskovanju mesta, ogledali smo si mesto, kjer se Sava izlije v Donavo, potem pa smo se s kolegi podružili ob skupni večerji.



Drugi dan smo se po zajtrku zbrali in se skozi mesto sprehodili do Fakultete za gradbeništvo v Beogradu, kjer so nas prijazno sprejeli. Sprva nas je pozdravil tamkajšnji dekan prof. dr. Vladan Kuzmanović, dipl. grad. inž., potem pa smo se sprehodili do njihovega kemijskega laboratorija, kjer so nam povedali nekaj o njihovi opremi, kakšne vse meritve tam izvajajo in s čim vse se tam ukvarjajo študentje. Nato smo se po kratkem predavanju sprehodili še po njihovem hidravličnem laboratoriju, kjer smo si ogledali različne hidravlične modele.

Pot smo nadaljevali z avtobusom in se odpeljali na Inštitut Jaroslav Černi. Inštitut za vodarstvo Jaroslav Černi, d. o. o., Beograd je podjetje v Srbiji, ustanovljeno 31. decembra 1997. Deluje v sektorju raziskav in razvoja v fizikalnih in inženirskih vedah. Tam so za nas pripravili sklop predstavitev o konceptu sistema zgodnjega opozarjanja na poplave v Srbiji, ravnanju z odpadnimi vodami in možnostih prehajanja rib preko jezov.

Večer smo zaključili ob tradicionalni srbski glasbi in hrani.



Tretji dan je bil ponovno vodarsko obarvan, le da smo se zdaj ukvarjali s pridobivanjem električne energije. Zjutraj smo se odpravili iz Beograda v smeri Negotina. Na poti smo se najprej ustavili na hidroelektrarni Djerdap I, kjer nas je sprejelo prijazno osebje. Predstavili so nam zgodovino hidroelektrarne, od izgradnje do zdaj, razkazali so nam tudi del notranjosti. Sledila je vožnja dol vodno do nekoliko manjše, a še vedno izredno zanimive Djerdap II. Ponovno nas je sprejelo osebje in nas seznanilo z različnimi tehničnimi podrobnostmi hidroelektrarne tudi v primerjavi in povezavi z Djerdap I. Tam smo si med drugim lahko ogledali nadzorno sobo in notranjost turbin.



Zanimiv dan smo, kot vse dni do takrat, zaključili na skupni večerji v Negotinu.

Zadnji dan naše ekskurzije smo se iz Negotina odpravili proti domu. Na poti smo se ustavili še na trdnjavi Golubac, ki leži tik ob reki Donavi. Po vodenem ogledu in prostem času smo nadaljevali pot proti Sloveniji ter domu. Tja smo se vrnili polni novih znanj, spominov in doživetij.



Naše ekskurzije pa ne bi mogli izvesti brez pomoči donatorjev, gradbenih podjetij iz cele Slovenije in tudi UNESCO katedre. Velika zahvala vsem!

Avtorica: Zala Kač



# Mednarodni sejem graditeljstva v Gornji Radgoni

V Gornji Radgoni je letos potekal 33. Mednarodni sejem graditeljstva. Tematika sejma sta bila zeleni prehod in sanacija posledic lanskoletnih poplav ter drugih naravnih nesreč. Na sejem smo se odpravili tudi študenti naše fakultete z namenom promocije Fakultete za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani.

Sejem so otvorili svečani govorniki, predstavniki gospodarske zbornice, občine Gornja Radgona, sejmišča in politike. Glasbeni program je tudi to leto izvajal gornjeradgonski reper Leopold I., ki nas je razvedril s svojimi priljubljenimi pesmimi Unikat, Pleše Po Svoje, Kinderšpil in Tista zakartana ura.

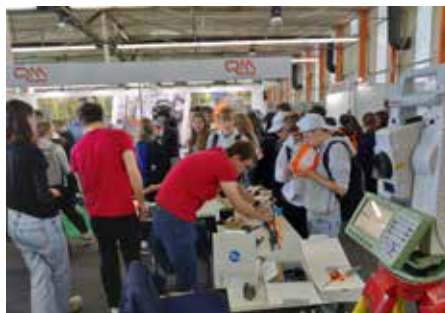
V sklopu sejma je potekal strokovni program, kjer so se raznorazni predavatelji dotaknili številnih tem. V prvem sklopu so se predavanja osredotočala na podnebne spremembe in sanacijo infrastrukture po avgustovskih poplavih. V drugem sklopu pa je bila izpostavljena digitalizacija, v sklopu katere je Jurij Mlinar opisal uvedbo sistema eGraditev, ki naj bi bila do konca leta 2026 uvedena po celotnem območju države. Ušli nismo niti še eni predstavitvi o BIMu.



Na sejmu so se predstavila številna gradbena podjetja in proizvajalci raznih produktov. Prišli so tudi prodajalci gradbene mehanizacije, ki so s seboj pripeljali težko gradbeno mehanizacijo. Tako smo lahko videli od največjih nakladačev do bagrov za »vrtno« uporabo in dvizhnih košar.



Zadnji dan je bil posvečen kariernemu dnevu slovenskega gradbeništva. Poleg naše fakultete sta se predstavila še Fakulteta za gradbeništvo, prometno inženirstvo in arhitekturo Univerze v Mariboru ter šolski center Celje. Obrtna zbornica Slovenije je organizirala predstavitev poklicev: keramičar, slikopleskar, zidar, strojnik gradbene mehanizacije in tesar. Inženirska zbornica je predstavila način pridobitve naziva pooblaščen inženir. Obiskovalci so si lahko ogledali zaključek tekmovanja mladih krovcev in kleparjev. Gospodarska zbornica pa je na osrednjem odru za osnovne in srednje šole pripravila kviz »Lepo je biti gradbenik«, na katerem so po predlogu kviza Lepo je biti milijonar skozi vprašanja predstavili različne poklice in dejavnosti, ki so del gradbeništva. Tako je bila v petek prikazana celotna zgodba o graditeljstvu.



Ta dan je bilo na sejmu največ dogajanja, prišlo je namreč ogromno število učencev in dijakov, zato je na sejmu postalo kar malo

bolj živahno v primerjavi s prejšnjimi dnevi in končno smo dobili priložnost predstaviti našo fakulteto v najboljši luči. Na stojnico so se zgrinjali celotni razredi – glavni hit pa je bil most, ki ga je zasnoval Leonardo da Vinci.



Žal pa se je tudi v Gornji Radgoni opazil trend, ki se pojavlja po Evropi in svetu, namreč upadanje sejemske dejavnosti. Prizorišče je bilo v primerjavi z lanskim letom zmanjšano, prav tako je bilo tudi obiskovalcev opazno manj. Bolj živo je bilo zgolj v petek, ko so prišle šole in verjetno je to največja prednost takšnega sejma. Na ljubljanski Informativi se številni učenci in dijaki odločijo za svojo nadaljnjo pot, kljub vsemu pa se tja verjetno ne odpravijo čisto vsi. Zato je Megra lahko zelo pomemben dejavnik, na katerem se učenci in dijaki odločijo za nadaljnje šolanje oziroma poklic. Verjetno se bo tudi Megra preoblikovala in postala bolj digitalna ter verjetno krajša, kot smo opazili, bi bil enodnevni dogodek povsem dovolj.

Kljub vsemu pa je to pomemben dogodek, na katerem se lahko obiskovalci seznanijo z najnovejšimi trendi v gradbeništvu in stopijo v stik s proizvodnimi ter posredovalnimi podjetji. In kar je najpomembnejše: sejem skrbi za promocijo graditeljstva med širšo javnostjo. Tako lahko s prisotnostjo na sejmu fakulteta pridobi bodoče študente tudi iz te regije!

Avtor: Maks Alič



## Intervju: doc. dr. Petra Štukovnik, univ. dipl. inž. geol.

Doc. dr. Petra Štukovnik, univ. dipl. inž. geol., je asistentka na Katedri za preizkušanje materialov in konstrukcij. Poučuje predmet Gradiva na prvi stopnji smeri Gradbeništvo, Operativno gradbeništvo ter Vodarstvo in okoljsko inženirstvo. Na drugi stopnji pa poučuje predmet Napredna gradiva na smeri Gradbeništvo. Doktorirala je z disertacijo z naslovom: Vpliv okolja na historične materiale z mineralnim vezivom. Od takrat naprej deluje znotraj laboratorija za materiale in nadaljuje svoje raziskovalno delo na različnih področjih, ki se dotikajo materialov.

Je mentorica in somentorica številnim diplomam, magistrskim delom in somentorica doktoratom, hkrati pa vodi najrazličnejše študentske projekte, na katerih se študentje prvič srečajo z raziskovalnim delom.

**Kot radi poveste na prvi uri s študenti, je vaše ime Petra, kar v grščini pomeni skala. Tako je bil vaš prvi študij enostopenjski program geologije na Naravoslovnotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani. Kako to, da ste se odločili za nadaljevanje študija na Fakulteti za gradbeništvo?**

Že od nekdaj me je veselilo delo z materiali in mineralogija. Želela sem si združiti ti dve področji in ko se je odprla možnost na Katedri za preizkušanje materialov in konstrukcij (KPMK), kjer sem lahko združila željeni raziskovalni področji, sem prišla na FGG. Ob tej priložnosti bi se rada zahvalila članom KPMK, ker so me lepo sprejeli.

**Študentje vas poznajo kot odlično predavateljico pri predmetu Gradiva, kjer jih seznani z osnovami tehničnega kamna, veziv in kompozitnih materialov. Poleg teh predavanj izvajate tudi vse vaje pri predmetu Gradiva, kjer se študentje spoznajo z osnovami dela v laboratoriju. Kaj imate pri delu s študenti najraje?**

Vsak dan je nekaj novega. Vsakič je za odtonek drugače, vsaka generacija je drugačna, zato se je potrebno vsako leto znova malo prilagoditi, da lahko vaje in laboratorijske vaje izvedemo kvalitetno in da študentje obdelajo vse predvidene vsebine.



**Pa je lažje izvajati vaje ali predavanja?**

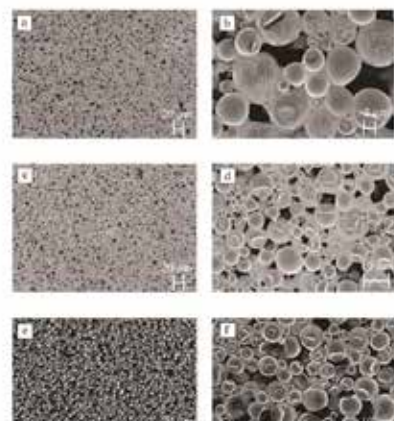
Odvisno od dneva. Trenutno mi več časa za pripravo vzamejo predavanja, ker laboratorijske vaje poučujem dlje časa in sem v njih že utečena. Sicer pa vsako pedagoško delo terja svojo pripravo, sploh če želimo, da je to kvalitetno, ter želimo vpeljati kaj novega.

**Kakšni pa so izzivi dela s študenti?**

Največji izziv predstavlja motivacija študentov. Včasih imam občutek, da študente vse težje pritegnem k delu in vajam v laboratoriju, kjer je potrebno pokazati nekaj praktičnega znanja in iznajdljivosti. Zelo rada delam s študenti, ki se odločijo za zaključno delo v laboratoriju oz. sodelujejo na študentskih projektih, individualen način dela s študenti mi zelo ustreza, izzivi pa so v teh primerih pretežno vsebinske narave.

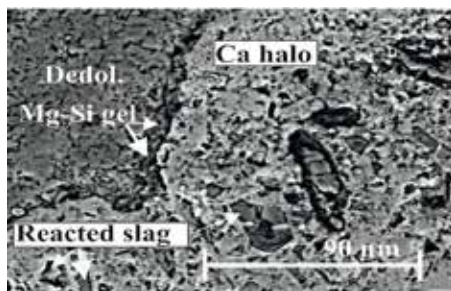
**Seveda pa delo na fakulteti ni samo delo s študenti. Zelo aktivni ste tudi na raziskovalnem področju. Delate v Konstrukcijsko prometnem laboratoriju. Kaj imate najraje pri delu v laboratoriju?**

Še vedno imam najraje mikroskopijo, ki jo izvajamo na Fakulteti za kemijo in kemijsko tehnologijo. Primerne vzorce pa nam pripravijo na Naravoslovnotehniški fakulteti. Najljubša izmed mikroskopij mi je elektronska mikroskopija, pomočjo katere lahko opazujemo fazne spremembe v materialih z mineralnimi vezivi ter poskušamo pojasniti vzroke za nastanek le-teh. To mi je še vedno najljubši del laboratorijskega dela.



**Eno izmed vaših odmevnejših raziskovanj je bila alkalno karbonatna reakcija. Bi nam lahko povedali kaj več o tem?**

Alkalno karbonatno reakcijo smo opisali kot prvi v Sloveniji. Odkrili smo jo bolj kot ne po naključju. Najprej smo jo opisali pod optičnim in nato pod elektronskim mikroskopom ter opisali sam potek reakcije na dolomitnem agregatu brez prisotnosti  $\text{SiO}_2$  v agregatu. Rezultati uspešnega raziskovalnega dela so objavljeni v več člankih. Seveda moram poudariti, da raziskovalno delo na tem področju teče dalje. Na to tematiko se bo navezoval tudi doktorat Tilna, ki je odgovarjal na vprašanja v prejšnjem intervjuju.



Raziskovali pa ste tudi beton, ki se sam zaceli, t. i. »self-healing« beton.

S »self-healing« betonom sem se ukvarjala pred nekaj leti. Takrat smo proučevali »self-healing« s pomočjo bakterij kot tudi avtogeno celjenje kot posledico ACR. Tematika je zelo zanimiva in dopušča možnosti za nadaljnje delo, ki se ga zelo veselim. V prihodnjih dneh me čaka nekaj mikroskopije, pri kateri bomo uporabili izkušnje in zanje, pridobljeno na predhodnih projektih »self-healing«. Mikroskopija bo opravljena na vzorcih, ki jim je bil dodan dodatek za zapiranje razpok s pomočjo kristalizacije. Naročnika zanima, če dodatek deluje, tako kot je bilo predvideno. Tako bomo pod SEM mikroskopom gledali, ali se razpoka zapre ali ne.

Katere raziskave pa imate trenutno na mizi? Trenutno delam s PCM-ji, ki jih dodajamo v materiale z mineralnim vezivom. Želja je pripraviti omet, ki bi izpolnjeval zahteve notranjega ometa, hkrati pa bi dodatek PCM lahko ometu spremenil specifično toplotno kapaciteto. Izvajam tudi preiskave karakterizacije historyčnih materialov z mineralnimi vezivi in še kaj bi se našlo.

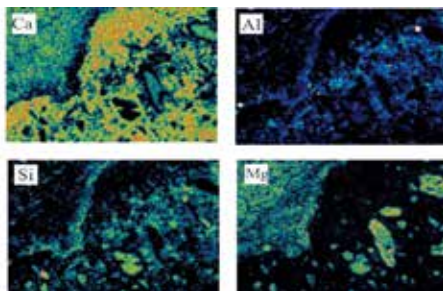
(PCM oziroma Phase Change Materials so fazno spremenljivi materiali. To so snovi, ki absorbirajo in sprostijo toplotno energijo med svojo spremembo agregatnega stanja. Op. a.)

**Lansko leto sem imel priložnost z vami iti na ekskurzijo do Žerjava po agregat. Zelo hitro smo se znašli na manjšem pohodu, kjer ste nama s Tilnom pokazali vse vrste kamnin in nama razložili njihovo kristalno zgradbo. Se pogosto odpravite na takšne izlete?**

Seveda! Skoraj vedno je tako, ko se odpravim v hribe ali na potovanje, se to začne ali konča na z geologijo obarvan način. Velikokrat se s potovanj vrnem z dodatno prtljago v obliki različnih vzorcev kamnin in mineralov. Vse te nabrane kamnine pa seveda vidite tudi študentje na predavanjih in vajah.

**Kaj pa sicer delate v prostem času?**

Sem v dobri družbi, z mojim Martinom. Velikokrat se odpraviva na kakšen pohod, v hribe ali igravno gomet (beri: jaz stojim v golu), kolesariva itd. Nekaj prostega časa namenim tudi vrtnarjenju. Zelo rada pa obiščem tudi gledališče, predvsem ljubljansko Dramo.



**Kolikokrat ste osvojili Triglav?**

Samo enkrat. Ampak že v planu č, saj je Martin izrazil željo, da mora »nujno« na Triglav.



**Prihajate iz Velenja in ste v lokalno okolje zelo vpeti. To smo lahko opazili pri enem izmed študentskih projektov, ki ste jih vodili. V cementnem kompozitu smo del agregata nadomestili s premogom iz velenjskega premogovnika. Kako pridete do takšnih »odštekanih« idej?**

Če si dovolj odštekan, takšne ideje pridejo kar same od sebe. Poskušam iskati načine, kako združiti nezdružljivo. Je bil pa to zelo prijeten projekt z velikodobre energije. Samo inspiracijo za projekt sem dobila doma v Velenju, saj se veliko govori o prehodu regije SAŠA na ogljično nevtralnost z minimalnim vplivom na delavce in skupnosti. Ob tem pa se je kar malo pozabilo dejstvo, da je premogovništvo dolga leta predstavljalo ključni vir energije in napredka. Danes mlajše generacije, tudi v Velenju, premoga v »živo« še sploh niso videle in to je bil namen projekta, da se premog približa širši javnosti na drugačen način, v obliki dekorativnega elementa v ometu.



**Bi za konec lahko dodali še kakšno spodbudno besedo za motivacijo študentov?**

Vsega, česar se lotite, se lotite z veliko mero potrpežljivosti, vztrajnosti in seveda z ljubeznijo.

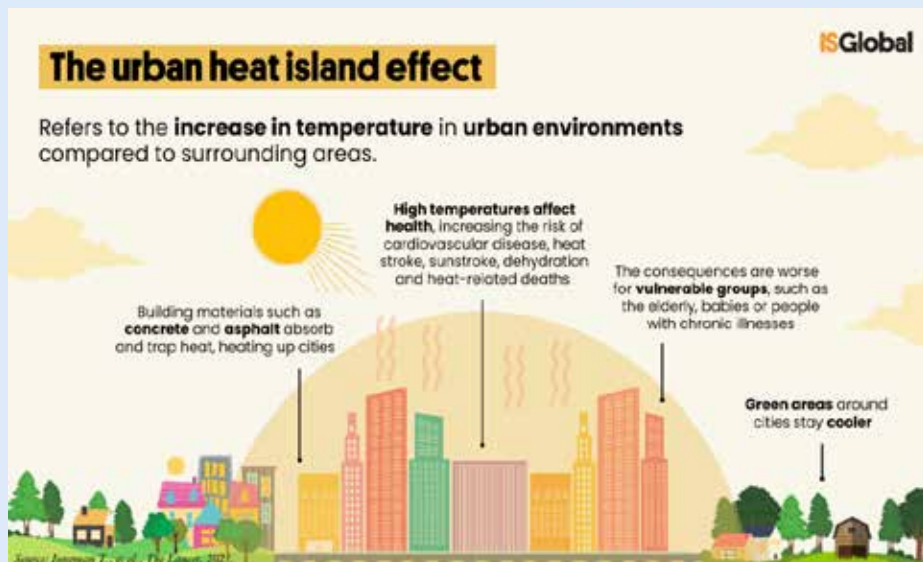
If I speak in the tongues of men and of angels ... And if I have prophetic powers, and understand all mysteries and all knowledge but have not love, I am nothing ...

Love never ends.



Avtor: Maks Alič

# Učinek urbanega toplotnega otoka



Učinek urbanega toplotnega otoka (UHI) je kompleksen pojav, ki ima na urbano okolje številne posledice, med katerimi je tudi večje povpraševanje po vodi.

## Kaj je urbani toplotni otok?

Zgradbe, ceste in druga infrastruktura v urbanih okoljih absorbirajo in ponovno oddajajo sončno toploto bolj kot naravni elementi v okolju (npr. gozdovi in vodna telesa). Na območjih, kjer je mestne infrastrukture veliko in imajo majhen delež zelenih površin, nastanejo »toplotni otoki« višjih temperatur, kot so temperature izven mesta. Taki otoki lahko nastanejo v različnih pogojih: podnevi ali ponoči, v majhnih ali velikih mestih, v katerem koli letnem času. Pretekle študije so pokazale, da so lahko tako temperature v toplotnih otokih višje od tistih v okolici do 5 stopinj. Največje razlike v temperaturah se dogajajo na vlažnih območjih (npr. na vzhodu ZDA) ter v večjih mestih z večjim številom prebivalcev. Raziskave napovedujejo, da se bo učinek toplotnega otoka v prihodnosti še okreplil zaradi širjenja urbanih struktur ter večje gostote populacije na urbanih območjih.

## Vzroki za urbane toplotne otoke

Urbani toplotni otoki so posledica več faktorjev, kot so:

- Zmanjšanje naravnih površin urbanih območij, saj rastline in vodna telesa običajno hladijo zrak, s tem da zagotavljajo senco ter izločajo vodo iz listov rastlin.

- Lastnosti materialov, saj ti običajno absorbirajo in oddajajo več sončne toplote kot rastline ter naravne površine. Toplotni otoki pogosto nastajajo čez dan in postanejo posebej izraziti po sončnem zahodu zaradi počasnega sproščanja toplote iz urbanih materialov.

- Postavitve urbane infrastrukture. Dimenzije in razmiki med zgradbami v mestu vplivajo na pretok vetra ter na obnašanje urbanih materialov. Mesta z velikimi ozkimi ulicami lahko postanejo urbani kanjoni, ki blokirajo naravni pretok vetra.

- Toplota, ki jo ustvarja človeška dejavnost. Vozila, klimatske naprave, zgradbe in industrijski objekti oddajajo toploto v urbano okolje.

- Vreme in geografija. Mirne in jasne vremenske razmere povzročajo bolj izrazite toplotne otoke, saj povečujejo količino sončne energije, ki doseže urbane površine ter minimizirajo količino toplote, ki jo je mogoče odstraniti. Močni vetrovi in oblačno vreme pa upočasnjujejo nastanek toplotnih otokov.

## Karakteristike toplotnih otokov

Toplotni otoki se običajno merijo s pomočjo temperaturne razlike med mestom in okoliškim območjem. Temperatura se lahko razlikuje tudi znotraj mesta. Nekatera območja v mestih so bolj vroča zaradi neenakomerne porazdelitve zgradb,

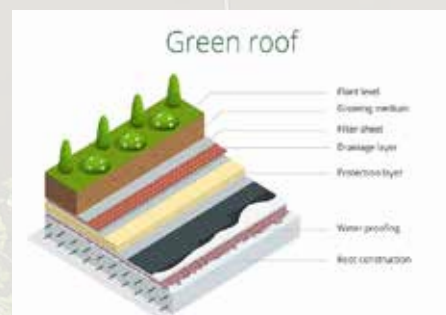
ki absorbirajo toploto, medtem ko drugi prostori ostajajo hladnejši zaradi dreves in zelenja. Urbani parki, ribniki in stanovanjska območja so tako hladnejši kot središča mest. Te temperaturne razlike v mestih povzročajo intraurbane toplotne otoke. Na splošno se temperature na površini Zemlje ter v zračni atmosferi višje nad mestom razlikujejo, zato ločimo dve vrsti toplotnih otokov: površinski toplotni otoki in zračni toplotni otoki. Ti se razlikujejo po načinih nastanka, načinih, uporabljenih za identifikacijo in opravljanje meritev, glede na njihov vpliv ter na nek način tudi po metodah, uporabljenih za hlajenje teh otokov.

## Strategije ohlajanja urbanih toplotnih otokov

- Drevesa in vegetacija. Povečanje količine dreves in vegetacije zmanjšuje površinske in zračne temperature z zagotavljanjem sence ter ohlajanjem zaradi evapotranspiracije.

- Zelene strehe. Rast vegetacijske plasti (rastline, grmi, drevesa ...) na strehah zmanjšuje temperature na površini strehe ter pomaga pri odvajanju padavinske vode.

- Hladne strehe in hladne površine (ceste, parkirišča, pločniki ...), ki so narejene ali premazane z materiali, ki znatno odbijajo sončno svetlobo.



Avtorica: Ajda Cimperman



## Belgijsko podjetje Aquafin in njihova dejavnost

Aquafin je ugledno belgijsko podjetje, specializirano za čiščenje in upravljanje odpadnih voda. Podjetje Aquafin, ustanovljeno leta 1990, deluje pod nadzorom flamske vlade in je zadolženo za upravljanje in čiščenje odpadne vode na celotnem območju Flandrije v Belgiji.

Podjetje se osredotoča predvsem na zagotavljanje učinkovitega zbiranja, obdelave in čiščenja odpadne vode iz gospodinjstev, industrije ter drugih virov. Podjetje Aquafin upravlja obsežno omrežje čistilnih naprav, črpališč in kanalizacijskih sistemov po vsej Flandriji ter ima pomembno vlogo pri varovanju javnega zdravja in varovanju okolja. Podjetje je znano po svoji zavezanosti inovacijam in trajnosti pri ravnanju z odpadnimi vodami. Nenehno vlaga v raziskave in razvoj za izboljšanje postopkov čiščenja, optimizacijo uporabe virov in zmanjšanje vpliva odvajanja odpadne vode na okolje. Poleg tega dejavno spodbuja ozaveščanje o ohranjanju vode in vključevanje javnosti pri preprečevanju onesnaževanja.

Projekti Aquafina se odlikujejo po izjemni kompleksnosti in obsegu. Najnovejši dosežek, podzemni rezervoar v mestnem jedru Antwerpna, predstavlja tehnično mojstrovino. S svojo dolžino več kot 100 metrov, širino 50 metrov in globino prek 10 metrov omogoča zbiranje padavinskih voda tudi v najzahtevnejših vremenskih razmerah. Ta impozantna struktura ne le zmanjšuje tveganje za poplave v urbanem okolju, temveč tudi učinkovito upravlja z odvajanjem odpadnih voda v obdobjih deževja.

Zelena inovacija je ključna sestavina projektnih rešitev Aquafina, kjer se ne ustavi zgolj pri tehnoloških dosežkih. Razvoj »vodnih parkov« in »zelenih strug« je izrazito trajnostna praksa, ki ne le ureja odpadne vode, ampak ustvarja tudi okolju prijazne rekreacijske prostore.



Njihova velikost, ki se pogosto meri v stotinah hektarjev, poudarja obsežnost njihovega pristopa k ohranjanju okolja.

### Zagotavljanje kakovostne pitne vode

Inovacije v cevovodnih sistemih odražajo Aquafinovo zavezanost k visoki učinkovitosti in zanesljivosti oskrbe s pitno vodo. V mestu Ghent so zamenjali več kot 20 kilometrov cevi, kar je rezultiralo v pomembnem povečanju zmogljivosti oskrbe s pitno vodo in hkratnem zmanjšanju izgub



vode za več kot 30 %. Ta izboljšava ni le tehnična, temveč predstavlja ključni korak k trajnostnemu gospodarjenju z vodnimi viri.

Obvladovanje izboljšav se kaže v obsežnosti posodobitev, ki so jih izvedli. Ta izrazita predanost gradnji visoko učinkovite in zanesljive infrastrukture oskrbe s pitno vodo prinaša koristi tako v smislu okoljske trajnosti kot tudi zagotavljanja visokih standardov oskrbe s pitno vodo.

### Urejanje predelov sosesk

Projekti Aquafina na področju urbanih preoblikovanj niso omejeni zgolj na tehnične vidike. Njihova vloga v prenovi mestnega parka, ki se razteza na več kot 10 hektarjev, pomeni celosten pristop k izboljšanju urbanega okolja. Prenova obstoječih vodnih površin, dodajanje novih rekreativnih območij in celovita skrb za urbano okolje kažejo na Aquafinovo sposobnost oblikovanja prostorov, ki niso le funkcionalni, temveč tudi prijetni za bivanje.



Rekreacijska Oaza, ki jo Aquafin soustvarja, ni le rezultat tehničnih inženirskih praks, temveč predstavlja njihovo vlogo kot partnerja pri oblikovanju kakovostnega bivanjskega okolja v urbanih soseskah. Njihovo delo presega zgolj infrastrukturne izboljšave, saj prispeva k izboljšanju kakovosti življenja prebivalcev.

### Inovacije v praksi

Aquafinova vodilna vloga na področju tehnoloških inovacij se odraža v uporabi naprednih tehnologij za nadzor in vzdrževanje infrastrukture. Z implementacijo več kot 1000 senzorjev v omrežje omogočajo zgodnje odkrivanje morebitnih težav v cevovodnih sistemih. Ta proaktivni pristop k vzdrževanju infrastrukture pomeni, da Aquafin zmanjšuje čas izpada in povečuje zanesljivost svoje vodne infrastrukture.

Napredno nadzorovanje, ki ga dosežejo s pomočjo umetne inteligence v njihovih sistemih optimizira delovanje in zagotavlja tudi prediktivno vzdrževanje. S tem Aquafin ne le reagira na težave, temveč jih preprečuje, kar vodi v zanesljivejšo in bolj trajnostno vodno infrastrukturo.

### Partnerstvo s skupnostjo

Sodelovanje z lokalno skupnostjo predstavlja temeljni del pristopa Aquafina k trajnostnemu upravljanju z vodnimi viri. Projekti, kot je delavnica za obnovo mestnega jezera, ki je privabila več kot 500 prebivalcev, jasno izražajo obseg njihovega partnerstva s skupnostjo. S skupnostnim pristopom, ki vključuje ankete in srečanja z lokalnimi prebivalci, Aquafin oblikuje svoje projekte v skladu s potrebami in pričakovanji skupnosti.

Z ekipo usposobljenih strokovnjakov in celovitim pristopom k upravljanju voda si je družba Aquafin pridobila ugled vodilnega podjetja na tem področju tako na nacionalni kot na mednarodni ravni.

Avtor: Deja Mavri in Jakob Blatnik



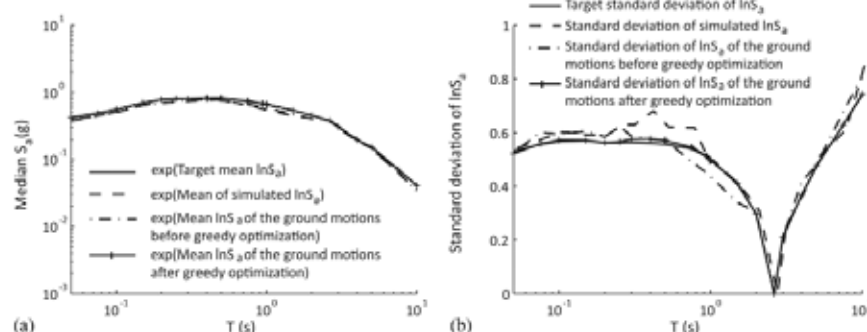
# Izbira akceleroگرامov za dinamično analizo

V potresnem inženirstvu velja nelinearna dinamična analiza (ang. non-linear time history analysis) za najzahtevnejšo analizo, ki se lahko izvede. Virov zahtevnosti je veliko, saj je treba ustrezno modelirati nelinearno in histerežno obnašanje materiala, kar je zelo različno glede na izbrane materialne modele. Sami modeli konstrukcij imajo različno stopnjo kompleksnosti, kar je odvisno od ciljev analize in računalniških zmogljivosti uporabljene strojne opreme. Vpliv interakcije med tlemi in konstrukcijo (ang. soil-structure interaction – SSI) je lahko znaten vir težav, saj pogosto nimamo niti podatkov o lastnostih tal, metod za upoštevanje SSI pa je zelo veliko.

Mogoče pa je največji vir težav oz. faktor, ki najbolj vpliva na rezultate dinamičnih analiz, izbira zapisov gibanja tal oz. akceleroگرامov. Standard Evrokod 8 sicer ne podaja metode, po kateri naj bi selekcijo izvedli, podaja le navodilo, koliko zapisov je treba upoštevati – 7 akceleroگرامov. V literaturi obstaja kar nekaj postopkov, v nadaljevanju pa povzamemo najbolj znan in uporabljen postopek avtorjev Jayaram et al. [1]

Cilj predlaganega algoritma je izbira akceleroگرامov, katerih spektri odziva imajo točno določeno srednjo vrednost in varianco. Osnovna predpostavka pa je v tem, da logaritem spektralnih pospeškov  $\ln S_a$  pri različnih nihajnih časih sledi normalni porazdelitvi. Prvi korak postopka je parametrizacija normalne porazdelitve  $\ln S_a$  za različne nihajne čase. Parametri so srednje vrednosti in variance  $\ln S_a$  za vse nihajne čase ter korelacijski koeficienti med vsemi pari nihajnih časov.

Da bi dosegli želene lastnosti izbranih zapisov gibanja tal, morajo biti parametri (srednje vrednosti, variance in korelacijski koeficienti) enaki ciljnim vrednostim. Ko je to narejeno, se s pomočjo Monte Carlo simulacij verjetnostno vzorčijo spektri odziva na podlagi že prej omenjene normalne porazdelitve. Število generiranih spektrov je enako zahtevanemu številu akceleroگرامov. Za vsak simuliran spekter pa se akceleroگرام s podobnim spektrom odziva.



Srednja vrednost in standardna deviacija spektrov odziva

Podobnost med simuliranim in izbranim spektrom se izračuna kot:

$$SSE = \sum_{j=1}^p \left( \ln S_a(T_j) - \ln S_a^{(s)}(T_j) \right)^2$$

pri čemer je  $\ln S_a(T_j)$  logaritem spektralnega pospeška (lahko tudi skaliranega spektralnega pospeška) pri nihajnem času  $T_j$ .  $\ln S_a^{(s)}(T_j)$  pa je logaritem simuliranega spektralnega pospeška,  $p$  je število upoštevanih nihajnih časov. SSE je vsota kvadratov napak (ang. sum of squared errors). Opisani način za izračun SSE ni enoličen, saj v literaturi obstaja precej drugih definicij. Izbira akceleroگرامov se opravi tako, da izračunamo SSE za vsak zapis v bazi podatkov, nato pa se izbere akceleroگرام z najmanjšim SSE. V tej fazi je možno upoštevati druge lastnosti zapisov, kot so npr. zapisi, ki se nahajajo v točno določenih intervalih magnitud in oddaljenosti. Ta postopek se imenuje deagregacija zapisov gibanja tal.

Srednja vrednost in varianca simuliranih spektrov odziva se približno ujemajo z ustreznimi ciljnim vrednostmi, saj so vzorčeni na podlagi želene normalne porazdelitve. Pri dovolj velikem številu simuliranih spektrov se bodo srednje vrednosti in variance popolnoma ujemale.

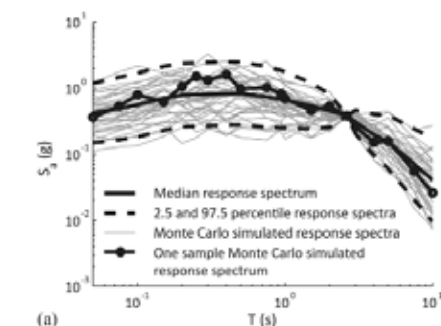
Kadar pa izberemo akceleroگرامe na podlagi zgoraj opisanega algoritma, se vzorčene srednje vrednosti in variance razlikujejo od ciljnih vrednosti. To je posebej izraženo, kadar je število izbranih akceleroگرامov majhno. Postopek izboljšamo z uporabo ustrezne optimizacijske metode (ang. greedy optimization). S tem pristopom vsak izbrani zapis gibanja tal enega za drugim zamenjamo z zapisom iz baze, ki pokaže največje izboljšanje med ciljnim in vzorčnimi srednjimi vrednostmi ter variancami. Če izboljšanja ni, se izbrani zapis obdrži. Ujemanje spektrov se izvede na podoben način kot prej. Velja:

$$SSE_s = \sum_{i=1}^p \left[ \left( \bar{\ln S_a}(T_i) - \mu_{\ln S_a}^{(i)} \right)^2 + w \cdot \left( \hat{\sigma}_{\ln S_a}(T_i) - \sigma_{\ln S_a}^{(i)} \right)^2 \right]$$

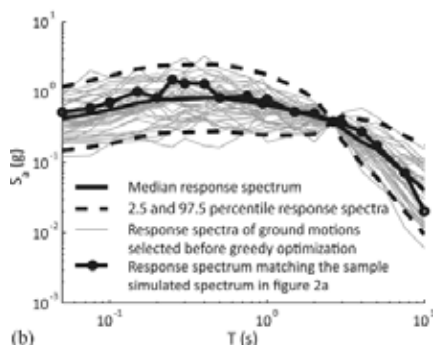
Pri čemer je SSEs vsota kvadratov napak, kar je parameter, ki ga želimo minimizirati.  $w$  je utežni faktor, ki ponazarja pomembnost napak pri izračunu standardnih deviacij in srednjih vrednosti. Priporočena vrednosti je  $w = 1$ , vendar se lahko izbere druga, kar je odvisno od zahtevane natančnosti ujemanja med vzorčnimi in ciljnim srednjimi vrednostmi ter standardnimi devijacijami.

Srednjo vrednost in standardno deviacijo izračunamo kot:

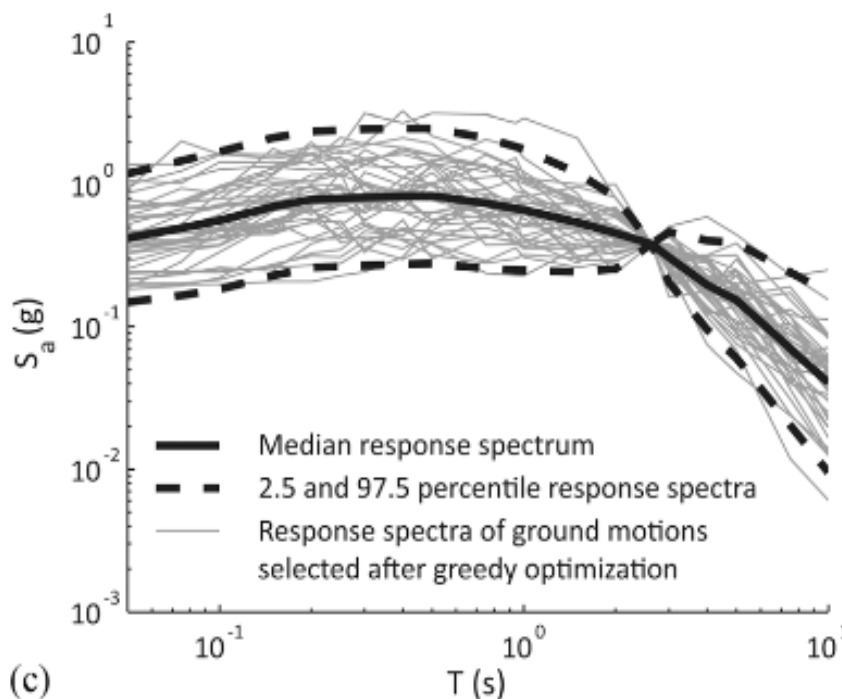
$$\bar{\ln S_a}(T_j) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln S_{a,i}(T_j) \quad \text{in} \quad \hat{\sigma}_{\ln S_a}(T_j) = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \left( \ln S_{a,i}(T_j) - \bar{\ln S_a}(T_j) \right)^2}$$



Simulirani spekter odziva



Izbrani spektri odziva brez optimizacije



Izbrani spektri odziva po optimizaciji

Optimizacijski algoritem ne upošteva korelacijske strukture nabora akcelrogramov eksplicitno. To je zajeto v začetnem izboru zapisov in se približno obdrži tudi po optimizaciji. Optimizacijski algoritem je opisan v nadaljevanju:

- Korak 1: Začetni korak  $j = 1$ .
- Korak 2: Velja  $i = 1$ . Zapiši SSEs nabora akcelrogramov kot SSEs,old.
- Korak 3: Če  $i$ -ti zapis iz baze  $G_i$  že ni izbran, zamenjaj  $j$ -ti zapis gibanja tal z zapisom  $G_i$ . Izračunaj SSEs, $i$ .
- Korak 4: Povečaj inkrement za 1:  $i = i + 1$ .
- Korak 5: Če je  $i$  manjše ali enako velikosti baze akcelrogramov, se vrni nazaj na korak 3. V nasprotnem primeru identificiraj, kateri akcelrogram  $i$  rezultira v minimalni vrednosti SSEs, $i$ . Če je SSEs, $i$  < SSEs,old, zamenjaj  $j$ -ti akcelrogram z  $i$ -tim izbranim akcelrogramom.
- Korak 6: Povečaj inkrement  $j$  za 1. Če je  $j$  manjše kot velikost baze, ponovi od koraka 2 naprej. V nasprotnem primeru končaj algoritem.

Temu optimizacijskemu algoritmu rečemo »požrešni algoritem«, saj poskuša lokalno pri vsakem koraku izboljšati ujemanje med ciljnim in simuliranimi lastnostmi, brez da bi s tem nujno dosegli globalno optimalno rešitev.

V nadaljevanju še podrobno opišemo dva ključna koraka algoritma, in sicer parametrizacijo ciljnega spektra odziva in simulacijo spektrov odziva z Monte Carlo metodo.

Kot že povedano, je prvi korak v algoritmu parametrizacija normalne porazdelitve  $\ln S_a$  z ustreznimi srednjimi vrednostmi in variancami ter korelacijami med spektralnimi pospeški pri dveh različnih nihajnih časih. V ta namen uporabimo pogojni spekter (ang. cConditional mean spectrum – CMS) [2].

Koraki metode so naslednji:

- Korak 1: Izračunaj ciljni spektralni pospešek  $S_a$  pri nihajnem času  $T^*$ , magnitudo  $M$ , razdaljo do žarišča  $R$  in  $\epsilon(T^*)$ . Pri tem je  $\epsilon(T^*)$  število standardnih deviacij, pri katerih se  $\ln S_a$  razlikuje od predvidenega  $\ln S_a$  pri nihajnem času  $T^*$ . Velja:

$$\epsilon(T) = \frac{\ln S_a(T) - \mu_{\ln S_a(T)}}{\sigma_{\ln S_a(T)}}$$

- Korak 2: Za vse nihajne čase  $T_j$  izračunaj  $\mu \ln S_a(T_j)$  in  $\sigma \ln S_a(T_j)$ .

- Korak 3: Izračunaj srednje vrednosti ( $\ln S_a(T_1)$ ,  $\ln S_a(T_2)$ , ...,  $\ln S_a(T_n)$ ), kar je kondicionirano na  $\epsilon(T^*)$ . Sestavi matriko  $[\mu]$ .

- Korak 4: Izračunaj kovariančno matriko za srednje vrednosti ( $\ln S_a(T_1)$ ,  $\ln S_a(T_2)$ , ...,  $\ln S_a(T_n)$ ), ki so kondicionirane na  $\epsilon(T^*)$ . Sestavi matriko  $[\Sigma]$ .

Pri izvedbi simulacij z metodo Monte Carlo je treba upoštevati normalno porazdelitev z matriko srednjih vrednosti in kovariančno matriko. Pri tem je treba upoštevati dovolj širok razpon nihajnih časov, s čimer zajamemo območja višjih nihajnih časov in morebitne nelinearnosti v konstrukciji. Ker lahko posamezni spekter variira, medtem ko lahko še zmeraj dosežemo ciljno srednjo vrednost in varianco celotnega vzorca, se pojavijo majhne napake na račun izbora obsega nihajnih časov.

V literaturi obstajajo tudi naprednejše metode izbire akcelrogramov, ena izmed njih je [3]. Glavni izziv vseh teh postopkov je pridobitev kvalitetnih zapisov gibanja tal.

[1] N., Jayaram, T., Lin, J. W., Baker, 2011. A computationally efficient ground-motion selection algorithm for matching a target response spectrum mean and variance, Earthquake Spectra, Volume 27, No. 3, p. 797–815.

[2] Jayaram, N., and Baker, J. W., 2010. Ground-motion selection for PEER Transportation Systems Research Program, in Proceedings, 7th CUEE and 5th ICEE Joint Conference, Tokyo, Japan.

[3] Baker, J. W., and Lee, C. 2018. An Improved Algorithm for Selecting Ground Motions to Match a Conditional Spectrum. Journal of Earthquake Engineering, 22(4), 708–723.

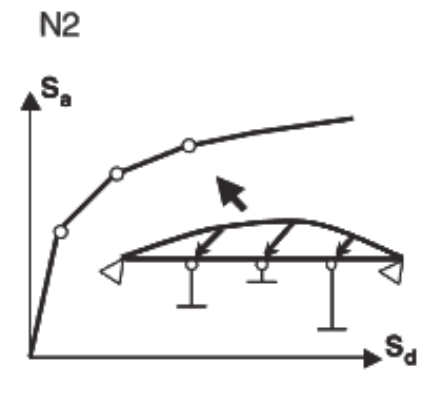
Avtor: Đorđe Đukić



# Osnovno o potisnih analizah v potresnem inženirstvu

Potisna analiza predstavlja najbolj razširjeno nelinearno metodo analize, ki se uporablja v potresnem inženirstvu. Prednosti potisnih analiz je veliko, vendar se moramo za njeno ustrezno uporabo inženirji zavedati tudi njenih omejitev in pomanjkljivosti.

Potisna analiza je statična nelinearna analiza. V splošnem obstajata dva načina izvedbe analize. Prvi način je, da ob danem pomiku povečujemo silo, drugi je ravno obraten, kjer vsiljujemo pomik, nato pa iz konstitutivnih zvez določamo pomik konstrukcije.

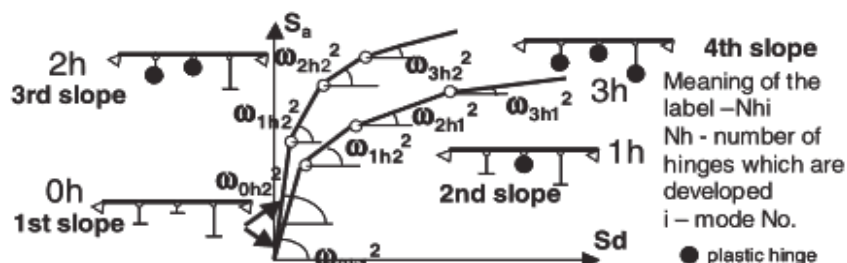


- one pushover analyses
- invariable distribution of forces
- parabolic or uniform distribution of forces

## N2 metoda

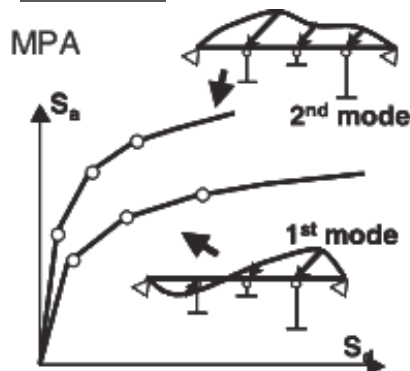
V sodobni praksi se primarno uporablja način izvedbe s krmiljenjem pomika. Razlogov za to je več, najbolj pomemben pa je ta, da lahko s tovrstnim načinom računamo tudi obnašanje konstrukcije po doseganju maksimalne nosilnosti. Ta problem je čisto numerične narave. Ob doseganju maksimalne nosilnosti ni nujno, da se konstrukcija poruši. Odvisno od materiala in same konstrukcije se lahko pomik po doseganju maksimalne nosilnosti kar precej poveča, vse dokler ne doseže svoje mejne vrednosti. Ob tem pa se togostna matrika spremeni, sila v konstrukciji pa ne more biti večja kot nosilnost.

## IRSA



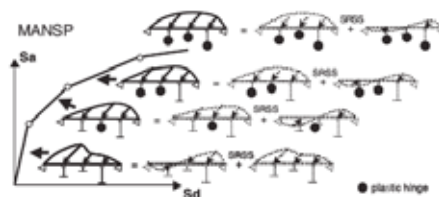
- displacement based method (based on modal displac. compatible with modal forces);
- number of capacity diagrams = number of important modes in the initial state
- capacity diagrams are constructed based on the changed dynamic properties (when the new hinge occurs the structural system is changed)
- slopes of the capacity diagrams are determined using the elastic modal analysis

## MPA metoda



- number of pushover analysis = number of important modes in the initial state
- invariable distribution of forces
- forces proportional to initial mode shapes

## MPA metoda



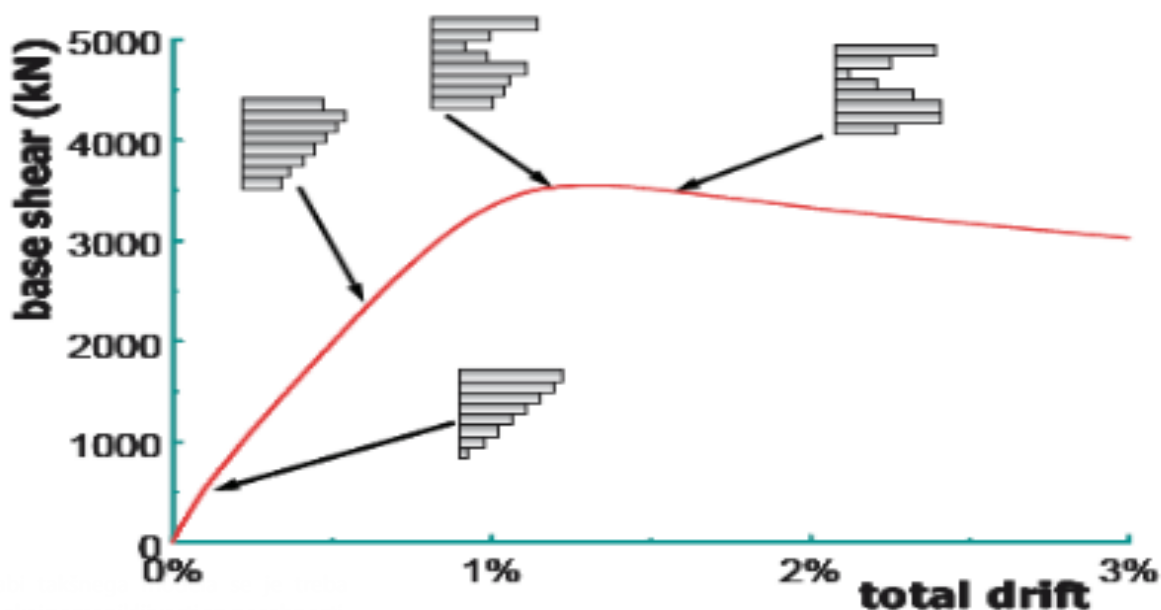
- one pushover analyses
- variable distribution of forces (when the new plastic hinge occurs the distribution of forces is changed)
- forces are calculated combining initial forces of all important modes

## MANSP metoda

Če bi upoštevali pristop, pri katerem krmilimo silo, ne bi mogli več izračunati, kaj se dogaja v postkritičnem območju. Če pa krmilimo pomike, padec sile po doseganju nosilnosti ne predstavlja problema.

Pri izvedbi potisne analize je treba upoštevati par posebnosti, ki niso prisotne pri linearno-statični analizi. V konstrukciji moramo izbrati kontrolno točko, pri kateri odčitamo pomike in sile. Pri stavbah je ta točka v večini primerov na vrhni etaži, pri mostovih pa na mestu v prekladni konstrukciji, kjer pričakujemo največji pomik.

Nelinearnost se lahko modelira na veliko različnih načinov. Najenostavnejši način je modeliranje s koncentrirano plastičnostjo. Pri tem vso nelinearnost upoštevamo preko nelinearne rotacijske vzmeti, ki jo definiramo na mestu, kjer smo predvideli, da se pojavi plastični členek. Načinov za modeliranje materialnih lastnosti nelinearne rotacijske vzmeti je veliko, najenostavnejši in najbolj znan pristop je uporaba Takedinih histereznih pravil [1].



#### IRSA metoda

Zlasti pri armiranobetonskih konstrukcijah je pomembno vključiti eksperimentalno določene dejavnike, ki jih je teoretično težko zajeti. Tak pristop lahko upošteva vpliv upogiba in striga, vendar ne more upoštevati interakcije med njimi (ang. uncoupling). Lastnosti nelinearnih rotacijskih vzmeti so določene pri konstantni osni sili. Prav tako je potek momenta vzdolž elementa določen vnaprej in ga med samo analizo ni možno spreminjati.

Model s porazdeljeno plastičnostjo pa je nekoliko zapletenejši, saj je treba definirati ustrezen prečni prerez elementov. Pri armiranobetonskih elementih je treba ločeno definirati betonski del prereza, ki je lahko obje ali neobje, in armaturne palice, ki so lahko tlačne ali natezne. Vhodne podatke za tak model je relativno enostavno pripraviti, saj pri tem ni treba definirati ustreznih zvez moment-rotacija kot pri modelih s koncentrirano plastičnostjo. Sami elementi so razmeroma podajni, zato se lahko uporabijo za modeliranje različnih tipov jeklenih, betonskih in kompozitnih konstrukcij. Plastifikacija je porazdeljena po elementu, zaradi česar lokacije plastičnih členkov ni treba vnaprej predvideti. Tudi pomanjkljivosti tovrstnih modelov so precejšnje. Ne glede na razmeroma enostavne vhodne podatke je lahko odziv konstrukcije zelo zapleten, kar lahko rezultira v precej nerealističnih rezultatih. Pravil, kako definirati vlakna in število elementov, pa tudi ni, kar pomeni, da so lahko rezultati odvisni od izkušenosti izvajalca analiz. V primeru armiranobetonskih elementov pa so rezultati popolnoma napačni, ko je ta element močno armiran. Poleg tega so lahko tovrstni modeli numerično zelo nestabilni.

Tretja posebnost potisnih analiz je v definiciji obtežnega vektorja konstrukcije. Obstaja veliko načinov, kako to narediti. Najenostavnejši način je, da upoštevamo konstanten obtežni vektor, vendar pri takem pristopu ne bomo dobili realnih rezultatov. Pri stavbah je značilna uporaba trikotnega obtežnega vektorja, pri čemer je največja sila na vrhu stavbe. Pri mostovih pa lahko zlasti v prečni smeri upoštevamo parabolichen potek obtežnega vektorja.

Najbolj realističen pristop je upoštevanje obtežnega vektorja, proporcionalnega nihajni obliki. V najenostavnejšem primeru potisne analize, pri kateri predpostavimo, da je za obravnavano konstrukcijo značilna le ena nihajna oblika (npr. N2 metoda [2]), upoštevamo, da je obtežni vektor proporcionalen prvi nihajni obliki.

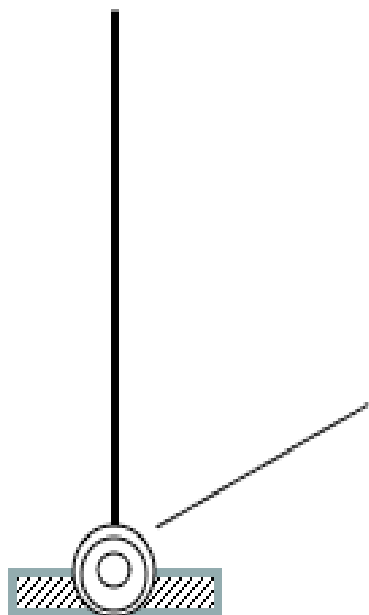
Glavna pomanjkljivost npr. osnovne N2 metode je v tem, da ne upošteva vpliva višjih nihajnih oblik ali pa torzijskih nihajnih oblik. Ti so pomembni zlasti pri visokih stavbah (natančneje v [3]) ali pri daljših mostovih/viaduktih [4]. Metod, kako te vplive zajeti, je v literaturi več.

V [4] so opisane tri napredne metode potisne analize:

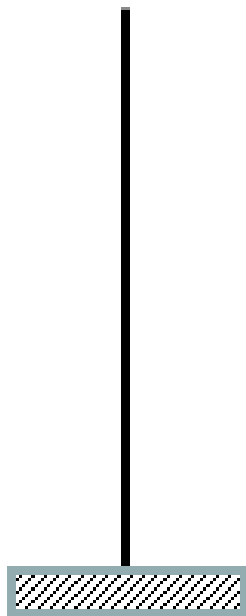
**MPA [5]** – modalna potisna analiza. Ta metoda upošteva vpliv višjih nihajnih oblik. Vse značilne nihajne oblike, določene na podlagi predhodno izvedene modalne analize, so uporabljene za določitev ločenih obtežnih vektorjev. Po končani analizi rezultate kombiniramo z upoštevanjem ustreznih kombinacijskih pravil (npr. SRSS ali CQC kombinacijsko pravilo).

Glavna predpostavka te metode je, da se nihajne oblike ne spreminjajo tekom povečanja obtežbe oz. pomikov, kar po svoje ni realna predpostavka, saj se po poškodbi togost konstrukcije zmanjša, na račun česar se nihajni čas poveča, kar lahko rezultira v spremembi nihajnih oblik.

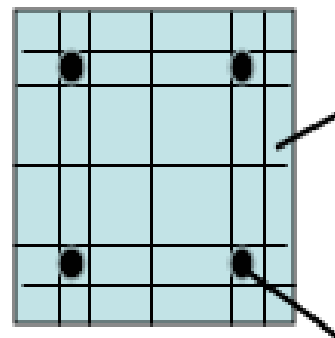
**MANSF [6]** – modalna adaptivna nelinearna statična analiza – hkrati upošteva vpliv višjih nihajnih oblik in dejstvo, da se lahko deformacijska linija konstrukcije tekom analize bistveno spremeni. Pri določitvi krivulje kapacitete je pomembno upoštevati eno potisno analizo, pri kateri variramo obtežni vektor. Razpored sil v tem obtežnem vektorju je primarno odvisen od modalnih lastnosti konstrukcije, kar se lahko bistveno spreminja tekom odziva konstrukcije. Potrebno je definirati ločen obtežni vektor za vsako značilno nihajno obliko, vpliv vseh pa je treba kombinirati z ustreznim kombinacijskim pravilom (SRSS ali CQC). Največje spremembe togosti se zgodijo ob formaciji plastičnega členka, zato je pri tovrstnih analizah značilna sprememba obtežnih vektorjev pri vsaki formaciji plastičnega členka.



Model s koncentrirano plastičnostjo



Model z zvezno plastičnostjo



**IRSA [7]** – inkrementalna analiza s spektri odziva. Ta metoda prav tako upošteva vpliv višjih nihajnih oblik in spremenljiv obtežni vektor. Spremenljivost vektorja pa ni prikazana eksplicitno, saj ta metoda, ki je bazirana na kontroli pomikov, upošteva modalne pomike, na podlagi katerih računa modalne sile. Podobno kot pri MANSP metodi je treba tudi tukaj ponovno računati modalne parametre konstrukcije in izvesti novo modalno analizo, vsakič ko pride do formacije novega plastičnega člena. Naklon krivulje kapacitete je odvisen od značilne lastne frekvence konstrukcije.

Ker se ta spremeni ob vsaki formaciji plastičnega člena, se tudi naklon krivulje kapacitete vedno spreminja. Več krivulj kapacitet se potem izračuna, vsaka pa pripada upoštevani značilni nihajni obliki. V vsakem koraku analize se posledično rezultati kombinirajo z ustreznim kombinacijskim pravilom.

Zlasti pri mostovih oz. viadukih se pojavlja nekaj značilnih težav oz. pomanjkljivosti pri upoštevanju teh metod. Ker niso vse značilne za vsako metodo, je v nadaljevanju nakazano, kaj se nanaša na katero metodo.

#### Idealizacija potisne krivulje (N2, MPA, MANSP)

Različni avtorji predlagajo upoštevanje različnih idealizacij potisnih krivulj. Pri N2 metodi [2] je upoštevana elastoplastična idealizacija, dokler MPA in MANSP metodi upoštevata bilinearne idealizacije potisne krivulje. V vseh primerih začetni naklon idealizirane potisne krivulje opisuje začetno togost konstrukcije, kar je najznačilnejši parameter za pravilno ocenjevanje odziva konstrukcije, zlasti v elastičnem območju.

Pri mostovih (zlasti v prečni smeri, manj pa v vzdolžni) dejanska potisna krivulja izkaže izrazito utrjevanje po plastifikaciji. Razlog za to je v togih krajnih opornikih, ki ostanejo v elastičnem stanju tudi po plastifikaciji vseh vmesnih opornikov. Če je eden izmed vmesnih opornikov zelo tog oz. imamo na mostu kratek steber, je sprememba naklona potisne krivulje hipna in velika. V takih primerih je jasno, da uporaba bilinearne idealizacije ni ustrezna.

#### Izračun potisne krivulje za neregularne mostove, pri katerih je značilen vpliv višjih nihajnih oblik (N2, MPA, MANSP)

Pri tovrstnih mostovih je vpliv višjih nihajnih oblik lahko precejšen. Predominantna nihajna oblika lahko tudi variira, sploh pri torzijsko podajnih mostovih. V takšnih primerih ni enostavno določiti kontrolne točke za izvedbo potisne analize. Veliko avtorjev predlaga spremljanje pomikov na vrhu izbranega stebra, vendar v takšnih primerih ne moremo preprosto določiti, kateri steber je značilen. Najustreznejši način je spremljanje pomika v prekladi, ne na vrhu stebrov [4]. Pri tem spremljamo mesto, kjer pričakujemo največje pomike v prekladni konstrukciji. Pri MPA metodi začetna izbira kontrolne točke niti ni pomembna, saj je znotraj metode treba upoštevati normalizirano potisno krivuljo glede na izbrano nihajno obliko. To pomeni, da lahko pomike spremljamo, kjerkoli to želimo. Izbira kontrolne točke pri omenjeni metodi postane pomembna v postkritični coni, kjer izračunana deformacijska linija ne odgovarja predpostavljene.

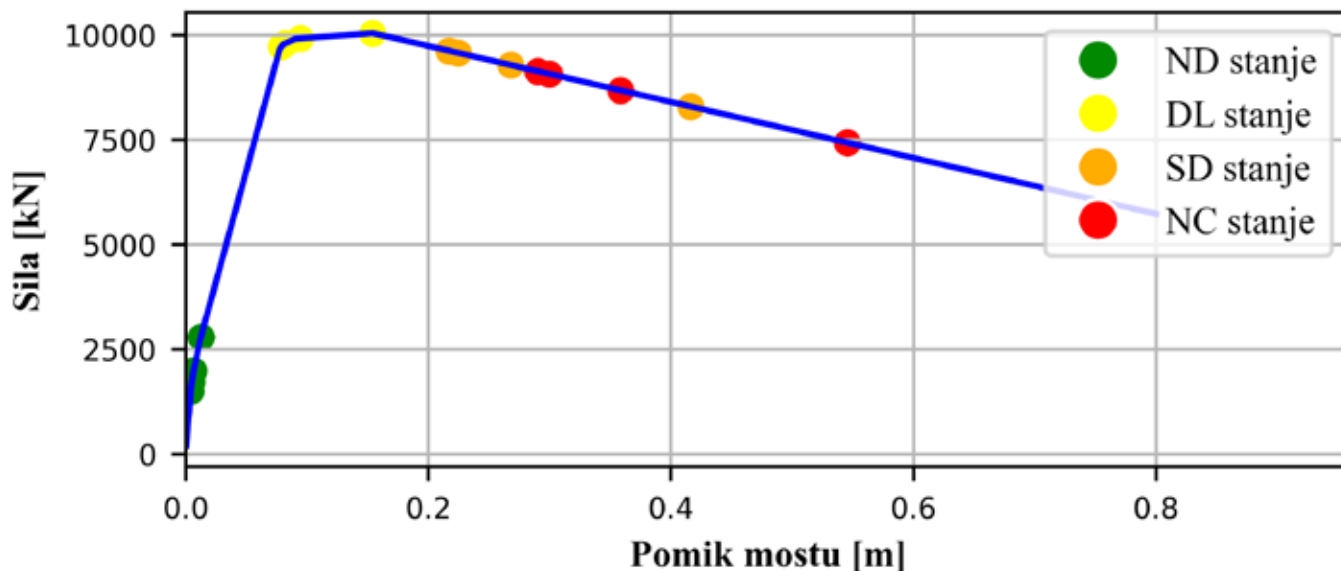
#### Modalna kombinacijska pravila – SRSS in CQC (MPA, MANSP, IRSA)

SRSS in CQC kombinacijska pravila so standardno uporabljena pri modalni analizi in modalni analizi s spektri odziva (ang. response spectrum analysis). CQC pravilo upoštevamo v primerih, ko so nihajni časi blizu in vplivajo en na drugega. SRSS pravilo pa uporabimo v preostalih primerih. Pri vseh metodah razen pri MANSP metodi, kjer se predlaga uporaba SRSS pravila, je uporaba CQC pravila upravičena tudi v nelinearnem območju.

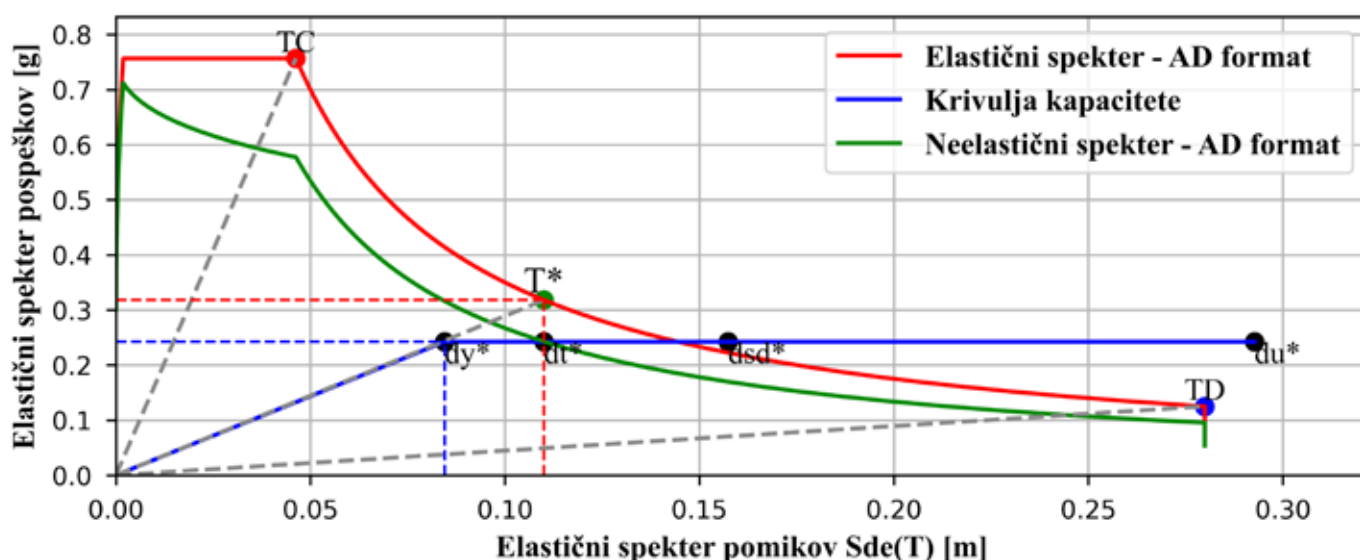
#### Predpostavljena deformacijska linija (N2)

Pri N2 metodi na začetku analize predpostavimo potek deformacijske linije. Glavni cilj nelinearne analize je ocena odziva konstrukcije, kar pa sega globoko v nelinearno obnašanje. V teh primerih so stebri močno poškodovani, kar pomeni, da ne ovirajo deformacij prekladne konstrukcije. V primerih viaduktov s členkastimi podporami na krajnih opornikih je deformacijska linija prekladne konstrukcije približno enaka sinusni krivulji. To sinusno krivuljo je možno pri N2 metodi aproksimirati s parabolo. Če pa imamo opravka z drsnimi podporami, se lahko upošteva tudi enakomerna deformacijska linija.

Čeprav da nelinearna dinamična analiza po pravilu natančnejše rezultate oz. je še zmeraj referenčna metoda pri vseh analizah, se čedalje več strokovnjakov nagiba k vpeljavi raznih metod potisne analize v vsakodnevno projektiranje objektov. Glavna ovira pri tem je seveda programska oprema, ki mora biti dovolj sofisticirana, da lahko z njo modeliramo vse značilne fenomene, in hkrati dovolj dostopna uporabnikom.



Potisna krivulja z označenimi presegi mejnih stanj



Določitev ciljnega pomika na podlagi N2 metode

V trenutno veljavni različici Evrokoda 8 novih objektov sicer ni dovoljeno projektirati z nelinearnimi metodami. Dovoljeno pa je verificirati rezultate linearnih analiz, ki so večinoma modalne analize s spektri odziva, z uporabo nelinearne statične analize. Če se izkaže, da so linearno elastične metode preveč konzervativne, kar v večini primerov drži, ni dovoljeno zmanjševati dimenzij elementov oz. količine armature na podlagi rezultatov nelinearnih metod. Prihajajoča generacija Evrokod standardov pa to dovoljuje.

Poleg tega je znotraj teh standardov veliko poudarka na tako imenovanem načinu projektiranja na podlagi pomikov (ang. displacement based design). Ko bodo ti standardi enkrat sprejeti in vpeljeni v vsakdanjo prakso, se bo pokazalo, ali bo uporaba nelinearnih metod sploh zaživila. Če bo, bo to od inženirjev zahtevalo precej znanja pri izvedbi analiz, še več pa pri interpretaciji rezultatov.

Viri:

- [1] Takeda, T., Sozen, M. A. in Nielsen, N. 1970. Reinforced concrete response to simulated earthquakes. Journal of Structural Division. DOI: 96(ST12); 2557–2573.
- [2] Fajfar, P. 2000. A nonlinear analysis method for performance based design. Earthquake Spectra 16, 3; 573–592.
- [3] Kreslin, M., Fajfar, P. 2012. The extended N2 method taking into account higher mode effects in elevation. Earthquake engineering & structural dynamics 40, 14; 571–1589. DOI: 10.1002/eqe.1104.
- [4] Isaković, T., Fischinger, M. 2005. Higher modes in simplified inelastic seismic analysis of single column bent viaducts, Earthquake Engineering and Structural Dynamics, Earthquake Engng Struct. Dyn. 2006; 35; 95–114.

[5] Chopra, AK, Goel, RK. Evaluation of modal and FEMA pushover analyses: SAC buildings. Earthquake Spectra 2004; 20(1); 225–254.

[6] Reinhorn, AM. Inelastic analysis techniques in seismic evaluations. Proceedings of the International Workshop on Seismic Design Methodologies for the Next Generation of Codes, Bled, Slovenia, 1997; 277–288.

[7] Aydinoglu, MN. An improved pushover procedure for engineering practice: incremental response spectrum analysis IRSA. Proceedings of the International Workshop Performance-Based Seismic Design Concepts and Implementation, Bled, Slovenia, 2004; 345–356.

Avtor: Đorđe Đukić



# Portugalska hitra železnica

Portugalska je stopila korak naprej v svoji infrastrukturni razvojni viziji s sprejetjem ambicioznega projekta nove hitre železnice, ki bo povezala dva ključna gospodarska vozlišča države – Porto in Lizbono. Projekt, ki je bil sprejet leta 2020, predstavlja pomemben mejnik v modernizaciji portugalskega prometnega sistema, ki bo prispeval k večji mobilnosti, gospodarski rasti in trajnostnemu razvoju.



Karta planirane hitre železnice

Finančna in operativna podpora za projekt izhajata iz širokega konsenza med političnimi strankami ter regionalnimi organi. Poleg tega se projekt financira tudi s pomočjo sredstev EU, kar dokazuje pomen evropskega sodelovanja pri spodbujanju trajnostne infrastrukturne rasti.

Na portugalski liniji sever–jug (Corredor Norte–Sul) trenutno vozi 44 % vseh vlakov v državi, od tega kar 92 % tovornih vlakov, kar pomeni, da je 336 km železniške infrastrukture preobremenjena. Trenutna časovna razdalja med mestoma z vlakom znaša od 3 do 4 ure, kar je več kot uro dlje kot z osebnim avtomobilom. Ti pogoji posledično vodijo v kar 25-krat večje zanimanje za cestni promet v primerjavi z železniškim, kar ciljajo spremeniti s tem projektom.

Od konca devetdesetih let prejšnjega stoletja podjetje Comboios de Portugal (CP) upravlja storitev Alfa Pendular, ki povezuje celinsko Portugalsko od severne meje do južnega Algarva s hitrostjo do 220 kilometrov na uro (140 mph) na določenih odsekih, kar je zmanjšalo čas potovanja med Portom in Lizbono za približno 30 minut. Storitev deluje z 10 v Italiji dizajniranimi nagibnimi vlaki Pendolino.

Železnica za visoke hitrosti na Portugalskem je bila načrtovana in prvotno napovedana že leta 2005. Vključevala je linijo na relaciji Lizbona–Madrid, Lizbona–Porto in progo od Porto do Viga v Španiji, načrt pa je bil leta 2009 preklican zaradi gospodarske krize. Leta 2020 je bil načrt ponovno aktiviran kot del 43 milijardnega vložka s strani portugalske vlade v infrastrukturne projekte do leta 2030. Proga naj bi stala 4,5 milijarde evrov s predlaganim 75-minutnim časom vožnje med mestoma pri hitrosti 300 km/h.



Povezava Porto–Lizbona

V skladu z evropskim ekološkim paktom »Green Deal«, ki narekuje k zmanjšanju količine toplogrednih plinov do leta 2030 za vsaj 55 % v primerjavi z letom 1990, bo projekt prispeval k zmanjšanju okoli 3 milijone ton CO<sub>2</sub> emisij do leta 2050. Prispeval bo tudi k izpolnjevanju EU strategije za trajnostno in pametno mobilnost s predvideno podvojitvijo letnega povpraševanja po javnem prevozu na relaciji Porto–Lizbona ter neposredno povezavo s cestnim in letalskim prometom.

Projekt predstavlja prelomni kvalitativni preskok v železniških storitvah, povečanje števila kanalov za regionalne in trgovske storitve ter dekarbonizacijo transportnega sektorja in zmanjšanje prometnih nesreč. Gradnja bo izvedena po etapah, prilagojena finančnim zmožnostim države, s tremi glavnimi fazami gradnje.



Gradnja po fazah

Prva faza obsega izgradnjo železniške proge med Portom in Souro s predvidenim zaključkom del do leta 2028, s čimer bo časovna razdalja med glavnima portugalskima mestoma skrajšana že za 50 min. Predstavlja najobsežnejšo etapo izmed treh, tako finančno kot tudi po premagani razdalji. Začetek gradnje bo pri glavni postaji v Portu, postaji Porto–Campanhã, kjer bo postaja razširjena za oskrbo nove proge za visoke hitrosti. Postaja omogoča povezavo z letališčem Francisco Sá Carneiro, kot je zajeto v urbanizacijskem načrtu mesta Porto. Na drugi strani reke v mestu Porto bo izgrajena nova železniška postaja Vila Nova de Gaia, ki bo opremljena z neposredno povezavo s podzemno železnico.

Za povezavo postaj v Portu bo potrebna izgradnja novega mostu čez reko Douro, ki bo pozicioniran ob znamenitem ločnem mostu Ponte de Dom Luís I. Naslednja postaja v sklopu prve faze poteka čez mesto Aveiro, kjer je načrtovana le nadgradnja železniške postaje Aveiro za prilagoditev na novo progo, nova postaja pa je po novih podatkih predvidena tudi v mestu Coimbra, ki bo oblikovana in razvita v podrobnem načrtu v sodelovanju z mestom.

V sklopu druge faze projekta je načrtovana izgradnja železniške proge med mestoma Soure in Carregado, ki bo potekala skozi železniško postajo v mestu Leira, kjer je predvidena le nadgradnja in adaptacija trenutne železniške postaje Leira za prilagoditev na hitro progo. Druga faza projekta je nekoliko manj obsežna od prve, vendar je zaradi težjih reliefnih in terenskih razmer prav tako predvidena štiriletna gradnja od leta 2026 do 2030. Ob zaključku druge faze gradnje leta 2030 bo časovna razdalja med Lizbono in Portom prepolovljena iz slabih treh ur na le 1 uro in 19 minut.

Tretja faza bo vključevala zadnji odsek proge od predmestja Lizbone do glavne lizbonske železniške postaje na vzhodu mesta, Lisboa-Oriente. Postaja bo nadgrajena za podporo hitre železnice z izgradnjo novega tehničnega terminala. Povezana bo z lizbonsko podzemno linijo in kompatibilna za bodočo progo, ki bo povezovala Lizbono z jugom države. Tretja faza gradnje bo zaključena po letu 2030 in bo prikrajšala čas do Porta za še dodatne štiri minute.

Ob projektu hitre železnice, ki bo povezovala največja mesta Portugalske, bo istočasno v izvedbi tudi projekt povezave Porta in Viga v Španiji z novo hitro železnico, ki bo dosegala hitrosti do 250 km/h. Izgrajena bo nova dvotirna železnica na severu države, ki bo časovno skrajšala razdaljo med mestoma iz treh ur na le 50 minut, s predvidenim zaključkom del prav tako do leta 2030. Tudi ta projekt je bil nedavno reaktiviran po preklicu zaradi gospodarske krize leta 2009 kot del investicije portugalske vlade v infrastrukturne projekte. Proga bo potekala od glavne železniške postaje Porta do letališča Aeroporto Sá Carneiro, nato pa čez portugalska mesta Braga in Valença vse do španskega Viga. S tem projektom bo znatno zmanjšana časovna razdalja med portskim letališčem in okoliškimi mestmi. Iz samega centra mesta bo v primerjavi z današnjo eno uro pot do letališča po končanem projektu trajala le slabih 15 minut, iz Viga pa 1 uro in 25 minut v primerjavi z današnjimi tremi urami.



Novo načrtovani most čez reko Douro v Portu



Nova načrtovana postaja v mestu Coimbra



Povezava Porto-Vigo

Železnica bo speljana iz glavnega mesta Portugalske do španskega Badajoz, ki leži na meji obeh držav Iberskega polotoka. Španci na drugi strani že gradijo novi tir za povezavo Badajoz z Madridom, ki je bil leta 2016 financiran s strani Evropskega sklada EU za regionalni razvoj v višini 205,1 milijona evrov od 312,1 milijona evrov, potrebnih za izgradnjo proge.

Skupaj z drugimi infrastrukturnimi projekti, ki so v teku ali načrtovani v prihodnosti, bo nova hitra železnica igrala ključno vlogo pri oblikovanju sodobne in konkurenčne Portugalske. S svojo sposobnostjo, da poveže ljudi, kraje in priložnosti, bo ta projekt zagotovil temelje za trajnostno gospodarsko rast ter blaginjo tako za sedanje kot prihodnje generacije.

Z vsemi omenjenimi projekti pa se Portugalska v razvitosti železniške infrastrukture pridružuje Španiji, ki je že tako vodilna evropska država po dolžini hitrih železnic. V prihodnosti je pričakovana tudi izgradnja hitre železnice, ki bo neposredno povezovala Lizbono in španski Madrid.

Avtor: Jošt Bibič



# Sežigalnica odpadkov v Zubietu kot primer predimenzionirane komunalne infrastrukture

Primere napačnega dimenzioniranja pogosto predstavljajo projekti komunalne infrastrukture zaradi slabo ocenjenih potreb po storitvah komunalnih dejavnosti v prihodnosti. Predimenzionirani projekti nikakor ne izpolnjujejo zahtev po trajnostni rabi prostora in prinašajo veliko finančnih težav. Kot primer predimenzionirane komunalne infrastrukture bom v članku predstavil projekt sežigalnice v Zubietu, majhni vasi blizu San Sebastiana, glavnega mesta Gipuzkoe, ene od sedmih provinc španske Baskije.



Provincia Gipuzkoa

Takratna vlada je leta 2008 začela postopek in izdelavo študij za pridobitev sredstev za izgradnjo sežigalnice. Že naslednje leto je Evropska investicijska banka projekt podprla in ga bila pripravljena financirati. Proračun gradnje sežigalnice je skupaj s stroški financiranja znašal 500 milijonov evrov. Če bi projekt končali v predvidenem obsegu, bi lokalne oblasti poleg teh stroškov krile še amortizacijo posojil, kar bi vodilo v polom javnih financ. Visoki skupni stroški bi se občinam namreč odrazili v stroških ravnanja z odpadki oz. na položnicah in bi bili za večino prebivalcev pokrajine težko sprejemljivi. Kasnejša vlada je prekinila projekt gradnje sežigalnice komunalnih odpadkov in zato bila primorana bankam izplačati tako imenovane SWAP provizije ne glede na to, da tako zavarovanih posojil ne bi izkoristila. Pokrajina naj bi kljub temu prihranila 250 milijonov, saj naj bi nova infrastruktura, ki jo načrtujeta Svet pokrajine in novi Konzorcij za ravnanje z odpadki (GHK), skupaj s SWAP provizijo pokrajino stala 250 milijonov EUR namesto 500 milijonov EUR, kot je bil proračun za izgradnjo sežigalnice. Nova infrastruktura naj bi ponudila trajnostne, okolju prijazne in stroškovno učinkovite načine zapiranja snovnih tokov.



Španski letak o sežigalnici

Carlos Ormazabal, bivši predsednik konzorcija, in Denis Itxaso, njegov bivši podpredsednik, sta priznala, da je bila načrtovana sežigalnica predimenzionirana. Količina smeti je dandanes namreč veliko manjša, kot so predvidevali, stopnja recikliranja pa strmo narašča, kar je posledica prizadevanja okoljsko ozaveščene družbe.



Protest proti izgradnji sežigalnice

Če bi predvideno gradnjo končali, pokrajina za njene potrebe ne bi imela dovolj odpadkov in za nemoteno delovanje bi se morali odločiti za enega od dveh scenarijev: prvi scenarij je predvideval uvažanje odpadkov, kar bi imelo ekološke in finančne slabe plati, po drugem scenariju pa bi bil potreben dvig dajatev, kar bi privedlo do nezadovoljstva uporabnikov storitev komunalnih služb.

Težava je nastala zaradi takratne velike količine odpadkov, ki se je kopičila. Ideja sežigalnice je bila, da bi odpadke pretvarjala v »čisto« električno energijo. Evropske direktive oz. smernice, ki so takrat šele prihajale v veljavo, pa so velele, naj se najprej odpadke reciklira ali ponovno uporabi, preostanek pa zavrže. Ko so prebivalci začeli slediti smernicam, se je naenkrat pojavil primanjkljaj odpadkov za sežig. Premalo odpadkov ne bi pomenilo popolnega obrata in sežigalnica bi bila predimenzionirana.

Na srečo mnogih, še posebej prebivalcev pokrajine Gipuzkoe, se je projekt izgradnje zaustavil, denar pa se je namenil čistejši, okolju prijaznejši in cenejši novi infrastrukturi, ki se na položnicah ne bo poznala pretirano, obenem pa stranski produkti sežigalnice ne bodo del vsakdana.

Avtor: Matic Bezjak



# Ohranjanje podzemne vode in recikliranje ter ponovna uporaba odpadnih vod tekstilne industrije v proizvodnji džinsa v Bangladešu (povzetek strokovnega članka)

V nadaljevanju je povzetek strokovnega članka *Groundwater conservation, recycling and reuse of textile wastewater in a denim industry of Bangladesh* (N. Nahar idr., 2024), ki je bil objavljen v znanstveni reviji *Water Resources and Industry* in je javno dostopen na spletni strani ScienceDirect.

## Uvod

Porabo vode lahko razvrstimo na porabo v gospodinjstvih, kmetijsko in industrijsko porabo. Pričakovano je, da se bo povpraševanje po vodi v industrijskem sektorju do leta 2050 povečalo za 400 %, kar bo seveda imelo velike posledice za okolje in ekosisteme na globalni ter regionalni ravni. Tekstilna industrija se svetovno uvršča med deset največjih porabnikov vode in je drugi največji onesnaževalec. Predhodna raziskava kaže, da se letno porabi približno 5 milijard m<sup>3</sup> sladke vode za barvanje 28 milijonov ton tkanin po vsem svetu. Voda se porablja v različnih fazah tekstilne obdelave, kot so priprava tkanine, lepljenje, čiščenje, beljenje, barvanje in tiskanje ter druge končne estetske obdelave.

Tekstilna industrija je največja v industrijskem sektorju Bangladeša, prav tako pa je drugi največji sektor zaposlovanja, takoj za kmetijskim sektorjem. Tekstilni sektor neposredno zaposluje 4,10 milijona delavcev v Bangladešu. Tekstilni sektor proizvaja konfekcijska oblačila, tkano in pleteno blago ter druge tekstilne izdelke za številne mednarodne modne znamke v Severni Ameriki in Evropi. Proizvodni proces tekstilnega sektorja vključuje korake, kot so proizvodnja preje in tkanine, mokra obdelava (npr. barvanje, pranje, končna obdelava) in proizvodnja konfekcijskih oblačil.



Čistilna naprava odpadnih vod

Zaradi velike uporabe kemikalij, energije in sladke vode je ekološki odtis znatno visok. Podzemna voda je največji vir za vodno oskrbo tekstilnega sektorja. Pretekle študije poročajo, da se v bangladeškem tekstilnem sektorju letno porabi približno 1500 milijonov m<sup>3</sup> podzemne vode.

Trenutno ima Bangladeš 35 delujočih tovarn džinsa, večinoma v Veliki regiji Dake (GDR). Država letno izvozi 200 milijonov kosov izdelkov iz džinsa na globalni trg. Trenutno je Bangladeš takoj za Kitajsko drugi največji proizvajalec in izvoznik oblačil iz džinsa. Tekstilni sektorji džinsa uporabljajo velike količine sladke vode za proces proizvodnje in med tem proizvedejo odpadne vode, ki vsebujejo okolju škodljive organske snovi, detergente, sintetična barvila ter soli. V preteklih raziskavah je bilo ugotovljeno, da je v okolici obratov približno 20 % vse sladke vode onesnažene.

Ta ista vodna telesa pa se uporabljajo tudi za lokalne namakalne namene. Ugotovljeno je bilo, da so s pomanjkljivim upravljanjem odpadnih voda povezani številni akutni in kronični zdravstveni problemi, okoljski vplivi ter nevarnosti. Recikliranje odpadnih voda tekstilnih procesov je pomembno za ohranjanje podzemnih voda iz okoljskega in stroškovnega vidika. Študija je še posebej osredotočena na ponovno uporabo obdelane odpadne vode iz obrata za pranje ter barvanje oblačil v proizvodnem procesu.

## Metodologija

Preučevani obrat izdelave oblačil iz džinsa dane študije se nahaja v okrožju Manikganj v pokrajini GDR, ki je približno 55 km zahodno od prestolnice Dhaka.



Obrat deluje od leta 2004 na območju približno 46.500 m<sup>2</sup> in vključuje 4 tovarniške stavbe, sistem za zbiranje deževnice, umetni sistem ponovnega polnjenja podzemne vode, sežigalnico odpadkov, bioplinarno ter čistilne naprave za vodo. Obrat lahko proizvede 1,2 milijona kosov oblačil na mesec.

Sladka voda je glavno topilo v kemični obdelavi, sredstvo za pranje in izpiranje. Poleg tega se uporablja pri delovanju kotla, hladilnih napravah, sušenju s paro in stiskanju ter drugih čistilnih namenih. Preučevani obrat uporablja podzemno vodo kot glavni vir oskrbe s sladko vodo, ki se črpa s pomočjo dveh potopnih črpalk iz podzemnega vira. Izčrpana podzemna voda se sprva shranjuje v rezervoarju. Nato se pridobljena voda zmešča v obdelovalni napravi za vodo (WTP), proizvedena mehka voda pa se uporablja za mokro obdelavo tkanin. Približno 95 % proizvedene mehke vode se uporablja v pralnem obratu industrije. Proizvedena odpadna voda se nato iz pralne enote izpusti v biološko čistilno napravo (ETP) za obdelavo industrijskih odpadnih vod. ETP uporablja postopek aktivnega blata, ki mu sledi postopek fizične obdelave, ki je običajno uporabljen v bioloških čistilnih napravah za izpuste. Odpadna voda tekstilne industrije vsebuje znatno koncentracijo stranskih produktov uporabljenih kemikalij (npr. benzen ali metilen klorid), hranila (npr. fosfate), obstojne spojine (npr. fenole), visoko slanost (npr. natrijev klorid, sulfate), težke kovine (npr. Cr, Cu) in različne barvila.

Za vzorce vode, ki so bili odvzeti iz čistilne naprave, vhodne cevi in izpusta, so bili analizirani vodni kakovostni parametri (pH, skupne raztopljene trdne snovi, KPK, BPK5, vsebnost klorida, živega srebra, kadmija, svineca, arzena, bakra ...).



Tovarna izdelave izdelkov iz džinsa

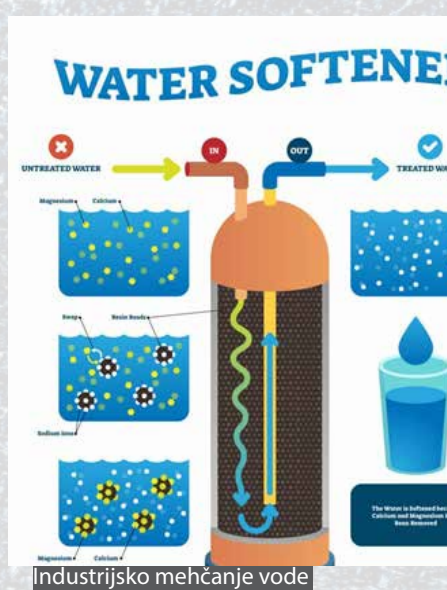


Tovarna izdelave izdelkov iz džinsa

Vodni vzorci so bili sestavljeni iz mehke ter odpadne vode v razmerjih 10 %, 30 %, 50 %, 70 % in 90 %. Trdota vode je eden od glavnih razlogov, da obdelane odpadne vode ni mogoče ponovno uporabiti. Zato je bila raven trdote uporabljena za določitev optimalne ravni mešane vode (% mehke vode + % odpadne vode), ki naj se uporabi za pranje in barvanje tkanin iz džinsa. Na podlagi določene optimalne ravni mešane vode so bile dodatno ovrednotene količine odpadne vode, ki jo je mogoče reciklirati, in količine podzemne vode, ki jo je mogoče ohraniti.

Za preučevanje ponovne uporabe obdelane odpadne vode je bilo uporabljenih skupno pet vzorcev hlač iz džinsa za vsak ocenjevalni cikel. Začetno je bilo pet vzorcev opranih in pobarvanih z običajno obdelano 100 % mehko vodo, nato pa še pet vzorcev opranih in pobarvanih s 100 % obdelano odpadno vodo. Potem so uporabili drugih pet vzorcev enako opranih in pobarvanih z mešanim vzorcem vode, in sicer 10 % obdelane odpadne vode ter 90 % mehke vode.

Za namen študije so bili uporabljeni džins izdelki turške blagovne znamke Yilmak HBM 575.



Cikel barvanja in pranja je potekal pri temperaturi 40–50 °C, 17 minut za vsako serijo vzorcev. V tem času so bila dodana sredstva za krčenje materiala ter detergent. Vzorci so bili nato oprani s kamenjem in izprani s sladko vodo. Na koncu je bilo dodano reaktivno barvilo, nakar so hlače še strojno posušili.

Kasneje so oprane vzorce testirali glede teže tkanine, odpornosti barve na drgnjenje, vodo, potenje, slino ter odpornost na raztrganje in jih primerjali z zahtevami evropskih in severnoameriških blagovnih znamk oblačil, ki pridobivajo izdelke iz džins materiala iz Bangladeša.

## Rezultati in diskusija

Odpadna voda iz iztoka ETP ustreza merilom kakovosti odpadne vode iz leta 1997 za ohranjanje okolja v Bangladešu. Približno 1290 m<sup>3</sup> obdelane odpadne vode se izpusti v bližnji vodni kanal. Trdota v vzorčni vodi je posledica prisotnosti topnih kalcijevih in magnezijevih soli. Običajno prisotnost trdote povzroča precipitacijo barvil, kar dodatno spodbuja

barvne madeže. Trdota vode povzroča številne težave v enoti za mokro obdelavo in zahteva metode obdelave za mehčanje vode pred uporabo pri pranju in procesu barvanja. V tekstilni industriji se raven trdote v mehki vodi vzdržuje pod 5 mg/L, da se lahko učinkovito obarva izdelke iz džinsa.

Vendar pa je bila raven trdote v petih mešanih vzorcih vode (mehka voda + obdelana odpadna voda) od 92 do 610 mg/L. Vzorec št. S5 (10 % mehke vode + 90 % obdelane odpadne vode) je imel najnižjo vrednost trdote, vzorec št. S1 (90 % mehke vode + 10 % obdelane odpadne vode) pa je vseboval najvišjo vrednost trdote. Po mnenju operaterjev in upravljalcev pralnega stroja v proučevani industriji je vzorec funkcionalen do ravni trdote 90–100 mg/L, da proces barvanja in končna obdelava izdelkov iz džinsa ne bi bila prizadeta. Na podlagi vrednosti trdote, ugotovljenih v vzorčni vodi, je ta študija uporabila vodo iz iztoka ETP (100 % obdelana odpadna voda) in vzorec št. S5 (90 % mehke vode + 10 % obdelane odpadne vode) v postopku pranja obarvanih tkanin iz džinsa, da bi ocenila izvedljivost recikliranja ter ponovne uporabe odpadne vode.

Trajnostna ali čistejša proizvodnja je široko sprejet model, ki povečuje učinkovitost proizvodnje. Ta zmanjšuje tveganja za ljudi in okolje s stalnimi integriranimi in preventivnimi okoljskimi ukrepi v proizvodnih fazah, blagu in storitvah, da se zmanjšajo onesnaževanje, izpust vode, odpadkov in emisij. Integracija in izvajanje čiste proizvodnje v tekstilnem sektorju bo prinesla tako okoljske (npr. zmanjšanje okoljskih vplivov, porabe virov in emisij) kot tudi socio-ekonomske koristi (npr. učinkovitost proizvodnje, zmanjšanje stroškov ravnanja z odpadki in odstranjevanja, podpora za varnost in zdravje pri delu). Poudarek na zmanjšanju porabe vode in izpustov lahko predstavlja zelo pozitiven rezultat čistih proizvodnih ureditev za tekstil, še posebej za regije, ki imajo na voljo omejene naravne vire. Uporabljeni pristop

in ugotovitve te študije zmanjšujejo celotni vodni odtis ter okoljske vplive proučevane industrije džinsa. To lahko razumemo kot napreden korak k trajnostnemu ali čistejšemu pristopu k proizvodnji za proučevano industrijo, saj se z uporabo obdelane odpadne vode v proizvodnem procesu zmanjšuje odvisnost od izčrpanih podzemnih virov.

Glavna prioriteta proizvodnih podjetij ali industrijskih obratov je doseči ekonomsko produktivnost skozi izvedene dejavnosti, razvoj infrastrukture, spremembe procesov in alternativne operative pristope tako na ravni procesa kot na drugih sekundarnih stopnjah. Integracija metodologije čiste proizvodnje industrijskim obratom omogoča, da podprejo investicije v takšne alternativne in trajnostne ukrepe, ki omogočajo ekonomsko produktivnost ter hkrati ohranjajo skrb nad okoljskimi in socio-ekonomskimi področji skupnosti, regije in/ali države. Proučevana industrija lahko mesečno prihrani okoli 1650 kWh električne energije, če začne prakticirati 100-odstotno recikliranje odpadne vode v svoji pralni enoti, medtem ko je prihranek 300 kWh, če je stopnja recikliranja le 10 %. Iz te ocene je mogoče sklepati, da bo proučevana industrija dosegla tako varčevanje pri uporabi podzemne vode in prihranke pri energiji kot tudi ekonomsko produktivnost z uvedbo recikliranja ter ponovne uporabe odpadne vode iz ETP v svoji pralni napravi.

Ugotovitve so pokazale, da lahko pravilno delovanje ETP skupaj s postopkom aktivnega blata zagotovi obdelano odpadno vodo, ki ima potencial za ponovno uporabo v proizvodnem procesu obratov tekstilne industrije džinsa. Ocena izvedljivosti je pokazala, da bo proučevana tovarna izdelkov iz džinsa prihranila približno 64,40 % podzemne vode, če bo v svoji pralni napravi uporabljala 100 % reciklirane odpadne vode iz ETP.

Avtorica: Ajda Cimperman

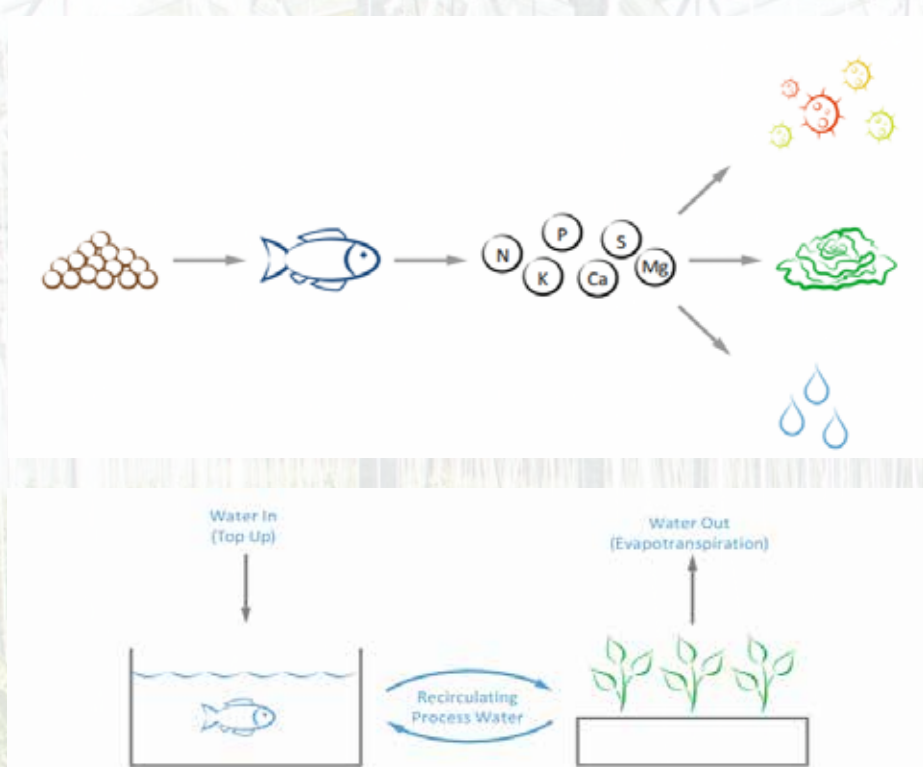


# Akvaponični sistemi

Akvaponika predstavlja novo obliko kmetijstva, pri kateri združujemo pridelavo zelenjave z gojenjem rib. Tako rastline kot ribe za svojo rast potrebujejo večje količine vode. Rastline vodo porabljajo preko transpiracije, medtem ko se voda v ribogojnici porabi zgolj v manjših količinah, večinoma pa ima vlogo življenjskega okolja, zato se tudi onesnaži z nutrienti. Akvaponika nam omogoča boljše izkoriščanje nutrientov, ki nastanejo kot odpadni produkt metaboličnih procesov rib. Glavni princip akvaponike je zmanjšanje negativnih vplivov odpadne vode na okolje in hkrati vzpostavitev sistema s kar se da visoko produktivnostjo. To najlažje dosežemo v kontroliranih pogojih stavb, kot so rastlinjaki in ribogojnice. Gooley in Gavine sta koristila akvaponike povzela v petih točkah:

- akvaponika poveča produktivnost in dobičkonosnost kmetij brez povečane porabe vode,
- kmetijstvo se lahko razširi v proizvodnjo boljših rastlin in rib,
- ponovno se uporabi sicer odpadna voda, kar zmanjša količino končne odpadne vode,
- zmanjša se vpliv na okolje sicer invazivnih kmetijskih tehnologij,
- izboljša se ekonomsko stanje kmetij, ki v svojo proizvodnjo vpeljejo akvaponiko.

Akvaponiko so začeli uporabljati že več 100 let nazaj, ko so kmetje v jugovzhodni Aziji (obdelki reke Mekong) namerno dodajali ribe v svoja riževa polja in tako povečali produktivnost polj ter dobili dodaten zaslužek od prodaje rib. Moderna akvaponika pa je začela svoj razvoj v Ameriki okoli leta 1970, ko se je več inštitucij združilo z namenom izboljšanja proizvodnje hrane. Stroga definicija akvaponike še ne obstaja, saj so mnenja o tem, kaj lahko smatramo pod to panogo, različna. Evropsko akvaponično združenje je mnenja, da je osnovna zahteva za akvaponiko vsaj 50 % pridobivanje nutrientov za rast rastlin iz ribjih izločkov, medtem ko nekateri strokovnjaki, kot na primer Lennard, trdijo, da je potrebna vsaj 80 % odvisnost od ribjega dela sistema.



Akvaponika je sestavljena iz bazena z ribami, ki so primerne za gojenje v tej tehnologiji, in hidroponičnega sistema za pridelavo rastlin. V sistemu se ne uporabljajo zemlja in drugi materiali, ki bi lahko porabili nutiente. Vključiti moramo tudi primerne filtre, ki nadzirajo kemijsko stanje vode in jo tako naredijo primerno za življenje izbrane vrste rib (na primer odstranjujejo večje delce ribjih iztrebkov, razgrajujejo strupeni amonij, skrbijo za areacijo ...). Prav tako potrebujemo mikroorganizme, ki hranila iz ribjih iztrebkov pretvorijo v obliko, ki jo rastline lažje uporabijo. Ker rastline potrebujejo določene minerale, ki jih ribe ne izločajo oziroma se ne nahajajo v ribji hrani, moramo v rastlinski del sistema v različnih časovnih razmakih dodajati določene snovi. Kalcij in fosfor je na primer treba dodajati dnevno, medtem ko je treba železo dodati zgolj na nekaj tednov (odvisno od porabe, kar nadzorujemo z rednimi meritvami). Slika 1 prikazuje tok nutrientov skozi akvaponični sistem.

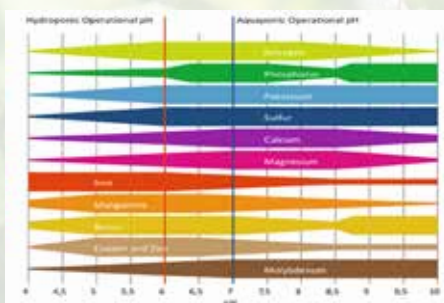
Glavni vir nutrientov je ribja hrana, ki jo ribe pojejo in iz nje porabijo zase koristne snovi, ostale pa izločijo v vodo. Nutrienti nato potujejo do mikrobov in rastlin, določen delež pa tudi v odpadno vodo. Poznamo več različnih tipov akvaponičnih sistemov.

Nekateri delujejo v zaprtem krogu in se tako voda iz hidroponičnega sistema vrača nazaj v bazen z ribami, drugi pa imajo zgolj enosmerni tok vode in s tem proizvajajo več odpadne vode, vendar vseeno manj kot ločena ribogojnica ter hidroponični sistem. V nadaljevanju je obravnavan bolj perspektiven tip zaprtega kroga, katerega shema je prikazana na sliki 2.

Glavni medij v akvaponičnem sistemu predstavlja voda, zato moramo zagotoviti, da predstavlja dobro življenjsko okolje tako za rastline kot za mikrobov in ribe. Bolj kot uspemo ugoditi potrebam vseh treh skupin organizmov, večja bo naša produktivnost.



Prikaz potrebne sestave vode je podan na sliki 3. Pomembna je tudi temperatura vode v našem sistemu. Ker različne vrste rib in rastlin uspevajo pri različnih temperaturah, je treba najti kompatibilne vrste, kot sta na primer afriški som in špinača ali tilapija in bazilika. V sistem moramo dnevno dodajati vodo, in sicer v količini približno 1 % volumna celotnega sistema, saj se del vode porabi skozi evapotranspiracijo.



Ključ do optimalnega delovanja sistema se skriva v razmerju med rastlinsko porabo nutrientov in količino ribje hrane, ki jo moramo v sistem dnevno vnašati. Rakocy je v ta namen razvil tako imenovani »The Aquaponic Feeding Rate Ratio«, ki pravi, da moramo za vsak kvadratni meter rastlinske grede dodati med 60 in 100 gramov ribje hrane dnevno. Za raziskavo je uporabil ribo tilapijo, seveda pa se količina potrebne ribje hrane razlikuje glede na ribjo in rastlinsko vrsto, ki sta prisotni v sistemu, ter glede na vrsto ribje hrane. Rakocy je uporabil standardno 32 % proteinsko hrano. Drug primer raziskav o razmerjih med količino hrane in površino rastlinske grede, ki ga je izvedel Endut, je pokazal, da je pri gojenju afriških somov in špinače potrebno razmerje standardne 32 % proteinske hrane med 15 in 42 g/m<sup>2</sup>/dan. Obstajajo tudi številni primeri, kjer se je količina potrebne hrane na kvadratni meter rastlinske grede znižala pod 11g/m<sup>2</sup>/dan, vendar je bilo treba v teh primerih dodati znatno več dodatkov.

Da bi opravičili rabo akvaponičnih sistemov, je bilo treba dokazati, da lahko akvaponočni sistem konkurira tako hidroponiki v pridelavi rastlin kot ribogojnicam pri pridelavi rib. Številne raziskave so pokazale, da akvaponični sistem primerljivo doseže vrednosti hidroponičnih sistemov. Ena izmed raziskav, ki jo je opravil Pantanella, je uporabljala navadno zeleno solato in v akvaponičnem sistemu dosegla produktivnost 5.7 kg/m<sup>2</sup>, kar je primerljivo z navadnim hidroponičnim sistemom, ki pridelal 6 kg/m<sup>2</sup>. Podobni rezultati so bili doseženi tudi za ostale vrste solat in začimb.

Rakocy je s poskusi dokazal, da lahko v navadnem akvaponičnem sistemu goji ribe vrste tilapija s hitrostjo, ki ustreza vsem standardom ribogojništva. Hkrati pa se prihrani do 90 odstotkov več vode kot pri standardnem ribogojništvu. V ribogojnicah ribe iz svoje hrane izkoristijo zgolj od 25 do 35 odstotkov nutrientov, ostali pa pristanejo v odpadni vodi, kar še poveča onesnaževanje. Nasprotno imajo akvaponični sistemi popoln izkoristek odvečnih nutrientov, saj jih za rast porabijo rastline v naslednjem delu sistema.

Akvaponični sistemi v svojem delovanju ne uporabljajo pesticidov, saj bi ti neugodno vplivali na ribji del sistema in bi posledično propadel celoten sistem. Tako dobimo produkte, ki so na nek način že preverjeni pred uporabo raznih pesticidov in so posledično boljše kakovosti. S tem so rastline sicer bolj podvržene raznim boleznim in škodljivcem, vendar se akvaponične sisteme navadno gradi v zaprtih prostorih z umetno klimo, kamor škodljivci mnogo težje zaidejo.

Na žalost akvaponični sistemi še niso namenjeni večji masovni proizvodnji, postajajo pa vedno bolj priljubljeni v domači proizvodnji hrane. Kot vidimo iz številnih raziskav, predstavljajo odlično rešitev za okolju prijaznejšo pridelavo hrane visoke kakovosti, zato menim, da ima ta tehnologija še veliko potenciala, ki se ga bo v prihodnosti gotovo izkoristilo tudi na širši ravni.

Avtor: Žiga Černe



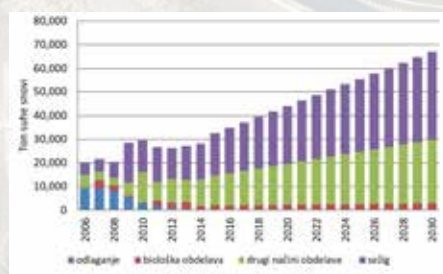
# Problem ravnanja s komunalnim blatom v Sloveniji

Ravnanje in čiščenje odpadne vode sta v pristojnosti lokalnih skupnosti. Odpadna voda nastaja v gospodinjstvih, objektih v javni rabi, proizvodnih in storitvenih dejavnostih, industriji, obrtni, gospodarski ter kmetijski dejavnosti. Del sistema za obdelavo odpadne vode je tudi čistilna naprava, kjer poteka čiščenje odpadne vode. Cilj procesa je varovanje okolja pred težkimi kovinami, hranili in drugimi nevarnimi snovmi, ki se nahajajo v odpadni vodi. Vodo v čistilnih napravah očistimo do te mere, da postane varna za uporabo in jo lahko odvedemo nazaj v okolje ali pa jo ponovno uporabimo. Stranski produkt tega procesa je komunalno blato. Običajna masna sestava komunalnega blata je okoli 30 % trdne snovi in 70 % vode. Suho snov večinoma sestavljajo organske snovi z nekaj mineralnimi snovmi, lahko pa vsebuje tudi potencialno strupene elemente (kadmij, svinec, nikelj ...). V komunalni čistilni napravi poteka čiščenje v dveh stopnjah. V primarni stopnji se blato in ostale vsebine odpadne vode izločijo s fizikalnimi procesi. V sekundarni stopnji pa se iz vode odstranijo še topne organske snovi, ki se niso odstranile v primarni fazi. Odstranjevanje topnih organskih snovi poteka z biološkimi procesi, v katerih mikrobi zaužijejo organske nečistoče kot hrano in jih pretvorijo v ogljikov dioksid, vodo ter energijo za lastno rast in razmnoževanje.



Poenostavljen princip delovanja čistilne naprave

Količina odpadnega blata se vsako leto povečuje zaradi večje pokritosti s kanalizacijskim omrežjem in posledično večje priključitve gospodinjstev ter doslednejšega izvajanja predpisanih zahtev po rednem praznjenju greznic, katerih vsebina se mora obdelati v komunalnih čistilnih napravah. Obstaja več različnih možnosti za ravnanje z blatom, odvisno od njegove vsebnosti organskih snovi, ki niso biorazgradljive, težkih kovin, patogenov ali pa hormonsko aktivnih snovi. Spodnji graf slikovito prikazuje rast količine komunalnega blata, njegovo porabo do danes ter projekcije gibanja v prihodnosti. Sežiganje je rešitev predvsem za bolj onesnaženo blato.



Projekcija rasti količin komunalnega blata in ravnanje z njim

Odstranjevanje blata je naloga gospodarske javne službe, zato bi jo morali načeloma upravljavci čistilnih naprav reševati sami. Velik delež komunalnega blata smo do leta 2019 izvozili v tujino (največ na Madžarsko). Leta 2019 pa je Madžarska napovedala prepoved uvoza komunalnega blata, kar je vodilo v podražitev ravnanja z odpadnim blatom (cena za odvoz tone materiala je narasla tudi za štirikrat). Te okoliščine so s pridom izkoristili posamezniki, ki so blato iz čistilnih naprav odlagali v naravi. Najbolj odmeven primer je nezakonito odlaganje 200 ton komunalnega blata v Pivoli junija 2021.



Nelegalno odloženo blato v Pivoli

Slovenija že od leta 2019 neuspešno išče celovito rešitev tega problema. Ker projekcije kažejo, da bo količina blata z leti še naraščala, je ključno, da do rešitve pridemo čim prej. Strategijo na področju ravnanja z odpadki podrobneje opisuje Program ravnanja z odpadki in program preprečevanja odpadkov Republike Slovenije, izdan leta 2022. Eden izmed ključnih problemov je pomanjkanje ustrezne infrastrukture za obdelavo in recikliranje komunalnega blata. Veliko čistilnih naprav nima dovolj velikih kapacitet ali tehnologije za učinkovito izločanje škodljivih snovi, kar dodatno otežuje nadaljnjo obdelavo blata (npr. aerobna in anaerobna obdelava blata iz komunalnih in skupnih čistilnih naprav ter uporaba na kmetijskih zemljiščih). Nujno so potrebna vlaganja v razvoj in posodobitev čistilnih naprav ter vzpostavitev naprednih metod obdelave komunalnega blata.



Večina slovenskega komunalnega blata se izvozi v tujino (danes največji delež na Slovaško). Primer uporabe v Sloveniji pa je Center za ravnanje z odpadki Puconci, kjer iz blata in lesnega pepela izdelujejo kompozitni material, ki ga uporabljajo za prekrivanje deponije. Ena izmed rešitev je gradnja monosežigalnic in sosežigalnic. V Sloveniji že imamo takšno sežigalnico v Celju. Veliko je govora o razvoju različnih novih tehnologij za ravnanje s blatom, vendar ne moremo vedeti, kako bo potekal razvoj, zato so potrebni čimprejšnji ukrepi v obliki rešitev, ki so na voljo že danes.



Primer dobre prakse v Sloveniji je sežigalnica v Celju, ki deluje od leta 2008. V obratu letno sežgejo okrog 6000 ton blata. Toploto, ki nastane pri sežiganju komunalnih odpadkov in blata iz čistilnih naprav, uporabljajo za proizvodnjo električne energije ter za potrebe daljinskega ogrevanja v Celju. Stranski produkt sežiganja sta pepel in žlindra, ki se ne uvrščata med nevarne odpadke, zato je njuno odlaganje možno na odlagališču ali pa se uporabita v gradbeništvu. Še en produkt sežiganja so filterjski ostanki, ki predstavljajo produkt čiščenja dimnih plinov in vsebujejo povišane vrednosti težkih kovin ter soli, zato se uvrščajo med nevarne odpadke.

Primer dobre prakse ravnanja s komunalnim blatom je Danska, kjer so s kombinacijo ukrepov dosegli skladnost z UWWTD (Urban Waste Water Treatment Directive). Gre za direktivo Evropske unije, ki določa standarde za čiščenje in odvajanje komunalnih odpadnih voda v okolje. Danci imajo velik poudarek na izločanju fosforja in njegovem vračanju v kmetijstvo. Na Danskem kar 67 % blata uporabijo v kmetijstvu, 11 % pa ga obdelajo v sežigalnicah. Še en primer dobre prakse v naši bližini pa je Avstrija, kjer prav tako dosegajo popolno skladnost z zgoraj omenjeno direktivo, kar jim uspeva z enim izmed nižjih letnih vložkov v evrih na prebivalca za zbiralno in čistilno infrastrukturo. Njihov pristop se skoraj diametralno razlikuje od Danskega. V Avstriji sežgejo 54 % blata, 20 % pa uporabijo v kmetijstvu. Glede na podatke, ki so na voljo v Programu ravnanja z odpadki, se Slovenija odloča za strategijo, ki je bolj podobna avstrijski.

Komunalno blato pa se lahko koristno uporabi tudi v gradbeništvu. Različne raziskave so pokazale, da je uporaba blata iz čistilnih naprav za proizvodnjo opek iz gline izvedljiv pristop v proizvodnji opečnih izdelkov. V študiji so uporabili blato iz čistilne naprave in pepel iz termoelektrarne kot alternativne agregate za nadomestitev gline, ki je tradicionalna sestavina opek. Poleg prej omenjenih materialov so takšni izdelki vsebovali še cement in polipropilenska vlakna. Rezultati so pokazali, da lahko takšni opečni izdelki izkazujejo primerne trdnostne karakteristike, kar nakazuje na možnost njihove uporabe v gradbeništvu. Ob takšni uporabi materiala pa se pojavi zanimivo vprašanje, kako bi na tovrstno uporabo reagirali uporabniki in prebivalci stavb, ki so zarajene iz takšne opeke.

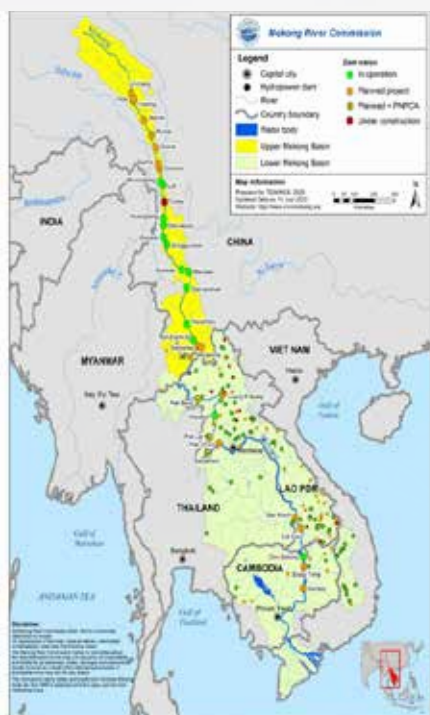
Na področju odlaganja komunalnega blata nas čaka še veliko dela. Obdelava odpadkov na območju Slovenije nam bo zagotovila večjo neodvisnost od razmer na trgu, ki so v današnjih časih vedno bolj negotove. Posledice neukrepanja bodo čutili vsi uporabniki komunalnih storitev v obliki podražitev komunalnih storitev in ponovnih primerih nelegalnega odlaganja v naravi ter s tem onesnaževanja okolja in pitne vode.

Avtor: Jan Panič



# Hidroelektrarne na reki Mekong

Reka Mekong t eče skozi šest držav jugovzhodne Azije in je eden najpomembnejših vodotokov na svetu. Njena vloga ni le ekološka, temveč ima tudi velik ekonomski pomen. Medtem ko je reka že zdaj vir življenja za milijone ljudi, se njena vrednost kot energetski vir hitro povečuje, saj imajo hidroelektrarne na reki Mekong velik potencial, da zadovoljijo rastoče potrebe tamkajšnje regije po električni energiji. Vendar pa naletimo tudi na številne slabosti, saj imajo takšni posegi ogromen vpliv na tamkajšnje prebivalstvo in naravo.



Obstoječe in planirane hidroelektrarne na reki Mekong

## Prednosti:

1. Obnovljiv vir energije: Hidroelektrarne izkoriščajo moč vode za proizvodnjo električne energije, kar je obnovljiv in okolju prijazen vir energije. To pomeni, da so hidroelektrarne na reki Mekong ključnega pomena za zmanjšanje odvisnosti od fosilnih goriv in zmanjšanje emisij toplogrednih plinov tamkajšnjega območja.

2. Podpora regionalnemu razvoju: Gradnja hidroelektrarn na reki Mekong lahko spodbudi gospodarsko rast v regiji, ustvarja delovna mesta in prispeva k razvoju infrastrukture. To je še posebej pomembno v manj razvitih območjih ob reki, kjer je infrastruktura še vedno pomanjkljiva.

3. Zmanjšanje poplav: Nadzorovanje tokov reke Mekong s hidroelektrarnami lahko pomaga zmanjšati poplavne nevarnosti, ki so na tistih območjih pogosta težava. To lahko izboljša varnost ljudi ob reki ter zmanjša potencialno škodo.

## Izzivi in negativni vplivi:

1. Vpliv na ekosistem: Gradnja hidroelektrarn na reki Mekong ima škodljive posledice za ekosistem reke. Spremembe v pretoku reke in večje akumulacije vplivajo na migracije rib, kakovost vode in poplavna območja, kar negativno vpliva na biotsko raznovrstnost in preživetje lokalnih vrst.

2. Vpliv na lokalne skupnosti: Mnoge lokalne skupnosti so od reke Mekong odvisne za svoje preživetje, bodisi za ribolov, kmetijstvo ali transport. Kot posledica gradnje hidroelektrarn so bile številne vasi prisilno preseljene s svojih območij, kjer so skupnosti živele že več 100 let. Prav tako se zaradi slabše migracije rib to občuti predvsem pri slabšem izkupičku lokalnega ribolova.

3. Politikainupravljanje:Mnogokratsedržave, skozi katere teče reka, znajdejo v konfliktih, kar lahko privede do neusklajenega upravljanja s spuščanjem vode skozi jezove, zaradi česar lahko pride do poplavljanja območij v delti reke Mekong in ogromne škode.

Na reki Mekong že delujejo številne hidroelektrarne, ki pomembno prispevajo k proizvodnji električne energije v regiji. Nekaterne elektrarne obratujejo že več 10 let, številne pa so še v fazah izgradnje in načrtovanja. Spodaj je naštetih nekaj aktivnih elektrarn:

1. Elektrarna Manwan (Kitajska): ena najstarejših hidroelektrarn na reki Mekong. Ima moč približno 1.550 MW.



Hidroelektrarna Manwan

2. Elektrarna Dachaoshan (Kitajska): moč približno 1.254 MW.



Hidroelektrarna Dachaoshan

3. Elektrarna Jinghong (Kitajska): moč približno 1.750 MW.



Hidroelektrarna Jinghong

4. Elektrarna Xayaburi (Laos): je ena od najnovejših hidroelektrarn na reki Mekong. Ima moč približno 1.285 MW.



Hidroelektrarna Xayaburi

5. Elektrarna Pak Beng (Laos): moč približno 912 MW.

Kljub izzivom imajo hidroelektrarne na reki Mekong potencial, da igrajo pomembno vlogo pri zagotavljanju trajnostne energije v regiji. Vendar pa je ključnega pomena, da se razvoj hidroenergije na reki Mekong izvaja na trajnosten in odgovoren način. To zahteva skrbno načrtovanje, posvetovanje z lokalnimi skupnostmi in upoštevanje okoljskih vplivov. Poleg tega je pomembno, da države v regiji sodelujejo pri upravljanju vodnih virov reke Mekong, da se zagotovi trajnostna raba in zaščita ekosistema reke za prihodnje generacije. Z ustrezno strategijo in sodelovanjem lahko hidroelektrarne na reki Mekong postanejo ključni del prehoda v trajnostno energetsko prihodnost jugovzhodne Azije.

Avtor: Žiga Črne



# Malte z dodatkom PCM

V sklopu študentskega projekta smo se spoznali z izdelovanjem malt z dodatkom PCM. PCM-ji so fazno spremenljivi materiali (Phase Change Materials). To so materiali, ki so odzivni na temperaturo. Poenostavljeno to izgleda tako, da pri neki temperaturi spremenijo agregatno stanje, pri tem pa porabijo veliko toplote. Prehod iz enega agregatnega stanja v drugo je tako energetsko kot časovno potraten proces, tako lahko, če takšen material močno segrejemo, nato pa postavimo v hladnejše okolje, opazimo, da material še dalj časa oddaja svojo toploto. Temperature takšnega prehoda so različne, vendar običajno relativno nizke, npr. 20°C ali 28°C.



V sklopu projekta smo poskusili pripraviti recepturo za apneno cementni omet, v katerem bi se nahajali PCM-ji. PCM dodatek izgleda kot nekakšen tekoči jogurt. V njem so pomešane mikrokapsule PCM-ja in voda. Tako naloga priprave primerne recepture na prvi pogled izgleda dokaj enostavna. Osnovna ideja je bila pripraviti mešanico z visokim deležem PCM-jev s še vedno primernimi mehanskimi lastnostmi.



Glavni izziv, ki je pri pripravi cementnih in apnenih cementnih kompozitov vedno prisoten, je seveda uravnavanje količine vode. Premalo vode pomeni, da bo mešanica presuha ali da se sploh ne bo zmešala v lepo maso, medtem ko preveč vode pomeni poslabšanje mehanskih karakteristik ali v najslabšem primeru segregacijo malte. Količino vode običajno zmanjšujemo z uporabo superplastifikatorjev, ki nam omogočajo večjo plastičnost kompozita v svežem stanju ob enaki količini vode.



Ti izzivi so pri običajnih maltah enostavno rešljivi tako z enačbami kot tudi z nekaj občutka. Seveda pa se na občutek kar naenkrat ne moremo več zanašati, ko uporabljamo gostejšo tekočino, ki ima v sebi poleg vode še mikrokapsule. Ker smo uporabljali večji delež dodatka, je bil vpliv te drugačne tekočine močno opazen, saj smo uporabljali zelo majhno količino vode, skoraj vso smo nadomestili z mešanico PCM-jev.

Da bi dobili občutek, smo postopoma dvigovali delež dodatka s PCM-ji. Hkrati pa smo to izvedli tudi z mislijo na nadaljnje termične raziskave, kjer je cilj zaznati vpliv PCM-jev v malto na toplotno obnašanje cementnega kompozita.



Ideja je namreč, da bi omete s takšno malto uporabili, da bi povzročili fazni zamik spreminjanja temperature notranjih prostorov v objektu. Takšne lastnosti so v času, ko govorimo o zelenem prehodu in energetski učinkovitosti, zelo zaželeni.

Pri snovanju kompozita z dodatkom PCM-jev smo se spopadali še z enim problemom. PCM-ji so voski v obliki mikrokapsul, ki so občutljive. Ko jih mešamo z ostrim agregatom, naletimo na problem, da te kapsule počijo. V takšnem primeru bi bil potencial PCM-jev v malti verjetno manjši, vendar se take težave na srečo niso pojavile.

Na vzorcih smo izvedli tudi različne preiskave, tako na svežih kot na strjenih mešanicah. Ugotovili smo, da se je z večanjem količine dodatka zmanjševala gostota mešanice, hkrati pa se je manjšala tudi tlačna trdnost.



V nadaljnjih raziskavah bo treba raziskati še toplotne lastnosti mešanic in njihov vpliv na bivalno okolje. Zanimivo bi bilo eksperimentirati tudi s PCM-ji, ki naredijo fazni prehod pri različnih temperaturah. Na takšen način bi lahko zasnovali apneno cementne kompozite, ki so prilagojeni za uporabo na specifičnem objektu, in s tem prispevali novo znanje k zelenemu prehodu. Takšni materiali bi bili lahko uporabni tudi pri energetskih sanacijah.



Za mentorstvo pri projektu se zahvaljujemo doc. dr. Petri Štukovnik in prof. dr. Marjanu Marinšku, ki sta nas strokovno vodila čez vse faze projekta. S tem smo študentje vstopili tudi v svet raziskovalne dejavnosti

Avtor: Maks Alič



# Vplivi segrevanja na zemeljskih polih



Požari blizu prehoda tundra-tajga v Sibiriji

Znanstvenik Eric Post je 26 let na isti lokaciji opazoval letne čase v tundri zahodne Grenlandije. V tem času so se zgodile velike spremembe. Pred tridesetimi leti je hribe pokrivalo na stotine karibujev, zdaj pa se je število zmanjšalo na okoli 90.

Medtem ko se Zemlja vztrajno giblje proti nevarno topli prihodnosti, novo poročilo o obetih za polarna območja pravi, da je Arktika že tam in da lahko posledice segajo povsod.

Arktika se segreva veliko hitreje kot kjerkoli drugod na planetu. Samo v zadnjem desetletju so se temperature povzpele za skoraj 1 stopinjo celzija. Pri trenutni stopnji emisij toplogrednih plinov je sever na dobri poti, da se do sredine tega stoletja segreje za do 4 stopinje celzija skozi vse leto in do 7 stopinj celzija jeseni. Približno do sredine stoletja naj bi celoten planet dosegel segrevanje za 2 stopinji celzija, kar se pogosto navaja kot prag za katastrofalne vplive.

Na visokem severu se že dogajajo velike spremembe, vključno z drastičnimi izgubami ledu na kopnem in morju, galopirajočim taljenjem permafrosta, divjajočimi gozdnimi požari, nesezonskimi nevihtami, zgodnejšimi pomladmi in še več. Poletni morski led se je letos skrčil na drugo najnižjo stopnjo od začetka satelitskih meritev leta 1979, medtem ko je rekordna julijska vročina stopila milijarde ton ledu z grenlandske ledene plošče. Požari so goreli na milijonih hektarjev od Aljaske do Sibirije.

Tako Arktika kot Antarktika se soočata z naraščajočimi temperaturami, tanjšanjem ledenikov, motnjami v ekosistemi in drugimi zaskrbljujočimi premiki. Emisije fosilnih goriv, ki lovijo toploto, se kopičijo, zato segajo spremembe v severno regijo veliko hitreje.

Vplive segrevanja Arktike bomo v bližnji prihodnosti čutili tudi zunaj visokih zemljepisnih širin.

## Izgube morskega ledu

Zemljina zamrznjena pola sta dolgo delovala kot »hladilnik« za planet. Zasnežen led namreč odbija 80 odstotkov sončnega sevanja in ohranja enakomerno temperaturo. Toda odprta voda ga absorbira med 80 in 90 odstotkov, s čimer se dvigne temperatura vode in ustvari povratna zanka, ki povzroči še večje taljenje.



Arktične divje živali imajo poleti že težave z iskanjem ledu

Nekateri modeli predvidevajo, da bo s segrevanjem Arktike najdlje ostala ena sama trdnjava ledu oziroma zadnje ledeno območje. Nahaja se tik ob konici Nunavuta in severne Grenlandije ter bi lahko delovalo kot ključen, a koncentriran prihodnji habitat za vrste, ki za preživetje potrebujejo led.

A tudi takrat bi bil obsežen in edinstven ekosistem Arktike le majhen del njegove nekdanje slave – in nenazadnje tudi zadnje ledeno območje ni imuno na podnebne spremembe.

Med glavnimi skrbmi znanstvenikov ob segrevanju planeta je izguba arktičnega morskega ledu. Poletni morski led, ki se je v zadnjih 40 letih skrčil za več kot 10 odstotkov na desetletje, naj bi pri trenutni stopnji emisij v bistvu izginil v 20 do 25 letih.

Nekatere raziskave nakazujejo, da se arktični morski led zdaj krči hitreje, kot predvideva večina trenutnih podnebnih modelov.

Ko se zaščitni pokrov oceana odmrzne, vstopi v vodo več sončne svetlobe, kar povzroči več segrevanja, to pa povzroči še večjo izgubo ledu. Odstranitev tega ledenega



pokrova bi lahko sprožila tudi ekstremnejše vremenske razmere na srednjih zemljepisnih širinah severne poloble, vključno s sušami, poplavami in vročinskimi valovi. Nekatere študije kažejo, da postane zaradi segrevanja Arktike curek šibkejši in bolj valovit, zaradi česar lahko hladen polarni zrak sega južneje, topel zrak pa se razteza proti severu.

### Naraščanje gladine morja

Dvig morske gladine je še ena precej velika skrb. Arktični kopenski led – še posebej ogromna ledena plošča na vrhu Grenlandije – se tali hitreje, kot kažejo sedanji podnebni modeli, in bi lahko dvignil morsko gladino za bistveno več kot 1 meter do konca tega stoletja. Stopnjuje se tudi taljenje permafrosta na Arktiki, pri čemer se sprošča močan toplogredni plin metan, ki zvišuje raven atmosfere, kar ima velike učinke globalnega segrevanja.



Znanstveniki so izvrtali led in zažgali uhajajoči metan na Arktiki

Nekatere študije predvidevajo tudi, da se bo intenzivnost arktičnih gozdnih požarov zaradi izsušenih odtaljenih tal vsako leto podvojila.

Segrevanje na Arktiki prav tako že spreminja sezonsko uro. Spomladanska rast rastlin se dogaja vse prej, kar pomeni, da pridejo živali tundre, kot je karibu pri Postovem raziskovalnem mestu na Grenlandiji, na svoja letna rojstna mesta, potem ko rastline, ki jih jedo, presežejo svoj prehranski vrhunec. Cvetovi se odprejo, še preden jih dosežejo žuželke, ki jih oprašujejo, ptice selivke pa zamudijo spomladansko splakovanje.

To pomeni, da se premiki pospešujejo in bi lahko v prihodnosti presegli sposobnosti prilagajanja ekosistemov. Segrevanje Arktike bo prav tako povzročilo motnje v morskem prehranjevalnem spletu, povečalo umrljivost polarnih medvedov in tjulnjev ter ogrozilo preživetje avtohtonih prebivalcev v regiji.

### Podnebne spremembe: spreminjanje Arktike v najhujšega onesnaževalca CO2

Še en zaskrbljujoč stranski učinek ozelenitve Arktike je hitro taljenje permafrosta. Ko se permafrost – »trajno« zmrznjena prst pod tundro – segreje in tali, lahko to povzroči sesedanje površine tal, kar ustvarja ribnike in vodne poti, ki pospešijo taljenje, proces, znan kot nenadno odmrzovanje.



Taljenje permafrosta je povzročilo izgubo terena na Aljaski

Približno 20 odstotkov arktične večne zmrzali je občutljivih na nenadno odmrzovanje, ki lahko sprostijo milijarde ton ogljikovega dioksida in metana (še močnejši toplogredni plin, ki ujame 28-krat več toplote kot ogljikov dioksid). Ta otoplitev bi lahko podvojila količino toplogrednih plinov v ozračju, to pa predstavlja nekaj, kar podnebni modeli še niso v celoti upoštevali.

### Razlika med Antarktiko in Arktiko

Medtem ko temperature na Arktiki naraščajo – do konca stoletja bi lahko v nekaterih delih leta poskočile tudi za 13 stopinj celzija – je segrevanje Antarktike podobno svetovnemu povprečju, čeprav se nekateri deli segrevajo veliko hitreje.



Talitev vode je vrezala utore v ledeno goro na Antarktiki

Segrevanje tako kot na Arktiko zelo vpliva tudi na led na najjužnejši celini. Večji ledeniki, predvsem Thwaites, se hitro umikajo, medtem ko se plavajoče ledene police, ki jih držijo na mestu, tanjšajo zgoraj in spodaj. Če bi ledene police na Zahodni Antarktiki »odpovedale« in bi se Thwaites ter drugi ledeniki zrušili, bi se lahko gladina morja do leta 2100 dvignila še za 30 centimetrov ali več. Če pa bi presegli prelomne točke nepopravljive izgube ledenika, bi se gladina v naslednjem stoletju dvignila za 3 metre ali več.

Količina morskega ledu na Antarktiki se je večala in manjšala, v zadnjih dveh letih pa je dosegla rekordno nizke jesenske vrednosti. Poleg tega bi segrevanje Južnega oceana lahko invazivnim vrstam in boleznim zagotovilo pot do izolirane celine. Tudi pingvini na Antarktiki, od katerih morajo nekateri zaradi drugačnih obalnih razmer že spreminjati življenjska območja, se lahko v prihodnosti soočijo z obsežnim razseljevanjem.

Znanstveniki pravijo, da lahko zmanjšanje emisij fosilnih goriv zmanjša ali odloži segrevanje Arktike za nekaj desetletij.

Avtorica: Lana Radulović



# Ali lahko energija, pridobljena iz Zemljine notranjosti, pomaga napajati svet?

V deželi Larderello v Italiji, ki naj bi bila navdih za Pekel Danteja Alighierija, je mreža naravnih razpok v skali, ki prepuščajo mešanici pare in plinov, da dosežejo površino. Vulkanski žarki, imenovani fumarole in gejzirji, v zrak razpršujejo bele oblake.

Za razliko od gričev, vinogradov in cest, obdanih s cipresami, v drugih delih Toskane je tukajšnja pokrajina posejana z desetimi sivi hladilni stolpovi, iz katerih piha bela para. Oglušujoče ropotanje turbine v velikosti avtomobila v geotermalni elektrarni Valle Secolo izniči vsakršen občutek miru, vendar njeno silovito vrtenje pretvori paro, ki se dviga iz 3300 metrov pod zemljo, v energijo za 150.000 družin v regiji. Približno 30 odstotkov električne energije v Toskani prihaja iz tega podzemnega vira energije. Po končani proizvodnji električne energije preostala para segreva vodo za bližnja območja.

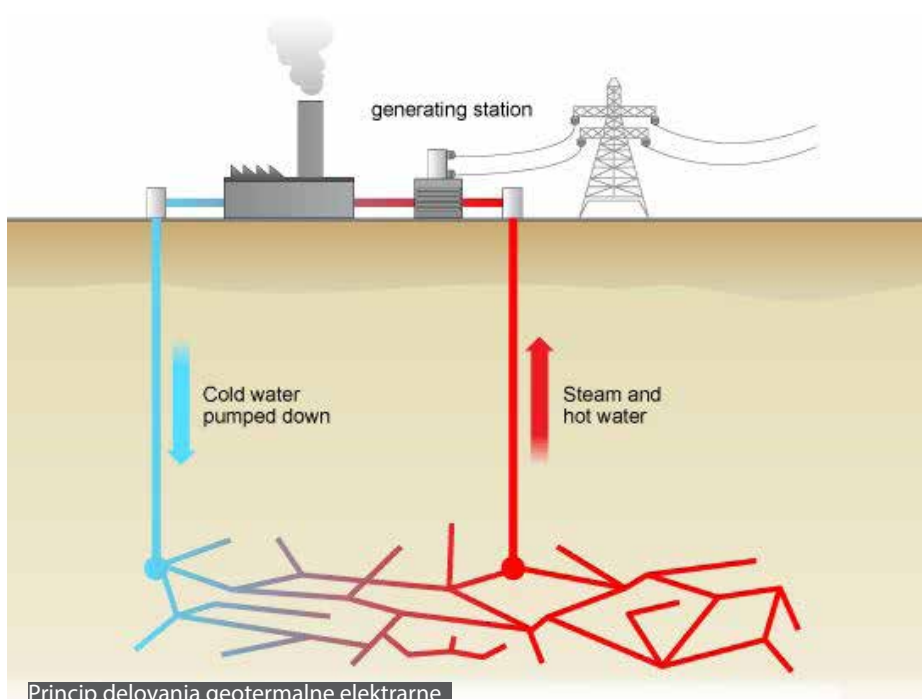


Geotermalna elektrarna v Larderello, Italija

Energija, pridobljena iz podzemlja, se je pred kratkim izkazala za ključen vir. Ruska invazija na Ukrajino je poudarila odvisnost Italije od ruskih fosilnih goriv, tako so tekom vojne cene električne energije v Italiji skokovito narasle. Leta 2022 so imeli Italijani enega najvišjih gospodinjstev računov za elektriko na svetu. Kot posledica tega so tovarne zmanjšale proizvodnjo.

## Kaj je geotermalna energija?

Razprave o obnovljivi energiji na mednarodnih konferencah so pogosto omejene na veter, sonce in biomaso, medtem ko se geotermalna



Geotermalna energija se v nekaterih državah že tisočletja uporablja za kuhanje in ogrevanje. To je preprosto moč, ki izhaja iz notranje toplote Zemlje, ki jo vsebujejo kamnine in tekočine pod zemeljsko skorjo. Najdemo jo lahko od plitvine do nekaj kilometrov pod površjem in še dlje do izjemno vroče staljene kamnine, imenovane magma.

V velikem obsegu se lahko podzemni rezervoarji pare in vroče vode izčrpajo skozi vrtine za proizvodnjo električne energije. V manjšem obsegu imajo nekatere zgradbe geotermalne toplotne črpalke, ki za ogrevanje in hlajenje uporabljajo temperaturne razlike nekaj metrov pod zemljo. Za razliko od sončne in vetrne energije je geotermalna energija vedno na voljo, vendar ima stranske učinke, ki jih je treba obvladati, kot je vonj, saj lahko tega spremlja vodikov sulfid.

Sistem geotermalne toplotne črpalke lahko pozimi izkoristi konstantno temperaturo zgornjih treh metrov zemeljske površine za ogrevanje doma, hkrati pa lahko poleti odvzema toploto iz zgradbe in jo prenaša nazaj v razmeroma hladnejša tla. Za proizvodnjo geotermalne električne energije se v podzemne rezervoarje izvrtajo vrtine, včasih globoke kilometer ali več, iz katerih se pridobivata para in zelo vroča voda, ki poganjata turbine, povezane z generatorji električne energije.

## Črpanje energije iz Zemlje

Medtem ko države, kot sta Islandija in Kenija, izkoriščajo svoje geotermalne vire, je rast industrije na tem področju v Italiji stagnirala. Visoki stroški namestitve in težave pri pridobivanju – če je to izvedeno nepravilno – lahko povzročijo veliko gospodarsko ter okoljsko izgubo. Tudi nove elektrarne pogosto naletijo na nasprotovanje bližnjih skupnosti zaradi skrbi za zdravje.



Geotermalna elektrarna Krafla na Islandiji

Po mnenju geologov je Italija na idealnem mestu za pridobivanje geotermalne energije. Italijanski polotok, ki leži tam, kjer se Afriška tektonska plošča sreča z Evrazijsko, je na vrhu kompleksnega geološkega sistema, kjer se staljene kamnine potiskajo proti površju Zemlje.

Pod Larderellom je ogromen rezervoar pare in vode, ki se razteza od 500 do 4300 metrov globoko, ujet med notranjo toploto Zemlje in plastjo gline težkih kamnin, ki delujejo kot pokrov lonca. Visoke temperature povzročijo nastanek pare neposredno v rezervoarju, kar zagotavlja pomemben vir energije. Toda čeprav je toplota iz Zemljinega jedra praktično neskončna, tekočine, ki jih segreva znotraj planeta, niso.

Sčasoma rezervoarji izgubijo pritisk in pretok, zato izgubijo tudi produktivnost. Zmogljivost Larderella se zmanjša za 20 megavatov letno, tudi če se velik del izčrpane vode ponovno vbrizga pod zemljo. Večino te izgube kompenzirajo izboljšave učinkovitosti novejših obratov, vendar sta obnovitev zaloga podzemne vode in njihova trajnostna uporaba ključnega pomena za prihodnost.

### Zgodovina geotermalne energije

Leta 1904 je italijanski aristokrat Pietro Ginori Conti v Larderellu prižgal pet žarnic z generatorjem, ki ga je poganjala toplota, ki je uhajala s površine Zemlje. Desetletje pozneje je zgradil prvo geotermalno elektrarno na svetu.



Znotraj hladilnega stolpa v geotermalni elektrarni v Larderellu

Razumeti, kje najti ta podzemni vir in zgraditi obrat, je lažje reči kot narediti. Preučevanje rezervoarja, da bi ugotovili, ali ima pravo temperaturo in pritisk za proizvodnjo dovolj električne energije, lahko predstavlja velik strošek (tudi milijone evrov) s 50-odstotno možnostjo negativnega izida. Ta začetna ekonomska ovira več državam ali zasebnim podjetjem preprečuje, da bi sploh začele raziskovati geotermalno energijo, tudi če so dolgoročni stroški primerljivi ali celo nižji od druge obnovljive tehnologije.

### Prednosti in slabosti

Geotermalna energija ima številne prednosti. Lahko se pridobiva brez sežiganja fosilnih goriv, kot so premog, plin ali nafta. Geotermalna polja proizvedejo le približno eno šestino ogljikovega dioksida, ki ga proizvede razmeroma čista elektrarna na zemeljski plin. Binarne naprave v bistvu ne sproščajo nobenih emisij.

Za razliko od sončne in vetrne energije je geotermalna energija na voljo 365 dni v letu. Prav tako je relativno poceni; prihranek pri neposredni uporabi lahko znaša kar 80 odstotkov v primerjavi s fosilnimi gorivi.

Ima pa nekaj okoljskih težav. Glavna skrb je sproščanje vodikovega sulfida, plina, ki pri nizkih koncentracijah diši po gnilih jajcih. Druga skrb je odlaganje nekaterih geotermalnih tekočin, ki lahko vsebujejo nizke ravni strupenih snovi.

Čeprav so geotermalna območja sposobna zagotavljati toploto več desetletij, se lahko določene lokacije sčasoma ohladijo.

### Skrbi zaradi hlapov goriva

Hlapi, ki izhajajo iz toskanskih geotermalnih hladilnih stolpov, so tudi eden od razlogov, ki so pri ljudeh vzbudili skrb za zdravje.



Parne cevi na podeželju Larderella

Strokovnjaki opozarjajo na prekrivanje dejavnikov, ki bi lahko vplivali na zdravje ljudi, zlasti na dejstvo, da so v dolinah, ki predstavljajo geotermalno žarišče, določene kemikalije, kot je živo srebro, naravno vgrajene v ekosistem. Pravijo, da bi prestrezanje pare pod zemljo lahko celo zmanjšalo površinske emisije, saj se para ne vpije skozi plasti kamnin, kjer bi lahko pobrala onesnaževala.

Podjetje Enel Green Power je v svojih obratih namestilo sisteme za zmanjšanje emisij, da bi zmanjšali emisije vodikovega sulfida in živega srebra v obratih. Kljub temu bo treba v prihodnosti glede na študijo iz leta 2019 nadalje raziskati morebitne vplive emisij iz obratov na tem območju.

Avtorica: Marija Rakita



# Uporaba konoplje v gradbeništvu

Cannabis sativa, konoplja, poznana pa tudi kot marihuana, je rastlina tisoč in ene molekule, ki je bila skozi zgodovino uporabljena za vrsto različnih namenov: kot ljudsko zdravilo, vir tekstilnih vlaken za oblačila, vlakna za izdelavo vrvi ... V zadnjem času pa je konoplja zaslovela iz čisto novega razloga. Industrijska konoplja je postala nov material za izdelavo gradbenih blokov, ki se lahko izognejo nekaterim okoljskim, logističnim in ekonomskim pomanjkljivostim betona. Industrija cementa je odgovorna za približno 8 % emisij ogljikovega dioksida, ki segrevajo planet. Čeprav konoplja kot alternativa ne reši celotnega širšega problema, je zanimiva rešitev v ožjem pogledu. Uporablja se jo lahko na primer tudi pomešano z apnom za ustvarjanje nizkoogljikanih in podnebju prijaznejših gradbenih materialov.

V ZDA je ogromen potencial za uporabo konopljinih vlaken za gradnjo in izolacijo. Konopljo lahko uporabimo v obliki blokov ali vlito kot tradicionalni beton s konopljinim apnom, kombinacijo apna, konopljinih vlaken in kemičnega veziva.

Lahko se uporabljajo tudi plošče iz konoplje. Bloki niso nosilni, zato se material uporablja predvsem za termično učinkovito izolacijo notranjih sten. V Ameriki so na pobudo Univerze Columbia zgradili dve koči na kmetiji v severnem New Yorku. Pri izgradnji je bilo uporabljeno konopljinno apno. Z uporabo predhodno izdelanih opečnih blokov konoplje in lesa za zmanjšanje ogljikovega vpliva sta dve najeti koči, zasnovani v skladu z arhitekturo kmetijskih posesti v severnem New Yorku, locirani na inkubatorju eksperimentalnega kmetovanja Wally Farms ter zasnovani za prikaz trajnostnih gradbenih tehnik.



Izolacija iz konopljinih vlaken



Stavba iz konopljinih blokov

Potencial konoplje (sev konoplje Cannabis sativa) kot gradbenega materiala je znan že stoletja, saj gre za material, ki združuje hitro gojenje s trdnostjo. V zadnjem času se je osredotočenost usmerila na nekaj drugega. Konoplja doseže dvojno težo porabe ogljika dvakrat hitreje kot tradicionalno gozdarstvo. Nekateri viri navajajo, da lahko konoplja pri fotosintezi zajame kar do petnajst ton ogljikovega dioksida na hektar.

Gojenje konoplje, ki bi zavzelo le 25 % svetovne kmetijske zemlje, uporabljene za mlekarstvo in govedorejo, bi lahko zmanjšalo emisije ogljikovega dioksida za 23 gigaton letno. Američani predvidevajo, da bi lahko pri cilju, da bi do leta 2050 postali ogljično nevtralni, pomagala tudi izbira gradbenih materialov, ki vežejo veliko ogljika, še preden so ti materiali uporabljeni kot gradbeni materiali. Eden glavnih okoljskih koristi uporabe konoplje za gradnjo, je zmanjšanje porabe energije v stavbah, kar pomeni drastično zmanjšane stroške ogrevanja in hlajenja med življenjskim ciklom stavbe. Koristi prinaša tudi industriji, saj ima manjši izpust toplogrednih plinov kot beton. Sposobnost konoplje za zajemanje ogljika bi gradnjo lahko naredila okolju prijaznejšo in pomagala državam pri doseganju njihovih ciljev glede neto ničelnih emisij.

Zagovorniki uporabe konoplje v gradbeništvu poudarjajo njene netoksične lastnosti in odpornost proti plesni, ognju ter napadom žuželk. Še ena od njenih privlačnih lastnosti pa je, da za uporabo pri gradnji ne potrebuje dodatnih kemikalij. Sodobna gradbena industrija pogosto uporablja različne, v določenih primerih celo škodljive kemikalije, ljudje pa želijo vedno bolj netoksične hiše. V s konopljo izdelani gradbeni material pogosto sploh ni vključenih petrokemičnih izdelkov, zato lahko, ko se znebimo obremenitve toksinov materialov, zgradimo zdrave domove za ljudi in s tem izdelamo zdravo notranje okolje, zgrajeno z gradbenimi materiali, ki imajo tisočletno zgodovino.



Zidaki iz konopljinih vlaken

Konopljino apno je popolnoma prepusten gradbeni material, kar pomeni, da ima popolno prehodnost hlapov, medtem ko preprečuje, da bi tekoča voda šla skozi steno. Plinasta voda, ki teče skozi zgradbe kot vlaga in para, lahko steče v steno, gre skozi njo in pobegne na drugi strani brez kondenzacije ali rosišča v telesu stene same.



Uporaba konopljininega apna

To pomeni, da je konoplja popoln gradbeni material za deževne in spremenljive temperature, saj njene naravne strukture proizvajajo pasivni sistem za nadzor vlage, ki zmanjšuje kopičenje vlage, s čimer zmanjšuje težave, kot so plesni in gniloba.

Poleg tega pomaga pri proizvodnji toplotne inercije, zaprtega sistema, v katerem vodna para deluje kot toplotni zbiralnik, ki preprečuje segrevanje ali hlajenje stavbe. V primerjavi s konvencionalnimi izolacijskimi materiali imajo kompoziti iz poliuretana in konoplje dobre izolacijske lastnosti, kar je pokazalo tudi več študij.

Toda industrija v ZDA je še vedno v povojih in veliko se je treba znova naučiti. Kot pri marihuani je bila konoplja prepovedana leta 1937, prizadevanja za ponovni zagon industrije pa so prišla dolgo po izgubi spomina na gojenje in predelavo ali nato pripravljenega trga. Vsi bi si želeli, da bi s sistemi in z izobraževanjem ves čas napredovali ter prehiteli dosedanje znanje še za 50 let. Toda znanje o zgodovinskih naravnih materialih se je iz preteklosti porazgubilo.

V Evropi pa so stvari nekoliko napredovale. V Združenem kraljestvu na primer hiše iz konoplje v Haverhillu v Suffolku obstajajo že nekaj desetletij, medtem ko je bila v Franciji nedavno zgrajena športna dvorana Pierre Chevet blizu Pariza z apnom iz konoplje. Po ocenah naj bi se svetovni trg za konopljino apno od leta 2021 do leta 2028 povečeval za 16 % letno, z ocenjeno skupno vrednostjo svetovnega trga za zelene gradbene materiale v višini 419 milijard dolarjev do leta 2026. Toda industrija konopljininega apna se bo morala boriti z že uveljavljeno gradbeno industrijo, za katero sta strošek in nadzor osrednja skrb. Kljub temu da se konoplja večinoma uporablja v Evropi in Severni Ameriki, senjena uporaba širi zaradi sprostitve pravil in rastočega zavedanja o njenih številnih prednostih. Uporaba okolju prijaznih gradbenih materialov, kot je konoplja, bi lahko prispevala k spremembi gradbene metodologije, ki uporablja naravne vire, pridobljene lokalno. Zanimanje za konopljo kot uporaben nadomestek gradbenega materiala narašča, saj razvijalci iščejo bolj zelene gradbene možnosti.

Toda gradnja s konopljo je ovirana zaradi visokih stroškov in še ne popolnoma oblikovane dobavne verige. Zagovorniki se morajo spopasti tudi z odporom do izdelka, ki ga ljudje pogosto napačno povezujejo z rekreativno uporabo drog. Zagovorniki pravijo, da konoplja ponuja veliko okoljskih koristi, ki jih graditelji in oblikovalci politike iščejo pri ustvarjanju ogljično nevtralnega izdelka, ki je hkrati odporen proti ognju, plesni in vremenskim vplivom. Konoplja je lahko tudi vir ogljikovih vlaken, ki se lahko uporabljajo za povečanje trdnosti betona, kar je še ena priložnost za uporabo v gradbeništvu. Če pogledamo vse prednosti, gre za izjemno obetaven material. Na nas je, da izkoristimo priložnost in ga uporabimo.

Avtorica: Zala Kač



## 3D-tisk v gradbeništvu

V gradbeništvu redko nastajajo novi materiali. Stoletja so les, opeka in beton tvorili osnovo večine konstrukcij na Zemlji. V letih okrog 1880 je sprejetje jeklenega ogrodja gradbeništvo za vedno spremenilo. Jeklo je omogočilo arhitektom, da so oblikovali višje stavbe z večjimi okni, kar je privedlo do nebotičnikov, ki danes določajo panoramo mest. Od industrijske revolucije so gradbeni materiali večinoma omejeni na niz masovno proizvedenih elementov od jeklenih nosilcev do vezanih plošč. Ta standardiziran nabor delov je vplival na oblikovanje in gradnjo stavb več kot 150 let. To se lahko kmalu spremeni z napredkom v tako imenovanih »velikih tehnologijah dodajanja materialov« (large-scale additive manufacturing). Po uveljavitvi jeklenih ogrodij se je razvoj enako potencialnih materialov za preoblikovanje upočasnil, s tem pa tudi ideja, kako so zgradbe zamišljene in zgrajene. Velikim tehnologijam dodajanja materialov, podobnim namiznemu 3D-tisku, je skupno, da vključujejo gradnjo predmetov plast za plastjo. Ali gre za glino, beton ali plastiko, material za tiskanje se iztisne v tekočem stanju in se strdi v svojo končno obliko. Čeprav še vedno obstajajo nekatere ovire za širšo sprejetost te tehnologije,

si lahko s pomočjo te tehnologije v prihodnosti predstavljamo stavbe, zgrajene izključno iz recikliranih materialov ali materialov, pridobljenih na kraju samem.



Trillium cvet

Med obetavnimi prototipi stavb, zgrajenih s pomočjo tehnologij 3D-tiska v gradbeništvu, je Trillium Pavilion, odprta struktura, natisnjena iz recikliranega ABS-polimera, običajne plastike, ki se uporablja v širokem naboru potrošniških izdelkov. Tanke, dvojno ukrivljene površine strukture so bile navdihnjene s cvetnimi listi istoimenske rože. Projekt so zasnovali študentje, natisnjen pa je bil s pomočjo družbe Loci Robotics in postavljen na raziskovalnem parku Univerze v Tennesseeju na Cherokee Farm v Knoxvilleu.



Trillium Pavilion

V Austinu, v Teksasu, so natisnili betonske zunanje zidove za 2000 kvadratnih metrov veliko hišo, poimenovano »House Zero«, ki demonstrira hitrost in učinkovitost 3D-natisnjene betona. Drugi nedavni primeri velikih tehnologij dodajanja materialov vključujejo Tecla, prototipno bivališče s 450 kvadratnimi metri v Massi Lombarda, majhnem mestu v Italiji. Arhitekti so Tecla natisnili iz gline, pridobljene iz lokalne reke. Edinstvena kombinacija tega poceni materiala in radialne geometrije je ustvarila energetsko učinkovito obliko alternativnega stanovanja.



Tecla



Plastovitost sten v notranjosti Tecle

K velikim tehnologijam dodajanja materialov so vključena tri področja znanja: digitalno oblikovanje, digitalna izdelava in materialna znanost. Najprej arhitekti ustvarijo računalniške modele vseh komponent, ki bodo natisnjene. Ti oblikovalci lahko nato s programsko opremo preizkusijo, kako se bodo komponente odzvale na strukturne sile, in jih temu ustrezno prilagodijo. Ti orodji lahko oblikovalcu pomagata tudi ugotoviti, kako zmanjšati težo komponent in avtomatizirati določene oblikovalske procese, na primer glajenje kompleksnih geometrijskih presekov, preden se natisnejo.



Kos programske opreme, imenovan rezalnik, nato pretvori računalniški model v niz navodil za 3D-tiskalnik. Čeprav 3D-tisk dojemamo kot orodje za izdelavo predmetov manjših velikosti, napredki v tehnologiji omogočajo resno povečanje strojne opreme. Včasih se tiskanje izvaja prek tako imenovanih sistemov z osjo – pravokotnega okvirja drsnih tirnic, podobnega namiznemu 3D-tiskalniku. Vedno pogostejše se uporabljajo robotske roke zaradi njihove sposobnosti tiskanja v kateri koli usmeritvi. Lokacija tiskanja se lahko tudi razlikuje. Pohištvo in manjše komponente je mogoče tiskati v tovarnah, medtem ko je treba celotne hiše natisniti na kraju samem. Za velikimi tehnologijami dodajanja materialov lahko uporabimo različne materiale. Beton je priljubljena izbira zaradi svoje znanosti in trajnosti; glina je zanimiva alternativa, saj jo je mogoče pridobiti na kraju samem, kar so storili tudi oblikovalci Tecla. Toda plastika in polimeri bi lahko imeli najširšo uporabo. Ti materiali so izjemno vsestranski in jih je mogoče oblikovati na načine, ki ustrezajo širokemu naboru specifičnih strukturnih in estetskih zahtev. Lahko se proizvajajo tudi iz recikliranih in organsko izvlačenih materialov.



Plastovitost 3D-tiskane stene

Ker tehnologija dodajanja materialov gradi plast za plastjo, uporabljajoč le material in energijo, potrebno za izdelavo posamezne komponente, je to veliko učinkovitejši gradbeni proces kot »odvzemne metode«, ki vključujejo odstranjevanje odvečnega materiala. Tudi običajni materiali, kot sta beton in plastika, imajo koristi od tiskanja v 3D, saj ni potrebe po dodatnih opažih ali kalupih. Večino gradbenih materialov danes masovno proizvajajo na montažnih linijah, ki so

zasnovane za proizvodnjo enakih komponent. Čeprav zmanjšuje stroške, pušča ta proces malo prostora za prilagajanje. Ker ni potrebe po orodjih, opažih ali matricah, omogoča, da je vsak del edinstven in brez časovnih pribitkov za dodano kompleksnost ali prilagodljivost. Še ena zanimiva značilnost je sposobnost proizvodnje kompleksnih komponent z notranjimi prazninami. To bi lahko nekega dne omogočilo, da se stene natisnejo s cevmi ali prezračevalnimi kanali že na svojem mestu. Poleg tega se izvajajo raziskave, ki raziskujejo možnosti večmaterialnega 3D-tiskanja, tehnike, ki bi lahko omogočila, da se okna, izolacija, konstrukcijska ojačitev – celo ožičenje – popolnoma integrirajo v eno natisnjeno komponento. Eden najbolj navdušujočih vidikov je način gradnje plast za plastjo z uporabo počasi strjevanega materiala, ki posnema naravne procese, kot je tvorjenje lupin. To odpira okna priložnostim, ki oblikovalcem omogočajo, da uporabijo geometrije, ki so težke za proizvodnjo z drugimi gradbenimi metodami, a so pogoste v naravi. Konstrukcijski okvirji, navdihnjeni z drobno strukturo kosti ptic, bi lahko ustvarili lahke mreže cevi različnih velikosti, ki odražajo delujoče sile nanje. Fasade, ki spominjajo na oblike listov rastlin, bi lahko bile zasnovane tako, da hkrati senčijo zgradbo in proizvajajo sončno energijo.



Stavba zgrajena s pomočjo 3D-tiska

visok, specifične oblikovalske spretnosti, potrebne za delo z novimi materiali, pa še niso široko poučevane. Da bi tiskanje v 3D v gradbeništvu postalo širše sprejeto, bo moralo najti svoje niše. Ima namreč sposobnosti tiskanja visoko učinkovitih konstrukcijskih okvirjev, prav tako ima potencial ustvarjati edinstvene kiparske fasade, ki bi jih bilo mogoče reciklirati in znova natisniti ob koncu njihove uporabne dobe. Kakorkoli že, zdi se verjetno, da bo neka kombinacija dejavnikov zagotovila, da bodo prihodnje stavbe vsaj delno natisnjene v 3D.



3D tiskan dodatek k fasadi



3D tiskan dodatek k fasadi

Avtorica: Zala Kač

Kljub mnogim pozitivnim vidikom velikih tehnologij dodajanja materialov obstaja kar nekaj ovir za njihovo širšo sprejetost. Morda je največja ovira za premagovanje njihova novost. Okoli tradicionalnih oblik gradnje, kot so jeklo, beton in les, je zgrajena celotna infrastruktura, ki vključuje verige dobave ter gradbene predpise. Poleg tega je strošek strojne opreme za digitalno izdelavo relativno



## Hitra železnica Lyon-Torino



Hitra železnica Torino–Lyon je mednarodna železniška proga, ki je trenutno v gradnji med mestoma Torino in Lyon. Namenjena bo povezovanju italijanskih in francoskih železniških omrežij ter dolga 270 km. Jedro projekta je mednarodni odsek, ki bo prečkal Alpe skozi bazni predor Mont d'Ambin med dolino Susa v Piamontu in Maurienne v Savoiji. Ta tunel dolžine 57,5 kilometra bo najdaljši železniški predor na svetu. Ocenjeni skupni stroški proge znašajo 25 milijard evrov, od tega je 8 milijard evrov namenjenih za mednarodni odsek. Ta je edini del proge, kjer se gradnja že izvaja.

Med Francijo in Italijo vsako leto prepotuje tri milijone tovornjakov, ki na cesti pogosto povzročajo veliko gneče in zastojev. S kopanjem predorov naj bi rešili ta problem. Ko bo leta 2032 projekt končan, bo pomenil manj tovornjakov in več vlakov na obeh straneh meje. Toda ali bo po izgradnji še vedno obravnavan kot koristen za okolje, kot je bilo to obravnavano v 90. letih prejšnjega stoletja? Vrtanje predora na francosko-italijanski meji namreč ogroža vodne vire, ki so po mnenju okoljevarstvenikov obremenjeni bolj kot kadarkoli prej. Gradnja celotne železniške linije Torino–Lyon naj bi prinesla neto prispevek 10 milijonov ton ogljikovega dioksida v ozračje, med delom na predorih pa naj bi iztekalo med 600 in 1000 litrov vode na sekundo.

Zmanjšanje emisij naj bi bilo jedro projekta, ki ima dva glavna cilja: spodbujati železniški promet z zmanjšanjem časa potovanja med Lyonom in Torinom ter omogočiti prenos 25 milijonov ton tovora s cest na železnico vsako leto. To je velik izziv, saj predstavlja tovorni promet 80 % prometa na liniji. Trenutno traja vožnja z vlakom iz Pariza v Milano približno sedem ur; z bodočo hitro linijo bi trajala dve uri manj. Potnikom bi tako ideja potovanja z vlakom namesto z letalom morda postala privlačnejša. Trenutno z letalom od Pariza do Milana prepotuje več kot 50.000 potnikov na mesec. Pri gradnji proge Lyon–Torino bo proizvedenih približno 10 milijonov ton CO<sub>2</sub>, kar naj bi bilo izravnano po 15 letih uporabe linije. Med krajema že obstaja železniška proga. Poteka skozi zgodovinski 14-kilometrski predor na Mont Cennisu. Predor je bil izkopen leta 1871, obnovljen pa leta 2012 in je zdaj popolnoma moderniziran. Potrebne le nekaj izboljšav, ki bi bile veliko cenejše kot izkop novih predorov. Toda skozi novi predor bi lahko vsak dan prešlo 162 tovornih vlakov, medtem ko jih trenutno po že obstoječi liniji vsak dan vozi približno 50.

Najbolj razdružujoč vidik projekta je verjetno sušenje vodnih virov. Območja, na katerih se izvaja gradbeni projekt, že doživljajo zmanjšanje pretoka vode zaradi podnebnih sprememb, prav tako projekt takšnega obsega zahteva ogromne količine vode.

Gradnja predorov in železnic zahteva velike količine vode za zemeljska dela, betoniranje in pranje materialov, vendar je količina vode, potrebne za gradnjo predora, zanemarljiva v primerjavi s količino vode, ki se porabi zaradi posega v naravne vire med izkopavanjem. Izkopavanje zato predstavlja največjo nevarnost, saj izkopavanjem v gorah tvegamo izčrpavanje naravnih vodnih rezervarjev.

Prisotnost odlagališč odpadkov na gradbiščih dodatno kompromitira pokrajino, kjer se skladiščijo materiali, uporabljeni na gradbiščih. Med gradnjo so že zasedli travnike in izsekali dele gozdov za shranjevanje predvidenih odpadkov. Domačini manjših naselij v okolici so zaradi tovornjakov, ki prevažajo odpadke, izpostavljeni hrupu in prahu.

Ob gradnji infrastrukture vedno obstaja ekološki vpliv. Tega pa se mora v primerjavi z ekološkimi koristmi meriti na zelo dolgi rok. S tega vidika je izgradnja sicer upravičena, vprašanje pa je, če se bodo vsi plani uresničili in ali bodo doseženi vsi cilji.



Vhod v tunel železnice

Avtorica: Zala Kač



# Onesnaženje v zalivu Halong Bay



Turizem v zalivu Halong Bay

Zaliv Halong Bay, ki se nahaja na severu Vietnama, je bil leta 1994 uvrščen na seznam Unescove svetovne dediščine in je posledično tudi priljubljena turistična destinacija ter eden najpomembnejših naravnih čudes. Ta čudež narave, znan po svojih strmih apnenčastih stebrih, turkiznih vodah in slikovitih otokih, je postal tarča človeške dejavnosti, ki s stalnim prilivom turistov, nekontroliranim razvojem obale ter povečanim prometom ladjarjev močno povečuje tamkajšnje onesnaženje.



Manjše plavajoče ribiško naselje v zalivu

Eden najvidnejših problemov v zalivu Halong Bay je onesnaženje morja, ki ga povzročajo odpadki, odvajanje odpadnih voda in naftna onesnaženja. Številne turistične ladje (v letu 2022 je območje obiskalo kar 7 milijonov turistov) izpuščajo odpadke neposredno v morje,

kar povzroča onesnaženje vode in ogroža življenje morskih organizmov (število različnih vrst tamkajšnjih koral se je celo prepolovilo). Obala zaliva se hitro urbanizira, kar vodi v odplake iz mestnih naselij in hotelskih kompleksov. Neurejeno odvajanje odpadnih voda prispeva k onesnaženju zaliva s kemikalijami in bakterijami. Nekatere raziskave kažejo, da se letno v Vietnamu proizvede kar 3,1 milijona ton plastičnih odpadkov, izmed katerih jih več kot 10 odstotkov konča v oceanu.

Še en velik problem za Halong Bay so morebitna naftna onesnaženja. Zaradi povečanega prometa ladij, ki prevažajo nafto in druga goriva, se je povečalo tudi tveganje za izlitje nafte v zaliv. Tovrstne nesreče bi lahko imele katastrofalne posledice za ekosistem zaliva, vključno z onesnaženjem vode, smrtjo morskih živali ter škodo za lokalno ribiško in turistično industrijo, s katerima se preživlja velika večina tamkajšnjega prebivalstva.

Za soočanje s tem problemom je vietnamska vlada sprejela nekatere ukrepe za omejitev onesnaževanja, kot so omejitve števila turističnih ladij, ki lahko hkrati plujejo po zalivu, in strožji predpisi, ki jim morajo turistične ladje zadostiti, da lahko opravljajo turistično dejavnost, ter omejitev ribolova

oziroma umestitev con in terminov, v katerih je ribolov prepovedan, saj bi na ta način omogočili lažje preživetje številnim morskim organizmom. Pojavili so se tudi projekti za čiščenje zaliva in obnovo tamkajšnjega ekosistema. Poleg tega se lokalne nevladne organizacije borijo za ozaveščanje javnosti o pomenu ohranjanja Halong Baya in spodbujajo trajnostni turizem v regiji.



Ročno čiščenje smeti iz zaliva

S spodbujanjem odgovornega ravnanja turistov, ladijskih operaterjev in lokalnih oblasti si prizadevajo ohraniti to dragoceno naravno dediščino za prihodnje generacije. V primeru še strožjih omejitev ima vietnamska vlada vzpostavljen načrt spodbujanja razvoja ostalih trajnostnih panog v okolici, saj bi zaradi zmanjšanja ribištva in turizma veliko ljudi izgubilo zaposlitev.

Nekatere rešitve že počasi kažejo svojo učinkovitost. Eden izmed pokazateljev je ponovni prihod delfinov v zaliv, iz katerega so pobegnili v prejšnjem desetletju, in ponovno naraščanje koralnih grebenov. Vendar pa ključnega pomena ostaja, da se prizadevanja okrepijo in nadaljujejo, če želimo ohraniti edinstveno lepoto zaliva Halong Bay za prihodnje generacije. Z osredotočanjem na trajnostni razvoj in s spoštovanjem naravnega okolja lahko zagotovimo, da bo ta čudovit košček narave še mnoga leta ostal unikaten del svetovne dediščine.

Avtor: Žiga Črnc



# Savdska Arabija – konkvistadorji puščav

Želja po svetovni prepoznavnosti, želja po dokazovanju, kaj vse je možno doseči v sodobni absolutistični monarhiji? Vsi se sprašujemo, kaj žene Savdijce, da vsak dan svetovni javnosti predstavijo svoj naslednji megalomanski projekt.

Trenutno najbolj odmevni urbanistični načrt Savdske Arabije vključuje izgradnjo kompleksa pod imenom Neom, katerega ime je sestavljeno iz predpone grške predpone neo – nov – in črke M, ki je prva črka imena savdskega kronskega princa Mohammeda Bin Salmana, ki je projekt leta 2017 tudi predstavil javnosti. Ta gradbeni podvig predvideva izgradnjo 26.500 km<sup>2</sup> velikega območja na severu Rdečega morja. Načrtovani so industrijski kompleksi, globalno trgovsko središče, turistična letovišča in mesto The Line (Linearno mesto). Projekt, katerega stroški izgradnje so ocenjeni na 500 milijard dolarjev, naj bi bil dokončan leta 2039. Glavni cilj Neoma je ustvariti mesto, ki bo tehnološko napredno, trajnostno in prijazno do prebivalcev. Načrtujejo, da bo mesto popolnoma avtonomno, zlasti z uporabo obnovljivih virov energije, kot so sončna in vetrna energija, ter inovativno uporabo tehnologije za pametno upravljanje infrastrukture in virov.

Večina Savdske Arabije leži v puščavskem pasu in jim drugega, kot je prilagoditev bivanja in gradnje naselij, v takšnih klimatskih razmerah ne preostane. Hkrati pa mnogi vidijo razloge tudi v zmanjšanju odvisnosti države od nafte in zato spodbujajo razvoj drugih gospodarskih sektorjev. Gradnja takih mest spodbuja razvoj novih tehnologij in turizma. Hkrati pa ima Savdska Arabija izjemno pomembno strateško lego ob Rdečem morju in lahko z razvojem obmorskih središč poveča svoj vpliv v regiji.

## LINIJA (The Line)

Mesto The Line naj bi se raztezalo 170 km skozi puščavo. Objekt – mesto – bo visok 500 m in v širino meril 200 m. Namesto tradicionalnega mestnega načrta, ki vključuje razpršene soseske in urbanizirane centre, bo Linearno mesto tvorila ena sama, dolga linija, ki bo potekala skozi puščavo. Ta pristop omogoča povezovanje različnih funkcionalnih območij – od stanovanjskih in poslovnih območij do rekreacijskih in zelenih površin – v dosledno ter učinkovito strukturo. Vizija mesta je, da postane popolnoma avtonomno in trajnostno. Načrtujejo, da bo vsa energija za oskrbo z električno energijo pridobljena iz obnovljivih virov (sončne in vetrne energije), medtem ko naj bi bila infrastruktura pametna ter v celoti povezana. Poleg tega naj bi bilo mesto zasnovano z mislijo na človeka, kar pomeni, da bo v središču pozornosti njegovo prebivalstvo in njihovo dobro počutje.



Mesto naj bi postalo tudi globalno trgovsko središče in turistična destinacija. S svojo inovativno infrastrukturo in tehnološkim napredkom bo mesto privlačilo poslovneže, raziskovalce in turiste iz celega sveta, kar bo spodbudilo gospodarsko rast ter ustvarjanje delovnih mest.

## TROJENA

V gorovju Sarat, 50 kilometrov stran od obale Rdečega morja, se predvideva izgradnja turističnega kompleksa na nadmorski višini 1500–2600 m, ki bi se raztezal na 60 km<sup>2</sup>. Zaradi ugodnih klimatskih razmer (povprečna letna temperatura znaša 10 stopinj) bo tam stalo središče za zimske in adrenalinske športe, saj pripravljajo izgradnjo 35 km smučarskih stez. Pričakujejo, da bo regija tako privabila na tisoče turistov in ustvarila 10.000 novih delovnih mest. Azijski olimpijski komite je izbral Trojeno kot gostiteljico azijskih zimskih olimpijskih iger leta 2029. Ta projekt se je zaradi zviševanja letnih temperatur znašel tudi v središču kritik, saj bodo za delovanje smučarskega centra in pripravo snežnih površin porabili ogromne količine vode ter energije.

## OKTAGON (OXAGON)

Oktagon je še eden izmed futurističnih objektov, ki so del projekta Neom. Oktagon je sinonim za plavajoče industrijsko mesto v obliki osemkotnika. Raztezalo naj bi se na površini 250 km<sup>2</sup>, zaradi njegove strateške lokacije v Rdečem morju pa naj bi bilo mesto v središču globalnih trgovskih poti. Oktagon bo zgrajen kot živ laboratorij in bo spodbujal razvoj produktov prihodnosti. Bo mesto inovacij na področju obnovljivih virov energije, avtonomnih vozil, električnih »lebdečih plovil«, vodne infrastrukture ter trajnostne proizvodnje hrane – trajnostno pakiranje hrane, alternativna hranila.



Oktagon

biodiverzitetu. Na otoku bodo zgrajeni trije hoteli, 38 restavracij in marina, kjer bo lahko dnevno bivalo 2400 gostov. Destinacijo oglašujejo kot novo navtično središče, saj bo le 17 ur plovbe stran od sredozemskih pristanišč.

Kljub obetavnim načrtom Savdske Arabije pa so projekti postali tarča kritik, češ da trajnostno mesto ne sme biti zgrajeno na netrajnosten način. Neuresničljive želje in nedosegljivi roki so za seboj potegnili izrabo nizko plačane delovne sile ter diskriminacijo na gigantskih gradbiščih. Poroča se tudi o izselitvah 20.000 ljudi, predvsem pripadnikov plemen na tem ozemlju.

Bodoči uporabniki teh objektov pa so lahko skeptični tudi glede obdelave njihovih podatkov, ki jih bodo pridobivali pametna stanovanja in transport ter seveda mnogi senzorji in kamere. Podatki bodo služili kot denarna valuta za upravljanje in zagotavljanje zdravstvenih, energetskih, transportnih ter varnostnih objektov. Hkrati bi snovalcem projekta podatki omogočili prilagoditev storitev posamezniku in to naj bi prispevalo k boljšemu uporabniškemu doživetju.

Z vidika javnosti so takšni projekti vsekakor zanimivi in so plod idej ter želje po napredku. Mnoge rešitve so iznajdljive in v današnjem času vsekakor obstajajo sredstva, da se še tako neuresničljivi cilji dosežejo. Vendar se poraja vprašanje, ali so ti cilji morda previsoki. Bo to še eden izmed projektov, ki se bo sredi gradnje ustavil?

Avtorica: Manca Simončič



Trojena



Sindalah

Da pa bo izgradnja takšnih futurističnih objektov sploh možna, bo tam tudi center modernega gradbeništva, razvijali bodo vse od 3D-printanja, modularnih konstrukcij, trajnostnega jekla in barv pa vse do prefabriciranih MEB izdelkov – prefabriciranih komponent za strojne, elektro- in vodovodne inštalacije.

## SINDALAH

Leta 2022 je bil javnosti predstavljen projekt Sindalah – luksuzna otoška turistična destinacija, ki bo vključevala trajnostni dizajn, napredno tehnologijo in dihalno jemajočo arhitekturo. Razvijalci zatrjujejo, da gradnja ne bo vplivala na vodni ekosistem in



# Naravna bogastva vodnih virov Donave – Djerdap I in II – v kontekstu trajnosti in vpliva na okolje



## UVOD

Vodni resursi zahtevajo posebno pozornost z vidika življenjskega pomena vode kot vira. Slednji zajemajo tako površinsko kot tudi podzemno vodo. Poseben poudarek je treba nameniti podzemnim vodnim virom, saj ti predstavljajo 80 % pitne vode na področju Republike Srbije. V prihodnjem obdobju je za številna naselja nujno zagotoviti zadostne količine pitne vode in organizirati stalni nadzor njihove kakovosti na samih izviri. Poleg tega imajo gledano z gospodarskega vidika velik značaj površinske akumulacije, ki je pomembna tako za vodooskrbo kot za proizvodnjo električne energije v Republiki Srbiji.

## VODNI RESURS DONAVE OD IZVIRA DO IZLIVA

S celotno dolžino 2857 km zavzema Donava 21. mesto po dolžini na svetu in 2. mesto v Evropi. Njena poplavna površina obsega 817.000 km<sup>2</sup>, kar jo uvršča na 25. mesto na svetu. Kot plovna pot je Donava primerna na kar 2588 km, od Sulina (izliv v Črno morje) do Ulma (zahodna Nemčija). Njeno korito se razprostira na teritorijih devetih držav (Nemčija, Avstrija, Slovaška, Madžarska, Hrvaška, Srbija, Bolgarija, Romunija, Ukrajina).

### Reko Donavo delimo na tri dele:

- zgornja Donava, od izvira do zahodnih Karpatov pri Devinskih vratih;
- srednja Donava, od Devinskih vrat do južnih Karpatov pri Oršavi;
- spodnja Donava, od Oršave do izliva v Črno morje.

Izkoriščanje potenciala reke Donave je del razvojnih planov vsake države, skozi katero teče. Vodne resurse Donave izkoriščajo za namakanje, vodooskrbo prebivalstva, industrijo, kmetijstvo, hidroenergetiko, plovbo, ribarstvo, turizem, rekreacijo itd.

## Hidrotehnični objekt Djerdap I v kontekstu trajnosti

Hidroenergetski in plovni sistem Djerdap I, kompleksen in večnamenski objekt, je zgrajen na 943. kilometru reke Donave od izliva v Črno morje. Končna lokacija glavnega objekta na profilu Sip Gura Vaii, določena na podlagi obsežnih študijskih in raziskovalnih del, topografskih, hidroloških, geoloških, hidrogeoloških, geomehaničnih in geotehničnih študij, je zagotavljala najbolj optimalno izkoriščanje hidroenergetskega potenciala Donave ter pogoje, da se med gradnjo plovba ne ustavi. V skladu s Sporazumom o gradnji in obratovanju med takratno SFRJ ter SR Romunijo je bil glavni objekt Hidroelektrarne Djerdap I načrtovan in zgrajen tako, da je vsaki strani pripadala po ena elektrarna, en prehod za ladje, polovica prelivnega jezusa ter po en nepreliven jez z dodatnimi objekti. Prek jezusa je bil zgrajen cestni prehod. Državna meja je šla po sredini jezusa in s tem razdelila objekt na dva simetrična dela. Da bi se to uresničilo, je bila meja premaknjena v korist Romunije. Vsaka stran je načeloma izvajala dela na svojem ozemlju s sinhronizacijo z drugo stranjo in strogim spoštovanjem določenih rokov. Gradnja Hidroelektrarne Djerdap I se je uradno začela 7. septembra 1964. Prvi agregati so začeli delovati 6. avgusta 1970, hkrati na jugoslovanski in romunski strani. Romunski prehod za ladje je začel obratovati 3. avgusta 1969, jugoslovanski pa oktobra 1970. Končno pregrajevanje Donave je bilo izvedeno 13. avgusta 1969. Med gradnjo glavnega objekta je bilo izkopanih 13,4 milijona kubičnih metrov peska in rečnih nanosov, 7,2 milijona kubičnih metrov kamna, vgrajenih 3,2 milijona kubičnih metrov betona, 167.000 ton armature in jeklenih konstrukcij ter 69.000 ton opreme.



Djerdap I



Skupinska slika pred Djerdap I

### Tehnične specifikacije Djerdapa I

Nominalna moč elektrarne: 1203,33 MVA

Nominalna napetost: 15,75 kV

Nominalna aktivna moč elektrarne pri nominalni napetosti: 1083 MW

Skupni kontrolirani pretok: 5040 m<sup>3</sup>/s

Tip hidroelektrarne:  
akumulacijska hidroelektrarna

Tip turbine: Kaplan (PL40-v-950)

Instalirana moč: 194–205 MW

Dejanska moč generatorja: 190–211,11 MVA

Aktivna moč: 171–190 MW

Normirana moč bloka transformatorja:  
380/190/190 MVA, 420/210/210 MVA

Skupen volumen akumulacije:  
2800 x 106 m<sup>3</sup>

Povprečen letnik dotok Donave:  
5650 m<sup>3</sup>/s

### Vpliv Djerdapa I na okolje in zdravje ljudi

Izgradnja hidroelektrarn, ki se nahajajo v okviru HE Djerdap, d.o.o, Kladovo (HE Djerdap I, HE Djerdap II, HE Pirot in Vlasinske HE), je nedvomno vplivala na okolje. To je najbolj razvidno iz sprememb vodnega ekosistema akumulacije in ekosistema priobalnega območja, ki so trajne ter zahtevajo stalno spremljanje in sprejemanje novih mer zaščite okolja. V akumulaciji HE se odvijajo procesi, zaradi katerih prihaja do degradacije kvalitete vode. Največji doprinos v njej imajo organska onesnaženost z odpadki, ki so odvrženi v akumulacijo. Vpliv akumulacije na priobalna območja obsega 1800 ha. Za zaščito teh površin so zgrajeni ogromni sistemi drenažnih kanalov in cevovodov, črpalšč in piezometrov, ki zahtevajo velika finančna vlaganja v cilju zagotavljanja varnosti. Velja izpostaviti dejstvo, da zaradi velikih ekonomskih stisk Republike Srbije v zadnjih 20 letih sistemi niso bili pravilno vzdrževani, zato velik del ni več funkcionalen. EPS je zato nedavno izdelal program sanacije sistema za spremljanje vplivov priobalnega pasu, kar bi omogočalo zaščito obale zaradi poplav.

### Izvedeni hidrotehnični objekt Djerdap 2

HEPS Djerdap II je druga skupna srbsko-romunska hidroelektrarna na reki Donavi. Zgrajena je na 863. km Donave v oddaljenosti od izliva v Črno morje na profilu Kujsak – Ostrovul Mare. Prav tako kot HEPS Djerdap I je to kompleksen in večnamenski hidrotehnični objekt.



Poleg energetskega in plovnega ima velik pomen tudi s stališča kmetijstva, cestnega in železniškega prometa. Preko objekta je bila poleg ceste predvidena izgradnja železniške proge.

Med izgradnjo je bilo skopanih 2,5 milijonov m<sup>3</sup> zemlje in nanosov, vgrajeno je bilo 948.000 m<sup>3</sup> betona in 70.000 ton betonskega jekla.

HEPS Djerdap II je sestavljen iz osnovne in dveh dodatnih elektrarn, dveh prelivnih jezov ter dveh prevodnic za ladijski promet. Osnovna elektrarna je kot gradbeni objekt razdeljena na dva enaka dela. Vsak del pripada eni od republik. V osnovno in dodatno elektrarno na jugoslovanski strani je bilo nameščenih 10 agregatov »kapsulastega« tipa, ki so potopljeni v vodo in imajo skupno moč 270 MW. Turbina je Kaplanova.

### Tehnični parametri Djerdapa II

Moč elektrarne: 270 MW

Skupni pretok: 400 m<sup>3</sup>/s

Tip: pretočna elektrarna

Datum prve sinhronizacije: 12. 4. 1985

Tip turbine: Kaplan

Instalirana moč: 28 MW

Maksimalni in minimalni padec:  
12,5 m–2,5 m

Moč generatorja: 27,55 MVA

Aktivna moč: 27–32 MW

Faktor moči: 0,98

Nominalna moč bloka transformatorja:  
63 MVA

Skupni volumen akumulacije:  
716,5 \* 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>



Djerdap 2



Skupinska slika pred Djerdap 2

### Vpliv Djerdapa II na ljudi in okolje

Raziskave zaščite priobalne regije Donave se v HE Djerdap II izvajajo kontinualno s pomočjo programa sledenja, merjenja in analiz vpliva na okolje.

V okviru multidisciplinarnega programa se izvajajo merjenja in analize s pomočjo:

- opazovanja in merjenja nivojev podzemne vode,
- opazovanja vpliva in stanja obstoječih drenažnih sistemov,
- analize kemijske sestave podzemnih voda,

- analize podatkov opazovanja režimov podzemne vode in učinkovitosti drenažnih sistemov,

- študij režimov podzemnih voda,
- opazovanja in analize nanosov,
- opazovanja, merjenja in analize ledu,
- opazovanja, analize in merjenja vpliva na kmetijstvo,
- preučevanja vplivov na gozd,
- predpisov vpliva na nasipe,
- spremljanja in analiz kvalitete površinskih voda in ekosistemov.



Navedeni programi se realizirajo vsako leto, na koncu preučevanj pa se izdelajo letna poročila. V skladu z vodnogospodarskim dovoljenjem HE Djerdap predaja letno poročilo o realizaciji programa Ministrstvu za vodno gospodarstvo Srbije.

### Prihodnost in izzivi

Hidroelektrarni Djerdap I in Djerdap II se soočata s številnimi izzivi in priložnostmi v prihodnosti, ki vplivajo na njuno delovanje, trajnost in vlogo v energetskega sistema ter varstvu okolja. Med ključnimi izzivi za prihodnost so:

#### Modernizacija infrastrukture:

Ena izmed ključnih nalog v prihodnosti je modernizacija infrastrukture hidroelektrarne. To vključuje posodobitev in nadgradnjo obstoječih komponent, kot so turbine, generatorji in nadzorni sistemi, da bi izboljšali učinkovitost delovanja ter zmanjšali izpuste in emisije.

#### Upravljanje s podnebnimi spremembami:

Podnebne spremembe lahko v prihodnosti vplivajo na vodne vire, hidrološke razmere in naravne katastrofe, kot so poplave. Hidroelektrarna mora biti pripravljena na spremenjene pogoje delovanja in sprejeti ukrepe za prilagoditev ter zmanjšanje ranljivosti na podnebne spremembe.

#### Mednarodno sodelovanje:

Hidroelektrarna Djerdap I deluje na meji med Srbijo in Romunijo, zato je ključno tudi mednarodno sodelovanje in koordinacija pri upravljanju ter varstvu okolja. Obe državi morata sodelovati pri reševanju skupnih izzivov in iskanju trajnostnih rešitev za upravljanje hidroelektrarne.

#### Trajnostni razvoj:

Prihodnji razvoj hidroelektrarne mora potekati v skladu s principi trajnostnega razvoja, ki vključujejo varstvo okolja, upoštevanje interesov lokalnega prebivalstva in ohranjanje naravnih virov.

To vključuje tudi upoštevanje socialnih, ekonomskih in okoljskih vidikov pri načrtovanju ter odločanju.

#### Inovacije in tehnološki napredek:

Neprestan tehnološki napredek omogoča nove možnosti za izboljšanje delovanja hidroelektrarne, zmanjšanje vplivov na okolje ter povečanje učinkovitosti in trajnosti. Inovacije na področju obnovljivih virov energije, energetske učinkovitosti in digitalizacije lahko prispevajo k trajnostnemu razvoju hidroelektrarne.

#### Ideja izgradnje Djerdapa III

V dnevni potrošnji električne energije obstaja dve »špici« potrošnje – jutranja in večerna. Slednja je obremenitveno 2,5-krat večja od najmanjše potrošnje, ki nastaja po 22. uri in traja do jutra. Pretočne elektrarne, med katere štejemo tudi Djerdap I in Djerdap II, kot tudi termoelektrarne v Srbiji, še niso v stanju prilagajanja potrebam ritma porabe dnevne električne energije. Prav zaradi tega razloga je potrebna izgradnja reverzibilne in črpalno-akumulacijske PAHE Djerdap III. Predvideno mesto izgradnje naj bi bilo v bližini Lepenskog Vira, na 1008. km tika Donave – 162 km dolvodno od Beograda. Hidroelektrarna naj bi proizvajala energijo takrat, ko bi bilo to najbolj potrebno, torej v »špicah« potrošnje. PAHE Djerdap III ne bi obsegala samo izgradnje hidroelektrarne na obali Djerdapskega jezera, temveč tudi akumulacijo vode na zato primernih mestih v dolini rek Pesače in Brodice. Nivo vode v teh akumulacijah naj bi bil 400 m višji od nivoja vode v Djerdapskem jezeru. Akumulacija vode se bi izvajala v nočnih urah. Takrat bi se v Djerdap III pošiljala potrebna energija iz Djerdapa I in II. Lopatice njenih turbin bi menjavale smer, tako da bi pri pritoku električne energije delovale kakor črpalke, ki bi dvigovale vodo skozi cevovod v akumulacijo Pesače. Z dvigovanjem vode v akumulacijo se bi porabljala električna energija, kar predstavlja 33-odstotno energetska izgubo. Kljub predvideni izgubi energije naj bi po ocenah elektro-gospodarstvenih združb

Republike Srbije Djerdap III predstavljal korist pri proizvodnji visokokvalitetne električne energije v kritičnih točkah (špicah) potrošnje.

Gradnja naj bi potekala v štirih fazah. V 1. fazi bo imela elektrarna instalirano moč 600 MW, v 4. fazi pa 2400 MW, kar predstavlja večjo moč, kot jo ima Djerdap I. Vsaka faza izgradnje bi predvidoma trajala 5 let. Na koncu izgradnje naj bi proizvodnja visokokakovostne električne energije obsegala 10.400 GWh. Samo na tak način se lahko racionalno porablja akumulirana vodna moč in to takrat, ko je ta najbolj potrebna. Po ocenah bi projekt izgradnje prve faze znašal 400 milijonov evrov, izgradnja celotnega objekta pa bi obsegala 4 milijarde evrov. Kljub velikim investicijskim vlaganjem se naj izgradnje ne bi opustilo.

#### Zaključek

Večina ljudi v Srbiji na žalost še vedno nima razvite ekološke zavesti in ne dojemata lastnih napak onesnaženja svoje države in posledično planeta. Zavedam se, da je težko priznati lastne napake, ampak nekaj bo treba nemudoma storiti za spremembo, vsaj v miselnosti srbskega prebivalstva, ki ga lahko dosežemo z dodatnim izobraževanjem in osveščanjem. Prav tako je nesmiselno pričakovati razvito ekološko zavest v ekonomsko osiromašenih državah, kjer je primarni cilj preživetje. Pomembno je izpostaviti tudi dejstvo, da se ekonomsko stabilnejše države ukvarjajo samo s svojimi ekološkimi problemi in zanemarjajo stanje v drugih ekonomsko šibkejših državah. Zavedati se moramo, da je onesnaženje čezmejno.

Avtorica: Sandra Ostojić



# Največji izumitelji: Leonardo Da Vinci

Leonardo da Vinci je bil italijanski renesančni umetnik, znanstvenik, inženir in izumitelj, ki je živel med letoma 1452 in 1519. Bil je eden najbolj vsestranskih genijev v zgodovini, ki je pomembno prispeval k številnim področjem, vključno z umetnostjo, znanostjo in inženirstvom.



Njegovi najbolj znani umetniški dosežki vključujejo slike, kot sta Mona Lisa in Zadnja večerja, ki ostajata pomembni deli svetovne umetnosti. Na področju znanosti je da Vinci izvedel številne študije človeške anatomije, ki so bile v svojem času izjemno napredne. Njegove risbe človeškega telesa so bile natančne in so prispevale k boljšemu razumevanju anatomije. Poleg tega je bil tudi izjemen inovator na področju inženirstva. Njegovi načrti in risbe različnih naprav, kot so letalne naprave, mostovi, hidravlične naprave in vojaške tehnologije, so bile za obdobje, v katerem je živel, izjemno inovativne. Med najpomembnejšimi izumi, ki jih je predlagal na področju inženirstva, so bile njegove zamisli o letalskih napravah, hidravličnih sistemih in konstrukcijah mostov.

Njegov doprinos svetu in kulturi sega dlje od njegovih konkretnih dosežkov, saj so njegova radovednost, ustvarjalnost in vizija pustili znatno sled v človeški zgodovini in navdihnili številne generacije umetnikov, znanstvenikov ter inženirjev.

## Življenje

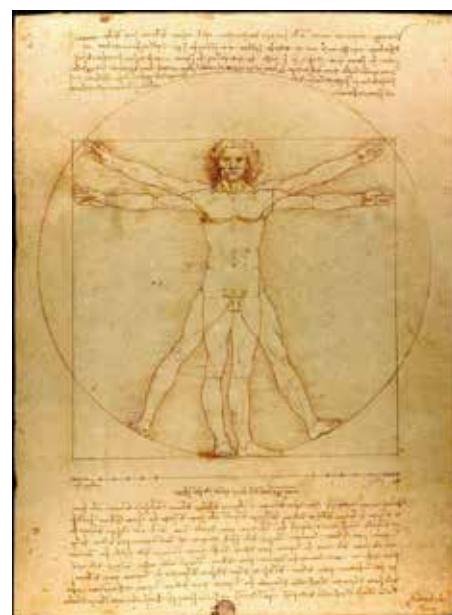
Leonardo da Vinci se je rodil 15. aprila 1452 v Vinciju, majhnem italijanskem mestu v Toskani.



Da Vinci je večino svojega zgodnjega življenja preživel v Vinciju in bližnjih Firencah, ki so bile epicenter italijanske renesanse. Firenze, ki so bile v 15. stoletju središče umetniške in intelektualne dejavnosti, so da Vinciju ponudile veliko priložnosti za razvijanje njegovih talentov in vključitev v pestro kulturno okolje tistega časa. Da Vinci je vse življenje ohranjal močne vezi z rodno Toskano in črpal navdih iz njenih pokrajin, rastlinstva ter živalstva.

Za življenje Leonarda da Vincija je bilo značilno vsestransko učenje in raziskovanje na mnogih področjih. Njegova izobrazba ni bila formalna v današnjem smislu, temveč je bila produkt njegove radovednosti in želje po znanju.

V Firencah se je kot mlad vajenec izobraževal v ateljeju Andrea del Verrocchia, uglednega slikarja, kiparja in zlatarja. Pod Verrocchievim vodstvom je osvojil tehnike risanja, slikanja in kiparjenja. V tem času je razvil tudi lasten umetniški slog, ki sta ga odlikovali natančnost in poglobljeno razumevanje anatomije ter perspektive.



Po končanem vajeništvu se je da Vinci v veliki meri izobraževal sam. Potopil se je v študij matematike, geometrije in inženirstva ter se zgledoval po delih antičnih učenjakov, kot sta Evklid in Arhimed. Njegovi zvezki, napolnjeni z več tisoč stranmi skic in zapiskov, odražajo njegovo vztrajno iskanje znanja na različnih področjih, od fizike in mehanike do botanike in astronomije.

Da Vincijeva navdušenost nad naravo ga je pripeljala do obsežnih študij anatomije, pogosto s skrivnimi sečnjami človeških trupel. Njegove anatomske risbe, za katere sta bili značilni natančnost in pozornost za podrobnosti, so revolucionarno spremenile študij človeške anatomije in postavile temelje sodobni medicini.

Poleg umetniškega in znanstvenega ustvarjanja je bil da Vinci tudi izvrsten inženir in izumitelj. Zasnoval je številne stroje in naprave, od letalnih strojev in vojaškega orožja do hidravličnih črpalk in motorjev za obleganje. Čeprav veliko njegovih načrtov za časa njegovega življenja ni bilo realiziranih, so dokazovali njegovo vizionarsko razmišljanje in tehnično iznajdljivost.

## Nekaj njegovih večjih izumov

### Padalo

Zasnova padala, ki jo je da Vinci ustvaril okoli leta 1485, je bila le eden od njegovih vizionarskih izumov. Njegova zasnova padala je spominjala na piramidasto streho iz platna ali podobnega lahkega materiala, ki jo je podpiralo leseno ogrodje.



Struktura padala je imela kvadratni okvir z osrednjim drogom, ki se je dvigal navzgor. Iz vsakega vogala okvirja so bile vrvi ali vrvice pritrjene na osrednji pas ali košaro, na kateri je visela oseba, ki je uporabljala padalo. Padalo je bilo zasnovano tako, da je med spuščanjem lovilo zrak, kar je zagotavljalo zadosten upor za upočasnitev padanja in varen pristane.

Čeprav je bila da Vincijeva zasnova padala revolucionarna, ga za časa njegovega življenja niso nikoli preizkusili ali izdelali. Kljub temu so njegove skice in zamisli postavile temelje za poznejši razvoj tehnologije padal. Prvi dokumentirani uspešni skok s padalom, ki je temeljil na da Vincijevih načelih, je bil izveden šele stoletja pozneje, konec 18. stoletja.

### Potapljaška obleka

Potapljaška obleka Leonarda da Vincija je bila namenjena lažjemu podvodnemu raziskovanju. Obleka je bila sestavljena iz trdnega ogrodja iz lesa, ovitega v zaščitno plast usnja. To ogrodje je obdajalo potapljačevo telo in mu zagotavljalo strukturno podporo ter izolacijo pred okoliškim vodnim pritiskom.

Najbolj značilna lastnost da Vincijeve potapljaške obleke je bila inovativna oblika čelada. Čelada, izdelana iz prozornega materiala, je potapljaču omogočala jasen pogled na podvodno okolje. Poleg tega je bila čelada opremljena z dihalno cevjo, ki je segala do gladine in potapljaču pod njo zagotavljala stalen dotok svežega zraka.



Da bi zagotovil varnost in udobje potapljača, je v potapljaško obleko vgradil različne mehanizme. Tesnila in zapirala so bila izdelana, da bi preprečila pronicanje vode v obleko, hkrati pa omogočala gibljivost in prožnost. Upoštevano je bilo tudi uravnavanje dviga, pri čemer je bila obleka zasnovana tako, da pod vodo ohranja nevtralen dvig, kar potapljaču omogoča lahkotno gibanje pod vodo.

Čeprav tudi potapljaška obleka za časa njegovega življenja ni bila izdelana ali preizkušena, je njena konceptualna zasnova pomenila pomemben korak naprej na področju podvodnega raziskovanja.

### Letalna naprava

Leonardov letéči stroj je bil idejna zasnova, ki je temeljila na njegovem opazovanju ptic. Da Vinci si je po študiranju anatomije in aerodinamike ptic zamislil napravo, ki bi ljudem omogočila, da bi na nebu lebdeli na enak način kot ptice.



Leteči stroj je imel ogrodje iz lahkih materialov, kot sta les in tkanina, zasnovano tako, da je posnemalo strukturo ptičjih kril. Krila so bila sestavljena tako, da so omogočala gibanje z mahanjem, podobno načinu gibanja ptic.

Osrednji del da Vincijeve zasnove je bil koncept letenja s človekovim pogonom. Za razliko od sodobnih letal, ki jih poganjajo motorji, se je da Vincijev leteči stroj zanašal na fizično delo pilota, ki je ustvaril upor in gibanje naprej. Pilot je z rokami in nogami upravljal krila in usklajeval svoje gibe, da bi dosegel nadzorovan let.

Poleg strukture kril je da Vincijev leteči stroj vključeval tudi osrednjo pilotsko kabino, v kateri je bil nameščen pilot. Ta kabina je predstavljala stabilno platformo, s katere je lahko pilot upravljal krila in med letom ohranjal ravnotežje.

Čeprav (kot njegovi drugi izumi) leteči stroj za časa njegovega življenja ni bil nikoli zgrajen ali preizkušen, je njegova idejna zasnova predstavljala prvo vizijo človeškega letenja, ki je služila kot ideja za prihodnje generacije izumiteljev.

Življenje Leonarda da Vincija je bilo dokaz moči interdisciplinarnega učenja in velikih razsežnosti človeškega uma. Čeprav da Vincijevi izumi niso bili preizkušeni v njegovem času, njegovi prispevki k umetnosti, znanosti in tehniki še vedno navdušujejo ter vplivajo na ljudi po vsem svetu, s tem pa potrjujejo njegovo zapuščino kot zapuščino enega največjih polimatikov v zgodovini.



Avtorica: Deja Mavri



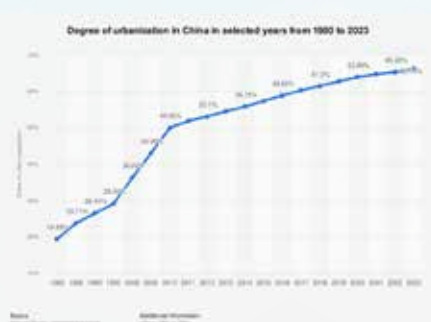
# Mesta duhov na Kitajskem

Mesta duhov na Kitajskem so urbana območja, ki so bila zgrajena z velikimi načrti za urbanizacijo, vendar se ti niso nikoli uresničili. V nekaterih primerih so lokalne oblasti načrtovale in gradile nova mesta ter stanovanjske komplekse v pričakovanju hitrega urbanega razvoja, v drugih primerih pa gre za špekulacijo z nepremičninami. Na Kitajskem naj bi se nahajalo več kot 65 milijonov praznih stanovanj, ki so fenomen širom celotne Kitajske.



Tipični primer t. i. mesta duhov

Takšna mesta so le en del kompleksne slike urbanega razvoja na Kitajskem, ki je doživela skokovit razvoj in naraščanje prebivalstva v zadnjih nekaj desetletjih. V zadnjih dvajsetih letih se je stopnja urbanizacije na Kitajskem povečala za skoraj 50 %. Vse to je privedlo k večji potrebi po nepremičninah. Skokovito rast gradnje nepremičnin lahko pripišemo dodatku k Ustavi Ljudske republike Kitajske leta 1988, ki državi omogoča prenos upravljanja z zemljišči. Vso zemljo na Kitajskem si namreč lasti država. Ta dodatek je omogočil, da lahko lokalne skupnosti kljub lastništvu države uporabljajo in razvijajo zemljo na svojih območjih. Lokalne skupnosti so lahko pravico za uporabo zemlje prodale nepremičninskim investitorjem, ki so zgradili nepremičnine.



Rast urbanizacije na Kitajskem

Kitajski prebivalci ne smejo investirati v tujini, zato za prebivalce srednjega sloja nepremičnine pogosto predstavljajo dobro investicijo v primerjavi z drugimi opcijami, kar pa ni nujno res, saj obstaja veliko indecev, da je na nepremičninskem trgu prisoten mehurček. Laična razlaga mehurčka je, da cene nepremičnin ne odražajo več dejanske vrednosti, ker ceno stanovanj podpira samo prepričanje, da bodo cene v prihodnosti še narasle. Zaradi takšnega mišljenja so cene nepremičnin na Kitajskem zrastle v nebo, kljub visoki količini novozgrajenih stanovanjskih enot (okrog 15 milijonov letno). S takšnimi mehurčki se sicer srečujemo po celem svetu, vendar je na Kitajskem ta problem veliko bolj prepoznaven zaradi mest duhov in velikosti države.

Oblast se do nedavnega s tem fenomenom ni pretirano obremenjevala, saj so naložbe v infrastrukturo in nepremičnine poganjale njeno gospodarsko rast. Nižja gospodarska rast in ukrepi zaradi COVID-19 so ohladili nepremičninski trg, kar je vodilo v drastično zmanjšanje cen nepremičnin ter novogradenj. Sledil je ukrep omejitve zadolževanja nepremičninskih podjetij. Leta 2021 je zaradi kombinacije prej naštetih dejavnikov in prenasičenosti trga v težave zašel močno zadolžen kitajski nepremičninski velikan Evergrande. Ta dogodek je naznanil začetek krize na Kitajskem nepremičninskem trgu, ki traja še danes.



Upad naložb v nepremičnine na Kitajskem

Za največje tovrstno mesto je pogosto razglašeno mesto Kangbashi v Ordosu, ki se nahaja v Notranji Mongoliji. Kangbashi so v originalnem planu zasnovali kot novo urbano središče z moderno infrastrukturo in stanovanji za milijon ljudi, vendar so v fazi načrtovanja kapaciteto prepolovili. Kasneje so to številko zaradi padca cen premoga še zmanjšali na 300.000. Gospodarstvo Ordosa je namreč močno odvisno zlasti od izvoza premoga, ki poganja kitajsko industrijo. Po zadnjih podatkih iz leta 2021 naj bi populacija mesta znašala skoraj 120.000, kar je še vedno manj kot polovica celotne kapacitete mesta. Čeprav so nekateri deli Kangbasha v zadnjih letih doživeli razvoj in rast prebivalstva, mesto še vedno predstavlja dober primer kitajskih ambicioznih urbanističnih projektov, ki se soočajo z izzivi in težavami.



Mesto Kanabashi

Avtor: Jan Panič



# Kuharski kotiček

## Kremna italijanska špargljeva rižota

Rižota je ena najbolj znanih italijanskih jedi. Lahko jo pripravimo s katerokoli spremljevalno sestavino in s katerokoli začimbo, vsem pa sta skupni kremavost in maslenost, ki se ju ne moremo naveličati. Okusi rižote so torej lahko zelo raznoliki, zato vam bom v receptu predstavil osnovno belo rižoto, ki ji nato lahko dodate sestavine po svojem okusu. Ker je sezona špargljev v polnem teku, sem tokrat osnovno rižoto nadgradil prav s šparglji.



### Sestavine in nasveti:

Bela, osnovna italijanska rižota, sestavine za 2 osebi:

- 150–200 g riža (predlagam Arborio zaradi velike vsebnosti škroba, ki rižoti doda kremavost)
- oljčno olje
- 1 šalotka
- 30 g masla
- 50 g naribanega parmezana (ali katerega drugega trdega sira)
- pol kozarca belega vina
- sol
- jušna osnova (piščančja ali zelenjavna)

Za rižoto s šparglji potrebujemo tudi:

- približno 300 g špargljev
- pest sveže špinache

### Priprava:

Za rižoto najprej fino nasekljamo šalotko in jo na rahlo prepražimo na oljčnem olju, da postekleni. Nato v posodo dodamo riž in ga prav tako malenkost popražimo (1–2 min). Zalijemo z vinom in počakamo, da ves alkohol izpari. Ko alkohola ne vonjamo več, začnemo s postopnim dodajanjem jušne osnove. S postopnim dodajanjem jušne osnove in konstantnim mešanjem bomo dosegli izločanje škroba iz riža, kar naredi rižoto kremno. Jušne osnove vedno dodamo toliko, da je z njo obdan ves riž, vendar ne toliko, da plava v njej. Rižoto kuhamo na srednjem ognju 15–20 min oziroma dokler ne bo riž kuhan al dente (na zob). Takrat ugasnemo štedilnik in dodamo maslo ter parmezan in ju vmešamo v rižoto. Pravilno kuhana rižota se mora razliti po krožniku. V primeru, da je pregosta, dodamo še malo jušne osnove, preredki pa dodamo še malo parmezana ali pa jo še nekoliko pokuhamo.

Če želimo pripraviti špargljevo rižoto, v vmesnem času pripravimo špargljevo kremo. To storimo tako, da špargljev odrežemo vršičke, ki jih popečemo in prihranimo za dekoracijo. Stebla pokuhamo v vodi približno 5 min in jih nato direktno iz vrele vode prestavimo v ledeno mrzlo vodo, da ohranijo živo zeleno barvo. Temu postopku pravimo blanširanje. Enako ponovimo s špinacem, le da jo lahko le pomočimo v vrelo vodo, saj ne potrebuje dolge termične obdelave. Špinaca je v tem receptu pretežno namenjena temu, da rižoti doda lepo zeleno barvo. Stebla špargljev in špinac nato zmikšamo s paličnim mešalnikom, da nastane gladka krema. Kremo dodamo rižoti proti koncu kuhanja.

Rižoto serviramo na plitvem krožniku, nanjo postavimo popečene špargljeve vršičke in potresemo parmezan. Po želji lahko za svežino dodamo tudi malo limonine lupinice.

Avtor: Matic Bezjak

Študentski

# most:

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

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

## 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!