

študentski most:

Revija študentov Fakultete za gradbeništvo in geodezijo v Ljubljani | Marec 2023 | brezplačen izvod

ISSN C508-654X



Marec

Fotografija: Aljaž Frank



Spoštovani bralci in bralke,

pred vami je nova številka naše in vaše revije Študentski most. Uspeli smo se prebiti, nekateri skozi prvo nekateri skozi še eno izpitno obdobje. Upam, da je bilo to uspešno in ne preveč naporno.

Pred nami je že nov semester, v katerem bodo daljši dnevi in večja količina sonca poskrbeli, da bo zagotovo lažji od zimskega.

Zahvaljujem se celotni ekipi revije, ki je v času izpitnega obdobja uspela izdati revijo in napisati veliko zanimivih člankov.

V marčevski izdaji imamo tako 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 interesanten intervju s prodekanom za študentske zadeve, Klemenom Kozmusom Trajkovskim. Z veseljem vam sporočam, da bo nova rubrika Na fotelju v tej in v prihodnjih številkah predstavljala največje izumitelje, začenši z Nikolo Teslo.

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, kjer so vse ideje dobrodošle.

Lep pozdrav!

Deja Mavri

Most čez Savo Dolinko v Piškovci

V preteklosti je na lokalni cesti Breg–Piškovca–Bled stal sovprežni most, ki je na štirih vmesnih stebrih premoščal Savo Dolinko. Zaradi dotrajanosti objekta in njegove delne porušitve na levem bregu (spodjedanega opornika), se je most za promet zaprl.

Gradbena dela so se začela januarja 2021. Obstoječi objekt se je v celoti odstranilo, nov objekt je bil predviden na isti lokaciji. Gre za armiranobetonsko prednapeto prekladno konstrukcijo s svetlim razponom 55 m, brez vmesnih podpornih stebrov. Objekt je temeljen globoko, s štirimi uvrtnimi piloti na vsaki strani s premerom 150 cm in globino 9 m. Stebre obstoječega mostu se je uporabilo za ležišča podporne konstrukcije opaža novega objekta.

Most so za promet odprli novembra 2021. Na vozišču je urejen tudi pas za pešce in kolesarje. Vozišče je ponoči osvetljeno.

Aljaž Frank

KAZALO



INTERVJU

dr. Klemnom Kozmusom Trajkovskim



MALE SIVE CELICE

Problematika reciklaže sončnih panelov	5
Podvodna uporaba LIDAR tehnologije	10
Požar v Pariški stolnici Notre-Dame	12
Porušitev lesene razgledne ploščadi v Cave Creeku	14
Hitro kartiranje manjših poplavnih ravnic z uporabo UAV SFM	16
Nevarnosti nizkih jezov	18
Učinkovito saniranje nosilne konstrukcije dotrajanih stavb	20
Porušitev večnamenskega objekta Hard Rock hotela v New Orleansu	22
Injektiranje kot ena izmed najučinkovitejših metod utrjevanja zidov	24
Delovanje naprav za energijsko izrabo odpadkov in njihov vpliv na okolje	26
Poplave v odvisnosti od podnebnih sprememb	30
Upravljanje s tekstilnimi odpadki	32
Navadno križišče, križišče ali semaforizirano križišče	36
Pametne hiše: tehnologija spreminja naš način bivanja	38
Zelene strehe	40
3D tiskanje kot prihodnost gradbeništva	42
Podpora satelitov pri oceni posledic potresov v Turčiji in Siriji	44
Sanacija čelnih sten podstrešja	47



ZABAVNI KOTIČEK

Ali ste vedeli? 48



ŠPORT

Snooker - šport natančnosti in dobrih živcev 49



NA FOTELJU

Največji izumitelj: Nikola Tesla 50



ŠTUDENSKI SVET
FAKULTETE ZA GRADBENIŠTVO
IN GEODEZIJO

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo



ISSN C508-654X
Letnik 23, št. 2, Marec 2023
Izdaja: 4 številke letno

Tiskarna:
Studio tiskarna Oman

Glavni in odgovorni urednik:
Deja Mavri

Poduredniki:
Jošt Rogelj, Zala Kač, Ema Kovič

Oblikovanje:
Tilen Pinter

Jezikovno urejanje:
Ana Rakovec

Izdaja:
ŠS FGG

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

Pomočniki: Aljaž Frank, Žiga Kesič, Amir Karadžić, Ema Kogovšek, Marko Žarov, Mark Pogačar Nikolić, Jan Kus, Matic Bezjak, Ajda Cimperman, Žiga Černe, Aleksandra Ostojčič, Katja Jenko



Intervju z dr. Klemnom Kozmusom Trajkovskim

1. Kaj vas je v srednješolskih letih pripeljalo do odločitve, da se vpišete na Fakulteto za gradbeništvo in geodezijo? Ste že od začetka vedeli, da želite opravljati pedagoški poklic? Kaj je vplivalo na odločitev zanj?

O študiju geodezije sem začeti razmišljati v zadnjem letniku gimnazije. Všeč mi je bila, ker gre za tehnični poklic, ki pokriva široko področje možnih zaposlitev, poleg tega je načeloma zmes pisarniškega in terenskega dela. V igri so bili tudi drugi študiji, ampak po obisku FGG na informativnem dnevu je bila odločitev sprejeta. O pedagoškem delu dejansko nisem nikoli razmišljal, ker se niti nisem zdel primeren za tovrstno delo. Še vedno nisem povsem prepričan. Tako je pač naneslo. Glede kariere sem bil odprt za vse, edino kataster mi ni nikoli dišal. Res pa ob koncu mojega študija dosti drugih opcij v tistem času ni bilo. Ko se je pojavila možnost, da se na FGG zaposlim kot asistent, sem jo tudi izkoristil.

2. Kdaj ste na svoji izobraževalni poti vedeli, da se želite usmeriti v kartografijo in kaj je bil razlog za to odločitev?

Svojo karierno pot sem začel pod mentorstvom prof. dr. Bojana Stoparja na področjih višje geodezije in GPS. Praktična uporaba GPS v začetku tega stoletja še ni bila povsem razvita in zaradi uvedbe te tehnologije v geodetsko prakso smo imeli kar nekaj zanimivih projektov. Leta 2008 je prišlo do delne reorganizacije in odprlo se je mesto asistenta za področje kartografije. Sprejel sem nov izziv, hkrati pa obdržal nekaj prejšnjih obveznosti, saj sprva mesto ni bilo za polno obremenitev.

Tehnologija GNSS (poleg GPS so se pojavili še drugi sistemi satelitske navigacije) me je še vedno spremljala, z njo sem se ukvarjal tudi v doktorski disertaciji, ki sem jo zagovarjal leta 2010. Področje kartografije mi je privlačno že od nekdaj. Zanimivo je spremljati, kako se razvija skupaj z izrednim razvojem informacijsko komunikacijske tehnologije.

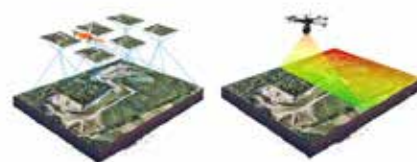


3. S katerimi raziskovalnimi projekti se trenutno ukvarjate? Ali lahko enega, morda najljubšega, na kratko opišete?

Trenutno sem vključen v nekaj projektov, ki so povezani s kartografskimi prikazi, ali vključujejo daljinsko vodene letalnike. Meni je najbolj zanimiv projekt spremljanja Strunjskega klifa. Z letalnikom dvakrat na leto posnamem stene klifa v Mesečevem zalivu in dalje proti Izoli. Te meritve na enem delu primerjamo s terestričnimi meritvami z laserskim skenerjem, v celoti pa služijo za spremljanje erozijskih procesov na klifih. Terensko delo je zelo pestro, saj je treba upoštevati vremenske razmere, plimo/oseko, sami leti so zaradi bližine stene zelo počasni. Vsakič se nabere ogromna količina podatkov in obdelava je posledično dolgotrajna. Ponovno imam opravka z GNSS, pa tudi poznavanje koordinatnih sistemov in transformacij mi pri letalnikih zelo pomaga.

4. Velik del svoje kariere posvečate razvoju uporabe brezpilotnih letalnikov na področju geodezije. Kakšen je njihov glavni doprinos h geodeziji in katere vrzeli lahko zapolnimo z uporabo letalnikov oz. dronov?

Ne bi rekel, da ravno velik del kariere, žal nisem več tako mlad. Z letalniki oz. droni sem se začel ukvarjati ob koncu leta 2016, ko smo na FGG nabavili prvi letalnik. Podobno kot kdaj prej se mi je ponudila nova priložnost, nov izziv, ki sem ga tudi sprejel. Ta letalnik je bil zelo okoren za uporabo, zato smo leta 2018 nabavili novega, veliko bolj praktičnega in uporabnega. Kasneje smo kupili še njegovo nadgradnjo, t. i. RTK-model. Od leta 2021 imamo na FGG tudi letalnik, na katerega se lahko pritrdi modul za lasersko skeniranje, t. i. lidar. Menim, da imajo droni velik doprinos h geodetski znanosti, saj so zelo učinkoviti pri množičnem zajemu prostorskih podatkov. Naleteli smo že na veliko primerov, ki se jih drugače kot z droni, sploh ne da rešiti. Dosti je tudi primerov, ko se ta metoda pokaže za najbolj racionalno. Po mojem mnenju droni zelo dobro zapolnjujejo vrzel med terestričnimi meritvami ter opazovanji iz vesolja oz. letal. Seveda pa moramo biti zelo pozorni na varno rabo letalnikov.



Zajemanje prostorskih podatkov



5. Na področju geodezije se droni že uporabljajo za zajem območij premikov zemlje in plazov, za identifikacijo katastrskih mej, za topografsko kartiranje, izdelavo 3D modelov objektov, za nadzorovanje gradnje itd. Ali lahko v prihodnosti pričakujemo, da bodo pri nekaterih geodetskih storitvah povsem nadomestili klasični zračni zajem glede na to, da so droni cenejši, hitreje pripravljeni na vzlet in zajem, končne rezultate pa dajejo v realnem času?

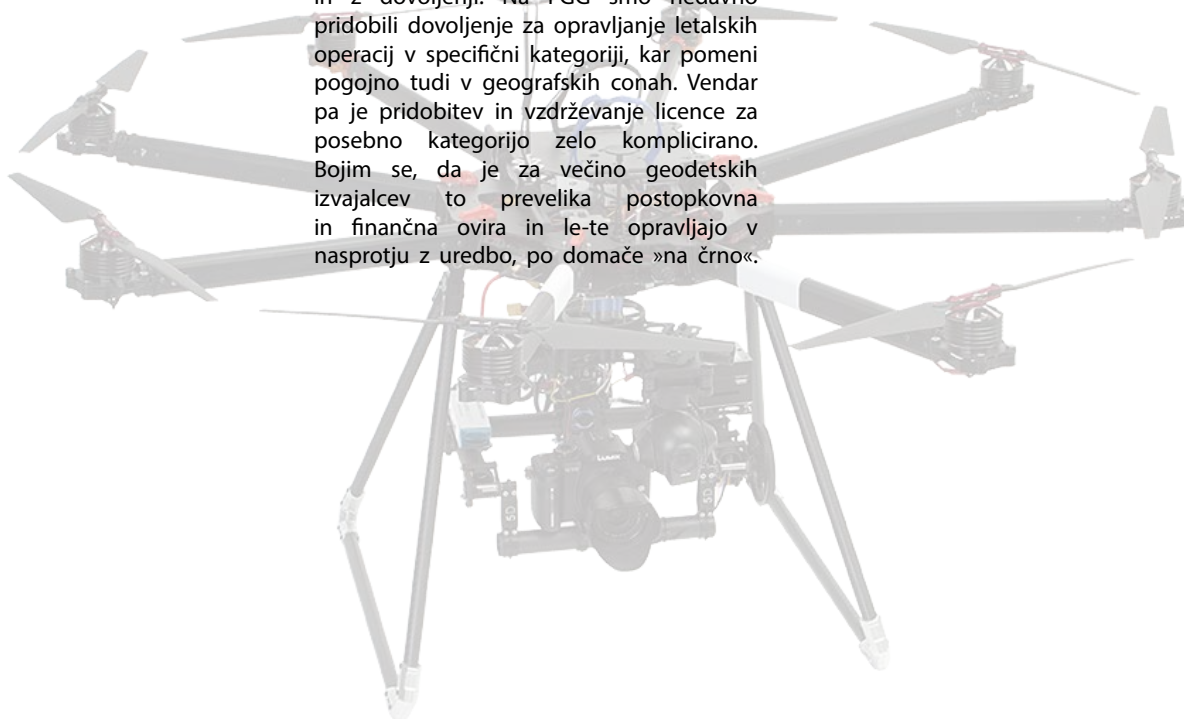
Težko je soditi, kaj se bo dogajalo. Pri določenih storitvah so droni že nadomestili tradicionalni zračni zajem, predvsem zaradi ekonomičnosti in velike ločljivosti. V primeru zelo velikih območij bo naprej prevladal zajem iz plovil s posadko oz. satelitov. Zajem z droni je po mojem mnenju smiseln za območja do nekaj km², za večja so bolj primerna druga plovila.

6. Konec leta 2020 je v veljavo stopila nova zakonodaja na področju daljinsko vodenih letalnikov. Z začetkom leta 2023 se končuje prehodno obdobje, v katerem še veljajo tudi dovoljenja za upravljanje, izdana po prejšnji zakonodaji. Je nova zakonska ureditev po vašem mnenju primerna in bo omogočala razvoj uporabe letalnikov za strokovne naloge v geodeziji, ali bo slednje omejevala?

Vsekakor pozdravljam regulacijo področja uporabe letalnikov. Nova EU uredba prinaša enotna pravila znotraj Evropske Unije. Velika prednost te uredbe je možnost opravljanja letov tudi v drugih državah, seveda v skladu z dodatnimi internimi pravili. Uredba vsebuje tudi nekaj nerodnosti. V odprti kategoriji obstajajo različni razredi letalnikov, vendar še nobeno plovilo na trgu nima te oznake. Letenje v odprti kategoriji je zelo omejeno, v Sloveniji vse prometnice in naselja spadajo v t. i. geografske cone, kjer letenje z običajnimi letalniki ni dovoljeno, možno je zgolj z mini droni ob posebnih pogojih in z dovoljenji. Na FGG smo nedavno pridobili dovoljenje za opravljanje letalskih operacij v specifični kategoriji, kar pomeni pogojno tudi v geografskih conah. Vendar pa je pridobitev in vzdrževanje licence za posebno kategorijo zelo komplicirano. Bojim se, da je za večino geodetskih izvajalcev to prevelika postopkovna in finančna ovira in le-te opravljajo v nasprotju z uredbo, po domače »na črno«.

7. Ali lahko na koncu zapišete še nekaj vzpodbudnih misli za študente, ki jih morda zanima smer kartografije? Je po vašem mnenju kariernih priložnosti v tej smeri dovolj?

Področje kartografije se je zelo spremenilo. Seveda bo klasična kartografija, ki vključuje izdelavo topografskih in tematskih kart v projekcijski ravnini, še vedno delovala, saj bo vedno obstajala potreba po tovrstnih izdelkih. Glede na nepregledno množico prostorskih podatkov, ki so na razpolago, in z razvojem naprednih prikazov, je po mojem mnenju potreba po tovrstnih strokovnjakih čedalje večja. Tisti, ki ga zanima to področje, bo nedvomno imel zelo dobre karierne možnosti pri nas ali pa tudi v tujini.





Problematika reciklaže sončnih panelov

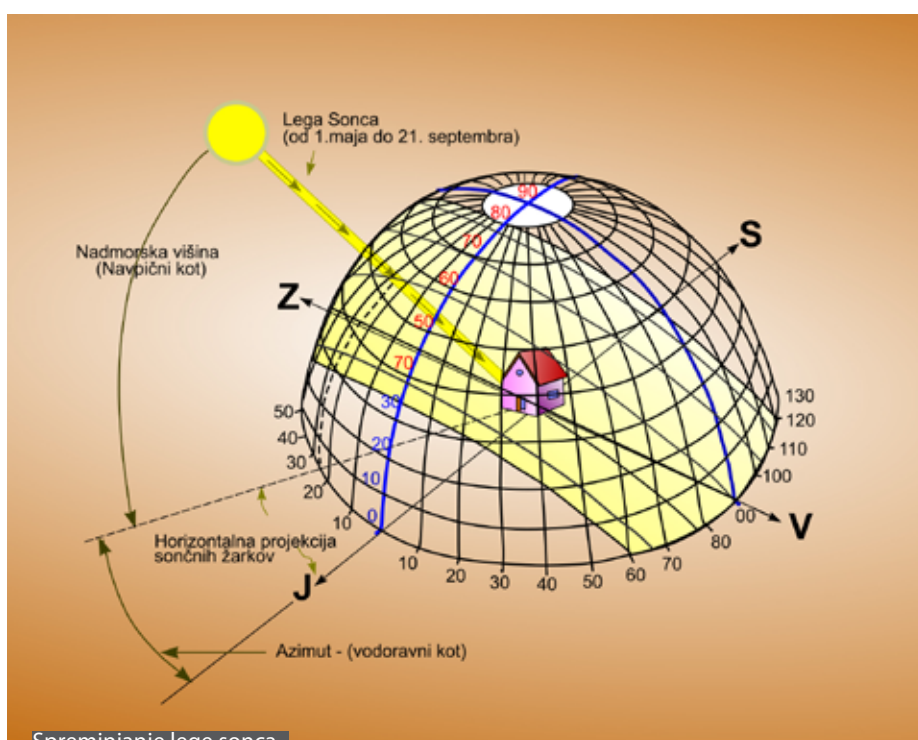
Ob povečanjem številu sončnih elektrarn se upravičeno pojavlja vprašanje, kam s sončnimi paneli ob koncu njihove življenjske dobe oz. kako je poskrbljeno za njihovo reciklažo. Po več kot tridesetih letih proizvodnje čiste elektrike gredo fotonapetostni (PV) moduli kot bistveni in najpogostejše uporabljeni sestavni deli sončnih elektrarn v postopek reciklaže. Recikliranje PV modulov poleg zmanjševanja onesnaževanja okolja zaradi manjše količine odpadnih materialov prispeva tudi k zmanjšanju porabe elektrike, ki je potrebna v procesu pridobivanja teh surovin.

Sončna energija

Sončne svetlobe je na Zemlji obilo, razširjena je tako rekoč po celi njeni površini, zato jo zlahka neposredno pretvorimo v uporabno električno energijo s pomočjo električnih komponent. To so tako imenovane solarne fotovoltaične celice oz. solarne celice z mnogo manjšim vplivom na okolje, kakor ga imajo npr. fosilna goriva.

Za razumevanje pretvorbe sončne energije se opisuje sevanje s pretokom fotonov kot nedeljivimi kvantnimi delcev brez mase, a z gibalno količino in točno določeno energijo. Sončno sevanje je sestavljeno iz množice fotonov različnih energij. Porazdelitev fotonov glede na njihovo energijo oz. valovno dolžino imenujemo sončni spekter.

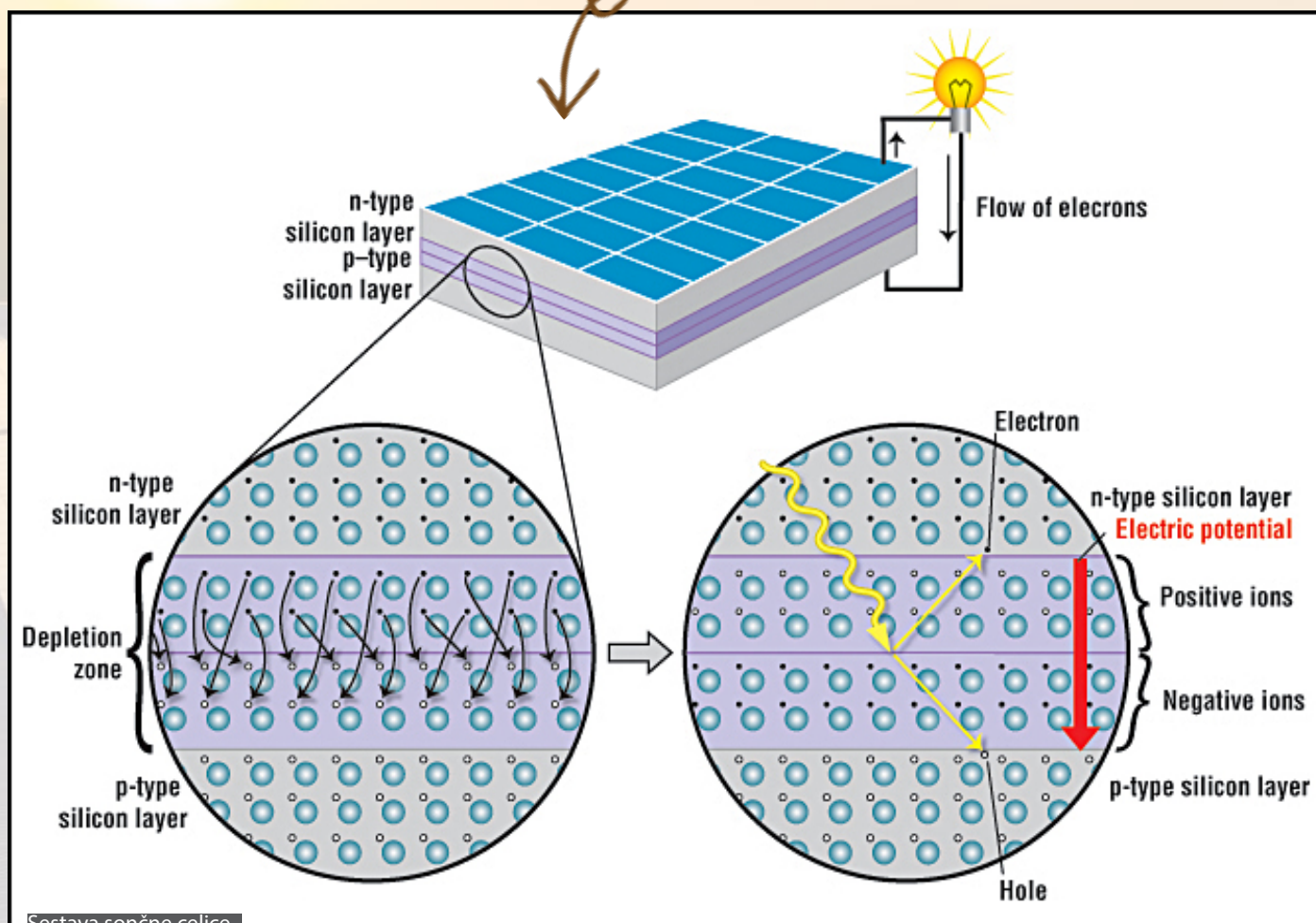
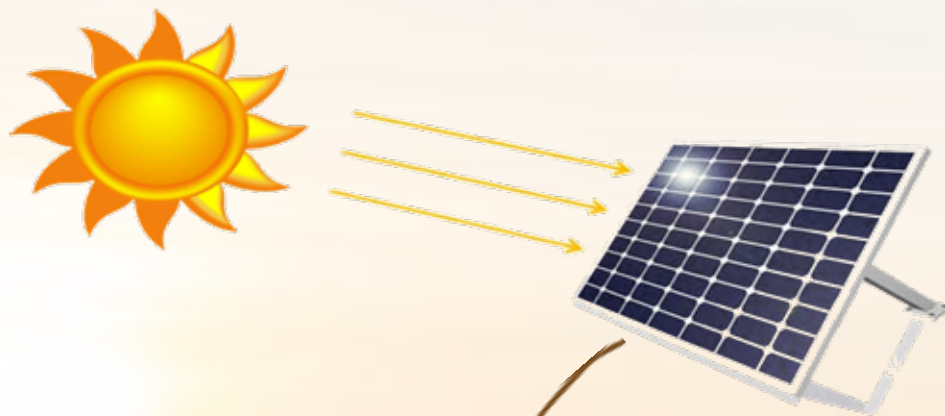
Za praktično izrabo sončne energije je pomembno poznavanje količine in tipa vpadnega sevanja na zemeljsko površino. Gostota moči sončnega sevanja se stalno spreminja glede na čas dneva, vremenske razmere in letni čas.



Sončne celice

Fotovoltaika je proces pretvorbe sončne energije neposredno v električno energijo. Proces pretvorbe je čist, zanesljiv in potrebuje le svetlobo kot edini vir energije. Za pretvorbo sončne energije v električno energijo se uporabljajo fotonapetostni moduli. Proizvodnja elektrike iz fotovoltaičnih sistemov je okolju prijazna, saj ne povzroča emisij, hrupa in vizualno ni moteča. Naprave so t. i. sončne celice (ang. photovoltaics – PV), ki temeljijo na ustvarjanju električne napetosti na osnovi fotoefekta.

Fotoefekt je ustvarjanje prostih elektronov z energijo svetlobe. Fotoni svojo energijo predajo elektronom, ki se zato lahko osvobodijo vezi z atomskim jedrom in postanejo prosto gibljivi. Elektrone lahko usmerimo in tako nastane električni tok.



Sestava sončne celice

1. Sestava sončne celice

Sončna celica je sestavljena iz plasti silicija p-tipa, nameščenega poleg plasti silicija n-tipa. V plasti n-tipa je presežek elektronov, v plasti p-tipa pa presežek pozitivno nabitih lukenj – to so prazna mesta, ki nastanejo zaradi pomanjkanja valenčnih elektronov. V bližini stičišča obeh plasti se elektroni na eni strani spoja (na plasti n-tipa) premaknejo v luknje na drugi strani spoja (na plast p-tipa). To ustvari območje okoli stičišča, imenovano območje izčrpanosti, kjer elektroni zapolnijo luknje.

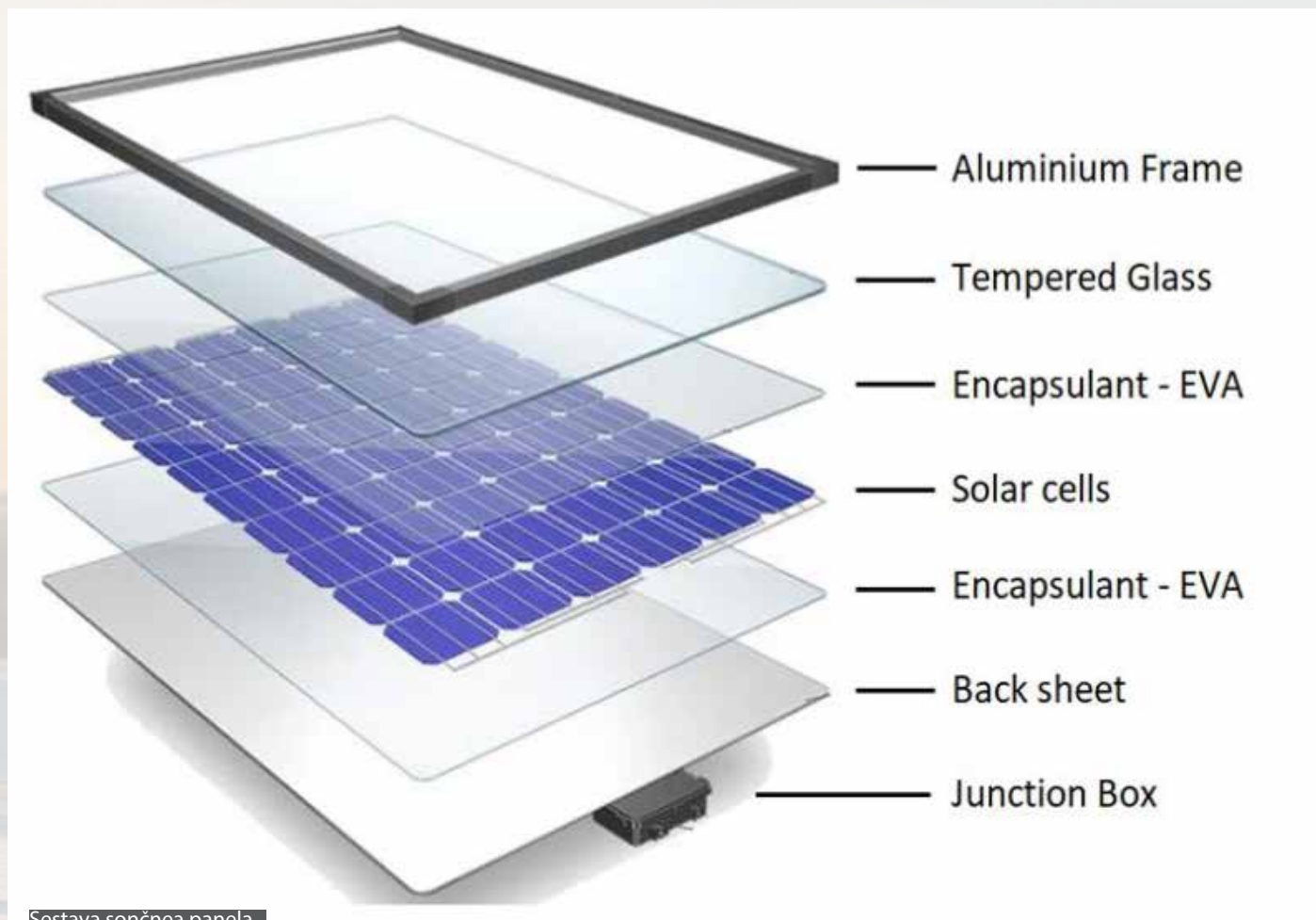
Ko sončna svetloba zadene sončno celico, se elektroni v siliciju izvržejo, kar povzroči nastanek »lukenj« oz. prostih mest, ki jih za seboj pustijo uhajajoči elektroni.

Če se to zgodi na električnem polju, bo polje premaknilo elektrone v plast n-tipa in luknje v plast p-tipa. Če plasti n-tipa in p-tipa povežete s kovinsko žico, bodo elektroni potovali od plasti n-tipa do plasti p-tipa tako, da bodo prečkali območje izčrpanosti in nato šli skozi zunanjo žico za n-tipom; to je plast, ki ustvarja pretok električne energije.

2. Sestava sončnega panela

Trenutno je glavni material za sončne celice kristalni silicij. Ko so znanstveniki raziskovali vse možne materiale v periodnem sistemu, so ugotovili, da je silicij s številnimi idealnimi lastnostmi primeren kandidat za ta polprevodniški material, saj:

- Ga je v izobilju in je cenovno dostopen kot osnovni material, zaradi česar je primeren za velike sisteme;
- Je njegova kemična in elektronska sestava enostavna za optimizacijo fotovoltaičnega učinka, ki učinkovito pretvarja sončno svetlobo v elektriko;
- Ima kot sestavni material dolgo življenjsko dobo, zaradi česar je naložba v sončne kolektorje še bolj učinkovita.



Sestava sončnega panela

3. Sestava sončnega panela in funkcija vsakega dela

Sončni panel:

1) **Aluminijeva zlitina:** Zaščita laminata, igra določeno tesnilno in podporno vlogo.

2) **Kaljeno steklo:** njegova funkcija je zaščita glavnega telesa proizvodnje energije (kot je celice) in potrebna izbira prepustnosti svetlobe. Prepustnost svetlobe mora biti visoka.

3) **EVA** (etilen-ko-vinil acetata): uporablja se za lepljenje in pritrditev kaljenega stekla in glavnega telesa (celice) za proizvodnjo električne energije. Kakovost prozornega materiala EVA neposredno vpliva na življenjsko dobo modula. EVA, izpostavljena zraku, se zlahka stara in porumeni, kar vpliva na prepustnost svetlobe modula;

4) **Celice:** njihova glavna funkcija je proizvodnja električne energije. Glavni tok na glavnem trgu proizvodnje električne energije so kristalne silicijeve sončne celice in tankoplastne sončne celice. Obe imata svoje prednosti in slabosti.

a. **Kristalne silicijeve sončne celice** imajo npr. razmeroma nizke stroške opreme, vendar je njihova poraba velika. Po drugi strani imajo visoko učinkovitost fotoelektrične pretvorbe in so primernejše za proizvodnjo električne energije na prostem.

b. **Tankoplastne sončne celice** imajo razmeroma visoke stroške opreme, vendar sta njihova poraba in strošek baterij zelo nizki. Učinkovitost fotoelektrične pretvorbe je po drugi strani več kot za polovico manjša od celic iz kristalnega silicija.

5) **Zadnja plošča:** njena funkcija je, da tesni, izolira in je voodoodporna. Na splošno morajo biti materiali odporni na staranje. Ključno je, da hrbtna plošča in silikagel izpolnjujeta zahteve tesnjenja in izolacije.

6) **Razvodna omarica:** ščiti celoten sistem za proizvodnjo električne energije in deluje kot postaja za prenos toka. Če je komponenta v kratkem stiku, bo spojna omarica samodejno odklopila kratkostični niz baterij, da prepreči izgorelost celotnega sistema. Najpomembnejša stvar pri razdelilni omarici je izbira diod. Slednje se razlikujejo od vrste sončne celice.

7) **Silikagel:** funkcija tesnjenja, ki se uporablja za tesnjenje spoja med komponento in okvirjem iz aluminijeve zlitine ter komponento in priključno omarico. Nekatera podjetja namesto silikagela uporabljajo dvostranski lepilni trak in peno. Silikon se pogosto uporablja na Kitajskem.

Proces reciklaže sončnih panelov

Fotovoltaične module je mogoče v veliki meri reciklirati. Materiale, kot so steklo, aluminij in polprevodniki, lahko teoretično obnovimo in ponovno uporabimo. Pomembno je, da potrošniki, industrija in proizvajalci prevzamejo odgovornost reciklaže sončnih panelov. Najpogostejše metode recikliranja c-Si PV modulov temeljijo na mehanskih, toplotnih in kemičnih postopkih. Termične postopke se uporablja za module, ki niso poškodovani, medtem ko se kemične postopke uporablja pri uničenih solarnih panelih.



Odpadni sončni paneli

a) Mehanska in termična obdelava

Postopek recikliranja se začne z drobljenjem modulov najprej na večje kose in nato na manjše delce z obsegom 5 mm s kladivnim mlinom. V naslednjih 4–6 urah se polprevodniški filmi odstranijo v bobnu za počasno izpiranje. Preostalo steklo izpostavljajo mešanici žveplove kisline in vodikovega peroksida, da bi dosegli optimalno razmerje med trdimi in tekočimi snovmi. Nato sledi ponovno odstranjevanje večjih kosov stekla od EVA prek vibrirajočega sita. Steklo nato očistijo in pošljejo na nadaljnjo reciklažo. Natrijev hidroksid se uporablja za obarjanje kovinskih spojin, ki jih nato pošljejo v obrat za predelavo polprevodniških surovin. Ta proces obnovi 90 % stekla za uporabo v novih izdelkih.

b) Kemična obdelava

Prvi korak je mehansko drobljenje in ločevanje materialov. Sledi mu kemična obdelava za pridobitev polprevodniških komponent z uporabo organskih topil.



Uničene sončne elektrarn zaradi vremenskih ujm



Uničena sončna elektrarna v Puerto Ricu zaradi orkana Maria



Delno ločeni sončni paneli

Izzivi reciklaže sončnih panelov

Zaradi razcveta sončna energije se je povečala globalna fotovoltaična zmogljivost z 1,4 GW leta 2000 na 760 GW leta 2020. Proizvodnja elektrike iz sončne energije trenutno predstavlja skoraj 4 % globalne električne energije. Z vse večjo uporabo sončnih modulov nastaja vse več odpadkov, s katerimi trenutno še ne znamo pravilno rokovati.

To predstavlja ogromen globalni problem. Fotonapetostne plošče vsebujejo človeku škodljive materiale, kot je na primer svinec, ki onesnažujejo okolje, če z njim na odlagališčih ne ravnamo ustrezno. Fotovoltaične plošče vsebujejo koristne materiale, ki bi jih lahko ponovno uporabili za izdelavo novih sončnih celic, vendar so danes viri iz odvrgenih solarnih panelov večinoma neuporabni.

Zaenkrat je eden ključnih izzivov odlepiti steklo modula s sončnih celic. Nekateri raziskovalci so za odstranitev EVA uporabili organska topila, vendar je to draga taktika, ki bi lahko povzročila velike količine nevarnih odpadkov. Namesto tega nekateri pri komercialni reciklaži sežgejo EVA in druge polimere v pečici pri približno 600 °C. Toda dajanje serij 1 m širokih PV modulov skozi ta postopek pirolize zahteva veliko pečico in ogromno dodatne energije. Ko predelovalci pridobijo steklo, se lahko osredotočijo na reciklažo materialov višje vrednosti pod njim. FRELP je razvil kemične procese, ki bi lahko na primer obnovili silicij in kovine iz celic. Ti vključujejo uporabo dušikove kisline za izpiranje kovin, čemur sledi elektrokemični postopek, imenovan »elektrodoživljanje«, ki loči srebro in baker iz mešanice.

Na žalost starih rezin ni mogoče preprosto stopiti in ponovno oblikovati v nove celice. Poleg sledov srebra in aluminija vsebujejo tudi dodatke, kot sta bor in fosfor, skupaj z antirefleksno prevleko iz silicijevega nitrida. Odstranitev te kontaminacije je ključni korak k temu, da bo recikliranje PV ekonomsko trajnostno.

Problematika

Postopki za proizvodnjo sončnih panelov so težavni, saj med nekaterimi postopki čiščenja reaktorja povzročajo emisije toplogrednih plinov. Poleg zgoraj omenjenih problematik je potrebno izpostaviti še problematiko svinca in težkih kovin v ploščah, ki lahko povzročijo resne zdravstvene in okoljske težave, če se izpirajo v zemljo. Drugi sestavni materiali sončnih kolektorjev, kot so silicij, arzen in baker, so prav tako potencialno nevarni, če so izpostavljeni oskrbi s podtalnico.

Kadmij se zlahka spere s solarnih modulov in se pri tem izpira v tla. To je lahko velika skrb pri obnavljanju sončnih kolektorjev, uničenih v naravnih nesrečah, kot so orkani ali nevihte.

Ponovna uporaba

Več organov za energijo in odpadke predlaga obvezno recikliranje, kar bo povzročilo obetavno povečanje tržne vrednosti predelanih materialov. Glede na to da bo dolgoročno verjetno prišlo do omejitve razpoložljivosti kritičnih PV materialov, je recikliranje tudi odgovornost proizvajalcev. Nekatera podjetja za izdelavo solarnih panelov tako ustvarjajo svoje obrate za recikliranje. Te organizacije spodbujajo stranke, da vrnejo svoje stare plošče za ceno, ki ustreza njihovi vrednosti v tem trenutku.

Vseenovnekaterih primerih stroški recikliranja plošč niso vzdržni, zato nekatera podjetja ne ponujajo takšne možnosti. Glede na njihovo vrednost lahko preprodajo stare panele, ki še delujejo, vendar z nižjo učinkovitostjo. Številna gospodarstva se bolj zanimajo za cenovno ugodnejše sončne celice.

Obvezno recikliranje ni edini način za bolj zeleno sončno energijo. Številni tehnološki »startupi« so iskali načine, kako narediti dejanski proizvodni proces čistejši. Več znanstvenikov raziskuje nove načine za čiščenje silicija za sončne celice, ali eksperimentira s silicijevimi sončnimi celicami nižje kakovosti.

Poleg tega lahko nedavno odkritje v solarni tehnologiji v celoti odpravi silicij z uporabo materiala, imenovanega perovskit. Namesto silicijevih kristalov so perovskitne sončne celice izdelane iz kovinskih kristalov, običajno iz svinca. Surovine in sinteza za svinčeve perovskitne celice so veliko cenejše od silicija visoke čistosti, ki je potreben za tradicionalne sončne celice. To pomeni, da je njihova izdelava veliko bolj ekonomsko učinkovita. Kitajska jih dejansko izdeluje s svincom iz recikliranih baterij.

Potrebne so nadaljnje raziskave za razvoj ekonomsko izvedljivih in okolju varnih tehnologij recikliranja skupaj z vključevanjem novih tehnoloških sprememb, ki so prisotne v novih PV tehnologijah.

Izzivi, ki nas čakajo

Zavedati se moramo, da je, kar se tiče same reciklaže PV modulov, še vedno prisotnih precej pomanjkljivosti, in sicer:

- Pomanjkanje spodbud ali subvencij, ki bi spodbujale politiko povratnega prevzema in recikliranje PV z manj zakoni in predpisi, specifičnimi za odpadke PV modulov;
- Pomanjkanje informacij o natančni količini tokov PV odpadkov, ki bodo nastali v bližnji prihodnosti ali dolgoročno;
- Visoki stroški recikliranja v primerjavi s stroški izdelave modula;
- Pomanjkanje infrastrukture z varnimi, okolju prijaznimi objekti za upravljanje;
- Odnos javnosti do količine odpadkov in ignorantski odnos do količine toksičnih odpadkov, prisotnih v nekaterih PV tehnologijah.

Avtorica: Aleksandra Ostojić



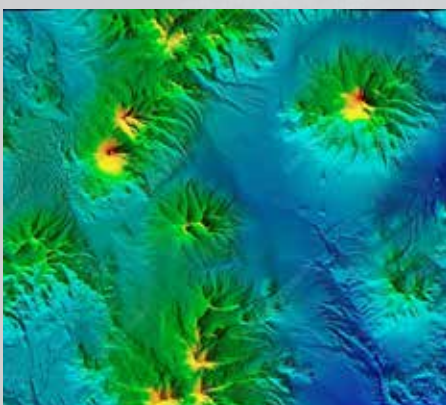


Podvodna uporaba LIDAR tehnologije

LiDAR je akronim za Light Detection and Ranging (svetlobno zaznavanje in merjenje) in predstavlja metodo daljinskega zaznavanja, ki uporablja laserske impulze za merjenje razdalje med predmeti ali za razdalje od samega senzorja LiDAR. To naredi tako, da z laserskim oddajnikom pošlje laserski žarek do predmeta ali površine in izmeri čas, ki je potreben, da se odbita svetloba vrne v sprejemnik. Svetlobni impulzi skupaj z drugimi podatki, pridobljenimi s sistemom LiDAR, ustvarjajo zelo natančne 3D informacije o zemeljskem površju.

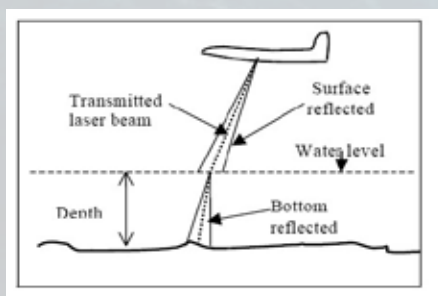


LiDAR se običajno uporablja za izdelavo zemljevidov visoke ločljivosti v različnih disciplinah, kot so geodetstvo, arheologija in seizmologija. Najdemo ga lahko tudi v potrošniških izdelkih, kot so brezpilotna letala, robotika, pametni telefoni in samovozeči se avtomobili. Vendar se LiDAR tehnologija pogosto uporablja tudi za podvodno uporabo. Ko gre za izdelavo natančnih podvodnih zemljevidov, je LiDAR bistvenega pomena.



Kako LiDAR deluje pod vodo?

Batimetrični sistem LiDAR v zraku deluje pod vodo z uporabo zelene valovne dolžine 532 nm, da prodre skozi vodni stolpec in učinkovito meri morsko dno. Zelena svetloba senzorjev LiDAR lahko prodre najgloblje v vodo ter pri tem premaga izzive, kot sta lom in absorpcija svetlobe. Zelena svetloba lahko prodre v oceanske vode vse do 300 metrov.



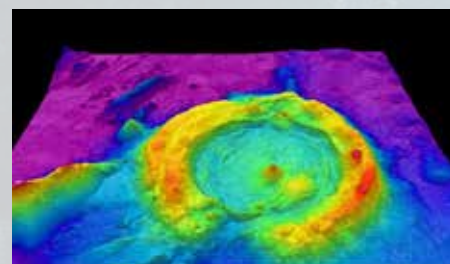
Za izvajanje batimetrije oz. podvodnega kartiranja dna oceanov, rek in jezer morajo izvajalci batimetričnih raziskav uporabljati batimetrični tehnološki sistem LiDAR v zraku. Airborne LiDAR je bodisi nameščen na helikopter ali brezpilotno zračno vozilo. Takoj, ko je naprava LiDAR v zraku aktivirana, oddaja lasersko svetlobo proti tlu, da zbere podatke, vključno s topografskimi podatki morskega dna. Senzor se vrne in poda natančne podatke o razdalji, ki jo je moral laser prepotovati do posamezne točke.

Ta tehnika skeniranja je ključnega pomena za pridobivanje natančnih in doslednih meritev. Za napravo LiDAR v zraku mora biti poševna pot letenja UAV ali helikopterja pod enakim kotom glede na tla, sicer se lahko rezultati nekoliko razlikujejo. Tehnika skeniranja mora biti tudi brez praznin navzkrižnega skeniranja.

Batimetrični senzorji LiDAR imajo štiri glavne komponente:

1. GPS sprejemnik, ki zagotavlja položaj letala;
2. inercialno merilno enoto (IMU), ki zagotavlja nagib, naklon in odklon letala;
3. laserski skener, ki oddaja signal v določenem vzorcu;
4. senzor, ki bere povratni signal.

Z razumevanjem orientacije in položaja teh štirih glavnih komponent lahko batimetrični sistem LiDAR v zraku zabeleži natančne meritve. Nekateri od teh batimetričnih senzorjev LiDAR lahko zdaj izmerijo več kot 100.000 točk na sekundo. Posledica tega so raziskave z več kot 10 točkami na m² v plitvi vodi. V nedavni raziskavi, opravljeni na polinezijskem otoku Samoa, je bilo zajetih več kot 1,8 milijarde točk na območju več kot 1100 km², najgloblja od teh meritev je dosegla globino več kot 75 metrov.



Sodobni batimetrični senzorji LiDAR so razdeljeni na sisteme za plitvo vodo (< 10 m) in sisteme za globoko vodo (> 10 m). Sistemi za plitvo vodo imajo običajno manjšo moč laserja na impulz, višjo merilno frekvenco, manjši premer laserskega odtisa in manjše vidno polje sprejemnika. Ti sistemi običajno merijo samo globine vode znotraj vidnega vodnega stolpca.

Da bi povečali podrobnosti in pokritost, operaterji batimetričnih raziskav običajno uporabljajo senzorje za plitve in globoke vode hkrati v letalih za raziskovanje z dvojnimi optičnimi vrati.

Kaj se zgodi, ko LiDAR zadane vodo?

Manjkajoči impulzi se včasih pojavijo, ko laserski impulz batimetričnega skenerja LiDAR zadane vodo. To se zgodi, ker je voda nagnjena k temu, da absorbira večino ali vso energijo bližnjega infrardečega laserja, ki je usmerjena proti njej. Tega ne počne vsaka voda, saj na odboj laserja od vode vpliva hrapavost vodne površine.

Za uspešno prodiranje čiste vode potrebujemo le valovno dolžino 440 nanometrov. Slana voda, ki jo najdemo v oceanih, rekah in nekaterih jezerih, pa potrebuje valovno dolžino vsaj 532 nm – to je valovna dolžina zelene barve, ki zagotavlja, da lahko LiDAR prodre v vodo.

Poleg optimalne valovne dolžine moramo upoštevati tudi izhodno moč. Globlje, ko laser prodre pod vodo, več moči izgubi. Da bi LiDAR meril spremenljive razdalje, mora potovati do ciljnih točk in od njih. Z drugimi besedami, bo dvakrat izgubil moč. Da bi zagotovili uspešen rezultat, se mu mora povečati moč, vendar lahko dodajanje prevelike moči tudi poškoduje batimetrični sistem LiDAR. Močan laser je tudi nevaren za vse prisotne, saj bi lahko neposreden očesni stik z laserjem povzročil slepoto.

Voda je prav tako nagnjena k lomljenju svetlobe – upogiba jo pod kotom in upočasnjuje. To pomeni, da signal morda ne bo dosegel morskega dna, ali se vrnil, če je voda preveč motna.

Čistost vode ali njeno pomanjkanje je glavna ovira za prodiranje vode za batimetrične senzorje LiDAR. Morske trave in morsko dno z nizko odbojnostjo prav tako lahko ovirajo uspeh skeniranja.

Laserski žarek zelenega spektra (532 nm) iz batimetričnega sistema LiDAR v zraku lahko prodre do 300 metrov pod vodo.

Katere so različne podvodne aplikacije LiDAR?

V zadnjih nekaj desetletjih se je tehnologija LiDAR uporabljala za izvajanje podvodnega kartiranja v obalnih vodah in drugih plitvih vodah. Podatki LiDAR so bili uporabljeni tudi za podporo modeliranja poplav in nevihtnih valov, hidrodinamičnega modeliranja, analize ranljivosti obal in hidrografskih raziskav.

Tukaj je nekaj najpogostejših področij uporabe podvodnih LiDAR:

• Podvodna arheologija LiDAR

Zaradi velike količine ladijskih razbitin in potopljenimi zgodovinskimi kraji po vsem svetu, ki so nedostopni morskim arheologom in raziskovalcem, se leti vse pogosteje začenejo obračati na batimetrične sisteme LiDAR, da bi razširili svoje raziskovalne sposobnosti. Nabori batimetričnih podatkov so bili uporabljeni za lociranje starih rimskih in grških plovil ter potopljenih letal iz druge svetovne vojne. Vendar je močno poškodovane ali manjše razbitine težje locirati, tudi s tehnično analizo nizov batimetričnih podatkov.



• Podvodno kartiranje LiDAR

Batimetrične raziskave z uporabo podvodnih skenerjev LiDAR omogočajo raziskovalcem merjenje globine vode, kartiranje podvodnega terena ter razvrščanje potopljene vegetacije in habitatov. Uporabljajo se tudi za preučevanje morske ekologije, kakovosti vode in vpliva razlitja onesnaževal na okolje ter hidrodinamike.

• Modeliranje poplav in nevihtnih valov LiDAR

Obalne poplave so zaradi nevihtnih valov in dviga morske gladine velik problem v mnogih delih sveta. Ker naj bi globalno segrevanje povečalo te grožnje, je bolj kot kadarkoli prej pomembno, da se tehnologije, kot je LiDAR, uporabljajo pri modeliranju poplav in nevihtnih valov. Zemljevide globine poplav bi lahko izdelali za vse nivoje vode in jih uporabili za oceno socialno-ekonomskega in ekosistemskega vpliva.

• Hidrodinamično modeliranje LiDAR

Tehnologija LiDAR se uporablja pri modeliranju poplav za določanje topografije, pokrivnosti tal, površinske hrapavosti in mreže kanalov. Uporablja se tudi za kartiranje umetnih struktur, kot so nasipi in mostovi.

Za namene hidrodinamičnega modeliranja se skeniranje LiDAR pretvori v digitalne modele višin (DEM) topografije in se lahko uporabijo za kartiranje hrapavosti.

Medtem ko je te DEM mogoče ponovno vzorčiti pri različnih ločljivostih, da se ocenijo učinki različnih velikosti mrežnih celic na simulacije poplav, je malo informacij o najmanjši ločljivosti surovega LiDAR-ja, ki bi zagotovil dovolj informacij za natančno kartiranje poplav pri danih velikostih celic.

• LiDAR hidrografsko merjenje

Hidrografsko merjenje je veda o merjenju in opisovanju značilnosti, ki vplivajo na pomorsko plovbo, pomorsko gradnjo, poglobljanje dna in podobne dejavnosti. Opremo LiDAR je mogoče uporabiti za skeniranje in načrtovanje teh značilnosti z uporabo opreme, kot so avtonomna podvodna vozila (AUV), napihljiva plovila in vozila na daljinsko upravljanje.

• Skeniranje obalnih habitatov

Tehnologija LiDAR se vse bolj uporablja za kartiranje različnih značilnosti obalnih habitatov, vključno s slanimi močvirji. Digitalni modeli površja (DSM) in digitalni modeli višin (DEM), vzeti iz podatkov LiDAR, so bili uporabljeni za kartiranje značilnosti v slanih močvirjih in drugih mokriščih. Mnogi od teh so bili narejeni v povezavi z več hiperspektralnimi posnetki.

Slana močvirja zagotavljajo vrsto koristi ekosistemu, njihovo postopno izginjanje iz obalnih okolij pa predstavlja veliko grožnjo. Skeniranje in kartiranje LiDAR pomaga konzervatorjem ohraniti več slanih močvirij z identifikacijo zgornjih meja, kjer močvirjska vegetacija prehaja v gorsko vegetacijo.

• Odziv na katastrofo LiDAR

Uporaba tehnologije LiDAR pri odzivanju na nesreče postaja vse bolj priljubljena, saj vizualizacija podatkov oblaka točk omogoča reševalcem, da zlahka prepoznajo območja, ki so jih nesreče najbolj prizadele.

Vse večja dostopnost podatkov LiDAR pomaga vladnim agencijam, da razvijejo način, kako se pripraviti in odzvati na nesreče. Dostop do oblakov točk LiDAR pomaga skrajšati čas, ki je potreben za pridobitev zanesljivih podatkov o stanju naravnih nesreč.

Vizualizacija oblaka točk LiDAR omogoča reševalcem, da zlahka prepoznajo območja, ki jih je katastrofa najbolj prizadela. V nekaterih primerih lahko tridimenzionalni pogled na katastrofo zagotovi edinstvene informacije, ki reševalcem pomagajo hitreje rešiti žrtve.

Avtor: Žiga Kesič



Požar v pariški stolnici Notre-Dame

Opis konstrukcije

Stolnica Notre-Dame stoji v Parizu, glavnem mestu Francije. Njena gradnja se je pričela leta 1163, dokončana pa je bila leta 1345. Stavba je srednjeveško katoliška katedrala na otoku Île de la Cité, v 4. pariškem okrožju. Posvečena je Devici Mariji in velja za enega najlepših primerov francoske gotske arhitekture.

Stolnica je sestavljena iz kora in apside, kratkega transepta in glavne cerkvene ladje, ki je obdana z dvema drugima ladjama in kvadratnimi kapelami. Osrednji zvonik stolnice je bil dodan med obnovo v 19. stoletju in je nadomestil prvotni zvonik, ki je bil odstranjen v 18. stoletju zaradi nestabilnosti. Notranjost stolnice je dimenzij 130 x 48 metrov, streha pa je visoka 35 metrov. Dva masivna zgodnjegotska stolpa kronata zahodno fasado, ki je razdeljena na tri nadstropja in ima vrata okrašena s finimi zgodnjegotskimi rezbarijami. Stolnica ima dva stolpa, visoka 68 metrov.

Obdobje francoske revolucije je bilo za stolnico najhujše. Po močnih poškodbah zaradi vetra, je bila špica stolnice demontirana. Svinec s strehe so uporabljali za naboje, bronaste zvonove pa so pretopili za topove. Po francoski revoluciji je pred morebitnim rušenjem stolnico rešil prav Napoleon, ki se je leta 1804 v njej tudi kronal za cesarja Francije.



Pogled na Notre-Dame med požarom

Stene stolnice in njen notranji obokani strop so bili zgrajeni iz kamna, streha ter sama špica pa iz lesa (večinoma iz hrasta iz 13. stoletja), obloženega s svincem, da bi se preprečil stik z vodo. Kamniti del stolnice je bil zaradi dolgoletnega vremena in onesnaženja poškodovan, zvonik pa je močno zgnil, saj so razpoke v svinčenem ovoju prepuščale vodo. Strešni les je bil zaradi svoje starosti že suh, gobast in praškast, zato so ga zaradi same zasnove strešne konstrukcije in njenega izgleda, številni klicali podstrešje kar »notredamski gozd«.

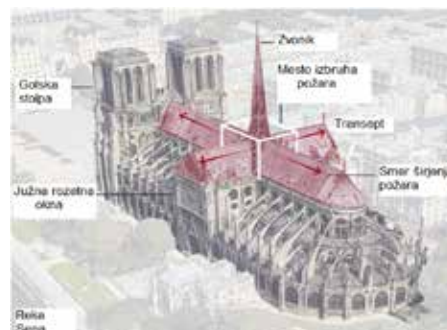


Podstrešje stolnice

Opis požara in porušitve

Zaradi slabega stanja stolnice, hkrati pa tudi zaradi njene pomembnosti in priljubljenosti, je bila stavbi namenjena velika pozornost glede požarne zaščite in kontrole. Francoske gasilske brigade so redno opravljale požarne vaje na objektu, da bi bile v primeru požara tudi dobro pripravljene. Vsak dan je bil na objekt poslan gasilec z namenom, da opravi rutinski pregled, hkrati pa so tudi požarni redarji trikrat dnevno pregledovali stanje na podstrešju objekta.

Leta 2019 so na stolnici potekale obnove objekta v vrednosti 150 milijonov evrov, ki naj bi trajale približno deset let. V ponedeljek, 15. aprila 2019, je ob 18:20 med mašo zazvonil požarni alarm, ki pa je bil označen za lažnega. Ob 18:43 je ponovno zazvonil, gasilci pa so do objekta prišli šele ob 19:01 in tedaj skupaj s policijo evakuirali tudi ljudi.



Skica mesta izbruha požara, njegove smeri širjenja kot tudi kritični elementi stolnice

Na sliki vidimo opis konstrukcije in smer širjenja požara. V središču slike vidimo mesto, kjer je izbruhnil požar. Na tem mestu na dan, ki je požar izbruhnil, tudi potekale obnove, zato so bili tu postavljeni gradbeni odri. Požar se je hitro razširil skozi transept stolnice in po zvoniku. Okoli 19:50 sta se zvonik in sam vrh stolnice tudi porušila, zvonik je padel skozi streho, kar je povzročilo prepih v objektu, ki je zaloputnil vsa vrata in poslal ognjeno kroglo skozi podstrešje. Zaradi tega so se gasilci morali umakniti z ostrišja. Požar se je istočasno začel širiti na leseno ogrodje znotraj 69 m visokega severnega stolpa, ki je podpiral osem zelo velikih zvonov. Če bi zvonovi padli, bi škoda, povzročena ob padcu, lahko zrušila oba gotska stolpa in z njima celotno stolnico. Okoli 23:45 so gasilci sporočili, da so omejili požar in da so uspeli rešiti oba gotska stolpa.



Trenutek, ko se je porušil osrednji zvonik stolnice



Stanje stolnice po požaru

Večina leseno-kovinske strehe stolnice je bila uničena, prav tako tudi osrednji zvonik. Uničeni deli so s strehe in zvonika padli na vrh kamnitega oboka, ki je tvoril strop v notranjosti stolnice. Nekateri deli oboka so se po vrsti zrušili, kar je poškodovalo marmornata tla stolnice. Večina ostalih odsekov je ostala nedotaknjenih zaradi uporabe rebrastih obokov, ki so močno zmanjšali škodo v notranjosti katedrale. Skupni strošek, ki je nastal pri požaru, je bil ocenjen na več kot eno milijardo dolarjev.

Vzroki za porušitev

25. aprila, ko je bil objekt označen za dovolj varnega, da so preiskovalci lahko začeli s pregledom, so odkrili dva možna razloga za izbruh požara. Prvi je bil, da so na obnovitvenem odru našli cigaretno ogorke. Podjetje, ki je na tragičen dan izvajalo dela je potrdilo, da so njihovi delavci kadili cigarete, čeprav to ni bilo v skladu s predpisi. Drugi možni razlog za izbruh požara je bil, da je prišlo do kratkega stika pri napeljavi kablov. V stolpnici je bilo nameščenih šest elektronskih zvonov, ki so bili očitno mišljeni kot začasni, njihova napeljava pa je potekala vse od gradbenega odra, kjer so potekala gradbena dela, pa do lesenega podstrešja. Glavno gradbeno podjetje Le Bras, ki je prevzelo gradbena dela, je dejalo, da je bil zanje ta podatek eno od največjih presenečenj sodne preiskave dogodka. Ti elektronski zvonovi so bili nameščeni na izrecno zahtevo duhovščine, kljub temu da so predstavljali nevarnost, da bi prišlo do kratkega stika in v nasprotju z vsemi

varnostnimi predpisi, ki so jih določili glavni arhitekti zgodovinskih spomenikov. Ena od možnosti je bila, da so delavci pri izvajanju del nenamerno poškodovali te kable. Na dan izbruha požara so zvonovi zazvonili ob 18:04, ob 18:20 pa se je požarni alarm oglasil prvič.

Obstaja tudi druga hipoteza, po kateri naj bi kratek stik povzročili električni kabli in stroji, povezani z dvema strešnima dvigalom, ki so ju delavci namestili v okvir gradbenega odra. Ti kabli so bili nameščeni 15 metrov pod stolpom in domnevno začetkom požara. Podjetje Le Bras se je to hipotezo hitro zanimalo, saj je trdilo, da so bili kabli nameščeni bistveno predaleč od izbruha požara, da bi lahko bili vzrok za nastanek požara.

Preprečitev porušitve

Naštete razloge za nastanek požara bi najverjetneje lahko preprečili, če bi se gradbeni delavci držali prepovedi kajenja, kot tudi, če bi se upoštevalo predpise glavnih arhitektov, ki so bili proti namestitvi elektronskih zvonov.

Sedaj se postavimo v situacijo, ko je požar že izbruhnil, ne glede na možne razloge. Primarni cilj v takih situacijah je, da se širjenje požara čim prej ustavi. Najprej si pogledjmo sam požarni alarm objekta. Več kot 160 požarnih detektorjev in alarmov naj bi bilo nameščenih na objektu. Ko je ob 18:20 alarm prvič zazvonil, se je eden od stražarjev, ki je bil zaposlen šele tri dni, odpravil na napačno mesto objekta in alarm označil kot lažni. Šele ob 18:43, ko se je alarm oglasil drugič, se je večje število stražarjev odpravilo na pravilno mesto, a preden so se povzpeli po skoraj tristoletnih stopnicah, je bilo že prepozno, saj je požar že pošteno zajel podstrešje. Ker je bil alarm naštiman tako, da ne obvesti gasilske brigade samostojno, je bila ta obveščena šele pol ure po dejanskem izbruhu požara.

Sama stolnica je bila opremljena s škropilnim sistemom, ki pa ni bil priključen na mestno vodovodno omrežje. Namesto tega je bil sistem odvisen od lokalnega rezervoarja z vodo, ki pa je hitro presahnil. Hkrati stolnica tudi ni imela nameščenih nobenih protipožarnih zidov ali preprek, ki bi omejile širjenje požara.

Čeprav je imela Notre-Dame pripravljen celovit načrt za ukrepanje ob požaru, to ni bilo dovolj, da bi preprečili pekel, ki je zajel znamenito zgradbo. Na koncu se je izkazalo, da je bila morda le prestara in preveč ranljiva, da bi zdržala tako silovit požar.

Avtor: Amir Karadžić



Porušitev lesene razgledne ploščadi v Cave Creeku

Pred 27 leti, 28. aprila 1995, se je v Cave Creeku v narodnem parku Paparoa na zahodni obali južnega otoka Nove Zelandije porušila lesena razgledna ploščad. Na njej je bilo v tistem trenutku osemnajst ljudi. Sedemnajst izmed njih je bilo študentov fakultete Tai Poutini Polytechnic v Greymouthu, osemnajsti je bil uslužbenec narodnega parka. Štirinajst oseb je zaradi poškodb umrlo, štiri osebe pa so nesrečo preživele, od tega trije s hudimi poškodbami.



Zemljevid lokacije lesene razgledne ploščadi Cave Creeka.

Na šolsko ekskurzijo v narodni park Paparoa se je z namenom, da bi preučevali pokrajino na območju jame Creek, odpravilo dvajset ljudi s fakultete Tai Poutini Polytechnic. Skupina je hodila po južni poti Cave Creek South Track, dokler niso po približno pol ure hoje prispeli do razgledne ploščadi Cave Creek. Spremljal jih je terenski vodnik Oddelka za varstvo narave. Ker je lesena razgledna ploščad omogočala obiskovalcem čudovit pogled na pokrajino, se je sedemnajst študentov in uslužbenec parka povzpelo nanjo.

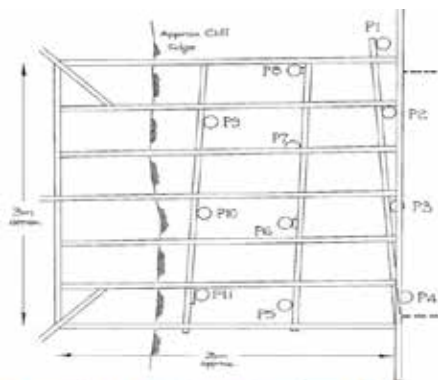


Mesto ponovne oživitve, kamor se je zrušila razgledna ploščad

Skupina študentov se je še šalila o stabilnosti ploščadi, ko je leta pod njihovo težo popustila. Ploščad je začela nihati in se nagibati, nato pa zgrmela v brezno, se zapletla med drevesa in s hudim udarcem padla na tla med velike skale. Med padcem se ni prelomila, ostala je v enem kosu. Pomoč so poklicali učiteljica in trije študentje, ki so zaostajali za glavno skupino. Zaslišali so močan hrup, krike ter pokanje. Takoj po klicu na policijo, so se odzvale službe za nujno pomoč iz celotnega območja Greymouth. Ploščad s ponesrečenci je ležala na težko dostopnem mestu v ozkem grlu pečin, zato je na kraj nesreče prvi prispel helikopter. Dvanajst ljudi je na kraju nesreče umrlo, šest pa jih je prvi padec preživel, a sta žal do prihoda reševalcev poškodbam podlegla še dva študenta.

Opis konstrukcije

Čas izgradnje ploščadi ni znan. Zasnoval jo je član Zavoda za varstvo narave, ki je bil usposobljen za mehaniko motornih vozil. Zaradi oddaljenosti lokacije in težko dostopnega terena je bila ploščad montažna ter na lokacijo pripeljana s helikopterjem. Njene tlorisne dimenzije so znašale približno 3 x 3 m. Osnovo so sestavljale tri vrste lesenih pilotov s premerom 11–14 cm. Njihova dolžina ni znana, iz zemlje so gledali približno 20–40 cm. Prva vrsta je vsebovala tri pilote, drugi dve pa štiri. Tretja vrsta ni bila poravnani z ostalima dvema. Pilete so v vrsto povezovali leseni nosilci. Ker so bili nekateri izmed pilotov neusklajeni in neporavnani, so se za zapolnitev prostora med pilotom in nosilcem uporabili leseni distančniki. Pravokotno na nosilce je bilo pritrjenih sedem lesenih tramov, na katere so bile pribite lesene deske.



Layout plan Note: The deck was cantilevered out over a 30 m ravine to provide the best viewing of Cave Creek. (Australian Journal of Structural Engineering, Vol. 15, No. 1, 2014: 111-120)

Tlorisni načrt lesene razgledne ploščadi

Ob vstopu na ploščad, ki je bila ograjena s treh strani, so bile zgrajene betonske stopnice, obložene z lesom. S preostalo konstrukcijo niso bile dobro povezane. Les je bil sicer dobre kvalitete, a se predvideva, da ni bil pravilno zaščiten oz. impregniran. To je imelo velik vpliv na hitrejše propadanje lesa, saj so bili nekateri deli lesene konstrukcije v stalnem stiku s tlemi.

Opis porušitve

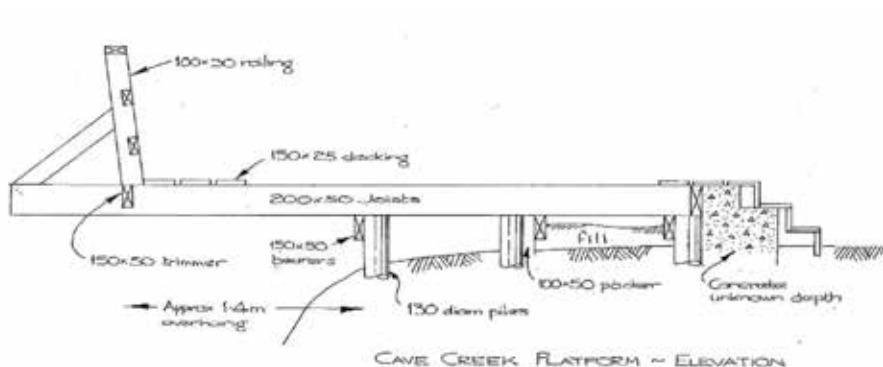
Katastrofa se je zgodila, ko je na ploščadi stalo 18 ljudi in se je le-ta odtrgala od temeljev. Ploščad se je zrušila in zdrsnila 30 metrov navzdol po pečini. Preiskovalna komisija je ugotovila, da je bil glavni razlog za porušitev konstrukcije njena zasnova ter nenatančnost izgradnje. Ploščadi ni sprojehtiral usposobljen inženir, konstrukcija pa tudi ni imela gradbenega dovoljenja in ustreznih dokumentov za varno uporabo. Med in po gradnji ni bilo nobenega nadzora, prav tako so jo zgradili štirje delavci brez ustreznih znanj. To pomeni, da ploščadi ni niti zgradil niti pregledal usposobljen inženir, temveč nekvalificirani posamezniki s pomanjkljivimi izkušnjami.

Konstrukcija je imela veliko nepravilnosti. Piloti niso bili pravilno postavljeni, poravnani in povezani. V prvi vrsti je en pilot celo manjkal. Da bi se napaka popravila, se je za zapolnitev prostora med neusklajenimi piloti in nosilci uporabilo lesene distančnike. Tudi ostali elementi med seboj niso bili povezani s predvidenim številom žebeljev.



The model of the deck that was created as part of the inquiry.

Model ploščadi, ki je bil ustvarjen kot del preiskave.



Cross-section plan. (Australian Journal of Structural Engineering, Vol. 15, No. 1, 2014: 111-120)

Prečni prerez lesene razgledne ploščadi

Druga, sekundarna razloga za porušitev konstrukcije, sta neustreznosti opozorilni znak in preobremenjenost. Na znaku pred ploščadjo je pisalo, da lahko na ploščadi stoji največ deset ljudi, čeprav bi jih morali dovoliti največ pet. Pravo opozorilo bi takrat verjetno preprečilo tragedijo. Domneva se, da se konstrukcija pod obremenitvijo petih ljudi ne bi porušila, vendar bi s časoma vsekakor porušila zaradi dotrajanosti.

V 90. letih prejšnjega stoletja je osebje Oddelka za varstvo narave delalo dvakrat toliko, kot je bilo pričakovano. To je bila posledica zmanjšanih sredstev, ki jih je vlada namenila Ministrstvu za varstvo narave. Brez ustreznega financiranja ministrstvo ni moglo zaposliti več osebja,

kar bi zmanjšalo obremenitve. To je privedlo do tega, da označene poti in konstrukcije narodnega parka niso bile redno pregledovane. Ploščad po svoji izgradnji v resnici nikoli ni bila pregledana, čeprav bi v skladu z gradbenim zakonom morala biti podvržena rednim pregledom. To je bila delno posledica obremenitev delavcev Oddelka za varstvo narave, delno pa posledica dejstva, da je bilo nemogoče v celoti pregledati ploščad, ko je bila enkrat zgrajena, saj je bila postavljena na strmi pečini, zato je delavci ne bi mogli pregledati, ne da bi odstranili njene dele in pogledali pod njo. To pomeni, da njene slabosti posledično ne bi bile nikoli odkrite.

Posledice

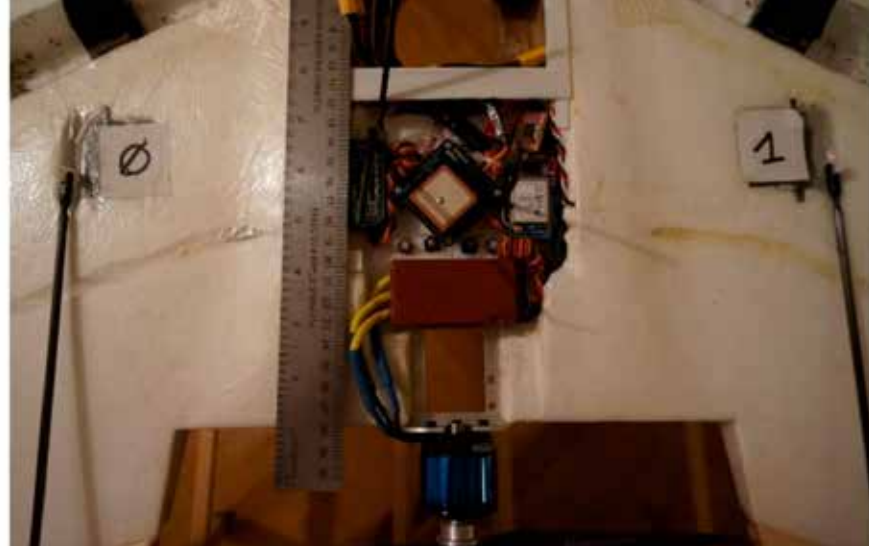
Nadzorniki, inženirji in prostovoljci so prehodili skoraj 13.000 km poti, da bi popisali vse konstrukcije v narodnem parku in napisali poročila o njihovem stanju ter varnosti za uporabo. Zagotovili so tudi opozorilne znake za vse konstrukcije. Skupno je bilo pregledanih 520 objektov, ki jih nadzorniki in inšpektorji še naprej pregledujejo vsakih nekaj let. Razgledne ploščadi, ki se nahajajo več kot 1,5 metra nad tlemi, se preverjajo vsakoletno. Zaradi popravila so zaprli 15 od 106 razglednih ploščadi.

Ta nesreča je žal samo primer enega od možnih dogodkov, ki se lahko zgodijo v času življenjske dobe konstrukcije. Inženirji smo za delo, ki ga opravljamo, seveda tudi odgovorni in tega se moramo zavedati ter svoje delo opravljati vestno in po predpisih. Od naših odločitev in posledično napak so namreč odvisna tudi človeška življenja.

Lesena razgledna ploščad v Cave Creeku je bila delo neizkušenih in neizobraženih ljudi. Zaradi neupoštevanja načrtov, malomarnosti, nenadzorovanja njenega stanja ter neupoštevanja znakov je umrlo 14 ljudi. Nesrečna porušitev se je zgodila v samo nekaj sekundah, a so se posledice te nesreče nadaljevale še naslednjih nekaj mesecev, celo let. V mnogih pogledih je nesreča prispevala k izboljšanju sistemov vodenja in nadzora objektov pod vodstvom Oddelka za ohranjanje narave ter same politike vlade. Čeprav so vzroki posledica človeške napake, je preiskovalna komisija ugotovila, da noben posameznik ali določena skupina posameznikov ni bila posamično ali skupinsko odgovorna. Do takega sklepa je najverjetneje prišlo, ker so bili številni vzroki med seboj povezani, zato je bilo težko določiti en sam, specifičen razlog za nesrečo.

Medtem ko je bila označena pot v Cave Creeku ponovno odprta leta 1998, tj. tri leta po katastrofi, razgledna ploščad še ni bila obnovljena. Stare stopnice so zamenjali z novimi, vendar sta tam postavljena le ograja in opozorilni znak. Na mestu, kjer se je ploščad zrušila, je danes postavljen spomenik v opomin na tisti usodni dan – petek, 28. aprila 1995.

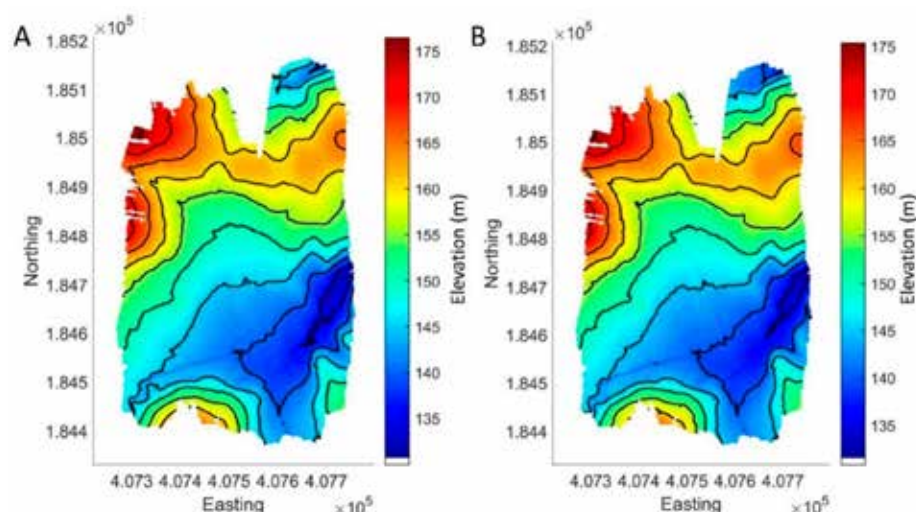
Avtorica: Ema Kogovšek



Hitro kartiranje manjših območij poplavnih ravnic vodotokov z uporabo UAV SFM z namenom podpore klasične teorije

Uvod

Zračna letala brez posadke (ang. Unmanned aerial vehicle – UAV) so se hitro razvila kot orodja za daljinsko zaznavanje in kartiranje, zato je znanstvenih publikacij, ki se sklicujejo na aplikacije za daljinsko zaznavanje UAV, vedno več. Posebno zanimanje vzbuja uporaba strukture iz gibanja (SfM), relativno nov pristop k fotogrametriji. Nekatere študije se osredotočajo na točnost modelov SfM z merjenjem in potrjevanjem relativne ter absolutne točnosti z uporabo kontrolnih točk na samem terenu, zbranih z uporabo roverja in bazne postaje RTK. Druge študije preučujejo različne aplikacije SfM v kmetijstvu, rudarjenju, gozdarstvu in hidrologiji močvirij. Trdijo, da se UAV generirani digitalni model visoke ločljivosti (DMV) lahko uporablja za analizo veljavnosti klasične teorije vodotoka in razvrščanja poplavnih ravnic. To so dokazali tako, da so primerjali DMV majhnega vodotoka in njegove poplavne ravnice, ki je generiran s pomočjo drona z LiDAR DMV. Cilj študije bil dokazati, da oblak točk SfM, zbranih z uporabo UAV in kamere s samo 16 MP Bayer senzorjem, lahko doseže natančnost, primerljivo z LiDAR tehnologijo, brez uporabe kontrolnih točk na terenu zaradi česar bi bila ta metoda primerna za zelo hitro in natančno kartiranje. To bi pomenilo, da model SfM ni le zelo natančen, ampak da lahko tudi dopolnjuje LiDAR meritve za kartiranje in modeliranje poplavnih ravnic, zlasti v primerih, kjer zadostuje manjša pokritost in je izvedba LiDAR meritve z letalom preveč draga ali nepraktična.



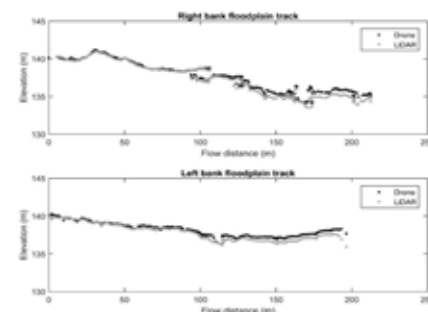
Primerjava LIDAR (levo) in UAV rezultatov (desno)

Čeprav obstajajo jasne prednosti za uporabo UAV, je pomembno upoštevati stroga pravila letenja, ki za UAV veljajo v mnogih državah, in precej omejen čas letenja na daljavo, ki lahko bistveno vpliva na meritve in zbiranje prostorskih podatkov.

Rezultati

Medtem ko so časovne spremembe in spremembe količine vode, ki se izliva čez bregove reke in se preliva na sosednje, nizko ležeče zemljišče, odvisne od sprememb vodostaja v strugi (ki so določeni z lokalnimi pogoji pretoka), je sprememba v topografiji poplavne ravnic tisti dejavnik, ki kontrolira poti toka poplavnih voda na območju med poplavnim dogodkom. Tako postanejo mikrotopografija in značilnosti poplavne ravnic, kot so stavbe, stene, drevesa, itd., pomembne, zlasti kadar nas zanimajo lokalizirani pogoji pretoka in povezane poplavne ravnice v majhnem merilu.

Kot je jasno prikazano v DMR brezpilotnega letala na karti C na sliki, obstajajo značilne razlike med dejansko variabilnostjo v geometriji ali topologiji vodotoka in med preveč poenostavljeno črto geometrije v vektorskih podatkovnih nizih iz visokokakovostnih nacionalnih podatkovnih zbirk GIS, kot so NHDPlus v ZDA. Tako velike razlike v značilnostih v majhnem merilu imajo lahko značilne posledice, če se uporabljajo v aplikacijah, npr. tistih za modeliranje poplavnih valov.



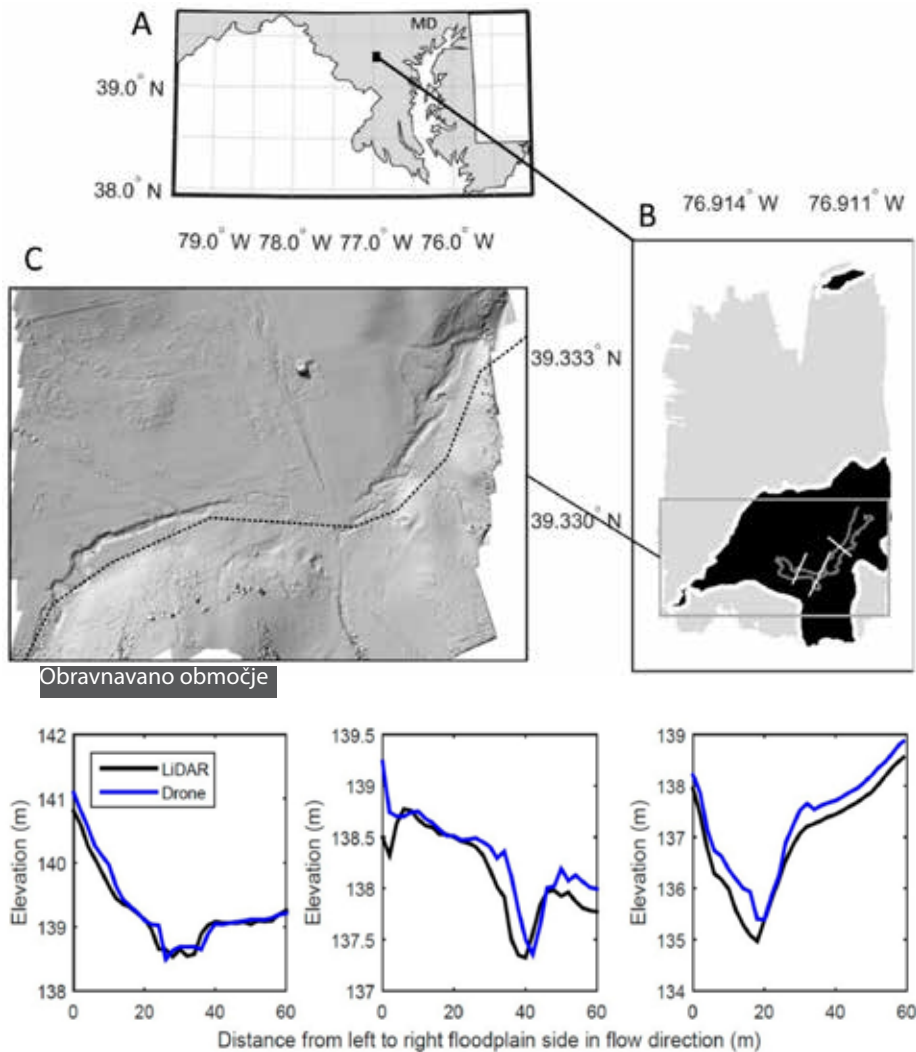
Primerjava rezultatov bregov

Sklepi

Rezultati kažejo, da bi z uporabo SfM DMR morali dobiti skoraj enake rezultate za kartiranje poplav in napovedi, kot so običajno pridobljene s tehnologijo LiDAR. Ker v tem primeru ni šlo samo za osnovno karakterizacijo hidravlike v strugi in poplavnih ravnic, se morajo izvesti celovitejše preiskave primernosti DMR, pridobljene z dronom, za modeliranje poplav in kartiranje. Kljub temu se prvotne ugotovitve ujemajo s klasično teorijo o razvrščanju vodotokov in poplavnih ravnic ter kažejo zelo obetavne rezultate za tovrstne uporabe UAV. Pričakovati je treba, da bo tovrstna aplikacija UAV dobila večji zagon v bližnji prihodnosti, pri čemer bo imela vedno večji pomen pri zbiranju podrobnejših podatkov za povečanje odpornosti na poplavno tveganje, zlasti v urbaniziranih prispevnih območjih.

Obstaja veliko možnosti za raziskovanje uporabe UAV z namenom krepitve in izboljšanja znanstvenega razumevanja širokega spektra aplikacij za vodne vire, pri katerih se letala ali terenske raziskave izkažejo za predrage ali nepraktične.

Avtor: Marko Žarov



Obravnavano območje

Primerjava rezultatov prečnih prevezov

Številni izzivi, povezani z natančno predstavitevjo malih vodotokov in drugih značilnosti v nacionalnih podatkovnih bazah, kot je NHDPlus, so dobro znani in priznani. Tu so podatki o topografiji, pridobljeni iz UAV, lahko neprecenljiv vir za posodabljanje takšnih temeljnih podatkovnih baz; vsaj na znanih lokacijah, kjer se pojavljajo težave. V okviru modeliranja poplav so mikrotopografske značilnosti in spremembe mikrotopografije (tj. topografska variacija glede na povprečen trend površne z amplitudami, ki so precej manjše od naklona hribovja) vključene le v 2D hidravlične modele poplav, če so na voljo zelo natančni podatki visoke ločljivosti o poplavnih ravnicah. V večini primerov so vplivi mikrotopografije na vodne tokove parametrizirani v mreži poplavnih modelov, ki so običajno večji od mikrotopografskih kontrol za nekaj redov velikosti. V tem okviru tipična vertikalna natančnost višine poplavnih ravnic iz LiDAR-ja (od 10 do 20 cm RMSE) zagotavlja realno spodnjo mejo za kakovost DMV, saj čez to mejo senzorski signal ni več ločljiv od »hrupa«, ki ga ustvarjajo mikrotopografski podatki iz ozadja. Iz tega lahko sklepamo, da je vertikalna napaka 2σ spodnje meje (~ 40 cm) določa ustrezno zgornjo mejo ciljne vrednosti.

Pregled hidravlike struge prvega reda (naklon in geometrija prečnega preseka) je pomemben zaradi pomena sprememb vodostaja v strugi, kot je opisano zgoraj.

Glede na Rosgenovo klasifikacijo vodotokov in njihovih poplavnih ravnic obravnavan vodotok in propadajoča poplavna ravnica spadajo pod tip E, za katerega so značilni nizki nakloni, ozek ter plitek vodotok z velikimi meandri in stabilnimi, zaraščenimi bregovi s širokimi poplavnimi ravnici. Za tovrstne vodotoke Rosgen določa tipičen naklon struge $< 0,02$ in razmerje širine proti globini $(W/D) < 12$. Če so DMR podatki točni – če sodijo znotraj meje zgoraj navedenih ciljnih višin –, potem se podobne vrednosti naklona in W/D pričakujejo tudi za obravnavano območje. Za obravnavani vodotok naklon za levi in desni breg spada med 0.017 in 0.031 ter ima statistično napako 0,34 m in 0,28 m. Za oba bregova je RMSD 0,44 m. Rečni prerezi, prikazani na sliki 2, prav tako spadajo v pričakovano razmerje $W/D < 12$.



Nevarnost nizkih jezov

Jezovi služijo najrazličnejšim namenom, od hidroenergije do nadzora poplav do shranjevanja vode za komunalne in industrijske namene. Toda ko uporaben namen jezu izgine, struktura sama še vedno ostane. Jezovi so v vseh oblikah in velikostih, a v nasprotju s tem, kar mislite, so najnevarnejši jezovi pogosto najmanjši.

Nizek jez, je majhna struktura, ki zadrži majhno količino vode in se razteza po širini reke ali potoka. Namen jezov z nizkim naklonom, ki so običajno izdelani iz betona, je dvigniti gladino vode gorvodno na reki. To lahko pomaga pri navigaciji po kanalu s čolni, ustvari padec za proizvodnjo hidroenergije in omogoči dostop do vode na zajetjih za oskrbo z vodo in namakanje. Na tisoče teh struktur je bilo zgrajenih v preteklih letih, da bi izkoristili prednosti naravnih vodotokov in rek.



Nizki jez

Razcvet gradnje nizkih jezov je bil pravzaprav v 19. stoletju, ko so se mlini in tovarne pogosto zanašali na vodno moč za pogon brusilnih koles in druge opreme. To je bilo v času, ko je bil tok reke najbolj dosleden vir energije, ki je bil na voljo v velikih količinah, preden je bila električna energija razširjena. Večina teh starih mlinov in tovarn že zdavnaj ni več, tisti, ki še preživijo, pa zagotovo niso več odvisni od vode za pridobivanje energije. To pomeni, da so številni lastniki nepremičnin prisiljeni vzdrževati te stare strukture, ki nimajo več praktične uporabnosti. Ali še pogosteje in veliko huje, te jezove njihov lastnik zapusti in postopoma propadejo.



Zapuščeni jez

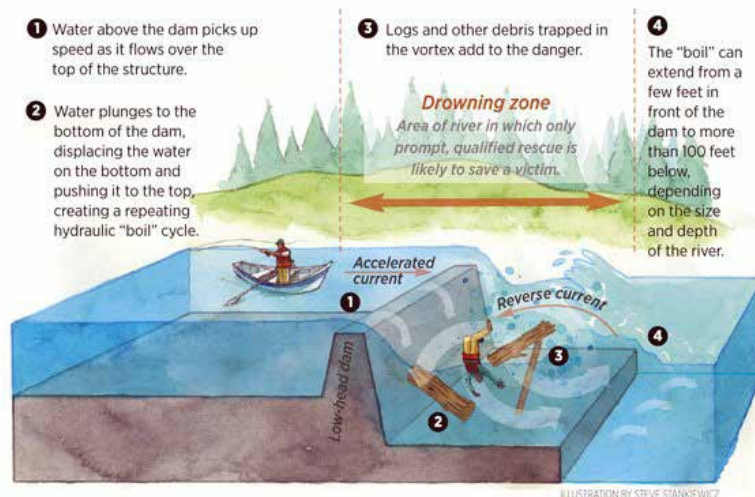
V ZDA se predpisi o varnosti jezov osredotočajo predvsem na možnost porušitve jezu in povzročitve poplavnega vala dolvodno. Ker pa so jezovi z nizko glavo razmeroma kratki, preboj predstavlja minimalno nevarnost, zato večina držav ne spremlja teh majhnih struktur. Še posebej, če so bili zapuščeni, je lastnikom težko uveljaviti zahteve glede vzdrževanja. Toda, čeprav predstavljajo majhno nevarnost v primeru zloma, nizki jezovi povzročajo javno varnostno vprašanje, ki je v ZDA povzročilo več smrtnih žrtev kot vse okvare jezov v zadnjih 20 letih. Da bi razumeli zakaj, moramo najprej vedeti nekaj o hidravliki odprtih kanalov.

Jezovi z nizkim padcem imajo skoraj vedno miren pretok gorvodno. Toda ko tok teče čez jez, pospeši in postane deroči tok. Ko deroči tok preide nazaj v mirni tok v dolvodno, ustvari vodni skok. Zlahka je razumeti, zakaj bi tovrstne strukture lahko predstavljale grožnjo tistim, ki vodno pot uporabljajo za rekreacijo. Vsaka lokacija s hitro premikajočo se vodo in visoko turbulenco je lahko nevarna za plavalce ali kajakaše, vendar lokacija vodnega skoka je lahko obvladljivo ampak je lahko tudi veliko tveganje do utopitve.



Prikaz vodnega skoka s človekom

Deceptive Drowning Machine



TRAPPED Low-head dams don't appear dangerous. Because the structure is hidden underwater, boaters, kayakers, and other floaters can't judge how deep the water is above and below the dam—or how fast it moves over the top. Also hidden is the deadly hydraulic, caused by the large volume of water flowing over the structure. Victims are usually trapped between the two current forces.

Prikaz krožnega toka vode ob jezu, ki je nevaren za utopitev



Ko se dolvodna voda dviguje, se vodni skok vedno bolj približuje jezu. Sčasoma, če bo voda dovolj visoka, bo vodni skok dosegel jez. To stanje imenujemo potopljen ali utopljen skok. Morda je videti dokaj neškodljivo, toda takrat stvari postanejo nevarne, saj potopljeni vodni skok ustvari območje recirkulacije neposredno dolvodno od jezu. Curek vodnega skoka se pojavi navzdol in povzroči vrelišče. Včasih je to enostavno videti, včasih pa ne. Kakor koli že, predmeti ali ljudje se bodo lahko izognili potopljenemu hidravličnemu skoku le, če bodo lahko presegli to vrelišče. In vsi reševalci, ki se približajo potopljenemu skoku z dolvodne strani, tvegajo, da se bodo sami potegnili v hidravliko cirkulacije.



Kako se rešiti iz krožnega toka pri nizkem jezu



Reševanje ljudi

Recirkulacijski tokovi, ki ujamejo rekreatorje, je že samo po sebi dovolj nevarno, vendar obstajajo še drugi dejavniki, ki prispevajo k nevarnosti pri nizkih jezovih. Ti tokovi ujamejo tudi veliko odpadkov med močne hidravlične sile in trdo betonsko površino jezu, ki lahko poškodujejo nekoga, ki je ujet v cirkulaciji.

Voda je pogosto hladna, kar povečuje možnost hipotermije in nadaljnje dezorientacije. Turbulenca vodnega skoka potegne veliko zraka, kar zmanjša vzgon plavalcu. In nizki jezovi se pogosto raztezajo po celotni širini reke, kar pomeni, da v bližini ni mirne vode, ki bi jo lahko uporabili kot varno zatočišče. Ravno zato so nizki jezovi zelo nevarni. Vsi ti dejavniki skupaj ustvarijo situacijo, ki jo je skoraj nemogoče preživeti.

Obstaja veliko načinov za ublažitev te težave. Najenostavnejša možnost je, da se ljudi držijo stran od teh struktur. Nekatere države zahtevajo vzpostavitev izključitvenih območij, da se zagotovi, da kajakaši varno prevažajo jezove, namesto, da jih uporabljajo. Dobri znaki in boje kot opozorila so lahko včasih dovolj za varnost ljudi. Druga možnost je, da se spremeni struktura, da zmanjšamo možnost cirkularnih tokov. Strokovnjaki so predlagali različne predelave obstoječih jezov za izboljšanje pogojev pretoka, ko je dolvodna voda visoka. Seveda je najočitnejši (a tudi najdražji) način reševanja problema popolna odstranitev teh jezov. V mnogih primerih nimajo več pomembne vloge in odstranitev jezov lahko pomaga obnoviti ekosisteme in izboljša povezljivost za vodne vrste poleg odstranitve nevarnosti. Zato, če plavate ali veslate na reki z nizkim jezo, ne podcenjujte nevarnosti teh močnih hidravličnih sil. Saj tako se edino lahko izognemo strašnih posledic.

Avtor: Mark Pogačar Nikolič



Učinkovito saniranje nosilne konstrukcije dotrajanih stavb



Star dotrajan zid

Vsak gradbenik se bo v času svoje kariere zagotovo znašel v situaciji, ko bo prišlo do nujne obnove in rekonstrukcije starega objekta, pa naj bo to le manjši, obvladljiv poseg ali pa celovita obnova ne več uporabnega in nevarnega objekta. Gotovo je vsak poseg, od zamenjave dotrajanega stavbnega pohištva, energetske ali vizualne obnove fasade do večjega posega v nosilno konstrukcijo stavbe, velika investicija, za marsikoga iz finančnega vidika celo nemogoča, saj lahko taka obnova za individualnega graditelja predstavlja velik zalogaj.

Eden izmed pomembnejših ali celo glavni vzrok za ohranjanje stavb je zagotovo želja po ohranjanju kulturne dediščine, ki si prizadeva za uporabo ali reciklažo istih materialov gradnje, za ohranitev objekta ter njegovo sanacijo na drugačne načine, kar botruje k višjim stroškom za investitorja ter težjim delom za gradbenike in projektante.

Za čim bolj optimizirano obnovo stavbe moramo pri izvedbi in načrtovanju poznati vse učinkovite pristope reševanja objekta pri rekonstrukciji stare nosilne konstrukcije, ki bodo učinkovito delovali tudi pri obnovljenem objektu.

Ob rekonstrukciji takih stavb je potrebno z utrditvenimi ukrepi zagotoviti tako ustrezno nosilnost in stabilnost kot tudi protipotresno odpornost objektov. Današnji gradbeni in varnostni predpisi so namreč veliko strožji, kot so bili v času, ko je bila stavba zgrajena oz. ko je služila svojemu prvotnemu namenu. Najprej je zato potrebno izvesti fazo analize obstoječega stanja, pregledati zasnovo in oceniti poškodbe, nato pa se na podlagi izkušenj izdelava nova projektna dokumentacija. Vedno je potrebno vključiti tudi trajnostni vidik gradnje in uporabe objekta.

V Sloveniji se srečujemo z vse starejšim gradbenim fondom. Z vidika racionalne rabe prostora in zaradi zaščite mestnih jeder smo primorani v čim večjo rekonstrukcijo dotrajanih in neučinkovitih stavb. Večina objektov je zgrajenih iz opečnatih ali betonskih zidakov, pri katerih lahko pričakujemo slabši odziv konstrukcije v primeru potresa. Iz kamna ali opeke so zgrajene tudi stavbe javnega in državnega pomena; njihova odstranitev je z vidika zgodovinskega pomena nemogoča, njihova zaščita ter ohranitev pa nujno potrebni.

Potek obnove je dolgotrajen in nepredvidljiv

Na začetku se je najprej potrebno seznaniti z vso trenutno projektno dokumentacijo, če je le-ta na voljo, saj jo v večini primerov starejših stavb, žal več ni. Nato se z različnimi vizualnimi metodami pregleda obstoječe stanje objekta, kot sta npr. globinsko sondiranje in laboratorijski odvzem materiala, s katerima se prepričamo, v kakšnem stanju ter s kakšnimi materiali je bil zgrajen objekt. Po analizi stanja se obdelajo seizmične ter statične analize.

Spodnji diagram prikazuje aktivnosti pri rekonstrukciji stavbe, ki se jih navadno poslužujejo projektanti in drugi izvajalci, pri določanju stanja ter finančnih in časovnih okvirjev rekonstrukcije.

Pristopi in načini izvedbe rekonstrukcije

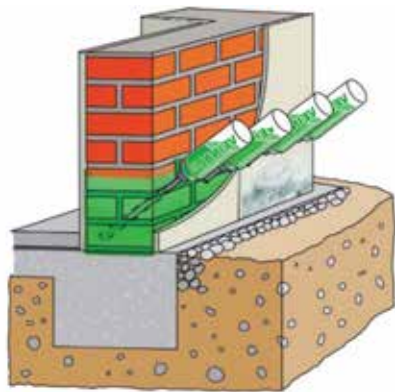
Pri starejših stavbah so njihova šibka točka temelji, ki so lahko zaradi slabših veziv, ali celo njihove odsotnosti, tudi krivci za slabo stabilnost stavbe. Po drugi strani je kriv tudi kapilarni dvig, ki povzroča navlaževanje prostorov pri tleh v notranjosti objekta. Zato je najboljša rešitev obbetoniranje starih temeljev ter njihova hidroizolacija. Potreben je sproten odkop temeljev po kapadah s podaljševanjem armature in njihovo povezovanje, da ne bi ogrozili stabilnosti objekta. Izvede se tudi poglobitev temeljev pod cono zmrzovanja. Potrebno je zagotoviti tudi ustrezno hidroizolacijo obstoječega zidu, ki se jo izvaja na zunanji strani »novih« temeljev ter na notranji strani objekta ob novih temeljih, največkrat z izvedbo hidroforne bariere, s katero se vtiskuje cementno-silikatno injekcijsko maso za kamniti zid ali sintetično smolo za opečnati zid. Izvaja se z rastrom lukenj med 15 in 25 cm.

Lahko se vtiskuje bodisi z gravitacijo, katere proces traja zaradi naravnega pronicanja mase v samo konstrukcijo dlje, ali pa jo izvedemo pod primernim tlakom, s katerim izvedemo bariero. Vendar v primeru slabe izvedbe tu tvegamo možne praznine med agregatom, s čimer se poslabša tudi kakovost izvedbe.



Izvedba hidroforobne bariere

Možna je tudi izvedba vstavljanja hidroizolacijskih trakov z rezanjem zidu, pri čemer lahko še dodatno oslabimo konstrukcijo in omogočimo zdrs objekta v primeru potresa, zato se takim rešitvam poskušamo izogniti vsaj na našem področju.



Grafični prikaz izvedbe hidroforobne bariere

Za konstrukcijsko ojačitev samih zidov se, odvisno od poškodb zidu, uporablja različne pristope. V primeru linijskih razpok se uporablja linijsko injektiranje s cementno injekcijsko malto z vtiskanjem po celotni dolžini razpoke od najnižje višine začetka razpoke do vrha.



Injektiranje razpokanih zidov



Sistematično injektiranje zidu

V primeru votlin je potrebno izvesti sistematično injektiranje, ki zahteva vrtanje lukenj v globino dveh tretjin debeline zidu, in sicer pod rahlim nagibom navzdol, skozi debelino zidu, pri čemer mora biti razmik med luknjami pol metra. To znaša približno 4 luknje na kvadratni meter zidu. V poševne luknje moramo vstaviti cevke, preko katerih lahko nato sistematično, od spodaj navzgor, injektiramo maso.

Injektiranje se v debelejših zidovih izvaja obojestransko. Za injektiranje običajno potrebujemo 1 bar tlaka, saj so zidovi polni votlin. Paziti moramo, da injektiranje izvedemo od spodaj navzgor, saj smo le-tako lahko prepričani v dobro in kakovostno izvedbo. Masa mora pri injektiranju priteči iz ven zgornjih lukenj, s čimer se prepričamo, da je masa dosegla vse votline. Masa je navadno sestavljena iz suspenzije vode, veziv in polnilnih materialov.

Za dodatno stabilnost se naredi tudi armirane omete, ki so običajno v uporabi predvsem pri ojačitvi opečnatih zidov. Najprej se odstrani ves omet, vse do golega zidu, s čimer se zagotovi dobro povezljivost zidu z armiranim ometom. Izvede se cementni obrizg v debelini minimalno 1,5 cm, vgradi se sidra rebraste armature, za dobro stabilnost pa se kasneje doda armaturne mreže. Nato se ponovno doda cementni obrizg v debelini 1,5 cm. Nato se namesti armaturne mreže, povezane na sidra, in naredi še drugi sloj obrizga za zaščito armature. Na koncu se doda še izbran zaključni sloj.



Ojačitve s karbonskimi lamelami

Z razvojem tehnologije in materialov lahko načrtujemo cenejše, učinkovitejše ter čistejše metode, seveda če so zidovi dovolj dobro ohranjeni ter primerne nosilnosti. Z izbiro takih metod se masa stavbe ne povečuje, izboljšajo pa se lastnosti zidov, kar je ugodnejše v primeru potresa. Primer uporabe trakov z vlakni ojačane plastike (ang. Fibre Reinforced Polymer – FRP) ali iz ogljikovih vlaken (karbonske lamele). Slednje prilepimo na trdo in čisto podlago s posebnim lepilom, tako da lamele prevzamejo manjkajoči del armature. Prednosti so v tem, da so ti trakovi izjemno tanki, zato se z njimi lažje ojača zid v več etaž hkrati.

Ker smo se v tem članku omejili zgolj na sanacijo zidov, se celovita obnova s tem šele začne. Vsekakor smo dolžni hkrati sanirati tudi medetažno konstrukcijo ter ostale konstrukcijske sklope in jih s tem povezati v celoto. Učinkovita in trajnostna celovita obnova objektov je zahteven proces, ki potrebuje celosten pristop ter celovit pogled na stavbo kot celoto, da lahko le-ta homogeno deluje. Gradbeništvo se mora torej na teh področjih lotiti raziskav, s katerimi bomo prišli do dodatnih in izboljšanih metod za rekonstrukcijo stavb, saj se moramo zavedati, da sta ohranjanje in sanacija dotrajanih stavb pomembni tako za varno ter zdravo bivanjsko okolje kot tudi za prostorsko načrtovanje ter izrabo prostora.

Avtor: Jošt Rogelj

Hard Rock

CAFE



Porušitev večnamenskega objekta Hard Rock Hotel v New Orleansu

Zgradba, imenovana 1031 Canal, znana pa tudi po hotelski verigi Hard Rock Hotel, se je nahajala na glavni ulici v poslovni četrti v New Orleansu v ZDA.



Njena gradnja se je pričela februarja 2018, do nenadne porušitve pa je prišlo 12. oktobra leta 2019 zaradi napak, narejenih pri projektiranju konstrukcije. Odgovorni projektant je bil James Heaslip. Šlo je za večnamensko, 18-nadstropno zgradbo visoko 58 m. V njej je bilo predvidenih 350 hotelskih sob, 60 zasebnih stanovanj, 2 plesni dvorani, več kot 1100 m² prireditvenih prostorov in garažna hiša s 500 parkirnimi prostori. Konstrukcija je bila zasnovana iz dveh delov: v prvih 7. nadstropjih je bila konstrukcija armiranobetonska, od 7. nadstropja do vrha pa je šlo za jekleno konstrukcijo s stebri in prečkami ter AB ploščami.



Načrtovan izgled objekta



Načrtovan izgled objekta

Porušitev

Do porušitve je prišlo 2. oktobra 2019 v dopoldanskem času. Zgodila se je med samo gradnjo objekta, ko na konstrukciji ni bilo še nobene dodatne obtežbe. To pomeni, da je bil razlog v poddimenzioniranju nosilnih elementov. Do porušitve je prišlo v 16. nadstropju hotela, saj 81 jeklenih nosilcev ni bilo dovolj močnih, da bi lahko podprli zgornja tri nadstropja, vključno s spoji med jeklenimi elementi, ki niso bili ustrezno zasnovani.

Dokumenti so kasneje razkrili, da je lastnik stavbe leta 2018 naročil spremembe v zasnovi stavbe, in sicer je želel 62 m visoko stavbo z visokimi stropi v zgornjih etažah ter z bazenom in barom na strehi. Ker so mestni predpisi narekovali, da stavba ne sme presegati 58 m višine, so kasneje, leta 2018, spremenili načrte konstrukcije in višino stropov povečali na račun zmanjšanja velikosti jeklenih nosilcev. Po kasnejših analizah so ugotovili, da naj bi bili nosilci v 16. nadstropju preobremenjeni za 300 %, kar je vodilo v porušitev. Med porušitvijo so umrli 3 delavci, 18 pa jih je bilo poškodovanih.



Nosilna konstrukcija

Epilog

Preiskavo je vodila Organizacija za varnost in zdravje pri delu in 3. aprila 2020 izdala poročilo s podrobnostmi o napakah in kršitvah za 11 vpletenih podjetij, ki so sodelovali pri projektu. Agencija je vpletenim podjetjem za našete kršitve izdala globe v skupni višini 315.536 dolarjev. Šlo je za globo glede kršitve predpisov pri izvajanju del in ne za končno globo za povzročitev porušitve, saj glavni krivec še vedno ni znan.

Največjo kazen je prejelo inženirsko podjetje Heaslip Engineering LCC, ki se mu je očitalo, da je pri projektiranju konstrukcije naredil hude napake, npr. da je v 16. nadstropju uporabilo prešibke nosilce in prekoračilo dovoljene razpone konzolnih nosilcev v 17. in 18. nadstropju. Prav tako se podjetju očitata, da je z neustreznim projektiranjem ogrozil življenja vseh delavcev, ki so delali na gradbišču. Podjetju se med drugim tudi očitata, da mora odgovorni inženir zagotoviti ustrezno zasnovo konstrukcije, ki prenaša vse predvidene obremenitve, zato v njegovo delo ni nihče podvomil. Inženir mora biti odgovoren, kajti izvajalec gradi tako, kot je začrtano na načrtih, ki jih pripravi inženir.



Porušitev objekta



Porušitev objekta

Drugo najvišjo kazn je prejelo podjetje Suncoast Projects LCC, dba Hub Steel, ki je izdelalo jekleno konstrukcijo. Očitata se jim napake in pomanjkljivosti na gradbišču, npr. nezagotavljanje prostega in neoviranega izstopa iz stavbe za delavce, neoskrba lastnih delavcev z ustrezno zaščitno opremo ipd.

Glavnega izvajalca del, podjetje Citadel Builders LLC, je Organizacija oglobila zaradi pomanjkanja potrebne označitve izhodov z gradbišča in ker podjetje ni zagotovilo, da so na gradbišču na voljo vsi potrebni načrti in risbe nosilne konstrukcije, ki so potrebne pri gradnji.

Poleg vsega naštetega je preiskava na koncu pokazala, da mestni inšpektorji med gradnjo hotela niso opravljali svojega dela, kar pomeni, da niso opravljali rednih pregledov in tehničnih prevzemov posameznih faz gradnje. Pri tem so tudi ponarejali dokumente z nadzornih pregledov in tehničnih prevzemov, ki jih niso zares opravili. Če bi inšpektorji opravljali svoje dolžnosti in prevzemali posamezne faze gradnje, bi se nesreči lahko izognili.

Po pregledih strokovnjakov so se odločili, da je zgradba prenevarna za obnovo, zato jo je v celoti potrebno porušiti. Rušenje je bilo prvotno predvideno v mesecu marcu leta 2020, vendar se je zaradi birokratskih zadev proces zavlekel. Dokončno so odstranili vse ruševine šele januarja 2021. Mesto New Orleans je za rušenje in zavarovanje okolice ter prilagoditev poti javnega prevoza porabilo več kot 11,6 milijona dolarjev. Porušitev objekta je še vedno v preiskavah, saj kazenski postopki na sodiščih, kjer potekajo sodni spori, še vedno niso zaključeni. Glavni krivec še vedno ostaja neznan in nekaznovan.



Porušitev objekta

Razlog za porušitev Hard Rock Hotela v New Orleansu je neusposobljenost odgovornih inženirjev, ki niso bili kos tako zahtevnemu projektu, kar je privedlo do tako velikih napak v fazi projektiranja. Pri tako velikih projektih bi lahko tudi investitor naročil revizijo projekta in na takšen način odkril napake ter preprečil najhujše.

Avtor: Jan Kus



Injektiranje kot ena izmed najučinkovitejših metod utrjevanja zidov

Večino novih stanovanjskih objektov predstavljajo objekti, zidani iz betonskih ali opečnih zidakov, še večji delež pa so zidani objekti predstavljeni v preteklosti. Posledica velike zastopanosti tovrstnih objektov nekoč je velika potreba po sanaciji in izboljšanju stanja teh objektov v današnjem času. Ker so sanacije zidanih objektov danes zelo pogoste, se je razvilo več različnih načinov sanacije, povezovanja in utrjevanja objektov; ena od metod je tudi utrjevanje z injektiranjem cementne mase.

V gradbeništvu injektiranje pomeni zapolnjevanje praznin in razpok, ki nastanejo kot posledica nekvalitetne gradnje in s tem nizke odpornosti zidov, ali kot posledica potresov in posedanja tal. Injektiranje se izvaja z različnimi materiali in različnimi pritiski, odvisno od sestave gradbenih materialov, ki jih želimo sanirati. Predstavlja zelo učinkovit sistem in optimalno rešitev za utrjevanje oz. izboljšanje mehanskih lastnosti zidov. Pozitivna lastnost postopka injektiranja cementne injekcijske mase je, poleg enostavnosti in cenovne ugodnosti, tudi ohranjanje dimenzije konstrukcije, saj se za razliko od drugih postopkov utrjevanja zidnih konstrukcij, kot je na primer oblaganje zidov z armiranobetonskimi ometi, tu debelina zidu ne spremeni.



Injektiranje

Osnovni namen injektiranja s cementno suspenzijo je ojačitev kamnitih in mešanih kamnito-opečnih zidov, saj se v njih lahko pojavijo številne votline (do 20 %) ter nevezan material v nasutih jedrih. Bistvo metode je, da se v prerezu zidu s pomočjo posebne naprave vtisne tekoča masa na bazi cementa, ki zapolni te votline ali razpoke v zidu. Cementna injekcijska masa se kasneje strdi in med seboj zlepi sosednje kamne oz. zidne sloje. Na ta način se izboljšata tlačna in natezna trdnost zidu ter poveča njegova duktilnost, kar prinaša boljšo odzivnost zidu na potresno obtežbo.



Primer zidu potrebnega sanacije in začetki injektiranja

Zidovi starih kamnitih objektov so zelo porozni, zato običajno za njihovo sanacijo porabimo med 60 in 80 kg mase na kubični meter, včasih pri močno poroznih zidovih celo 120–150 kg suhega veziva. Potrebno je poudariti, da je izbira izvajalca za injektiranje zelo pomembna, saj mora imeti potrebne izkušnje. Posebno pozornost pri injektiranju je potrebno nameniti sistematiki. Z injektiranjem vedno začnemo pri temelju oz. injektiramo od spodaj navzgor. Pri postopku injektiranja je treba paziti na vertikalne spoje med nosilnimi stenami (pri križanju zidov in vogalih) ter na spoje med zidovi ter armiranobetonskimi stropnimi ploščami.

Postopek injektiranja poteka tako, da zidove, potrebne sanacije, najprej enostransko navrtamo. Vrtine morajo biti globoke maksimalno dve tretjini debeline zidu, gostota vrtin v mrežnem razporedu pa je odvisna od debeline zidov ter velikosti in kvalitete kamnitih elementov, vendar v splošnem velja, da mora biti razmak med njimi približno 50 cm, kar prinese 4 vrtine na kvadratni meter zidu. V vrtine se nato s hitro vezočim cementom vgradijo jeklene injekcijske cevke. Na zunanji strani cevke je navoj za povezavo z gumijasto dovodno cevjo.



Vrtanje vrtin



Vgradnja nastavkov

Ta sistem nam omogoča postopno povečevanje pritiska do približno 4 barov in pospešeno odfiltriranje odvečne vode iz injekcijske mase. Da preprečimo iztekanje injekcijske mase iz površine zidu, moramo v naslednji fazi zid ometati z grobim cementnim obrizgom, saj s tem predhodno zapremo vsa porozna mesta.



V primeru, da starih ometov ne odstranimo, je potrebno nastavke vgraditi skozi omete, obrizga pa ne izvedemo. Priporočljivo je odstraniti omete vsaj na eni strani zidu, običajno na strani, kjer se kasneje injektira, saj je na neometanem zidu možno pozicionirati spojnice med kamni in vrtati skozi. Pred začetkom samega injektiranja je potrebno zid skozi injekcijske nastavke najprej namočiti z vodo, da se izpere prah in onemogoči injekcijski masi, da se takoj strdi. Kot že omenjeno, se injektirati prične od spodaj navzgor. Takšen vrstni red nam omogoča stiskanje zraka in boljše izcejanje vode. V primeru injektiranja od zgoraj navzdol kakovostna zapolnitev votlin ne bi bila mogoča, saj bi strujoča se masa zaradi lastne teže sproti zapirala kanale proti nižje ležečim delom zidu. Po končanem injektiranju se cevke odstranijo, zid pa se omeče, ali pa se pokrpajo stari ometi.



injekcijski nastavki na notranji strani zidu



Iztekanje injekcijske mase iz nastavkov

Ker pri injektiranju v zidove uvedemo precejšnje količine vode, je pri sanaciji zidov potrebno še posebej paziti na poslikave ali druge obloge. Nepravilna izvedba del (npr. previsoki pritiski vtiskanja mase) je za konstrukcijo lahko škodljiva oz. ne prinaša optimalnih rezultatov.

Pri potresih tipično nastanejo razpoke v obliki črke X v medokenskih slopih. Sanacija takih poškodb se izvede z uporabo nabrekajoče, cementno silikatne injekcijske mase. Utoře širine 3–5 cm se izvede na razdalji 30–60 cm, odvisno od širine razpoke.

Pri opečnih zgradbah lahko nastanejo razpoke tudi zaradi zdrsa med opekami, ki ostanejo nepoškodovane. V takih primerih s področja zdrsa odstranimo vso malto iz vertikalnih leg in v globini 4–5 cm iz horizontalnih leg. Navlažene praznine nato ponovno zapolnimo s podaljšano cementno malto (razmerje 1:2:6).

Injekcijska cementna masa oz. suspenzija, ki jo mešamo na gradbišču, je sestavljena iz cementa, polnila in pitne vode, ki se dodaja v takem razmerju, da je masa primerno viskozna za vgrajevanje z injekcijsko napravo. Masi se praviloma primeša dodatek za kompenzacijo krčenja. Za sistematično injektiranje se uporablja cementna injekcijska masa z ekspanzijskim dodatkom. Z razvojem gradbenih materialov smo dobili tudi druge pozitivne učinke tega postopka, kot je npr. dodatek za hidrofobiranje. Ta se dodaja injektirani masi in močno omeji kapilarni dvig vlage v zidu. Tak postopek daje v kombinaciji z ustreznim ometom in pravilno izvedbo drenaže dobre rezultate na vlažnih kamnitih zidovih v kleti in pritličju. Injektiranje se izvaja za preprečitev dviga kapilarne vlage največkrat v opečnih stenah, z vrtanjem in nalivanjem silikonskih raztopin ali injektiranjem posebnih mas, npr. sikamurja. Za injektiranje zidov so v uporabi tudi tovarniško pripravljene injekcijske mase.

V zadnjem času so popularne mase z nizko vsebnostjo cementa ali celo brez cementa. Takšne injekcijske mase so praviloma težje vgradljive, njihov učinek pa na končne mehanske lastnosti utrjenih zidov ni tako velik kot pri uporabi cementnih mas. Pripravljene injekcijske mase so bistveno dražje, kar znatno vpliva na končno ceno injektiranja. Injektiranje poliuretanskih smol se uporablja za visokotlačno injektiranje pri pronicanju vode v kletnih prostorih, največkrat grajenih iz betona, zaradi slabe hidroizolacije ipd. Injektiranje z epoksi smolami pa se uporablja za lepljenje manjših razpok v gradbenih materialih, kot so: beton, kamniti portali, spomeniki, ipd.

Avtor: Matic Bezjak



Delovanje naprav za energijsko izrabo odpadkov in njihov vpliv na okolje

Alternativa odlaganju odpadkov na odlagališčih je sežiganje odpadkov pri visoki temperaturi, ki zmanjša volumen odpadkov do 95 % oz. zmanjša maso odpadkov do 80 %. Sežig je tehnika termične obdelave z nadzorovanim plamenom, ki uničuje organske sestavine v odpadnih materialih in pridobiva energijo iz toka odpadkov ter s tem ustvarja ekonomsko vrednost odpadkov v družbi. Toplota, ki jo proizvede organski del odpadkov med procesom, se lahko pretvori v uporabno električno in toplotno energijo. Končni (stranski) produkti sežiganja so žlindra in odpadni pepel na rešetki (ang. slag and bottom ash) ter leteči pepel iz čiščenja dimnih plinov (ang. fly ash), toplota (ki je lahko pretvorjena v električno energijo), odpadna voda (po čiščenju) ter dimni plini, ki se jih po čiščenju spusti v ozračje. Sežiganje običajno poteka z nadzorovanim dovajanjem oksidanta (zraka). Učinkovitost zgorevanja se določi z merjenjem koncentracij CO₂ in CO v dimnih plinih. Popolno zgorevanje je doseženo, če v dimnih plinih ne izmerimo CO. Pline, ki nastajajo pri postopku, je treba pred razpršitvijo v ozračje obdelati, da se odstranijo čim večji deleži kovin, kislin ter delci letečega pepela. Za največjo optimalno učinkovitost se je potrebno osredotočiti na pravilo »3T«, to so čas (ang. time), temperatura (ang. temperature) in turbulenca (ang. turbulence). Za popolno uničenje hlapnih organskih spojin morajo leti ostati v zgovalni komori določen čas (0,5–1 sekunde). Temperatura v sežigalni komori oz. komorah je odgovorna za popolno zgorevanje organskih snovi. Običajno obrati delujejo na temperaturi med 900–1200 °C. Pri višjih temperaturah je potrebno pozorno opazovati proizvodnjo NO_x in CO, saj se lahko znatno povečata. Turbulenca predstavlja določanje ustreznega pretoka zraka za mešanje ogljikovodikov in kisika. Pravilno razmerje nadzorujejo ventilatorji, ki konstantno mešajo komponente.



Obrat za energijsko izrabo odpadkov

Zgodovina

Izpreprostih sežigalnic konec 19. stoletja, ki so bile namenjene le odstranjevanju odpadkov, se je razvil koncept sežiganja odpadkov za pridobivanje energije. Dandanes obstajajo najsodobnejše naprave, ki so opremljene ne le z opremo za pridobivanje energije, temveč tudi z napravami za čiščenje dimnih plinov in odpadnih voda, kar je nujno potrebno zaradi strogih regulacij izpustov stranskih produktov v okolje. Izraba odpadkov za pridobivanje energije igra pomembno vlogo pri zmanjševanju svetovnega problema količine odpadkov in omogoča čim večji izkoristek njihovega energijskega potenciala.

Prve sežigalnice so se imenovale »uničevalci« (ang. destructors). Prva je bila zgrajena leta 1874 v Nottinghamu po načrtu Alberta Fryerja. Zgodnje sežigalnice z ognjevzdržno oblogo so imele številne težave pri delovanju, kot so slabo zgorevanje, veliko emisij dimnih plinov in veliko steklene žlindre.

S pomočjo USPHS (ang. The Commissioned Corps of the U.S. Public Health Service) je industrija sežigalnic začela razvijati nove koncepte in rešitve na področju zasnove, materialov in delovanja. Leta 1970 je Zakon o predelavi virov (ang. Resource Recovery Act – RRA) spremenil zakonodajo o trdnih odpadkih (ang. Solid Waste Disposal Act). Pritiski zakona o čistem zraku in pojav sanitarnih odlagališč so povzročili zaprtje številnih starih sežigalnic. Razvoj je pripeljal do dveh glavnih načinov priprave odpadkov za nadaljnjo obravnavo v sežigalnici: masovno izgorevanje – sežiganje odpadkov kot goriva v obliki, v kakršni so bili odvzeti in RDF (ang. Refuse Derived Fuel) – in predelavo trdnih odpadkov v grobe ali drobnejše delce z ločevanjem ali brez ločevanja negorljivih snovi, ki so v trdnih odpadkih.



Izpušni plini v ozračje

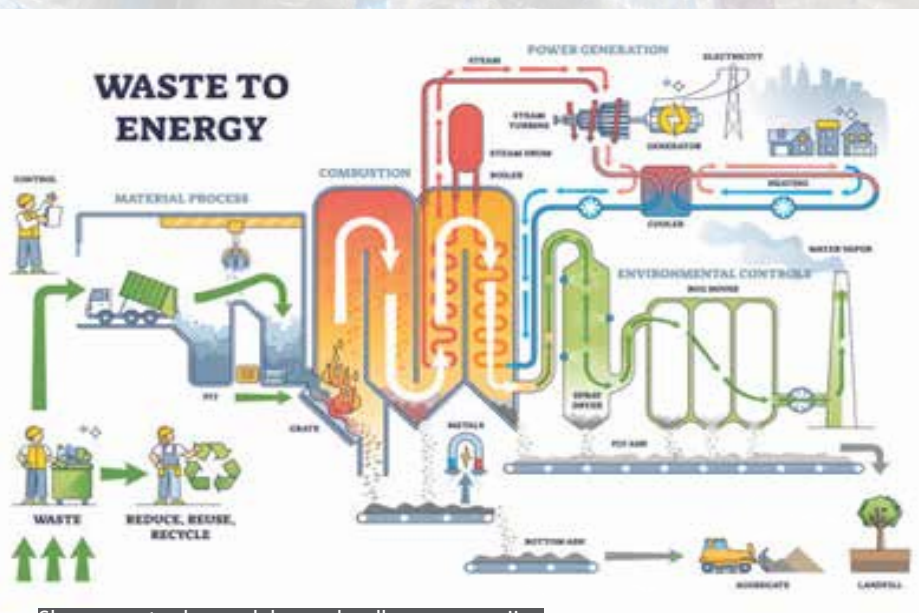
Proces sežiga

Klasična naprava za sežiganje odpadkov vključuje naslednje postopke: skladiščenje odpadkov in pripravo goriva; zgorevanje v peči, pri čemer nastajajo vroči dimni plini in ostanek pepela, ki ga je treba odstraniti; znižanje temperature plina, ki pogosto vključuje rekuperacijo toplote s proizvodnjo pare; obdelavo ohlajenega plina za odstranjevanje onesnaževal zraka in odstranjevanje ostankov delcev; razpršitev obdelanega plina v ozračje z ventilatorjem (z induciranim vlekem in dimnikom). Vstopni del sežigalnice je največji potencialni vir nezajetih emisij prahu in hlapov v okolje ter največja potencialna nevarnost za požar. Brez ustrezne priprave in dovajanja odpadkov se lahko učinkovitost zgorevanja v peči zniža. Prevladujeta reakcija med ogljikom in kisikom, pri kateri nastaja ogljikov dioksid, ter reakcija med vodikom in kisikom, pri kateri nastaja vodna para.

Pri nepopolnem zgorevanju organskih spojin v toku odpadkov nastaja nekaj ogljikovega monoksida in delcev, ki vsebujejo ogljik. Potekajo tudi številne druge reakcije, pri katerih nastajajo žvepovi oksidi, dušikovi oksidi in kovinski oksidi. Zaradi neučinkovitega zgorevanja se lahko pojavijo višje ravni produktov nepopolnega zgorevanja.

Običajno velja, da pogosteje kot se naprava zažene in ugasne (zaradi vzdrževanja ter neustrezne ali spremenljive količine tokov odpadkov), bolj neenakomerno je zgorevanje in večja je možnost povečanja emisij. Običajno se temperature uravnavajo z omejevanjem količine materiala, ki se dovaja v peč, da se zagotovi želena hitrost sproščanja toplote, nato pa se nastale razmere blažijo s spreminjanjem količine preseženega zraka. Turbulenca je potrebna za zagotavljanje ustreznega stika med gorljivimi plini in kisikom v zgorevalni komori. Velikosti peči je treba prilagoditi količini odpadkov, ki jih dovajamo v sežigalnico.

Odpadna surovina, zlasti trdni komunalni odpadki, je heterogena in njene sestavine, ali celo celoten tok odpadkov, se lahko razlikujejo po gorljivosti. Pri vzdrževanju temperature pomagajo pomožni gorilniki, ki so običajno nastavljeni tako, da se samodejno vklopijo, ko temperatura peči pade pod določeno točko (800–1000 °C) na mestu pomožnega gorilnika, ki je blizu izhoda komore. Pomožni gorilniki so namenjeni predvsem uporabi med zagonom, zaustavitvijo in motnjami sistema.



Shema postopka predelave odpadkov za energijo



Nadzor onesnaževanja zraka

Najpogostejše tehnike hlajenja dimnih plinov v sežigalnicah so kontaktni hladilniki z vodnim curkom ter toplotni izmenjevalniki zrak–plin. V preteklosti so bile naprave APCD (ang. air pollution control device) zasnovane za odstranjevanje dveh razredov onesnaževal, in sicer trdnih delcev in kislih plinov. V zadnjem času je bolj potrebna metoda za odstranjevanje dioksinov in živega srebra.

Za odstranjevanje delcev se običajno uporabljajo vrečaste tkaninske filtre (ang. fabric baghouse filters) in suhe ali mokre elektrostatične filtre (ang. electrostatic precipitators – ESP). Za odstranjevanje kislih plinov in žveplovega dioksida se uporabljajo sistemi za vbrizgavanje suhega apna. Delovanje vrečastih tkaninskih filtrov je razmeroma neobčutljivo na obremenitve z delci ali na porazdelitev velikosti ter fizikalne in kemične lastnosti delcev. Tipična delovna temperatura za to tehnologijo je približno 150 °C, vendar je najboljša okoljska učinkovitost dosežena pri nižjih temperaturah.

Glavni dejavniki, ki vplivajo na delovanje vrečastih tkaninskih filtrov, so vrsta vlaknine in način tkanja, način in pogostost čiščenja ter odpornost vreče glede na mehansko, toplotno in kemično razgradnjo. Tekočina za čiščenje je lahko voda ali kakšna alkalna raztopina, ki reagira s kislimi sestavinami plina ter tvori nevtralne soli. Odpadna voda, ki se odvaja iz čistilca, je odpadna »vodna slanica«, s katero je treba ustrezno ravnati, saj lahko vsebuje nereagirane kisline, organske snovi, kovine in druge snovi. Sodobne naprave vključujejo dvostopenjske mokre čistilce, pri katerih prva stopnja deluje s kislo čistilno tekočino, druga stopnja pa z alkalno čistilno tekočino. Kisli plini, kot je HCl, ki so dobro topni v vodi, se običajno zbirajo v prvi fazi. Kisli plini kot je SO₂, ki so slabo topni v vodi, pa se zbirajo v drugi fazi.



Za nadzorovanje kislih plinov se uporabljajo pršilni sušilni stroji. V pršilnih sušilnih strojih se kot alkalni reagent uporablja suspenzija apna, natrijevega karbonata ali natrijevega bikarbonata (industrijska soda bikarbona).

Obvladovanje NO_x

Običajno nastane največ NO_x pri višji temperaturi peči (več kot 1100 °C), kot je potrebno za uničenje produktov nepopolnega zgorevanja. Da bi zmanjšali nastajanje NO_x in drugih proizvodov nepopolnega zgorevanja mora peč delovati v dokaj ozkem spektru temperature in presežka kisika (ki je okoli 9–12 %) s turbulentnimi (dobro premešanimi) pogoji. V prihodnosti bo potrebno za nadaljnje zmanjšanje teh emisij uporabiti nadzor dimnih plinov, kot so selektivna nekatalitska redukcija (ang. selective noncatalytic reduction – SNCR), selektivna katalitska redukcija (ang. selective catalytic reduction – SCR) in denitrifikacija mokrih dimnih plinov. SNCR zmanjšuje NO_x z vbrizgavanjem amonijaka ali sečnine v peč prek curkov.

V ustreznem temperaturnem območju se vbrizgani amonijak ali sečnina združi z dušikovim oksidom v vodno paro in elementarni dušik.

Delovanje sistema in usposabljanje delovne sile

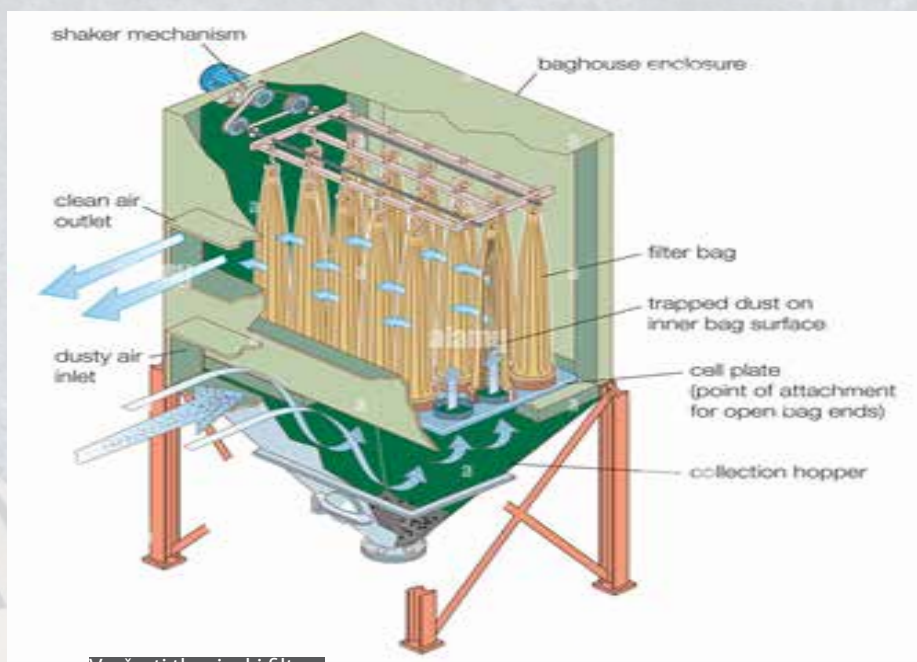
V večini obratov za energijsko izrabo odpadkov mešanje in polnjenje odpadkov, hitrost rešetk, hitrost delovanja zraka nad in pod ognjem ter izbira nastavljene temperature pomožnega gorilnika do neke mere nadzoruje osebje. Poleg tega je obseg nadzora emisij, ki ga dosežejo naprave APCD po zgorevanju, odvisen od načina delovanja naprav. Neoptimalno delovanje lahko povzročijo slabo usposobljeni delavci in okvare opreme. Primeri, ko gre kaj lahko narobe, so zamašen dovod zraka v sežigalno komoro, zamašene cevi kotla, luknja v tkaninskih filtri in zamašena šoba čistilnika. Leta 1986 so bili objavljeni predpisi Uprave za varnost in zdravje pri delu, ki zahtevajo usposabljanje delovne sile za ravnanje z nevarnimi snovmi.



Dandanes so zahtevani predhodni tečaji pred samim začetkom dela ter dodatni, letni obnovitveni tečaji. Zakon o ohranjanju in predelavi virov (ang. The Resource Conservation and Recovery Act – RCRA) predpisuje zahtevke za inšpekcijske načrte in načrte za usposabljanje delavcev v celotnem objektu.

Emisije in produkti nepopolnega zgorevanja

Glede možnih učinkov na zdravje ljudi so najbolj nevarni proizvodi spojin, ki vsebujejo žveplo, dušik, halogene (kot je klor) in strupene kovine. Med te spojine spadajo CO, NOx, SOx, HCl, kadmij, svinec, živo srebro, krom, arzen, berilij, dioksini in furani in PCB (poliklorirani bifenili so organske spojine iz kloriranih cikličnih ogljikovodikov). Težke kovine se običajno s sežiganjem ne uničijo. Naprave APCD zagotavljajo zmerno 20–80 % učinkovitost nadzora živega srebra. Za odstranjevanje živega srebra z visoko učinkovitostjo, tj. > 90 %, veliko obratov uporablja vbrizgavanje aktivnega oglja v prahu z alkalnimi reagenti med napravami za zbiranje suhih delcev, običajno gre za filtre iz tkanin. Dioksini in furani so eni od najbolj nevarnih organskih PIC (ang. products of incomplete combustion), ki so najdeni v dimnih plinih. Odpadni pepel je ostanek trdnih delcev nezgorelih organskih snovi, večjih kosov kovine, stekla, keramike in drobnih anorganskih delcev, ki ostanejo po sežigu. Leteči pepel je trdna snov – mešanica drobnih delcev kovinskih spojin in organskih kemikalij ter kondenziranih kislin, ki skupaj z zgorevalnimi plini zapusti zgorevalno komoro in se kasneje zbere v APCD. Pri upravljanju s pepelom sta pomembna vidika varnost delavcev in možnost nenamernega izpusta pepela v okolje. Vsi stranski produkti, ki nastanejo med sežigom odpadkov, so klasificirani kot nevarni odpadki in potrebujejo ustrezno ravnanje.



Vrečasti tkaninski filter

Okoljski vidiki in problemi. Sežig za izrabo energijsko bogatih odpadkov ima še vedno veliko pomanjkljivosti, zato negativni vidiki v mnogih pogledih pretehtajo pozitivne. Vsi stranski produkti niso tako uporabni, kot je npr. elektrika. Pepel je možno reciklirati kot zasnovo betona, vendar je vseeno nevarna snov, ki vsebuje težke kovine in druge neželene snovi. Sežig ne more v celoti nadomestiti odlaganja odpadkov na odlagališča, saj nekaterih snovi ni mogoče sežgati, pepel, ki ostane, pa ima še vedno 15–25 % originalne teže odpadkov in se vrne na odlagališče.

Sežigalnice so za učinkovito delovanje odvisne od stalnega toka odpadkov. Države, kot je Švedska, so zaradi visoke stopnje reciklaže bile za ohranitev sežigalnic primorane uvažati smeti od drugod, kar je daleč od ekonomične rešitve. V nekaterih primerih so lahko sežigalnice pozitiven dodatek k ravnanju z odpadki, sploh v primeru ekološke ranljivosti neke države oz. skupnosti, stiskov s prostorom ter v primerih, ko je »waste-to-energy« čistejša opcija za proizvodnjo energije.

V vsakem primeru je višja stopnja reciklaže praksa, za katero bi se morali zavzemati preden razmišljamo o kompleksnih načinih uničevanja smeti, ki niso brez posledic. V primeru podražitve električne energije bi sežigalnica lahko predstavljala pozitivno opcijo kot stranski dovod energije v lokalni skupnosti, sploh v državah s hladnejšo klimo. Sežigalnice v nasprotju z odlagališči odpadkov ne proizvajajo metana in so s tega vidika prijaznejše za okolje. Vseeno predstavljajo zelo drago izbiro, v katero je potrebno vložiti veliko časa, denarja ter izobraževanja kadra. Do njihove gradnje bi morali pristopati skeptično in premišljeno ter se morda najprej osredotočiti na preventivo večanja količine odpadkov ter ozaveščanja prebivalstva. V primeru gradnje in uporabe objektov bi morali slediti najstrožjim standardom ter seveda upoštevati želje in mnenja prebivalstva, ki bi živeli v neposredni bližini obratov.

Avtor: Ajda Cimperman



Poplave v odvisnosti od podnebnih sprememb

Skozi vse leto lahko na različnih koncih sveta zasledimo, da je prišlo do poplav. Le-te lahko povzročijo veliko škode, ki lahko prizadene ljudi, ekosisteme, infrastrukturo in gospodarstvo. Pogosto so poplave krive tudi za onesnaženje vodnih virov, saj se vode pogosto razlijejo tudi po ogrojenih kmetijskih zemljiščih in industrijskih predelih. Na poplave vplivajo različni dejavniki: poplava je lahko posledica popustitve jezua, nasipa ali pregrade. Vse pogostejše pa zasledimo, da poplave nastanejo celo kot posledica globalnega segrevanja in podnebnih sprememb.

Ugotavljanje povezave med določeno poplavo in globalnimi spremembami je zapleten postopek. Za to je krivo predvsem pomanjkanje zgodovinskih podatkov o poplavah, saj so zapisi o njih redki in pomanjkljivi, zlasti kar se tiče ekstremov na določenih območjih, ki se pojavljajo redkeje. Po svoje bi lahko vse poplave preprosto povezali z globalnim segrevanjem, a bi bila to zelo nenatančna in nerealna odločitev. Vreme in podnebje namreč nista eno in isto, čeprav lahko podnebje vpliva na vreme. Znanstveniki tako z gotovostjo trdijo, da globalno segrevanje vpliva na povečanje vročih dni v letu, ne morejo pa trditi, da je spreminjanje podnebja krivo za hujše tornade. Za poplave torej lahko trdimo, da nanje najverjetneje vplivajo tudi podnebne spremembe, ne moremo pa tega zagotovo trditi.

Na poplave tako kot na druge naravne nesreče vplivajo številni dejavniki, ki nasprotujoče si vplivajo na njihovo pogostost in intenzivnost. Vsaj posredno bi lahko rekli, da nanje vplivajo tudi podnebne spremembe, saj te slabšajo ekstremske dežja s številnimi nevihtami.



Rečne poplave (Ukrajina, 2021)

Na razvoj poplav vpliva več glavnih dejavnikov, kot so padavine, taljenje snega, topografija in vlažnost tal ipd. Glede na vrsto poplave lahko nekatere dejavnike označimo za pomembnejše od drugih.



Rečne poplave (Ukrajina, 2021)

Do rečnih poplav na primer pride, ko voda v reki, potoku ali jezeru naraste toliko, da preseže svojo strugo. To se pogosto zgodi ob močnem deževju ali hitro talečem se snegu. Do obalnih poplav pride, ko kopenska območja v bližini obale preplavi voda. To se najpogosteje zgodi ob hudih neurjih, združenih z visoko plimo.



Obalne poplave (Louisiana, 2021)



Poplava na suhem območju (Kentucky, 2022)

Do poplav pride tudi na območjih, kjer v bližini ni večjih vodnih teles. Nastanejo lahko ob močnih nalivih, ko veliko meteorne vode v kratkem času napolni običajno suha območja.

Za merjenje poplav uporabljajo številne parametre. Ti vključujejo stopnjo višine, tj. višino gladine vode v reki glede na določeno točko in pretok, ki nam pove, koliko vode preteče mimo določene lokacije v časovnem obdobju.

Pri opisovanju poplav pogosto uporabljamo tudi njihove povratne dobe. Če na primer opisujemo poplavo s stoletno povratno dobo, to pomeni, da je možnost, da se taka poplava pojavi v kateremkoli danem letu, en odstotek. Da je povratna doba določene poplave sto let, torej ne pomeni nujno, da se bo poplava pojavljala le enkrat na sto let, čeprav bi lahko to sklepali iz imena. Stoletno poplavo na določenem območju lahko tako zasledimo na primer tudi dve leti zapored ali v drugih časovnih intervalih.

Če se vprašamo, ali so poplave v zadnjih desetletjih pogostejše kot pred tem, ugotovimo, da temu ni tako. Čeprav so podnebne spremembe nedvomno okrepile obilne padavinske dogodke, ni prišlo do morda pričakovanega povečanja poplavnih dogodkov. Podnebne spremembe še najbolj vplivajo na intenzivnost poplav, predvsem rečnih. Verjetno se bo zaradi njih povečalo število ekstremnih poplav in zmanjšalo število zmernih poplav. Vse toplejše ozračje povzroča višje stopnje izhlapevanje in posledično hitrejšo izsušitev tal. Pri zmernih in pogostejših poplavah so začetni pogoji vlažnosti tal pomembni, saj bolj suha tla absorbirajo večino padavin.

Pri večjih poplavah je začetna vlažnost tal manj pomembna, saj je vode toliko, da je zemlja v nobenem primeru ne bi mogla vsrkati vse. Vsaka dodatna voda, dodana po tem, ko je zemlja že popolnoma zasičena, odteka in prispeva k razvoju poplav.

Znanstveniki so sicer prepričani, da bodo določeni tipi poplav vse pogostejši, če bomo z okoljem še naprej ravnali, kot do sedaj in se bomo resno pristopili k zmanjšanju globalnega segrevanja.

Obalne poplave bodo vse pogostejše z dvigom morske gladine. Taleči se ledeniki in ledene plošče namreč dodajajo prostornino oceanu, ki se zato širi in se bo širil še naprej, tudi na nižjeležeča kopenska območja. Poplave ob nalivih bodo vse pogostejše zaradi vse večjega števila ekstremnih padavin. Višje temperature povečajo izhlapevanje, zaradi česar v ozračje pride več vlage, ki se nato sprosti v obliki dežja ali snega. Poplave na sicer suhih območjih naj bi postale vse pogostejši, kratki pojavi, ki pa naj bi bili zelo intenzivni in uničujoči, kar je lahko zelo nevarno.

Poplave na območjih, ki jih je predhodno prizadel gozdni požar, bi lahko vodile do velikih katastrof. Požari povzročijo slabšo prepustnost zemlje, zato se njena absorpcijska sposobnost zmanjšana, posledično pa se deževje, zapadlo na tako zemljo, vanjo težje vpije. Voda začne tako zastajati na površini, kar lahko ob večjih nalivih privede tudi do poplav. To bi lahko povzročilo težave predvsem na ameriškem zahodu in podobnih območjih, ki so prav tako pogostejše izpostavljena požarom.

V zadnjih sto letih je bilo zabeleženih kar nekaj ekstremnih in katastrofalnih poplav. Smrtonosne so bile poplave Severnega morja na Nizozemskem, v Veliki Britaniji in Belgiji leta 1953. Umrlo je kar 2551 ljudi.

Na Nizozemskem je morje poplavelo kar 1300 kvadratnih kilometrov ozemlja. Skoraj desetletje kasneje, leta 1962, je Severno morje poplavljal v Nemčiji.

Najhujše poplave na Iberskem polotoku so leta 1973 doživeli v Gandi, Almeriji in Španiji. Nastale so po kar šestmesečni suši v oktobru in novembru. Čeprav je v teh mesecih tam obilno deževje dokaj pogosto, je takrat prišlo do ekstremnih dogodkov. V nekaterih rekah na poplavnem območju je gladina zrasla za 3 metre v dveh urah, njihov pretok je znašal prek 2500 kubičnih metrov na sekundo.

Leta 2012 je v Krasnodarsku v Rusiji umrlo 172 ljudi. V dveh dneh je takrat zapadlo več dežja, kot ga sicer pade v polovici leta. To je povzročilo poplavljanje reke Adagum, ki je dosegla višino 7 metrov.

Hude poplave, ki so bile posledice ciklona Yvette, so se zgodile tudi na Balkanu leta 2014.



Poplave v Kanadi leta 2021

Čeprav ne moremo reči, da so poplave neposredno povezane s podnebnimi spremembami, se je dobro zavedati, da med njimi obstaja določena povezava, saj nam to lahko pomaga pri nadaljnjem raziskovanju na tem področju. Hkrati se lahko zamislimo, na koliko različnih področjih podnebne spremembe vplivajo na našo dobrobit na tem svetu in zato z večjim zanosom pristopimo k njihovem blaženju in ustavljanju.

Avtorica: Zala Kač



Upravljanje s tekstilnimi odpadki

Uvod

Povečanje prebivalstva, izboljšanje življenjskih standardov, vedno večja izbira tekstilnih izdelkov in njihova manjša življenjska doba pripomorejo k povečanju porabe tekstilnih izdelkov, ki ustvarjajo vedno večjo količino odpadnih vlaken. Zaradi globalizacije se je povišalo povpraševanje po modnih izdelkih nizke cene oz. tako imenovani hitri modi. Izdelki hitre mode večinoma veljajo za zamenljive, saj se trendi neprestano spreminjajo, prav tako pa je kvaliteta nizkocenovnih izdelkov slaba in se zaradi tega hitreje obrabijo oz. so kar zavrženi. Ljudje zanje ne skrbijo, saj so zamenljivi praktično na vsakem koraku in se ne obremenjujejo, kaj se z njimi zgodi po tem, ko se jih znebijo, saj o težavi niso ozaveščeni, čemur bi v prihodnosti morali posvetiti več pozornosti.

Tekstilna industrija proizvede približno 10 % celotnega ogljičnega odtisa in je s tem peta največja onesnaževalka. Prav tako je dobro omeniti, da se pri proizvodnji tekstilnih izdelkov porabi ogromne količine sicer potencialno pitne vode za razna barvanja in pranja oblačil, zato je tudi ena glavnih onesnaževalk svetovnih voda, saj prispeva kar 20 % svetovne odpadne vode. Tudi energijska potratnost te industrije se uvršča v sam vrh zaradi svoje masovne proizvodnje. Vse te težave bi lahko vsaj delno odpravili s pametnim recikliranjem tekstilnih odpadkov, saj so te skoraj 100 % razgradljivi in v veliko primerih tvorijo materiale, ki so po kvaliteti primerljivi izvirnemu.

Po vsem svetu se približno 75 % odpadnega tekstila odvrže v odlagališča, 25 % pa se ga ponovno uporabi ali reciklira, od tega se manj kot 1 % pretvori nazaj v oblačila. Odstotki kažejo ogromno prostora za nujno potrebne izboljšave, saj si odlaganja v nedogled ne moremo privoščiti, prav tako pa so tekstilni odpadki energetsko bogati, v večini primerov pa celo primerni za pretvorbo v nove tekstilne izdelke.



Ti procesi so sicer tehnološko zahtevni in energetsko potratni, vendar nam omogočajo ponovno uporabo materialov. To imenujemo zaprti krog recikliranja.

Količina tekstilnih odpadkov

Obleke in ostali tekstilni izdelki so npr. obsegali približno 6 % celotnega svetovnega izvoza leta 2017. Kitajska in Evropska unija sta dve izmed vodilnih regij za izvoz tekstila. Letna svetovna proizvodnja tekstilnih izdelkov je bila leta 1975 približno 23,9 milijona ton, leta 2019 pa je dosegla 111 milijona ton. Vrsto let je bila zahteva po bombažnih vlaknih večja kot po poliestrskih, vendar pa se je to spremenilo leta 2002. Od takrat povpraševanje po poliestru narašča hitreje kot po bombažnih izdelkih. Leta 2017 je bil svetovni trg sestavljen iz približno 60 % sintetičnih vlaken oz. mešanice poliestra in bombaža ter 40 % iz celuloznih vlaken.

Povprečen Evropejec letno zavrže približno 12 kilogramov tekstilnih odpadkov, medtem ko je v ZDA ta številka celo podvojena. Številke so v zadnjih 15 letih narasle za kar 60 %, kar je posledica globalizacije, cenejših oblačil in predvsem hitre menjave modnih trendov, ki močno vplivajo na mlado populacijo. Letno se v svetovnem merilu kupi kar 56 milijonov ton novih oblačil, veljajo pa tudi napovedi, da se bo ta številka do leta 2030 dvignila tudi do 93 milijonov.

Tekstilne odpadke lahko razdelimo na dve večji skupini. To so odpadki, nastali pred in po uporabi. Odpadki, ki nastanejo pred uporabo kot razni odrezki v tovarnah, se v večini primerov reciklirajo, ali nazaj v oblačila (v tako imenovanem zaprtem krogu) ali pa se porabijo v kateri drugi industriji in postanejo deli preprog, pohištva ali pa služijo kot razne krpe oziroma polnila za različne izdelke. Odpadki, ki nastanejo po uporabi, so za reciklažo bolj problematični, saj se vrnejo poškodovani in kontaminirani, prav tako pa jih je potrebno sortirati v nasprotju z odpadki, nastalimi pred uporabo.



Izdelki po uporabi prav tako vsebujejo etikete, gumbje, zadrge in druge delce, ki niso tekstilnega izvora in s tem močno ovirajo recikliranje, saj jih je potrebno ročno odstraniti, ker lahko poškodujejo naprave (recimo rezila pri mehanskem recikliranju). Zaradi tega kar 75 % tekstilnih odpadkov nastalih po uporabi konča na odlagališčih. Cene za odložitve ene tone odpadkov na odlagališče se po svetu razlikujejo, vendar pa je povsod neizmerno nizka, kar je tudi razlog za počasen razvoj reciklažne industrije. V Evropi je ta cena približno 60 evrov na tono, v ZDA pa 45 dolarjev na tono. Vedno več držav se poslužuje toplarn, kjer odpadke pretvorijo v vir toplotne energije.

Tekstilni odpadki po svetu

Vodilna v tekstilni ekonomiji je Kitajska, ki si je to mesto izborila s pomočjo slabše kakovosti izdelkov in nižje plačanih delavcev. Vendar se v sedanjem času sooča s predpisanim dvigom plač, kar rešuje s selitvijo tovarn v svoje revnejše province in revne sosednje države.

Njihova proizvodnja je usmerjena bolj proti sintetičnemu blagu, saj proizvede kar 31 % vseh sintetičnih vlaken, potrebnih za to industrijo, in pa kar 65 % vseh potrebnih tekstilnih izdelkov. S spremembo njihove okoljevarstvene politike so postali bolj kompatibilni tudi na ameriškem in evropskem trgu, ki le-to spodbuja. Letno ustvarijo med 20 in 26 milijonov ton tekstilnih odpadkov, izmed katerih jih reciklirajo zgolj 3,6 milijonov. Kitajska vlada je začela spodbujati lokalne blagovne znamke k recikliranju svojih izdelkov po uporabi s kemično ali mehansko reciklažo, bolje ohranjene izdelke pa namenijo raznim dobrodelnim organizacijam. Kar se ne podari oz. reciklira, konča v toplarnah, s pomočjo katerih proizvajajo energijo.

Evropska Unija letno ustvari približno 16 milijonov ton odpadkov, recikliranih pa je 26 %. Evropska direktiva je predpisala zakone za preprečevanje, ponovno uporabo, recikliranje in odlaganje oz. uničenje odpadkov znotraj regij. Želeni cilj je, da bi do leta 2030 reciklirali ali pa ponovno uporabili kar 70 % tekstilnih odpadkov, le 10 % pa bi jih končalo na odlagališčih.

Za doseg teh ciljev so uvedli politike, ki odgovornost glede zbiranja in upravljanja s tekstilnimi odpadki, ki jih povzročijo potrošniki, prenese na ponudnika blaga. To je vodilo k 13 % povečanju proizvodnje blaga iz že recikliranih materialov, kar lahko vidimo pri raznih kolekcijah znanih blagovnih znamk. Politika se zavzema predvsem za zaprt krog recikliranja. To pomeni, da se reciklirani odpadki ponovno uporabijo v njihovi izvorni industriji, dokler se te ne izrabijo. Francija je kot prva leta 2017 sprejela navedene zakone oz. priporočila o ravnanju s tekstilnimi odpadki.

V **ZDA** so leta 2017 proizvedli 16,9 milijonov ton tekstilnih odpadkov. Od tega jih kar 85 % konča na odlagališčih, 15 % pa se ponovno uporabi ali reciklira. Ugotovili so, da tekstilni odpadki zavzemajo približno 5 % vseh ameriških odlagališč. ZDA ima največje povprečje tekstilnih odpadkov, odvrženih na odlagališčih, na prebivalca med vsemi vodilnimi državami v svetutekstilne industrije. Sicer imajo kar dobro promocijo recikliranja, vendar se le-te redko poslužujejo, prav tako pa nimajo toplarn. V bližnji prihodnosti naj bi se začeli bolj posluževati teh dveh metod.

Tehnologije recikliranja tekstilnih odpadkov

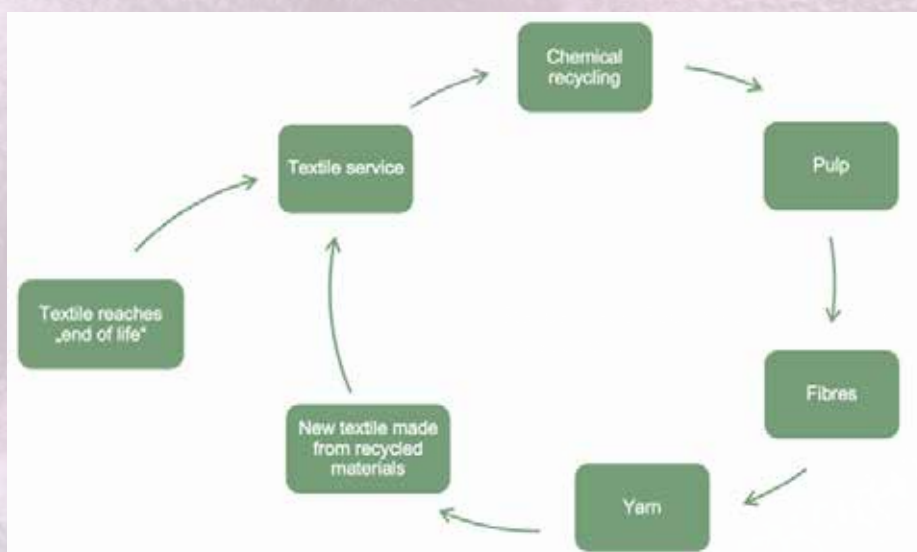
Kot navedeno, tekstilne odpadke ločimo na nastale pred in po uporabi. Te lahko na to ponovno recikliramo v tekstilne dobrine, čemur rečemo zaprti krog. Druga opcija je odprti krog, kjer se reciklirani material uporabi v ostalih industrijah. Glede na proces recikliranja v grobem ločimo mehansko in kemično recikliranje. Mehanski način vlakna pogosto poškoduje in skrajša, tako da ta ne ponuja neskončne reciklaže, medtem ko kemični ponuja produkte, ki so konkurenčni izvirnim materialom, saj imajo popolnoma enake kemične lastnosti.



Mehansko recikliranje s pomočjo združevanja vsebuje procese, kjer se odpadke segreje in takoj združi, ali pa spremeni v granulirane materiale. Ta način reciklaže je primeren za sintetične tekstile oz. polimere, ki morajo biti izjemno čisti, saj je sistem na onesnažila zelo občutljiv. Uporablja se zgolj odpadke, ki so nastali v tovarnah, lahko pa tudi odpadke drugih strok z isto kemično sestavo. Pridelano surovino se lahko uporabi tako v zaprtem kot odprtem krogu. V odprtem to pomeni izdelavo raznih plastičnih izdelkov iz pridobljenih granulatov, pri zaprtem krogu pa se le-te uporabijo za ponovno izdelavo tekstila. Materialom se kakovost s tem procesom slabša, zaradi česar je potrebno občasno dodati nekaj izvornega materiala.

Pri vseh navedenih procesih je potrebno pred tem zbrane tekstilne odpadke sortirati po materialu in barvi ter od njih ločiti razne trdne delce (zadrga, gume) in netekstilne materiale (etikete, nečistoče). Po končanem sortiranju so odpadki razrezani na manjše kose, saj se jih tako lažje obravnava. Pri recikliranju odpadkov, nastalih v tovarnah oz. odpadkov pred uporabo potrošnikov (neprodani artikli), smo seznanjeni z njihovo kemično sestavo in uporabljeno barvo, saj so zaradi tega lažji za reciklažo. Imenujemo jih homogeni odpadki, njihova obdelava pa je dokaj preprosta. V nasprotju z njimi je obdelava tekstilnih odpadkov, nastalih po uporabi, zelo težavna, saj so med tekstil umešane razne nečistoče, prav tako nam je neznana kemična sestava odpadkov in sestava barvil, občasno pa se pojavijo še poškodovana vlakna. Takšne odpadke imenujemo heterogeni odpadki.

Mehansko recikliranje s procesom trganja in rezanja je cenovno zelo učinkovit način reciklaže. Najpogosteje se uporablja v odprtem krogu recikliranja, ko tekstilni izdelki niso več primerni za prvotno uporabo (recimo posteljnina, brisače). V tem procesu lahko uporabimo večino tekstilnih izdelkov pred in po uporabi potrošnikov, ki se zmeljejo v zelo majhne mešane delce z vlakni različnih velikosti in dolžin. Pridobljeno surovino lahko uporabimo tudi v zaprtem krogu, vendar moramo pri tem dodati veliko novega, še neuporabljenega materiala. To je okolju prijazen način, saj ne uporablja nobenih kemičnih snovi in vode, vendar zgolj mehansko energijo. Največja pomanjkljivost je zmanjšanje kvalitete materiala, prav tako je za ponovno uporabo znotraj tekstilne industrije predhodno potrebno 100 % natančno sortiranje, ki je časovno in ekonomsko potratno.



Procesi kemičnega raztapljanja se uporabljajo za reciklažo vseh topljivih vlaken, sintetičnih polimerov in celuloznih vlaken, kot sta npr. bombaž in viskoza. V proces lahko vključimo tekstilne odpadke, nastale pred in po uporabi, prav tako pa tudi papirnate in plastične odpadke. S tem procesom dobimo raztopljene polimere, ki se lahko ponovno uporabijo v tekstilni industriji (zaprti krog). Izjema je bombaž, ki se razgradi v neke vrste celulozno pulpo, ki se lahko uporabi za izdelavo papirja (odprti krog). Proces ni najbolj prijazen okolju, saj porablja vodo in okolju nevarne kemične snovi. Po drugi strani lahko s pomočjo tega procesa recikliramo tudi kontaminirane tekstilne odpadke, saj lahko s pravilno izbiro topila raztopimo zgolj eno vrsto tkanine. To nam omogoča tudi ločevanje tekstilnih mešanic.

Pri **procesu kemične depolimerizacije** se odpadki očistijo vseh barvil in ostalih kemijskih nečistoč. Obstaja več različnih načinov reciklaže, najpogostejši pa sta hidroliza in glikoliza. S tem procesom lahko recikliramo le nekatere sintetične tekstile, kot sta poliester ali poliamid, za to pa so primerni tako izdelki pred kot po uporabi. Kot produkt dobimo monomere, ki bodo imeli enake kemične in kakovostne lastnosti kot prvoten material, iz katerega so bili izdelki narejeni. Te lahko nato ponovno uporabimo v tekstilni industriji (zaprti krog) ali pa v mnogih drugih (odprti krog). Proces ni najbolj prijazen za okolje, saj uporablja različne kemikalije, vendar pa ima mnoge prednosti, saj lahko odpadke reciklira v neskončnost, saj le-ti ne izgubijo svoje kakovosti. Prav tako dobro odstrani nečistoče in je primeren za reciklažo mešanih odpadkov.

Recikliranje s pomočjo kemične pirolize poteka pri temperaturah, višjih od 400 °C. S tem procesom lahko recikliramo tekstilne odpadke pred in po uporabi potrošnikov, vse organske oz. ogljikove materiale, biomaso in plastiko. Kot produkt dobimo pirolizno olje, nekaj ogljika in pirolizni plin, sestavljen iz metana, ogljikovega monoksida,

ogljikovega dioksida in vodika. Pridobljene surovine se uporabijo v odprtem krogu. Pirolizno olje lahko porabimo kot gorivo, pirolizni plin in ogljik pa zažgemo v sežigalnicah za proizvodnjo energije ali pa ju uporabimo kot surovino pri proizvodnji kemikalij. Glavna pomanjkljivost tega procesa je ogromna poraba energije, ki je posledica visokih temperatur. Vendar pa ta proces omogoča reciklažo vlaken, ki jih drugi procesi ne morejo reciklirati, npr. aramidna vlakna, omogoča pa tudi reciklažo poškodovanih in kontaminiranih odpadnih tekstilov.

Recikliranje s pomočjo kompostiranja in fermentacije poteka s pomočjo mikroorganizmov, ki razgrajujejo organske molekule. Uporabljamo jih za recikliranje predvsem celuloznih vlaken, vendar pa lahko zraven dodamo tudi mešane tekstilne odpadke. Kot proizvod dobimo različne molekule kislin in alkoholov, sintetika, prisotna v mešanih odpadkih, pa se ne spremeni, zato jih dobimo kot čisti produkt. Nastale surovine se uporabljajo v odprtem krogu kot razna goriva ali kemikalije v drugih industrijah.

Zaključek

V zadnjih letih se svet vse bolj usmerja k ponovni uporabi in recikliranju tekstilnih odpadkov. V prihodnosti lahko pričakujemo številne izboljšave na že razpoložljivih metodah in nove procese recikliranja ter alternativne materiale za pridobivanje tekstilnih vlaken, kot so na primer alge. Proizvajalci se vse bolj zavedajo odgovornosti za tekstilne odpadke, Evropska Unija pa si prizadeva zmanjšati količino tekstilnih odpadkov, ki končajo na odlagališčih z uvajanjem novih zakonov.

Avtor: Žiga Černe



Navadno križišče, krožišče ali semaforizirano križišče

Vsak dan smo udeleženci na cesti: kot vozniki, potniki ali pešci. Če vsako jutro opravimo isto pot do šole oz. službe, »imamo naštudirano« prav vsako križišče oz. semafor na naši poti. Opazimo lahko, da se veliko križišč rekonstruira, vse bolj pogosta so tudi krožišča. Zdi se nam, da je v krožiščih promet najbolj tekoč. Pa so krožna križišča res optimalna izbira?

Križišča se dimenzionirajo glede na prometne obremenitve, ki se pridobijo s štetjem prometa. Ti podatki so pridobljeni s 16-urnim štetjem v 15-minutnih intervalih. Na osnovi teh podatkov dobimo jutranjo in popoldansko konico ter faktor končne ure. Vsi pridobljeni podatki so pretvorjeni na skupno enoto EOv (enota osebnih vozil). Pri tem upoštevamo:

- osebno motorno vozilo = 1 EOv,
- tovornjak, avtobus, traktor = 2 EOv,
- tovornjak s priklopnikom, vlačilec = 3,5 EOv.

Za računanje pretočnosti oz. kapacitete križišča uporabljamo programe, s pomočjo katerih dobimo podatke o nivoju uslug, zamudah (v sekundah), dolžini kolone (v metrih) in zasičenosti križišča. Nivoji uslug so po HCM (ang. Highway Capacity Manual) razredi, ki nam povejo, kako sprejemljivo je stanje na cesti oz. križišču. Teh nivojev je 6 – razredi so od A do F, pri čemer A pomeni prost prometni tok (želena hitrost, minimalne zamude), F pa prometni tok s kritičnimi zamudami in omejenimi hitrostmi. Dopustno mejo predstavlja nivo D, kjer so hitrosti že omejene. V času jutranje in popoldanske konice nivo nikakor ne sme pasti pod nivo E, saj v tem primeru prometni tok postane nestabilen. Če nivo kapacitete križišča pade pod nivo D, je torej potrebno križišče spremeniti oz. rekonstruirati.

Na obliko križišča vpliva več faktorjev: lokacija in tip ceste, varnost, potrebe po kapaciteti, vključenost v okolje in ekonomičnost. Ločimo

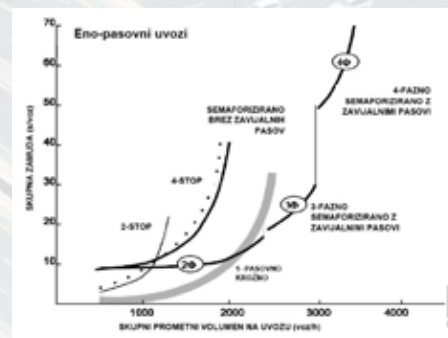
nivojska, izvennivojska in kombinirana križišča. Nivojska križišča so najobičajnejša križišča (vsi elementi križišča se nahajajo na istem nivoju), izvennivojska križišča so na različnih nivojih (torej so križanja ločena z mostovi, nadhodi in podhodi), kombinirana pa so kombinacija teh dveh.

Tokrat se bomo osredotočili na nivojska križanja. Njihova oblika se določi na osnovi prometne funkcije ceste, načina distribucije prometnih tokov, varnega prečkanja kolesarjev in pešcev ter najpomembnejše – glede na količino prometa in prevoznost merodajnega tipskega vozila.



Glede na količino prometa se odločimo za (nov) tip križišča. Ta je lahko navaden, torej križišče s prednostno cesto, krožen ali semaforiziran (z ali brez zavijalnih pasov). Slika 2 prikazuje skupno zamudo (sekunde/vozilo) v odvisnosti od prometnih obremenitev. Iz grafa lahko razberemo, da je najbolj osnovno križišče z dvema STOP znakoma, ki sprejme do okoli 1200 vozil na uro, zamude na takšnem križišču pa znašajo približno 20 sekund. Ko je povpraševanje večje, potrebujemo tudi križišča z večjo kapaciteto.

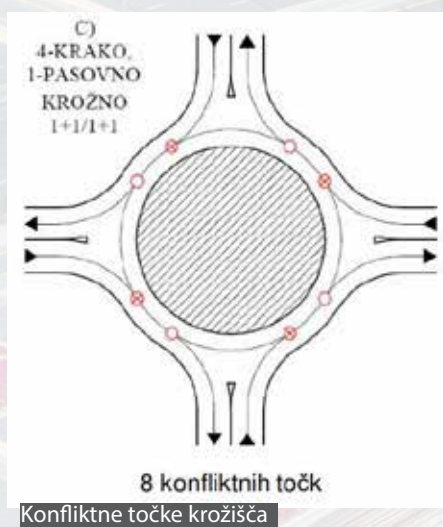
Danes največja krožišča sprejmejo do približno 2500 vozil na uro. V kolikor ta ukrep ni zadosten, se poslužujemo semaforiziranih križišč z ločenimi zavijalnimi



Kako vemo, kdaj je potrebno ukrepati in izboljšati križišče?

Ukrepano takrat, ko stopnja zasičenosti križišča preseže 85 % oz. ko so prometne obremenitve večje od 85 % kapacitete, ki jo nudi križišče. Koraki za izboljšanje križišča so naslednji; najprej lahko spremenimo prometni režim. Gre za redko rabljen ukrep, saj je pogostejša rekonstrukcija križišča, tj. dodajanje posebnih pasov za zavijanje, čeprav tudi ta ukrep ne prinese večjih učinkov. Naslednji ukrep je rekonstrukcija v krožno križišče, končni ukrep pa je semaforizirano križišče.

Kaj torej izbrati: krožno ali semaforizirano križišče? Danes so krožna križišča pogosta predvsem na mestih, kjer imamo neugodne kote pri križanju osi cest, je presežena kapaciteta na klasičnem križišču in kjer želimo umiriti prometne tokove ter povečati varnost. Slednje prikazuje slika 3, kjer vidimo, da imamo na enopasovnem krožišču le 8 konfliktnih točk. Teh točk je pri dvopasovnem krožišču več, vendar takšnih križišč ne gradimo več, saj je notranji pas preveč pogosto ostal neizkoriščen. Izboljšana križišča so t. i. turbo krožna križišča, ki imajo večjo kapaciteto.



Razlog za izbor semaforiziranega križišča narekujejo prometne obremenitve. Na sliki 4 je graf, ki prikazuje območje krožnega in semaforiziranega križišča. Ta izbor je odvisen od obremenitev glavnega in stranskega toka. Če imamo npr. na glavnem toku 1000 vozil/uro, na stranskem pa 800 vozil/uro, potem graf narekuje izbor semaforiziranega križišča. Pri tem moramo upoštevati, da se prometnice načrtujejo za 20-letno plansko dobo, ob tem pa se ne sme pozabiti na 2 % letno rast prometa, kar pomeni, da se prometne obremenitve z leti povečujejo.

Če torej izberemo semaforizirano križišče, moramo tudi smiselno določiti parametre semaforiziranega križišča. Določimo cikel, split in faze. Ciklus je čas, ki preteče od ene kombinacije signalnih znakov do ponovnega začetka iste kombinacije. Split je razdelitev ciklusa na posamezne faze. Faza pa je čas trajanja zelenega časa (zeleni luči) za posamezni pas/skupino vozil oz. pešcev skupaj z vmesnim časom (vse kar ni zeleni čas, torej rumena in rdeča luč).

Zeleni čas določimo glede na prometne obremenitve najbolj obremenjenih vozniških pasov. Ciklus je lahko fiksno določen za vse pasove (čez celoten dan bo npr. na glavnem toku 40 sekund), poznamo pa tudi prometno odvisne semaforje, kjer se cikel menjava čez dan. To pomeni, da je npr. v jutranji konici, ko je glavni tok zelo obremenjen, zeleni čas daljši in traja npr. 50 sekund, preostanek dneva pa bo zeleni čas trajal le 30 sekund. Na ta način se poskuša optimizirati prometni tok.

Nivo uslug na semaforiziranem križišču se določi glede na povprečne zamude na vozilo. Na začetku članka je omenjeno, da še sprejemljiv nivo uslug predstavlja nivo D. Po tabeli, ki je prikazana na sliki 5, ta zamuda znaša 35–55 sekund.

NIVO USLUG	POVPREČNA ZAMUDA NA VOZILLO (sek/vozilo)
A	≤ 10
B	> 10-20
C	> 20-35
D	> 35-55
E	> 55-80
F	> 80

Nivo uslug semaforiziranega križišča

Kljub temu da krožišča danes predstavljajo pogosto izbiro, se moramo kot projektanti ob večjih rekonstrukcijah vprašati, ali smo izbrali dolgoročno optimalno izbira. Če se obremenitve nahajajo globoko v območju za izbor krožišča, bomo seveda izbrali krožišče, saj je le-to tudi bolj varno. Če pa se nahajamo ravno na meji med krožnim in semaforiziranim križiščem, potem je smiselno razmišljati o trajnostnejših rešitvah. Glede na letno rast prometa je zato boljša izbira semaforizirano križišče.

Avtor: Katja Jenko



Pametne hiše: tehnologija spreminja naš način bivanja

Tehnologija na vsakem koraku spremlja naš vsak dan, pri čemer izboljšuje in zvišuje naše življenjske standarde ter nam olajšuje procese v našem bivanjskem okolju. Tako kot je tehnologija vstopila v industrijo ter se postopoma razširila na vsa področja, tako lahko spremljamo tudi njen razvoj na področju uporabe v samih bivalnih okoljih. Z vse modernejšimi pristopi pri uporabi tehnologije in njenim nadzorom lahko izboljšamo učinkovitost energentov ali drugih elementov, ki jih uporabljamo ob aktivnostih, npr. pri življenju v hišah oz. stavbah.

Pametne hiše so zgrajeni objekti, ki uporabljajo napredno tehnologijo, razvito posebej z namenom, da bi uporabnikom olajšala in izboljšala način bivanja. Trend pametnih hiš je v stalnem razvoju, a je njihova razširjena uporaba zaenkrat še vedno razmeroma nizka.



Kaj so pametne hiše?

Pametna hiša je objekt, ki uporablja napredno tehnologijo, da bi olajšala in izboljšala naš način bivanja. Tehnologija, ki se uporablja v pametnih hišah, omogoča nadzor nad različnimi sistemi v hiši, kot so ogrevanje, hlajenje, razsvetljava, varnostni sistemi ipd., ki jih upravljamo preko mobilnih naprav ali glasovnih asistentov in jih povezuje v celoto. Poleg tega lahko pametne hiše zbirajo podatke o tem, kako se uporabljajo različni sistemi v hiši, kar lastnikom omogoča,

da izboljšajo učinkovitost in udobje svojega doma. Elemente pametne hiše lahko torej v grobem delimo na tiste uporabne z vidika energetske učinkovitosti, kot tudi na zabave.

V tako imenovani pametni hiši so različni sistemi med seboj povezani, zato komunicirajo med seboj. Na primer, ko se sproži senzor gibanja, se lahko vklopijo varnostne kamere, luči pa se vklopijo na poti do kopalnice. Podobno lahko pametna hiša prepozna, kdaj se lastnik približuje domu in samodejno vklopi ogrevanje, klimatsko napravo, razsvetlavo in drugo. V tem lahko vidimo pozitivne učinke.

Sistem pametne hiše je na voljo za vse bivanjske enote. Vse več gradbenih podjetij se izobražuje na tem področju ter že omogoča gradnjo pametnih hiš: zagotavljajo vso potrebno tehnologijo za izgradnjo takšnih hiš. Vendar pa zgolj tehnologija ter elementi, potrebni za izgradnjo pametne hiše, ni dovolj. Potrebne se tudi dobro razširjeno ter modernizirano infrastrukturo, speljano do samega objekta ter namenjeno za širšo uporabo.

Kako deluje sistem pametne hiše?

Pametne hiše uporabljajo različne vrste tehnologij, da bi nadzorovale in povezovalе vse sisteme v hiši v enoten sistem.



Najpogostejše uporabljene tehnologije so:

- Internet stvari (ang. Internet of things, IoT): IoT tehnologija omogoča povezavo različnih naprav v hiši, kot so senzorji gibanja, termostati, varnostne kamere itd. Na ta način lahko naprave med seboj komunicirajo in izmenjujejo podatke, kar omogoča avtomatizacijo različnih sistemov v hiši.

- Brežžična povezljivost: Pametne hiše in sistemi uporabljajo brezžično povezljivost, da se lahko upravljajo preko mobilnih naprav ali glasovnih asistentov, kot sta Amazon Alexa ali Google Assistant.

- Senzorji se uporabljajo za zbiranje podatkov o tem, kaj se dogaja v hiši. Senzor gibanja npr. lahko zazna, ko je nekdo v sobi, senzor vlage pa lahko zazna, ko je vlažnost v kopalnici previsoka in s tem omogoča ter sproži dodatne elemente, ki bodo rešili problem.

- Umetna inteligenca (AI): Umetna inteligenca se uporablja za analiziranje podatkov, ki jih zbirajo senzorji in druge naprave v hiši. Na ta način lahko pametna hiša samodejno prilagaja nastavitve glede na navade in potrebe uporabnikov.

Sistem pametne hiše lahko nadzoruje številne sisteme v hiši vključno z:

- Ogrevanjem in hlajenjem: pametna hiša lahko nadzoruje termostat in samodejno prilagaja nastavitve glede na zunanjo temperaturo in navade uporabnikov;

- Razsvetlavo: pametna hiša lahko nadzoruje razsvetlavo in samodejno prilagaja nastavitve glede na čas dneva in navade uporabnikov;

- Varnost: pametna hiša lahko nadzoruje varnostne kamere, alarmne sisteme in druge varnostne naprave;



- Zvok in video: pametna hiša lahko nadzoruje avdio in video naprave, kot so televizorji, zvočniki in drugi;

- Aplikacije: pametna hiša lahko nadzoruje aplikacije na pametnih napravah, kot so računalniki, tablice in pametni telefoni.

Prednosti in slabosti sistema

Pametne hiše imajo številne prednosti, med njimi je npr. udobje, ki omogoča avtomatizacijo različnih sistemov v hiši in jih povezuje. Velik pomen ima tudi energijska učinkovitost, ki jo bodo prinesle pametne hiše, s tem pa tudi samodejno prilagajanje nastavitve glede na navade uporabnikov ter dodaten prihranek pri energiji s sistemskim nadzorom. Sistem se bo npr. vklopil, samodejno izklopil ali znižal nastavitve, ko v objektu ne bo uporabnikov. Prav tako je velika prednost izboljševanje varnosti z nadzorom varnostnih kamer ter alarmnih sistemov, ki jih lahko nadzorujemo iz katerekoli lokacije. Tudi sama prilagodljivost sistema je namenjena potrebam uporabnikov.



Modernizacija domov

Po drugi strani imajo pametne hiše tudi več slabosti. Z delovanjem sistemov so gotovo povezani tudi višji stroški, že samo zaradi vgradnje kot tudi vzdrževanja ter porabe energije. S stroški je povezano tudi delovanje sistemov, saj lahko z okvarami nastanejo tako dodatni stroški kot tudi neuporabnost sistema v določenem času.

Kot slabost bi se lahko izkazala tudi zasebnost uporabnika ter možna zloraba zbranih podatkov o uporabniku, s čimer so povezane kršitve zasebnosti.

Vpeljava tehnologije v prakso

Zaenkrat so pametne hiše še vprašanje prihodnosti, vendar se pričakuje, da bodo postale vse pogostejše. Če na slovenskem trgu kot elemente pametnih hiš zaenkrat opazimo le pametne vtičnice, nekatere pametne žarnice ter varnostne sisteme z varnostnimi kamerami in alarmi, lahko v prihodnosti zagotovo pričakujemo še več takih elementov, ki bodo izboljšali učinkovitost drugih naprav.



V katero smer se bodo razvijali elementi pametne hiše?

Pomemben faktor pri vgrajevanju tehnologije v pametne hiše je njeno dobro poznavanje, tj. poznavanje vseh prednostmi ter slabostmi, ki jih pridobimo z njihovo vgradnjo. Potrebno se je izobraževati ter približati tehnologijo njenim uporabnikom. Z gotovostjo lahko rečemo, da bo tak sistem pametne hiše dražji od trenutno najbolj razširjenih načinov gradnje, vendar ima velik potencial. Čeprav to ni primarna naloga gradbenikov, moramo tudi s to mislijo stopiti v stik z razvojem ter omogočati stroki na področju inštalacij možnost izboljšanja vgradnje ter drugih postopkov na tem področju.

Prav tako moramo tudi s primerno infrastrukturo slediti razvoju pametnih hiš, saj je trenutno le v bolj urbanih mestih mogoče izbrati tako tehnologijo. Pomemben je razvoj internetnega in drugih distribucijskih omrežij, saj večina sistemov deluje s pomočjo interneta in brezžične povezave.

Čeprav ta vidik sistemov pametne hiše ni primaren člen gradbeništva, lahko na koncu sklenemo, da bodo sistemi pametnih hiš vse pogostejše v uporabi, zato se bomo tudi gradbeniki vse pogostejše srečevali tudi s tem področjem izvedbe ter bili primorani k dodajanju teh sistemov v gradbene objekte. Zaključimo lahko, da so trenutni sistemi partitivno že v naših objektih, le da še niso povezani v celoto, zato še ne delujejo učinkovito. Potrebne aplikacije za pametne telefone namreč za bolj učinkovito delovanje potrebujejo dodatne navade ljudi.

Čeprav je to le kratek razmislek o prihodnosti gradbeništva, lahko to temo naslovimo z vso resnostjo. V prihodnosti bodo zelo pomembna dodatna izobraževanja na tem področju.

Avtor: Jošt Rogelj



Zelene strehe: prihodnost mest

Gradnja in z njo posegi v prostor imajo znaten vpliv na okolje, kar posledično vpliva tudi na kakovost življenja ter zdravje ljudi. Že zaradi slednjega je pomembno, da načrtujemo zdravo okolje, gradimo trajnostno in načrtujemo urbane mestne prostore, prijetne za počutje in zdravje. S prostori, ki bodo pozitivno vplivali na bivanjsko okolje v mestu, lahko pripomoremo k dobri družbeni klimi ter k zdravemu in čistejšemu okolju v mestu. V mestnem okolju smo neprestano podvrženi takim ali drugačnim okoljskim dejavnikom, ki slabšajo našo kakovost bivanja. V članku se bomo fokusirali predvsem na eno izmed možnih nadaljnjih nadgradenj že obstoječih objektov, katerih strehe predstavljajo še neizkoriščen del stavbe. Z njih se npr. odvajajo padavinske vode, drugim funkcijam, kot je možen prostor za druženje, pa največkrat niso namenjene.

Ob povečanem globalnem segrevanju smo v mestih priča vse višjim temperaturam, zato se pri povišanih temperaturah radi zatekamo na območja z ugodnejšo temperaturo, ali se pred direktno sončno svetlobo umaknemo na zakrita mesta. Ker v mestih, ki so pretežno urbanizirana z dolgimi asfaltiranimi ali betoniranimi hodniki brez kakršnegakoli zelenja, takih območij ni veliko, smo primorani k iskanju drugačnih rešitev. Že za Ljubljano lahko najdemo izdelanih več analiz, kako poletni meseci negativno vplivajo na celotno mestno klimo. Leta 2020 so izvajali projekt Vroče točke, v katerem so prebivalci in uporabniki mesta sami določali vroče točke na zemljevidu Ljubljane. S tem projektom so želeli prikazati najbolj vroče točke v mestu ter možne rešitve.



Vroče točke v Ljubljani

Če na slednjo temo ne gledamo zgolj z življenjskega, pač pa tudi s funkcionalnega vidika, lahko z realizacijo ideje zelenih streh vidimo mnogo pozitivnih lastnosti. Že s prvimi koraki prenove stopimo na pot trajnostne gradnje, ki upošteva ekološke, ekonomske in družbene dejavnike. Trajnostna gradnja vključuje uporabo okolju prijaznih materialov, energetsko učinkovito gradnjo in uporabo obnovljivih virov energije. Z ugodnejšo izbiro tipa strehe lahko vplivamo na vpliv temperature na samo stavbo in s tem na izrabo energije, namenjene ohlajanju prostorov.

Po večini ravne strehe stavb, zaščitene s hidroizolacijo, na vrhu akumulirajo toploto, kar negativno vpliva na samo stavbo, zato je na dolgi rok gotovo dobro investirati v inovativnejše rešitve. Ker noben poseg ni finančno ugoden, je smotno pogledati vse vidike investicije in njenega povratka. Na splošno je način gradnje zelene strehe zagotovo dražji od tradicionalne gradnje streh, vendar se dolgoročno lahko izkaže za finančno koristnega, saj prvič zmanjšuje porabo energije in drugič v primeru, da na strehah zagotovimo tudi prostor za druženje, morda povrne obratovalne stroške. Če so take strehe prekrte z zelenim rastjem, npr. s travo, grmi, cvetočimi rastlinami ipd., lahko izvedemo tudi hibridne zelene strehe, ki bodo združevale tako funkcionalni – tj. hodni del strehe –, kot estetski in varovalni – tj. zeleni del strehe.



Konstrukcijski sklop zelene strehe

Zelene strehe z aplikacijo na obstoječo nosilno konstrukcijo prinašajo dodatno maso na sam objekt, kar v primeru že tako oslabiljene nosilne konstrukcije pri starejših zgradbah – ali pri nenačrtovani dodatni masi na strehi – prinaša tudi negativne posledice. Zato taka izvedba ni vedno mogoča. V takem primeru lahko po zgledu drugih mest, kot so to napravili npr. v New Yorku, obstoječo hidroizolacijo, ki je večinoma v temnejših barvah, prebarvamo na belo, ki v večji meri odbija sončno svetlobo, tj. 60–90 % odbite sončne svetlobe, in s tem pozitivno vpliva na zmanjšanje absorpcije toplote skozi samo streho v notranjost objekta, kar lahko zagotovi tudi do dve stopinji hladnejšo notranjost objekta.



Barvanje streh za doseganje nižje akumulacije toplote skozi streho

Če nosilna konstrukcija dopušča izvedbo zelene strehe, ali pa če načrtujemo povsem nov objekt, ki bo integriran v samo mesto, to prinaša več koristi. Primer so zelene strehe v Portu na Portugalskem.



Zelena streha v Portu, Potrugalska



Vrste ozelenjenih streh

Med najbolj opaznimi pozitivnimi lastnostmi je izboljšanje kakovosti zraka v samem mestu, kar dosežemo z vnosom večje količine zelenja, saj so rastline sposobne absorbirati škodljive snovi iz zraka. Prav tako zmanjšujejo količino toplogrednih plinov, ki jih oddaja mesto kot celota, te spremembe v količini pa prispevajo v boju proti podnebnim spremembam. Ob vse večjih podnebnih ekstremih so zelene strehe zmožne absorbirati tudi večje količine padavinske vode, kot bi jih klasične strehe, kar zmanjšuje pritisk na vodne tokove v mestih in javne kanalizacijske sisteme in zmanjšuje možne posledice poplavnih voda zaradi morebitne preobremenjenosti kanalizacijskih in meteoroloških sistemov.

Seveda je hrup v mestu pogost dejavnik slabšanja kvalitete bivanjskega okolja, zato s širitvijo zelenih otokov v mestu izboljšujemo tudi ta vidik kakovosti življenja, saj so zelene strehe zmožne absorbirati določeno količino hrupa.

Zelene strehe lahko prispevajo k izboljšanju energetske učinkovitosti stavb, saj absorbirajo toploto in jo kasneje počasi oddajajo nazaj v okolje. To zmanjšuje porabo energije za klimatizacijo v poletnih mesecih in zagotavlja udobno temperaturo v stavbi.

Zelene strehe lahko služijo tudi kot habitat za številne vrste rastlin in živali, ki so zaradi urbanizacije izgubile svoj naravni habitat, s tem pa se povečuje biotska raznovrstnost v mestu. Vseeno to nima vedno le pozitivnih lastnosti. Če so pogoji zanje namreč preveč ugodni, se v samem rastju lahko namnožijo žuželke in komarji, kar ima lahko tudi negativne posledice.

To je le nekaj pozitivnih in malo manj pozitivnih lastnosti uporabe zelenih streh v mestih. Obstajajo tudi drugi načini zagotavljanja zmanjševanja ekstremnih temperaturnih razlik: uspešen boj proti ekstremom so npr. bolj ozelenjene ulice, s širjenjem mest in izkoriščanjem kmetijskih zemljišč je za uporabnika možna izgradnja zelene strehe, kjer se lahko goji zelenjava, možna je tudi izvedba zelene fasade itd.



Možne izvedbe bolj zelenega mesta

V zadnjih letih se je izvedba zelenih streh v svetu močno povečala. V nekaterih državah so se pojavili programi za podporo pri izvedbi gradnje zelenih streh. Seveda ta projekt kot vsak »nov« proizvod zahteva določene izkušnje in znanja pri sami izvedbi, zato tudi zelene strehe nudijo ogromno možnosti za nadaljnja raziskovanja in izboljšanja. Potrebno se je zavedati, da ta način zagotovo prinaša veliko koristi tako za ljudi kot za okolje.

Še en uspešen primer integracije zelene strehe v mesto predstavlja Univerzitetna knjižnica v Varšavi, kjer so skupaj s prostorom za izobraževanje uspešno integrirali tudi zeleno streho s parkom. Ta projekt zagotovo pozitivno vpliva tako na sam izobraževalni proces učencev kot tudi na izobraževalno klimo.



Univerzitetna knjižnica v Varšavi z zeleno streho in parkom



Z napeljavami integrirana pohodna zelena streha



Biotska raznovrstnost zelene strehe



Povezanost parka in zelene strehe

Sklenemo lahko, da je gradnja zelenih streh in ozelenitev drugih površin v mestu izjemno pomembna tako za okolje kot družbo. Zelene strehe prinašajo številne koristi, od izboljšanja kakovosti zraka in zmanjševanja hrupa do izboljšanja kakovosti življenja in ohranjanja biotske raznovrstnosti. Zahvaljujoč tehnološkemu napredku in povečani okoljski osveščenosti bo gradnja zelenih streh v prihodnosti še pogostejša. Gradnja zelenih streh je ključnega pomena za trajnostni razvoj mest in ohranjanje okolja. Njihov velik prispevek je tudi njihova vizualna privlačnost, saj si ljudje z veseljem vzamemo čas za kratek oddih v naravi, pa tudi če je to v osrčju mesta.

Avtor: Jošt Rogelj



3D tiskanje kot prihodnost gradbeništva?

Gradbena industrija se stalno razvija in izboljšuje, kar vodi k izbiri in uvedbi novih in inovativnih načinov gradnje. V zadnjih letih smo videli številne novosti, ki so spremenile načine načrtovanja in gradnje ter prinesle večjo učinkovitost, varnost in trajnost pri sami gradnji.

V zgodovini se je človeštvo neprestano poskušalo na tak ali drugačen način zaščititi s streho nad glavo, kar je s seboj prinašalo različne pristope pri gradnji tako zaradi razpoložljivosti danih materialov, kot tudi zaradi znanja o najučinkovitejši trajnostni gradnji na danem območju.

Ena od pomembnejših točk pri razvoju v gradbeni industriji je zagotovo uporaba naprednih tehnologij, kot sta BIM (ang. Building Information Modeling), ki se v vse večji meri uveljavlja pri sodobni gradnji, ter 3D tiskanje, ki bo z razvojem tehnologije zagotovo olajšalo gradnjo in prineslo cenejšo izvedbo gradnje ter zmanjšalo količino odpadkov.

Ali je pristop 3D tehnologije v praksi sploh mogoč?

Če BIM gradbenikom, arhitektom ter ostalim udeležencem pri gradnji omogoča, da vzpostavijo natančen digitalni model zgradbe, ki omogoča boljšo koordinacijo med vsemi sodelujočimi v projektu in hkrati predstavlja pomembno orodje za komunikacijo ter planiranje, je 3D tiskanje po drugi strani zaenkrat še vedno revolucionarni način, kako graditi manjše objekte, kot so hiše in stanovanjske stavbe.



Ali lahko na ta način rešimo stanovanjsko problematiko?

Pomemben vidik pri uvajanju novih tehnologij v gradbeništvo je povečano zavedanje o okoljski odgovornosti. Gradbeniki se vedno bolj zavedajo, da mora način gradnje stremeti k čim bolj trajnostni gradnji ter daljši življenjski dobi enega objekta. S tem se hkrati zmanjšuje okoljski odtis, onesnaževanje ter ohranja naravne vire. To se vse bolj kaže v trenutnih – zagotovo pa tudi v prihajajočih – zakonih, ki opredeljujejo zmanjševanje okoljskega odtisa, kot tudi načrtovanja gradnje z uporabo ekološko prijaznejših materialov, kot so les ali drugi sodobni materiali. Vse pogosteje se vračamo k naravnim materialom, kot sta ilovica ali glina za notranje omete, ki jih je razvoj trenutno prevladujočih materialov potisnil v ozadje. Pomemben parameter je tudi življenjski cikel stavbe, ki posega npr. po vgradnji sončnih panelov ter uporabi alternativnih, obnovljivih virov energije.

Prav tako se razvoj ob vse večjem pomanjkanju delovne sile in napornem delu vse bolj usmerja k iskanju metod, ki bodo zagotavljale večjo varnost in lažje, avtomatizirano opravljanje gradnje. Zagotovo k boljši varnosti pri predhodnem načrtovanju gradnje gradbenih objektov že sedaj veliko pripomorejo droni, brezpilotni letalniki, ki predhodno pregledajo teren, ga posnamejo, s tem pa olajšajo in pospešijo sam proces pregleda terena, na katerem bi bilo mogoče graditi, ali pa ocenijo stanje objekta za hitrejšo identifikacijo morebitnih težav.

3D tiskanje kot preobrazba gradnje in infrastrukture

Razvoj 3D tehnologije za tiskanje se širi v vse panoge, zato v tem primeru gradbeništvo ni nobena izjema. V zadnjem času se zato integracija 3D tiskanja v gradnjo in infrastrukturo vse bolj povečuje. Zagotovo ima velik potencial, ki pa morda še ni dodobra raziskan ter dodelan, vsaj ne dovolj, da bi lahko dosegel stopnjo popolne integracije v naš način gradnje ter popolnoma zamenjal trenutno gradbeno stroko, zato so trenutno zgrajeni objekti zgolj »preizkušanci«.



Med kontinuirnim nanosom betona po plasteh

Zagotovo bo prvi mejnik, in s tem razširjena uporaba slednjih metod v gradbeništvo, prinesel številna olajšanja. 3D tehnologija bo verjetno najprej nastopala kot pomoč pri odkrivanju novih oblik in postopkov, tudi pri kompleksnejših oblikah z enostavnejšimi rešitvami. Če so v preteklosti kompleksnejše oblike uspešno premagovali z več koraki izgradnje ter uporabe posebnih orodij, bo slednje lažje doseči z digitalnim načrtovanjem gradnje kar neposredno z računalniškim modelom. To ne bo le prihranilo časa, ampak omogočilo tudi zmanjšanje napak, ki bi lahko nastale pri gradnji, ter vodilo k boljši kakovosti struktur. S tem načinom gradnje lahko ceneje in učinkoviteje ustvarjamo edinstvene in privlačnejše oblike, kar zagotovo govori v dobrobit arhitekturnega in urbanega načrtovanja.



Arhitekturno oblikovani objekti

Druga ključna prednost 3D tiskanja je gradnja hitrejših ter cenejših pomanjšanih prototipov večje gradbene konstrukcije, ki bo inženirjem omogočala gradnjo prototipov z namenom preizkušanja njihove kakovosti in trdnosti ter služila kot pomoč za lažjo in učinkovitejšo prezentacijo končnega izdelka morebitnim investitorjem.

Ta metoda gradnje prinaša tudi povišane stroške za sam zagon tako velikega tehnološkega preskoka. Do problema kot prvo pride zaradi »časovne luknje« pri izobraževanju inženirjev za delo s to tehnologijo, kar posledično pomeni tudi višje stroške. Kratkotrajna vpeljava 3D tehnologije ne prinaša želene povrnitve vloženih sredstev. Do večjih težav prihaja tudi pri uporabi posebnih strojev, razvitih posebej za določeno vrsto materiala pri izdelavi fizičnih struktur in komponent.



Kitajska kot ključna država pri razvoju 3D tiskanja

Dobra stran 3D tiskanja je zmanjševanje odpadkov, nastalih ob gradnji s pomočjo 3D tiskanja, saj zaradi natančnosti izvedbe in njene pravilnosti poraba materiala obsega zgolj natančno odmerjeno količino materiala, potrebnega za določeno strukturo.

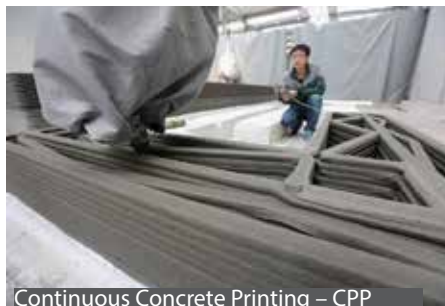


Sestavljanje pred natisnjenih elementov

Nekatere 3D metode tiskanja, ki so v dejanski in razvojni fazi uporabi v gradbeništvu:

1. Ekstruzijsko tiskanje: najpogostejša metoda 3D tiskanja v gradbeništvu, kjer material, kot sta betonska mešanica ali polimerni material, teče skozi ekstruder in se nanese na mesto objekta;
2. Betonsko tiskanje (ang. Continuous Concrete Printing – CPP): kontinuirano tiskanje betona v plasteh;
3. Lithography based tiskanje: ta metoda uporablja svetlobno tehnologijo tiskanja materiala na površino;
4. Fused Deposition Modeling (FDM): uporaba viskoznih materialov, kot so polimeri;
5. Binder Jetting: nanašanje suhih praškastih materialov, v drugi stopnja pa dodajanje lepila za sprijemanje ali uporaba kovine.

Vse naštetje metode imajo tako prednosti kot tudi slabosti; to je odvisno predvsem od specifične aplikacije in potreb objekta. Dandanes seveda že poznamo nekaj primerov objektov, ki so nastali s pomočjo sledečih metod. Če izpostavimo predvsem 3D tiskanje betona (ang. Continuous Concrete Printing – CPP), ki vključuje tiskanje betonskih struktur z nanašanjem betonske mešanice plast za platjo v kontinuiranem procesu, je ta način hitrejši, uporaben pa je predvsem za manj zahtevne objekte.



Continuous Concrete Printing – CPP

Primeri te tehnologije predstavljajo izgradnjo hiš, ki poteka z iztiskanjem betona v kontinuirani fazi v enem koraku. Izgradnja celotne hiše tako poteka hitreje, pri tem pa nastaja manj odpadkov. Takšno tiskanje omogoča uporabo tudi pri arhitekturnih elementih, kot so zaključki stavb, npr. pri fasadnih elementih.

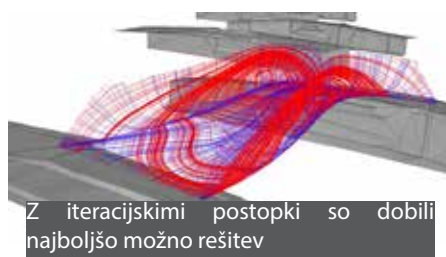
Primeri uporabe 3D tiskanja

Po svetu že obstajajo primeri objektov, ki so v celoti zgrajeni z metodami 3D tiskanja. Primer prve poslovne pisarne, ki je bila zgrajena po metodi betonskega tiskanja v Dubaju.



Poslovne stavbe v Dubaju

Most v Amsterdamu je 12-metrška konstrukcija iz nerjavečega jekla. Razvilo ga je podjetje MX3D z računalniškim snovanjem in uporabo robotskega varjenja. Za ta objekt je bilo porabljenih 4,5 ton nerjavečega jekla.



Z iteracijskimi postopki so dobili najboljšo možno rešitev



Končen izgled mostu MX3D v Amsterdamu



Lewis Grand Hotel je v celoti zgrajen s 3D tiskanjem

V sklepu lahko rečemo, da ima 3D tiskanje velik potencial pri dodatnem raziskovanju 3D tiska in posledično pri uporabi te tehnologije v praksi; v prihodnosti bi lahko prišlo do možnih zamenjav trenutnih tehnologij gradnje s sodobnejšimi, le-te pa se na koncu prav lahko izkažejo celo za učinkovitejše. Kako se bodo z novimi pristopi 3D tehnologije spremenile primarne naloge gradbenih inženirjev in z njo povezane preobrazbe, bo pokazal le čas. Zato lahko s pričakovanjem opazujemo razvoj tehnologije in njeno integracijo v gradbeno prakso.

Avtor: Jošt Rogelj



Podpora satelitov pri oceni posledic potresov v Turčiji in Siriji



Mesto Osmaniye fotografirano iz satelita Plejade po potresu

Turčija in Sirija se trenutno spopadata s posledicami enega od najhujših potresov v tej regiji v zadnjem stoletju. Po katastrofalnem potresu, ki se je zgodil 6. februarja 2023 v zgodnjih jutranjih urah, so zabeležili kar 1700 popotresnih sunkov. Skupno število žrtev je preseglo 33.000. Začetnemu potresu z magnitudo 7,8 v jugovzhodni Turčiji in severni Siriji je približno 9 ur kasneje sledil še en sunek z magnitudo 7,7, kar je povzročilo obsežno uničenje v obeh državah.



Karta popotresnih sunkov vzdolž vzhodnoanatolske tektonske prelomnice

Potres je izviral iz tektonske prelomnice približno 18 km pod površjem. Zaradi relativno majhne globine je potres povzročil močno tresenje, ki je prizadelo območja v radiju več 100 km od epicentra. Pogled na karto, ki prikazuje seizmično tveganje, nam razkriva, da je ogromen del Turčije zelo potresno ogrožen. Razlog za to je predvsem dejstvo, da večina države počiva na lastni, razmeroma majhni, anatolski tektonski plošči. Skozi Turčijo tako potekata dve tektonski prelomnici.

Severna prelomnica anatolsko ploščo ločuje od evrazijske tektonske plošče, vzhodna pa od arabske tektonske plošče. Strokovnjaki so ugotovili, da je med prvim potresom počila vzhodnoanatolska prelomnica. Preliminarna analiza kaže tudi do nekaj metrov zdrsa prelomnice na Zemljinem površju.

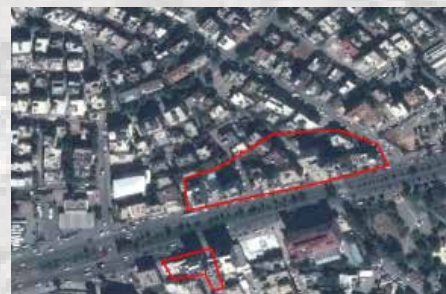


Prikaz območij seizmičnega tveganja v Turčiji. Oranžno-rdeči črti prikazujeta območja, pod katerim potekata glavni tektonski prelomnici

Prebivalci, ki so v tresenju tal izgubili svoje imetje in sorodnike prejema pomoč v obliki hrane, vode, zasilnih šotorov in higienskih pripomočkov iz vsega sveta. Za pomoč organizacijam za nujno pomoč se uporabljajo tudi satelitski podatki. Znanstveniki so začeli analizirati premikanje tal za ocene tveganja, ki jih bodo oblasti uporabile tako pri načrtovanju okrevanja in obnove območja kot tudi za dolgoročne raziskave za boljše modeliranje tovrstnih dogodkov. Pomembno je, da se ob naravnih nesrečah uskladijo vse vesoljske agencije in delujejo partnersko za isti cilj ter tako zagotovijo potrebne podatke opazovanja Zemlje za podporo ekipam na terenu.

Turške oblasti so nekaj ur po potresu skupaj z Združenimi narodi (angl. United Nations) in Mednarodno federacijo Rdečega križa in Rdečega polmeseca aktivirale Mednarodno listino »Vesolje in velike nesreče« (angl. Space and Major Disasters) (v nadaljevanju samo Listina), s katero so zagotovili satelitske podatke za podporo odzivu na naravno katastrofo, ki je zgodila.

S kombiniranjem izdelkov opazovanja Zemlje različnih vesoljskih agencij Listina zagotavlja posnetke prizadetih območij za opredelitev obsega naravne katastrofe in v podporo reševalnim ekipam, ki so si prizadevale čimprej najti preživele. Po aktivaciji je bilo dostavljenih več kot 350 kriznih slik s strani 17 vesoljskih agencij po vsem svetu. Uporabljajo se za izdelavo različnih prikazov škode in situacij, ki pomagajo oceniti vpliv naravne nevarnosti in ukrepati na prizadetih območjih. S primerjavo satelitskih posnetkov območja pred in po potresu lahko izdelamo karte, ki prikazujejo porušene zgradbe.



Območje centra v mestu Adiyaman pred in po potresu



Območje centra v mestu Adiyaman pred in po potresu

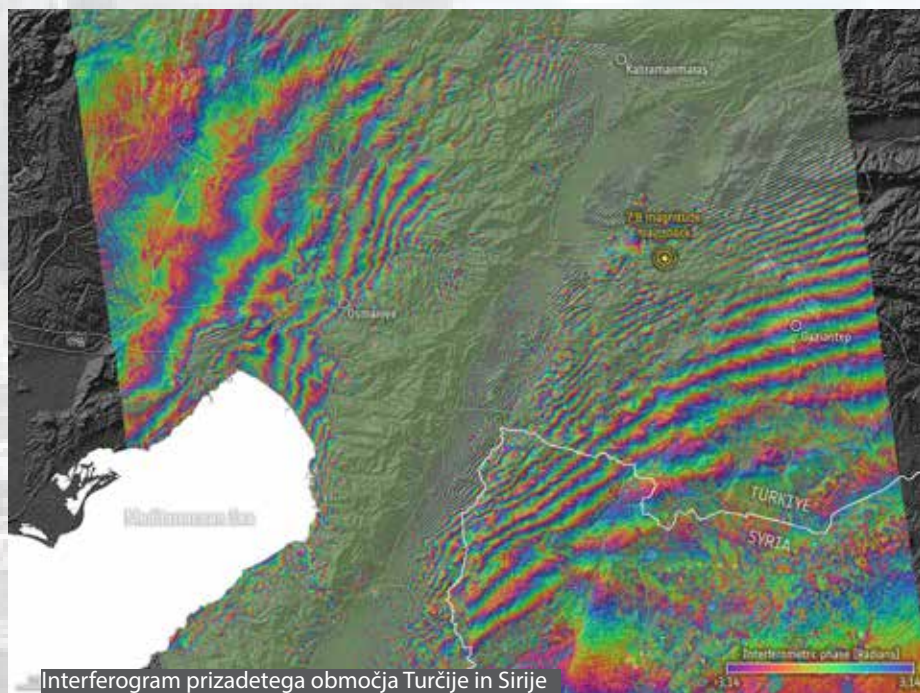
Izdelane zemljevide lahko uporabijo reševalci, da se lažje orientirajo med ruševinami, ugotovijo po katerih cestah lahko potujejo, katerim mostovom se morajo izogniti zaradi zrušitve ipd. Podatki jim bodo pomagali tudi pri navigaciji do uničenih stavb na oddaljenih območjih, kjer je težko dobiti pomoč.

Skupaj z Listino pa je bila aktiviran tudi CEMS (angl. Copernicus Emergency Mapping Service). To je storitev, ki ima pogodbo o sodelovanju za izmenjavo podatkov z Listino in prav tako uporablja opazovanja z različnih satelitov za zagotavljanje kartiranja na zahtevo. V tem primeru karte za prikaz velikosti škode iz storitve prikazujejo geografski obseg poškodovanih območij. Za to storitev so bili uporabljeni optični podatki visoke ločljivosti, vključno s tistimi iz Plejad (okoljsko usmerjena konstelacija dveh satelitov), ki skupno pokrivajo kar 664 kvadratnih metrov površine.

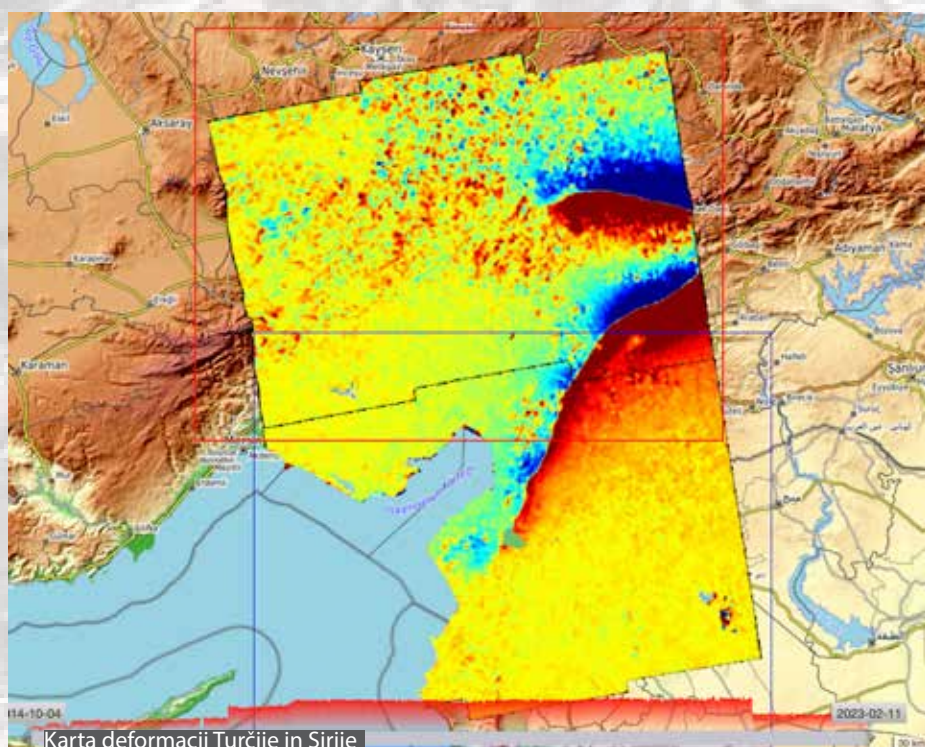
Da bi podprli oceno vpliva potresov, ki so prizadeli Turčijo in Sirijo, so torej potrebni posnetki z najvišjo možno prostorsko ločljivostjo na številnih področjih. Opravljanje misij opazovanja Zemlje je bilo zelo oteženo in zahtevno zaradi pokritosti regije z oblaki ravno v urah in dneh po aktivaciji Listine. Poleg očitnih, opaznih posledic potresa pa obstajajo tudi druge, širše geološke posledice potresa, ki bi lahko imele dolgoročne posledice in ki počasi prihajajo v ospredje. Zdi se, da je v obalnem mestu İskenderun prišlo do znatnega posedanja, kar je povzročilo poplave. Hkrati je zaradi potresa veliko pobočij po državi resno ogroženih zaradi zemeljskih plazov. Radarski posnetki satelitov omogočajo znanstvenikom opazovanje in analizo učinkov, ki jih imajo potresi na kopno tudi dolgoročno. Copernicusov satelit Sentinel-1 nosi radarski instrument, ki lahko zazna tla in lahko »vidi« tudi skozi oblake, podnevi in ponoči. S svojim 250 km širokim pasom nad kopnimi površinami nam Sentinel-1 omogoča preučevanje premikov tal, ki jih je povzročil potres in tako pomaga pri razvoju znanja o potresih. Raziskovalci uporabljajo tehniko, imenovano »interferometrija,« za primerjavo površja pred in po potresu. Preko satelitov lahko pristojni torej spremljajo tudi povečanje tveganj zemeljskih plazov, izpadov električne in energije ter navsezadnje tudi večje spremembe vremena, kar bi lahko predstavljalo izziv za odziv na naravno katastrofo.

Ker so na voljo ves čas novi in sveži podatki, lahko ekipa vesoljskih agencij na svojem portalu za kartiranje objavlja posnetke in podatkovne izdelke v skoraj realnem času.

Interferogram, izračunan s pridobitvami Sentinel-1 28. januarja in 9. februarja, kaže na obsežno deformacijo tal med Marasom in Antakyo, torej vzdolž celotne doline Karasu. S kombiniranjem podatkov, pridobljenih iz Sentinel-1 pred in po potresu, pridobimo zelo barvit interferenčni vzorec, ki kaže spremembe na tleh, ki so se zgodile med obema datumoma zajema in omogoča kvantificiranje premikov in gibanja tal.



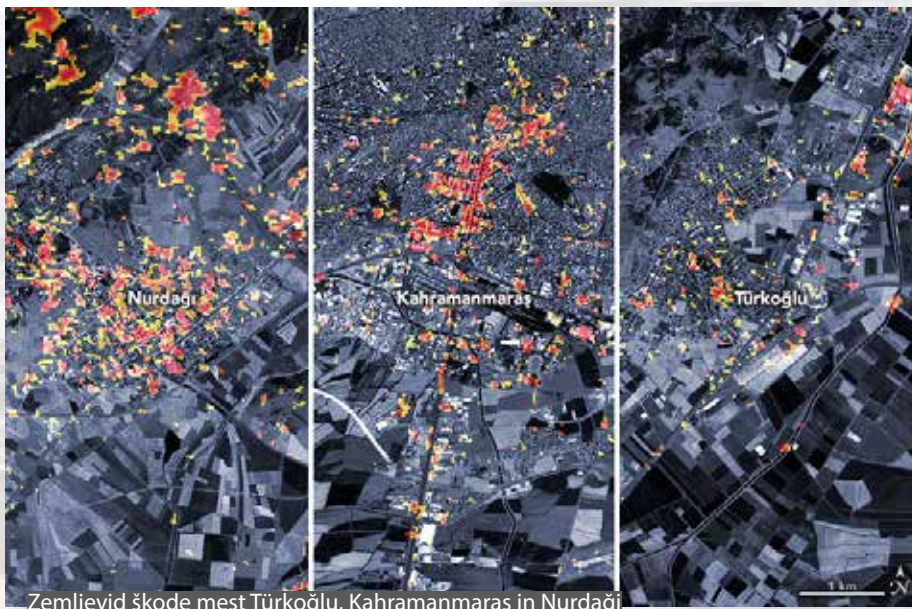
Interferogram prizadetega območja Turčije in Sirije



Karta deformacij Turčije in Sirije

Slika predstavlja obseg premika, izmerjenega s podatki, zajetimi s Sentinel-1. Slika je bila obdelana s storitvijo InSAR (angl. Interferometric Synthetic Aperture Radar), ki jo je integriral nemški center za aeronavtiko in vesoljske raziskave (DLR) na platformi GEP. Obseg premika je ocena deformacije terena z uporabo korelacije radarskega signala med dvema posnetkoma, ki se imenuje sledenje zamika slikovnih pik. InSAR ali interferometrični radar s sintetično zaslonko je tehnika za kartiranje deformacij z uporabo radarskih slik površja.

Za razliko od vidne ali infrardeče svetlobe radarski valovi prodrejo skozi večino vremenskih oblakov in so prav tako učinkoviti v temi. Z InSAR je torej mogoče spremljati deformacije tal tudi v slabem vremenu in ponoči, kar sta dve veliki prednosti v krizi, kot smo ji priča v Turčiji in Siriji. Za ustvarjanje slike deformacij se iz satelita oddaja impulz radarskega signala, ki se razprši in odbije od Zemeljine površine nazaj do satelita, ob tem pa se v satelitu zabeleži dva tipa informacij: amplituda in faza. Amplituda je moč povratnega signala, na katero v večini vplivajo fizikalne lastnosti površine.



Zemljevid škode mest Türkoğlu, Kahramanmaraş in Nurdagi



Podrte zgradbe v Turčiji po potresu

Povratna razdalja od satelita do tal in nazaj se meri v enotah radarske valovne dolžine, spremembe te razdalje med časom, ko sta bili posneti obe radarski sliki, pa se pokažejo kot fazna razlika. Združevanje takšnih dveh slik se imenuje »interfering,« kajti združevanje dveh valov povzroči, da se medsebojno krepi ali izniči.

Na tem področju je prišla v ospredje NASA s svojo zmogljivostjo in strokovnim znanjem, povezanim z radarjem s sintetično zaslonko. Prizore, zbrane pred in po potresu, sta skupina strokovnjakov iz Zemeljskega observatorija v Singapurju in NASA iz laboratorija za reaktivni pogon v južni Kaliforniji uporabili za izdelavo »približnega« zemljevida škode. Zemljevid škode, ki ga prikazujemo na sliki, je nastal 8. februarja 2023 in prikazuje dele mest Türkoğlu, Kahramanmaraş in Nurdagi. Temno rdeči piksli predstavljajo območja, kjer je verjetno, da bodo zgradbe, domovi in infrastruktura resno poškodovani, pokrajina pa resno spremenjena. Oranžna in rdeča barva označujeta območja, ki so predvidoma zmerno ali delno poškodovana.

Vsak piksel v naravi meri približno 30 metrov (približna dolžina košarkarskega igrišča). Podatki, uporabljeni za prikaz predvidene škode so bili zajeti z radarskim instrumentom PALSAR-2 na naprednem satelitu za opazovanje Zemlje ALOS-2 Japonske agencije za raziskovanje vesolja.

Radarski interferogrami so bili ustvarjeni tudi s podatki, zajetimi 28. januarja in 9. februarja, pridobljenimi iz GEP (angl. Geohazard Exploitation Platform). GEP je okolje v oblaku, ki zagotavlja niz storitev za obdelavo EO (angl. Earth Observation) in omogoča kartiranje področij, nagnjenim k naravnim nevarnostim in monitoring deformacij površja. Ta platforma omogoča strokovnjakom obdelavo številnih vrst podatkov, uporabljena pa je bila za ustvarjanje različnih radarskih in optičnih meritev. Na sliki vidimo deformacijo tal v smeri vhod-zahod, izmerjeno s podatki Sentinel-2. Na slikah, posnetih 25. januarja 2023 in 9. februarja 2023, je bila uporabljena podpikselska optična korelacija.

Načelo te metode je v zaznavanju enakih razporeditev pikslov na sliki opazovanja Zemlje, pridobljeni pred in po potresu, ter v merjenju vodoravnih premikov v smeri vzhod-zahod in sever-jug med obema položajema.



Vzhodno-zahodna komponenta deformacije tal po potresu.

Na podlagi več posnetkov Sentinel-2 za pokrivanje celotnega prizadetega območja so izvedli obsežen izračun in ugotovili premike do 3 m v smeri vhod-zahod in 5 m v smeri sever-jug. Posnetek na sliki prikazuje območje v naravi s širino okoli 250 km. Podatki satelitov so torej izjemno uporabni za natančno določanje lokacij površinskih razpok ob potresu, za merjenje zdrsa površine in oceno porazdelitev škode, ki je ključnega pomena za boljše razumevanje te katastrofe.

Avtorica: Ema Kovič



Sanacija čelnih sten podstrešja



Sanacija mansarde

Praviloma čelne stene na podstrešju niso nosilne, saj se tramovi strešne konstrukcije naslanjajo na vrhnji venec najvišjega nadstropja. Vendar je pred vsakršno sanacijo ali celo rušitvijo, potrebno preveriti točno vlogo stene pri statiki konstrukcije. Čelne stene so še posebej pri starejših objektih slabše povezane z ostalo konstrukcijo, saj je edini močan stik lahko zagotovljen le s spodnje strani stene, na tramove pa so navadno sidrane zaradi stabilnosti tramov, ne pa stene same. Če je v steni odprtina (zračnik ali okno), se ob sanaciji čelne stene sanira tudi mogočo preklado čez odprtino.



Posebno pozornost je treba posvetiti prekladi čez odprtino

Še pred sanacijo čelne stene je potrebno ugotoviti, za kakšne namene se bo uporabljal prostor za steno samo. To je potrebno ugotoviti zato, da izberemo najvztrajnejšo opcijo sanacije oz. porušitve. V primeru, da je ta prostor bivalni, se steno dodatno termo in hidro izolira. Pri tem je izjemno pomembna izolacija stika med na novo izolirano steno in ostalo konstrukcijo, saj so ta mesta najbolj dovzetna za nastanek toplotnega mostu in posledično vlage. Če prostor ni bivalen, se preuči možnost direktne izolacije samo na podu podstrešja.

S tem lahko novo čelno steno naredimo po standardih za nebivalne prostore: se pravi ožjo, zato pa lažjo in cenejšo. V primeru, da se odločimo za porušitev stene in novo izgradnjo, imamo dve možnosti: lahko postavimo steno ali zidano steno.



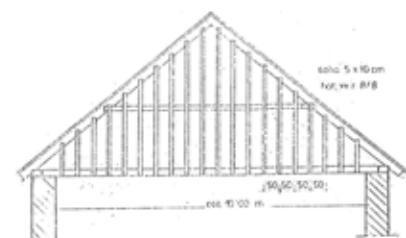
Izolacija na notranji strani čelne stene na podstrešju

Lahke stene

V primeru klasične lesene stene se na krajne špirovce ter na horizontalno lego v medsebojni razdalji okoli 50 cm fiksirajo vertikalne sohe s presekom približno 5 x 10 cm. Pri višinah podstrešij nad 3,0 m se sohe medsebojno povežejo tudi z dodatno horizontalno vezjo preseka približno 8 x 8 cm. Na fasadni strani se nato fiksirajo običajne površinsko zaščitene skoblane deske, obdelane na pero in utor z debelino okoli 22 mm. Glede na namembnost prostora se odločimo za ustrezno toplotno in hidro izolacijo.

Pri steni iz montažnih leseno-cementnih plošč se na leseno ogrodje, enako kot za klasično leseno steno, pritrdi 5 cm debele lahke gradbene plošče (npr. kombipor ali novolit). Zunanja stran plošč se nato obda s fasadno armirno mrežico in obdela s klasičnimi ometi. V primeru, da se v podstrešju nahaja stanovanjski prostor, se leseno ogrodje izdela iz leg 8 x 8 cm, v medsebojni razdalji 50 cm, na katere se obojestransko pritrdi vsaj 3 cm debele lahke gradbene plošče, vmesni prostor pa se v ustrezni debelini zapolni s toplotno izolacijskim materialom.

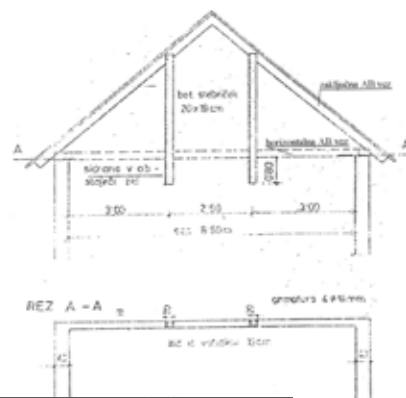
Plošče se nato obojestransko rabricirajo in obdelajo z ometi.



Leseno ogrodje za izvedbo lahkkih sten

Zidane stene

Če je zid pod steno masiven ter dovolj kvaliteten, je možno novo čelno steno izvesti masivno, npr. če so opečnati votlaki v podaljšani cementni malti v razmerju 1 : 2 : 6, debelina stene znaša 19 cm. Za doseganje potrebne stabilnosti se na zunanjo stran stene vgradijo vertikalni betonski stebrički s presekom 20 x 19 cm, armirani z 4 x f 14 mm, ki se sidrajo približno 80 cm globoko v spodnji zid. Pri običajnih širinah stavbe, tj. okoli 10 m, se stebrički izdelajo v medsebojni razdalji približno 2,5 m oz. simetrično glede na sredino objekta. Za boljše povezanost med stebrički in steno se naprej pozida stena, nato pa se v puščene odprtine vbetonira stebričke z betonom MB20. Območje sidranja in vertikalnih vezi se utrdi z injektiranjem.



Ojačitev z vertikalnimi vezmi

Avtor: Matic Bezjak

Ali ste vedeli?

Ali ste vedeli, da prvi znani zemljevidi sveta segajo že v 6. do 5. stoletje pr. n. št., vendar so temeljili na predstavi ploske Zemlje? Zemljevidi, ki so predvidevali sferično Zemljo, so se pojavili šele v helenističnem obdobju. Sferični zemljevid iz 2. stoletja pa je ostal verodostojen še v srednjem veku.



Ali ste vedeli, da je najdaljši cestni predor na svetu dolg 24,5 km in se nahaja pri Laerdalu na Norveškem? Njegova gradnja je potekala 5 let, vse od leta 1995. Čeprav predor nima zasilnih izhodov, je zasnovan tako, da vključuje več podzemnih jam, v katerih se je mogoče ustaviti ali obrniti.



Ali ste vedeli, da je Burj Khalifa z 828 metrov ne le najvišja stavba na svetu, temveč tudi ena izmed najtežjih konstrukcij? Burj Khalifa tehta 450.000 ton, njeno težo pa lahko primerjamo z maso 100.000 slonov.



Ali ste vedeli, da je srednjeveška stavba, stolp v Pisi, visok 57 metrov, in da ob neenakomernem posedanju temeljev še vedno stoji samo zahvaljujoč inženirjem, ki so z uspešnimi posegi zmanjšali njegov naklon na 4 stopinje, kar zagotavlja, da težišče še vedno ostaja v notranjosti podnožja?





Snooker: igra natančnosti in dobrih živcev

Kaj je snooker in kakšni so njegovi začetki?

Večina ljudi, če ne kar vsi, pozna in je že igrala igro s palico, krogli in mizo s šestimi žepki imenovano biljard. Snooker je igra, na videz podobna biljardu, saj pri njej prav tako uporabljamo palico, krogle in mizo, ki ima šest žepkov, v katere utapljam krogle. Vendar je koncept te igre precej drugačen.

Začetki snookerja segajo v 19. stoletje, natančneje v leto 1875, ko so igro iznašli britanski vojaki v indijskem Jabalpurju. Snooker je nastal tako, da je mlad poročnik po imenu Neville Chamberlain eksperimentiral z igro »black pool«, ki ji je – poleg 15 rdečih in eni črni krogli – dodal še pet barvnih krogel. To novo igro so poimenovali snooker, saj so bili pri omenjenem »eksperimentu« navzoči novinci kadeti Kraljeve vojaške akademije iz Woolwicha in ki so jih v vojaškem slengu imenovali »snookerji«.

Elementi in pravila igre

Snooker se igra na mizi z zelenim blagom in s štirimi luknjami v vsakem kotu, po eno luknjo na sredini daljših stranic mize, s palico z usnjenim vrhom in barvnimi krogli. Na začetku igre je na mizi 15 rdečih krogel, ki so vredne po eno točko, ena rumena, ki je vredna dve točki. Ostale barvne krogle so vredne različno število točk – zelena tri, rjava štiri, modra pet, rožnata šest, črna sedem točk in bela krogla pa ni vredna nobene točke, saj jo uporabljamo, da z njo ciljamo druge krogle. Dodatni pripomočki so še trikotnik, kreda in različni podaljški za palice. Trikotnik uporabljamo za zlaganje rdečih krogel pred začetkom igre. Običajno je lesen ali plastičen. Kreda uporabljamo za povečevanje trenja, s tem zmanjšamo možnost napake pri udarcu. Kreda se na vrh palice, ki ga drugače imenujemo tudi kapica, nanese pred vsakim udarcem. Zaradi velikosti mize se za lažje igranje uporabljajo različni podaljški, ki jih lahko namestimo na spodnji del palice, uporablja pa se tudi posebna palica s križastim podstavkom, s pomočjo katere dosežemo bolj oddaljene krogle.

Snooker igrata dva igralca, cilj igre pa je zbrati več točk od nasprotnika. Igralec mora z belo kroglo izmenično zadeti in v luknjo potopiti najprej rdečo, nato pa katerokoli drugo barvno kroglo ter to ponavljati, dokler na mizi ne ostane nobena krogla več oz. dokler nasprotnik preostalimi krogli s seštevkom pridobljenih točk ne ujame vodečega nasprotnika. Ena igra snookerja lahko traja vse od 5 minut do ure in pol. Ena tekma pa je vedno sestavljena iz več iger, tako se lahko tekma med dvema igralcema igra več ur.



Igra snookerja

Razlika med snookerjem in biljardom

Kljub navidezni podobnosti med igrama, saj v obeh igrah s palico in belo kroglo v luknjo potapljam druge krogle, stasi igrizelorazlični:

- miza: profesionalni snooker se igra na mizi velikosti 12 čevljev (3,6 x 1,8 cm). Blago je zelene barve. Biljard se igra na mizi velikosti 9 čevljev. Blago je modre barve. Na snooker mizi so žepki manjši in bolj okrogli, pri biljard mizi pa večji in bolj oglati;

- palica: v večini primerov je palica narejena iz lesa. Palici imata pri obeh igrah na vrhu kapico, ki je pri snookerju manjša, v povprečju je široka 10 milimetrov. Povprečna velikost kapice na biljard palici je 13 milimetrov;



Igra snookerja

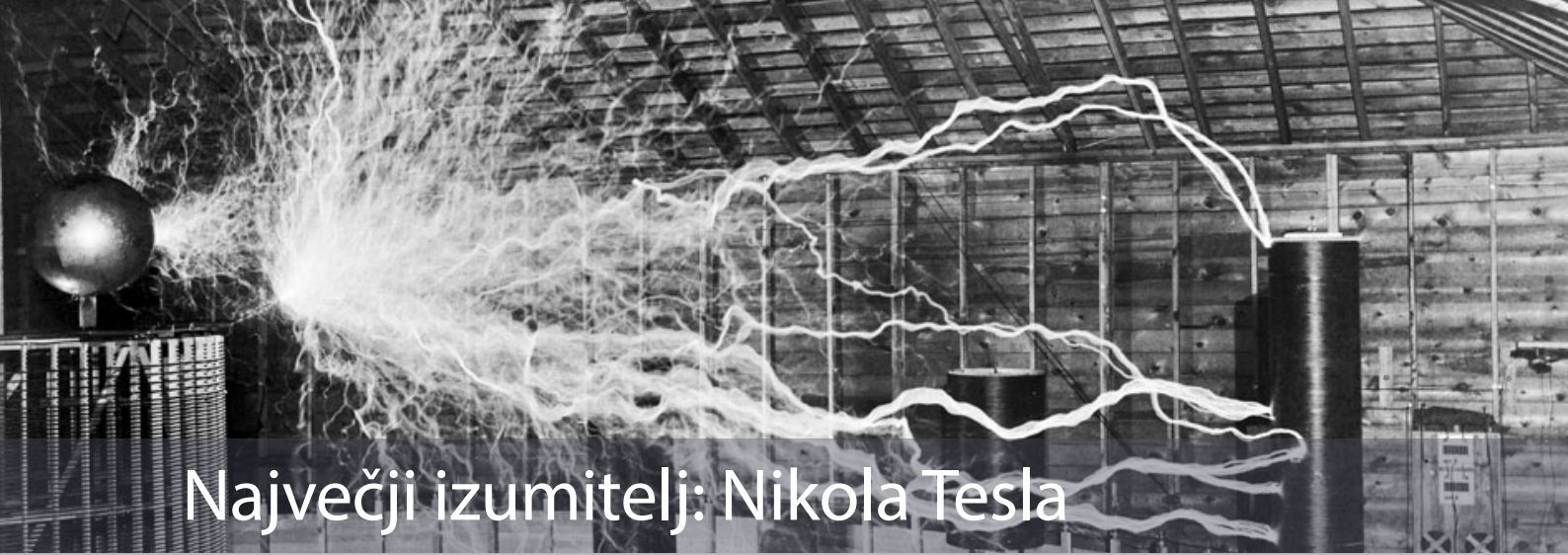
- krogle: na začetku igre snookerja je na mizi 22 krogel, pri igri biljarda (najbolj pogosta je igra osmica) pa 16 krogel. Pri snookerju se uporabljajo krogle v velikosti 52,4 milimetra, pri biljardu pa 57,2 milimetra;

- igra: pri igri snookerja s potapljanjem krogel zbiramo točke. Največ možnih točk v tako imenovanem obisku mize je 147. Maksimalno število točk v snookerju imenujemo maksimum. To pomeni, da smo zaporedoma v žepke pospravili 15 rdečih in 15 črnih krogel, te pa se po tem, ko jih utopimo, vrnejo nazaj na mizo, nato pa še druge barvne krogle, od te z najmanjšo vrednostjo (rumene), do črne krogel, ki ima največjo vrednost. Pri igri biljarda je cilj, da v žepke pospravijo vse krogle (polne ali prazne) in nato še črno.

Najboljši igralci snookerja

Največja imena v snookerju so Ronnie O'Sullivan, ki velja za najboljšega igralca snookerja vseh časov, Stephen Hendry in Steve Davis.

Avtorica: Deja Mavri

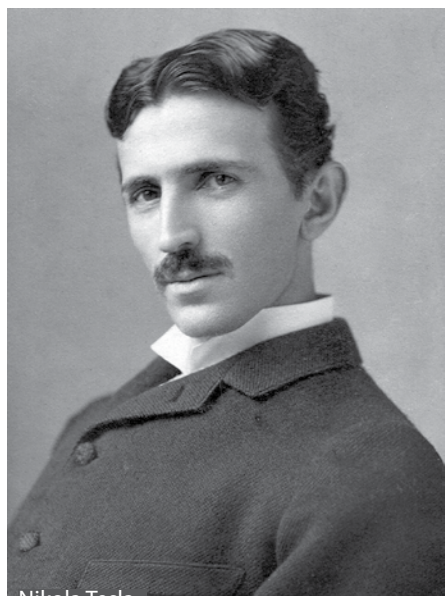


Največji izumitelj: Nikola Tesla

Življenje

Nikola Tesla je znan kot eden najbriljantnejših izumiteljev in znanstvenikov svojega časa. Velik del svojega življenja je posvetil širokemu naboru pomembnih izumov in odkritij, ki so spremenila področje elektrotehnike.

Nikola Tesla se je rodil 10. julija 1856 v Smiljanu na Hrvaškem, ki je bila takrat del Avstro-Ogrske monarhije. Njegova mati in oče sta bila srbskega rodu, oče je bil tudi srbski pravoslavni duhovnik. Tesla je bil četrti od petih otrok in je že zgodaj pokazal zanimanje za matematiko in znanost. V otroštvu se je navduševal nad naravo in čudesi vesolja ter je svoj čas pogosto namenjal opazovanju zvezd na nočnem nebu.



Nikola Tesla

Njegovo formalno izobraževanje se je začelo v Karlstadu (današnji Karlovac) na Hrvaškem, kjer je obiskoval osnovno šolo. V istem kraju je obiskoval tudi srednjo šolo, kjer je blestel pri matematiki in fiziki. Leta 1875 se je Tesla vpisal na avstrijsko Politehniko v Gradcu v Avstriji, kjer je študiral inženirstvo. Med svojim časom na Politehniko se je Tesla navdušil nad konceptom izmeničnega toka, ki je sčasoma postal osrednji del njegovega zanimanja.

Po diplomu na avstrijski Politehniko se je Tesla zaposlil v telegrafskem podjetju v Budimpešti. V tem času je prvič začel razvijati svoje ideje o izmeničnem toku, znanstvene in inženirske skupnosti v njegovem okolju pa niso takoj sprejele njegovih idej. Tesla je začel iskati podpornike svojih idej.

Leta 1884 je emigriral v ZDA, kjer se je zaposlil pri Thomasu Edisonu v njegovi tovarni Edison Machine Works v New Yorku. Tesla je bil sprva navdušen nad priložnostjo, da lahko dela z Edisonom, vendar sta se hitro znašla v konfliktu. Tesla je pripisoval izmeničnemu toku vse večji pomen in možnosti za razvoj v elektrotehniki, Edison pa se je zanimal le za enosmerni tok, za katerega je zgradil številne male elektrarne po New Yorku in drugih mestih. Sčasoma je Tesla zapustil Edisonovo tovarno in ustanovil svoje podjetje, Tesla Electric Light and Manufacturing Company. Prvotni ustanovitelji podjetja se niso strinjali s Teslo o njegovih načrtih za uvedbo motorja na izmenični tok, zato je na koncu ostal brez prihodkov. V naslednjih nekaj desetletjih je nadaljeval z delom na svojih različnih izumih in zamislih.



Nikola Tesla pri svojem delu

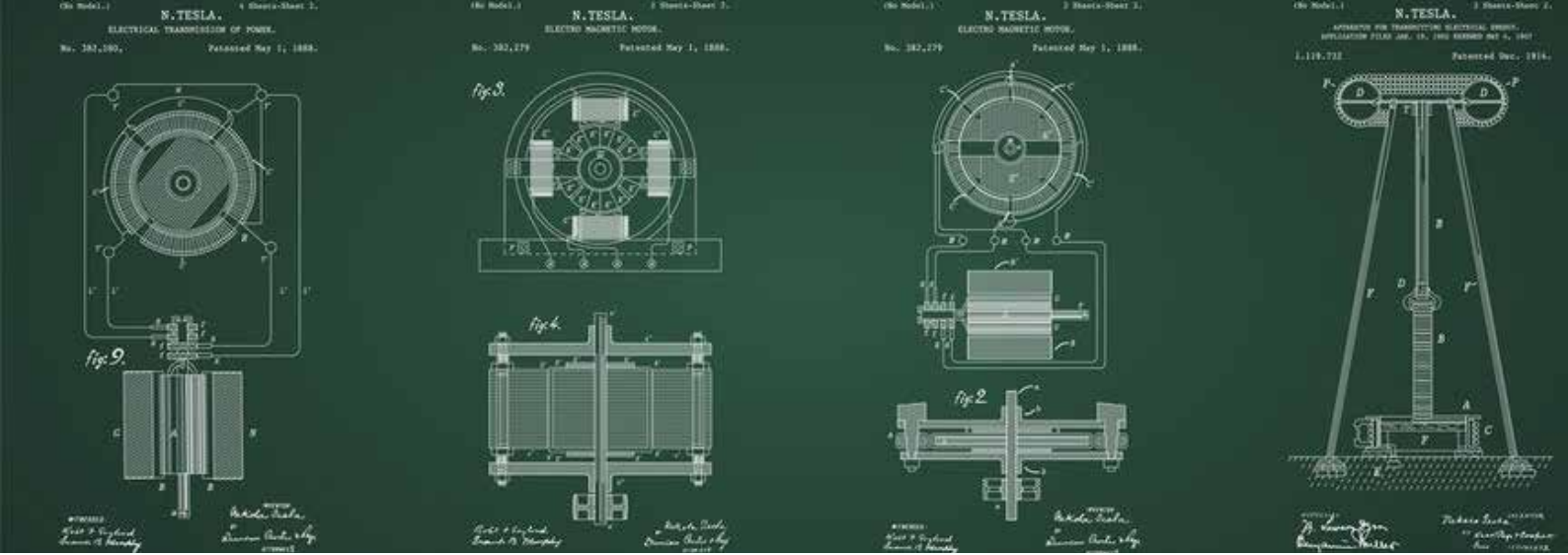
Tesla je umrl v New Yorku 7. januarja leta 1943 v svojem 86. letu starosti zaradi srčne kapi. Do svoje smrti ni imel nobenega denarja in je s pomočjo svojih prijateljev bival v hotelski sobi v New Yorku. Po njegovi smrti so ameriške oblasti zasegle vso njegovo lastnino, čemur je nasprotovala Teslova družina in jugoslovansko veleposlaništvo. Del lastnine, ki so ga uspeli pridobiti nazaj, je danes razstavljen v Muzeju Nikole Tesle v Beogradu.

Izumiteljstvo

Največ se je ukvarjal z elektrotehniko in strojništvom. Njegovi najpomembnejši izumi so izmenični električni tok, »teleautomaton«, indukcijski motor, transformatorska hiša elektrarne Adams na Niagarskih slapovih, neonske svetilke, radio, rentgen (senčni grafi), Teslova turbina, povečevalni oddajnik za brezžični prenos energije in Teslova tuljava.

Teslov morda najbolj znan izum je izmenični električni napajalni sistem. Pred razvojem izmeničnega toka se je večina električne energije proizvajala z enosmernim tokom, vendar je imelo enosmerno napajanje nekaj pomembnih omejitev, vključno z nezmožnostjo prenosa na velike razdalje. Tesla je prepoznal potencial izmeničnega toka: tj. vrsta električne energije, ki v rednih intervalih spreminja smer, zato je neumorno delat na tem, da bi razvil sistem, ki bi omogočil prenos električne energije na velike razdalje. Teslov napajalni sistem uporablja niz transformatorjev za povečanje in znižanje napetosti pri prenosu energije. To omogoča učinkovit prenos električne energije na velike razdalje, kar omogoča napajanje mest in celo celih regij.

Še eden izmed Teslovih zelo znanih izumov je Teslova tuljava. Teslova tuljava je visokonapetostni transformator, ki proizvaja visokofrekvenčno in visokonapetostno elektriko. Teslova tuljava uporablja primarno in sekundarno tuljavo, ki sta naviti okoli votle cevi. Primarna tuljava je povezana z virom energije, ki ustvarja izmenični tok. To ustvari magnetno polje, ki inducira izmenični tok v sekundarni tuljavi. Nastala



visokonapetostna in visokofrekvenčna elektrika se lahko uporablja v različnih aplikacijah, vključno z zgodnjimi brezžičnimi komunikacijskimi sistemi. Njegovo delo na tuljavi je prav tako pomagalo pri razvoju drugih pomembnih tehnologij, kot sta neonski napis in fluorescentna žarnica.

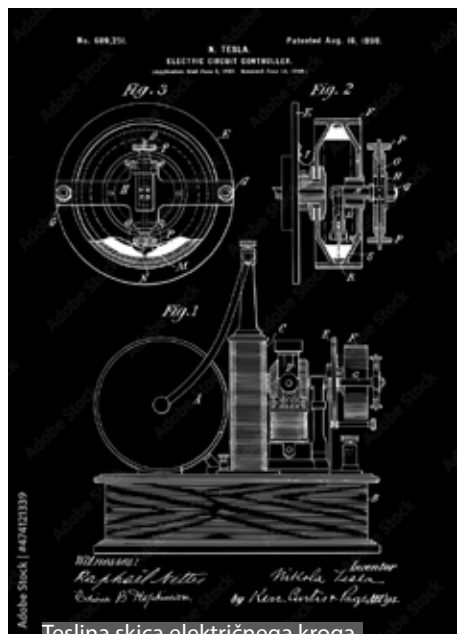
Tesla je bil tudi uspešen izumitelj na drugih področjih. Razvil je npr. Teslovo turbino, vrsto turbine, ki za ustvarjanje energije uporablja gladke, ravne diske namesto tradicionalnih lopatic. Teslova turbina uporablja adhezijo in viskoznost tekočine za prenos energije na diske, kar ustvarja rotacijsko gibanje.

Izzivi in zapuščina

Kljub svojim številnim dosežkom se je Tesla v svojem življenju soočal s pomembnimi izzivi, vključno s finančnimi težavami in pomanjkanjem priznanja za njegove prispevke k znanosti in tehnologiji. Čeprav so bile njegove ideje in izumi pred svojim časom, so jih v mnogih primerih na koncu komercializirali drugi. Kljub temu je v zadnjih letih prišlo do ponovnega zanimanja tako za Teslovo življenje kot njegovo delo. Danes je splošno priznan kot eden najpomembnejših izumiteljev moderne dobe.

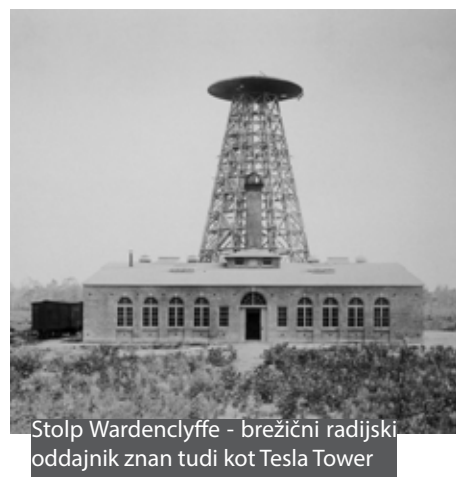
Nikola Tesla je bil pravi vizionar, ki je s svojimi idejami in izumi sooblikoval sodobni svet. Njegovo delo na področju izmeničnega toka, radijskih komunikacij in drugih pomembnih tehnologij je trajno vplivalo na svet, v katerem živimo. Kljub številnim izzivom, s katerimi se je soočil v svojem življenju, njegova zapuščina živi naprej in še naprej navdihuje nove generacije izumiteljev in znanstvenikov po vsem svetu.

Avtorica: Deja Mavri



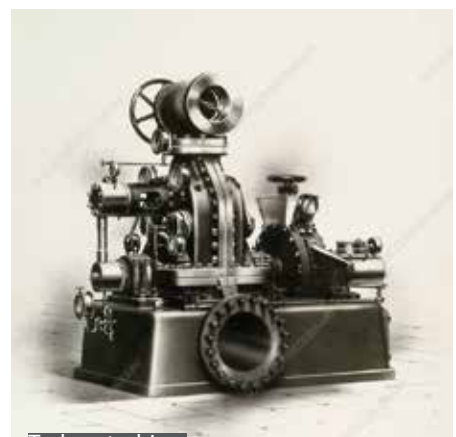
Teslina skica električnega kroga

Poleg svojega dela o izmeničnem toku in Teslovi tuljavi je Tesla pomembno prispeval tudi k razvoju na področju radijskih komunikacij. V začetku leta 1900 je razvil napravo, imenovano Teslov oscilator, ki je bila sposobna generirati visokofrekvenčne radijske valove. Teslov oscilator uporablja resonančno vezje, ki je sestavljeno iz induktorja in kondenzatorja, za ustvarjanje visokofrekvenčnega izmeničnega toka. Ta tok se nato napaja v anteno, ki seva radijske valove v zrak. Čeprav Teslov oscilator ni bil tako uspešen kot nekateri drugi zgodnji radijski oddajniki, je bil pomemben del razvoja tehnologije na področju radijske komunikacije in je služil kot pomoč pri razvoju drugih tehnologij. Teslovo delo na področju radijskih komunikacij je postavilo tudi temelje za poznejši razvoj na področju brezžične komunikacije, kot sta celična tehnologija in satelitska komunikacija.



Stolp Wardencliff - brezžični radijski oddajnik znan tudi kot Tesla Tower

Teslova turbina se je v preteklih letih uporabljala v različnih aplikacijah, vključno z letalskimi motorji in pri proizvodnji električne energije. Poleg tega je Tesla pomembno prispeval k področju robotike in avtomatizacije, njegove ideje in izumi pa so navdihnili številne sodobne inovacije na teh področjih.



Teslova turbina

Študentski

most:

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

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

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

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!