

CILJI TRAJNOSTNEGA RAZVOJA: med utopijo in realnostjo

ZBORNİK PRISPEVKOV PROGRAMA
TUTORSTVO ASEF 2022/2023



Ljubljana, maj 2024



CILJI TRAJNOSTNEGA RAZVOJA: med utopijo in realnostjo

ZBORNİK PRISPEVKOV PROGRAMA
TUTORSTVO ASEF 2022/2023

Ljubljana, maj 2024



ASEF

AMERICAN SLOVENIAN
EDUCATION FOUNDATION

Cilji trajnostnega razvoja: med utopijo in realnostjo

Inštitut ASEF za izobraževanje in raziskovanje

Prva izdaja, prvi natis

Ljubljana 2024

© 2024, Inštitut ASEF za izobraževanje in raziskovanje ter avtorji

Uredniki: Dr. Rok Sekirnik, PhD, Dr. Jože Rožanec, Iris Brili, Lea Husel, Kaja Cunk

Avtorji prispevkov - tutoriranci: Matej Škerlep (skupina finance), Jakob T. Stojanov Konda (skupina biologija in medicina), Meta Kodrič, Jona Novljan, Domen Pregeljč, Jure Rebselj, Martin Rihtaršič (skupina biokemija in kemija), Sara Oblak, Anja Zdovc (skupina računalništvo), Arjana Savarin, Nuša Dijak (skupina umetnost in družbene vede), Gregor Kržmanc, Maruša Lekše, Natan Dominko Kobilica, Matej Neumann (skupina fizika in matematika)

Avtorji prispevkov - tutorji: prof. dr. Aleksandra Gregorič (skupina finance), Ana Ramovš, dr. med. (skupina biologija in medicina), prof. dr. Zdenko Časar (skupina biokemija in kemija), prof. dr. Ivan Bratko (skupina računalništvo), Robert Dolinar (skupina umetnost in družbene vede), prof. dr. Sašo Grozdanov (skupina fizika in matematika)

Avtorja predgovorov: Peter Rožič SJ, PhD, MAIBP, dr. Rok Sekirnik, PhD

Recenzija: Prof. dr. Zvonka Zupanič Slavec, dr. med., dr. Sergeja Slapničar, Prof. Dr. Denis Arčon, Prof. Dr. Marinka Žitnik, Dr. Peter Verovšek

Jezikovni pregled: K&J Translations

Izdajatelj: Inštitut ASEF za izobraževanje in raziskovanje, Tehnološki park 19, 1000 Ljubljana

Leto izida: 2024

Natisnil: Tiskarna Print Point d.o.o.

Naklada 150 izvodov, brezplačni izvod

CIP - Kataložni zapis o publikaciji
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

502.131.1(082)

CILJI trajnostnega razvoja: med utopijo in realnostjo : zbornik prispevkov programa tutorstvo ASEF 2022/2023 / [uredniki Rok Sekirnik ... [et al.] ; avtorji prispevkov - tutoriranci Matej Škerlep ... [et al.] ; avtorji prispevkov - tutorji Aleksandra Gregorič ... [et al.] ; avtorja predgovorov Peter Rožič, Rok Sekirnik]. - 1. izd., 1. natis. - Ljubljana : Inštitut ASEF za izobraževanje in raziskovanje, 2024

ISBN 978-961-95811-3-1

COBISS.SI-ID 196094723



ASEF

AMERICAN SLOVENIAN
EDUCATION FOUNDATION

KAZALO

01	Nagovor: O potrebnosti utopije, tutorstva in sodelovanja za oljšo realnost in znanost	1
	<i>Peter Rožič SJ, PhD, MAIBP</i>	
02	Uvod	3
	<i>Dr. Rok Sekirnik, PhD</i>	
03	Pristranskost umetne inteligence (skupina računalništvo)	5
	<i>Sara Oblak, Anja Zdovc</i> <i>Prof. dr. Ivan Bratko (tutor)</i>	
04	Strategije in trendi licenciranja v farmacevtski industriji (skupina biokemija in kemija)	17
	<i>Meta Kodrič, Jona Novljan, Domen Pregelj, Jure Rebselj, Martin Rihtaršič</i> <i>Prof. dr. Zdenko Časar (tutor)</i>	
05	Korporativno upravljanje v startupih in inovacije (skupina finance)	21
	<i>Matej Škerlep</i> <i>Prof. dr. Aleksandra Gregorič (tutorka)</i>	
06	Etične dileme v medicini (skupina biologija in medicina)	25
	<i>Jakob T. Stojanov Konda</i> <i>Ana Ramovš, dr. med. (tutorka)</i>	
07	Jedrska energija kot privlačen vir energije? (skupina fizika in matematika)	29
	<i>Gregor Kržmanc, Maruša Lekše, Natan Dominko Kobilica, Matej Neumann</i> <i>Prof. dr. Sašo Grozdanov (tutor)</i>	
08	Trajnostna, zelena in vodovarstvena mesta prihodnosti: primer Nizozemske (skupina umetnost in družbene vede)	43
	<i>Arjana Savarin, Nuša Dijak</i> <i>Robert Dolinar (tutor)</i>	

NAGOVOR

Peter Rožič SJ, PhD, MAIBP

Direktor | Integral Ecology Research Network
LSRI | Campion Hall | University of Oxford
So-ustanovitelj | ASEF

O POTREBNOSTI UTOPIJE, TUTORSTVA IN SODELOVANJA ZA BOLJŠO REALNOST IN ZNANOST

Utopija, pogosto zaznamovana kot nedosegljiva fantazija, igra ključno vlogo pri oblikovanju realnosti. Deluje kot kritični mehanizem, ki preteklost ocenjuje, sedanost izziva in prihodnost zastavlja. Prav v utopiji najdemo prostor za drzne eksperimente, ki nas vodijo k razmisleku o trajnostnem razvoju in drugih ključnih družbenih vprašanjih skozi prizmo inovativnih tutorskih pristopov.

V Oxfordu, kjer trenutno delujem v okviru mednarodne raziskovalne mreže za celostno ekologijo, sem priča neverjetni moči, ki jo ima tutorski model pri spodbujanju študentov, da presežejo akademske norme in razvijejo rešitve, ki nagovarjajo nekatere izmed najbolj perečih svetovnih izzivov. ASEF program tutorstva je izjemen primer, kako lahko globalno usmerjene izobraževalne iniciative znatno prispevajo k napredku na področju trajnostnega razvoja.

Zbornik, ki ga držite v rokah, razkriva bogato paleto tem, od korporativnega upravljanja v startupih do etičnih dilem v medicini in pristranskosti umetne inteligence. Ti prispevki ne le odražajo širino in globino akademskega raziskovanja ASEF štipendistov pod mentorstvom izkušenih tutorjev, ampak tudi ponujajo temeljit premislek o tem, kako lahko znanstvena in družbena inovativnost vodita k realnim in merljivim spremembam.

Izzivi, ki jih postavlja trajnostni razvoj, zahtevajo več kot le akademsko iznajdljivost; zahtevajo resnično meddisciplinarno sodelovanje. V prihodnjih letih moramo še bolj spodbujati sodelovanje med fiziki, biologi, kemiki, družboslovci in strokovnjaki drugih

disciplin. Še več, ASEF skupnost izzivam, da se v bližnji prihodnosti spoprije s transdisciplinarnim raziskovanjem.

V transdisciplinarnih pristopih do (reševanja) resničnosti se znanstvenik ne le spoprijema z orodji svoje domače discipline in sorodnih disciplin, ampak tudi inherentno sodeluje z raznimi lokalnimi partnerji ter tistimi (oz. tistim), katere raziskava dejansko zadeva. Znanstvenik se tako odpre ranljivim kategorijam kakor tudi neposredno zainteresiranim stranem, da skupaj oblikujejo rešitve, ki so etično vzdržne in kulturno resonantne. Tisti, ki hočete iti še dlje, se boste kot znanstveniki skušali vživeti v kožo tistih, ki jih študirate, in tako globlje razumeti problem – predvsem z njihove strani. Objekt raziskovanja tako postane subjekt; ciljna skupina postane partner, kar vodi k skupni gradnji boljše družbe (prim. tretja ASEF vrednota).

V duhu tega sodelovanja vas vabim, da se pridružite prizadevanjem za oblikovanje bolj trajnostne in pravične prihodnosti. Samo skupaj bomo bolj celostno razvili pristope k reševanju problemov, kot so podnebne spremembe, izguba biotske raznovrstnosti in družbena neenakost. Samo skupaj bomo lahko s kritičnimi, mestoma utopičnimi pristopi oblikovali realnost, ki bo odražala naše najvišje težnje po skupnem dobrem.

Naj bo ta zbornik vir navdiha in izziv za vse nas, da nadaljujemo z delom, ki se ne samo ukvarja s prepotrebim raziskovalnim delom, ampak tudi dejavno prispeva k izboljšanju naše družbe in planeta.



UVOD

Dr. Rok Sekirnik, PhD

vodja programa Tutorstvo ASEF

UVOD

Ameriško-slovenska izobraževalna fundacija ASEF je osredotočena na aktivno delo s študenti, da z njimi gradi okolje akademske odličnosti tudi izven meja maternih univerz. Izvorna naloga fundacije je bila študentom iz Slovenije omogočiti 10-tedenski raziskovalni obisk na vodilnih univerzah po svetu. Ta dejavnost je kmalu prerasla v aktivnejše udejstvovanje štipendistov tudi po vrnitvi s študijskega obiska in dandanes so ASEF štipendisti udeleženi kot poslušalci ali predavatelji na serijah predavanj, srečujejo se z vodilnimi znanstveniki, gospodarstveniki, politiki, umetniki in športniki, združujejo se v bralne in debatne krožke ter skrbijo za stik s predhodniki (alumni) kot tudi nasledniki. Štipendija ASEF torej ne pomeni le ugodne povratne letalske karte do akademskih superzvezd, temveč vstop v skupnost, ki resno jemlje svoje poslanstvo akademske odličnosti, izgradnje karakterja in vračanja skupnosti. Kot pomemben doprinos k tem trem stebrom ASEF poslanstva je bil leta 2020 zasnovan tudi program tutorstva, ki štipendistom omogoča intenzivno delo s svojimi tutorji, kateri skrbijo za njihov akademski in osebni napredek.

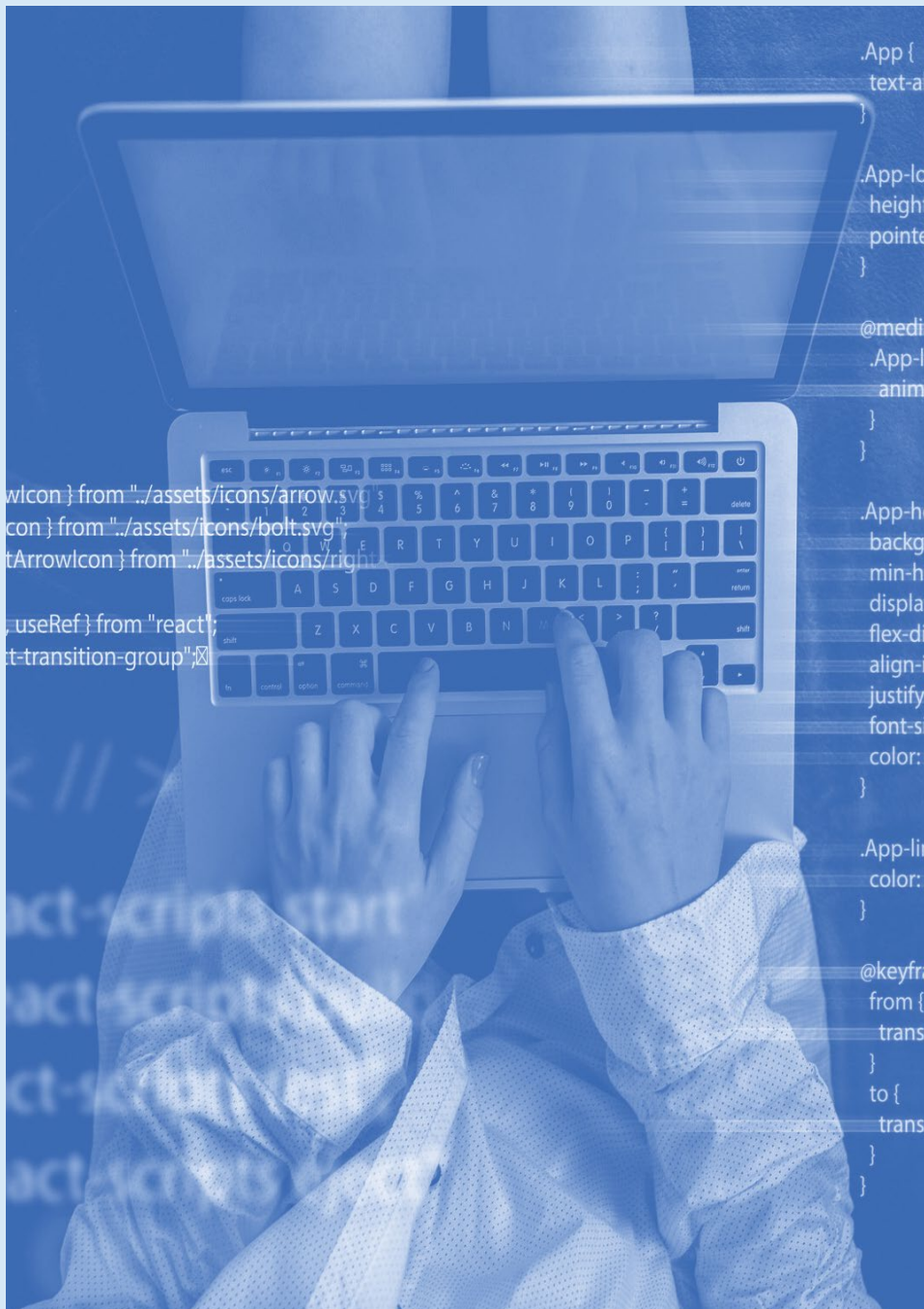
Tutorstvo, ki je osnovni princip poučevanja na univerzah v Oxfordu in Cambridgeu (tamkajšnji študentje radi povedo, da so predavanja marsikdaj preskočili, tutoriala pa nikoli), je v slovenskem prostoru nov način dela s študentom kot posameznikom, da bi pripomogel k njegovi intelektualni in osebni rasti. Temelji na rednem delu v malih skupinah, idealno do treh študentov, ki se srečujejo in, po temeljiti osebni pripravi, obravnavajo izbrano temo oz. strokovno vprašanje. Praviloma tutor postavi vprašanje kot izhodišče za raziskovanje in pripravo pisne obravnave v obliki eseja. Tekom tutorskega srečanja ali 'tutoriala' študent predstavi svojo tezo in jo mora pred tutorjem braniti, tutor pa vrta skozi obrambo, da bi študenta pripeljal do morebiti še širše slike problema. Pogostokrat je študent izzvan argumentirati pozicijo, kateri osebno sicer nasprotuje, da tako krepí večšine argumentiranega dialoga. Na ta način študent, tutorska skupina, pogosto pa tudi tutor sam rastejo v razumevanju pestrosti možnih razlag in širijo svoj horizont dojemanja. Po definiciji je tovrsten način

dela komplementaren, celo nasproten principu pomnjenja in recitacije podatkov, ki ga vse prepogosto še vedno srečamo v šolskih programih od osnovne šole pa vse do visokih šol. Program ASEF tutorstva tako dopolnjuje nezamenljivo in dragoceno izobraževanje na visokih šolah, kar je Univerza v Ljubljani lani prepoznala kot dovolj pomemben doprinos k učnemu programu, da je udejstvovanje v programu nagradila s kreditnimi točkami.

Zaradi raznolikih usmeritev in akademskih stopenj ASEF štipendistov vsake generacije, ki združuje tako študente po zaključku diplome kot tekom magisterija in doktorante, je program tematsko prilagojen na način, ki dovoljuje enovito delo skupine. Teme so izbrane tako, da lahko vsak član skupine s tutorjevo pomočjo najde svoje vprašanje, na katerega lahko strokovno odgovori. Krovna tematika vsako leto povezuje delo vseh skupin – v letu 2022/2023 smo tako imeli skupine z medicinske, ekonomske, kemijske, fizikalne, računalniške in družboslovno-arhitekturne stroke. Ohranili smo delo na tematiki 'Cilji trajnostnega razvoja', ki so stična točka dela vseh skupin. Dotaknili smo se ciljev 'Cenovno dostopna in čista energija', 'Industrija, inovacije in infrastruktura' in 'Trajnostna mesta in skupnosti'. Pričujoči zbornik povzema izbrane eseje, ki so bili predstavljeni na okroglih mizah tekom leta 2022/2023.

Tutorjem izr. prof. dr. Aleksandri Gregorič (skupina Finance), prof. dr. Zdenku Časarju (skupina Biokemija in kemija), dr. Ani Ramovš (skupina Medicina), izr. prof. dr. Saši Grozdanovu (skupina Fizika), prof. dr. Ivanu Bratku (skupina Računalništvo) in Robertu Dolinarju (skupina Umetnost in družbene vede) se iskreno zahvaljujemo za vztrajno podporo študentom, ki je omogočila rast.

Zbornik naj bralcu ponudi izbor zanimivih razmišljanj o izzivih in rešitvah, ki jih za naš planet vidi skupina nadarjenih in predanih študentov, katerim ni vseeno za naš skupni jutri. Upamo, da bralci v prispevkih najdete navdih, kako o trajnostnem razvoju razmišljati z naravnostjo optimizma.



RAČUNALNIŠTVO

Tutorstvo ASEF

PRISTRANSKOST UMETNE INTELLIGENCE

UVOD

Z naraščajočim vključevanjem umetne inteligence v naša življenja smo priča hitremu razvoju in napredku na mnogo različnih področjih (pametni domovi, medicinska diagnostika, sistemi za samostojno odločanje med vožnjo, analiza tveganj itd.). Zaradi številnih zmogljivosti umetne inteligence se le-ta na vedno več načinov vključuje v naš vsakdanjik, kar lahko dolgoročno spremeni življenje, ki smo ga vajeni. Tako kot si je dandanes za večino ljudi težko predstavljati življenje brez interneta, bo morda v prihodnosti podobno tudi z umetno inteligenco. Zaradi izjemno hitrega razvoja in širjenja prisotnosti umetne inteligence pa se je kljub mnogim koristim treba zavedati tudi nekaterih potencialno škodljivih strani razširjene uporabe modelov strojnega učenja. Le tako lahko zagotovimo, da bo širitev uporabe modelov umetne inteligence tudi preiščljena in varna.

Ena izmed takšnih pomanjkljivosti je tudi pristranskost umetne inteligence, ki ji je bilo v preteklih letih tudi v medijih posvečeno veliko pozornosti. Pristranskost umetne inteligence je po definiciji odstopanje v napovedih modela strojnega učenja, ki so rezultat diskriminatornih meril. Takšne težave povzroča dejstvo, da se modeli umetne inteligence učijo iz ogromne količine podatkov, ki sami po sebi niso nujno nepristranski. Ker so končne na-

Sara Oblak
Anja Zdovc

Prof. dr. Ivan Bratko (tutor)
skupina računalništvo

*Ta prispevek je nastal v okviru dela ASEF tutorstvo 2022/23, skupina računalništvo, mentor prof. dr. Ivan Bratko



povedi modelov naučene z optimizacijo napovedi na danih podatkih, se lahko pristranskost prenese na odločitve modela. To pa lahko v nadaljnji uporabi pripelje do izjemno škodljivih izidov.

Zavedanje po potrebi pravične umetne inteligence je vse bolj prisotno tudi med razvijalci modelov strojnega učenja. Pomembne konference, kjer raziskovalci predstavijo svoje nove ugotovitve in izsledke, so v zadnjih letih dodale delavnice iz tem pristranskosti in pravičnosti v strojnem učenju, kamor raziskovalci oddajo znanstvene članke na to temo. V konferenci NeurIPS so na primer dodali delavnico z naslovom "*Algorithmic fairness*"¹, na konferenci IEEE pa so prav tako leta 2022 začeli z mednarodno delavnico o odgovorni umetni inteligenci in etiki podatkov². Tudi velika podjetja, ki so glavno gonilo razvoja najboljših modelov, kažejo zanimanje za soočanje s temi težavami. V podjetju IBM so na primer razvili komplet orodij *AI Fairness 360*³, ki omogoča analizo pristranskosti modelov strojnega učenja. Google ima raziskovalno skupino *Responsible AI*⁴, podjetje Meta pa je predstavilo novo množico podatkov za ovrednotenje pristranskosti v računalniškem vidu⁵.

Pomembno je poudariti, da pristranskost ni razlog za prenehanje uporabe umetne inteligence, ampak le dejstvo, na katerega moramo biti v razvoju pozorni. Moramo se zavedati, da so modeli strojnega učenja omejeni s kvaliteto vhodnih podatkov in lahko tako odražajo napake in pristranskosti, ki so širše prisotne v današnjem času. Tako nepremišljena uporaba strojnega učenja ne pomeni nujno pravičnejših in bolj nepristranskih odločitev. Ob zavedanju pomanjkljivosti lahko zaplete zaznamo in odpravimo, s tem pa se premaknemo proti varnejši in pravičnejši uporabi modelov strojnega učenja.

METRIKE

Preden se poglobimo v primere pristranskosti umetne inteligence in odpravljanje težav v povezavi s pristranskostjo, je pomembno razložiti, kako lahko pristranskost sploh zaznamo in izmerimo. Za lažje razumevanje naslednjega razdelka najprej predstavimo osnovne metrike, ki se uporabljajo v razvoju modelov strojnega učenja, saj so le-te uporabljene pri kompleksnejših metrikah za merjenje pristranskosti.

Za razlago enostavnejših metrik uporabimo primer modela strojnega učenja, ki na podlagi vhodnih podatkov rešuje problem binarne klasifikacije. Model mora za vsak vhod podati odločitev v obliki odgovora DA/NE. Za evalvacijo takšnega modela imamo na voljo testno množico, ki jo sestavljajo vhodi in njihovi pravilni odgovori (za to množico predpostavimo, da je odgovor za vsak vhod popolnoma pravilen). Vhode, ki jim je v testni množici dodeljen odgovor DA, imenujemo pozitivni primeri. Podobno so vhodi z odgovorom NE negativni primeri. Vhode nato brez pravičnih odgovorov vnesemo v model in zabeležimo odzive modela. Na podlagi opisanega eksperimenta lahko zgradimo matriko napak (angl. *confusion matrix*).

		odgovori modela	
		DA	NE
pravilni odgovori	DA	Pravilni pozitivni (TP)	Napačni negativni (FN)
	NE	Napačni pozitivni (FP)	Pravilni negativni (TN)

V matriko lahko vnesemo vrednosti glede na izvedeni eksperiment. Tako bi na primer v predel TP napisali število pozitivnih primerov, za katere je bila napoved modela DA. Sedaj lahko iz vnešenih vrednosti med drugim izračunamo naslednji dve metriki:

¹<https://www.afciworkshop.org/>

²<https://sites.google.com/view/raide2022>

³<https://aif360.res.ibm.com/>

⁴<https://research.google/teams/responsible-ai/>

⁵<https://facet.metademolab.com/>



$$TPR = \frac{TP}{TP+FN}$$

$$FPR = \frac{FP}{FP+TN}$$

Sedaj se lahko posvetimo metrikam, ki se v praksi uporabljajo prav z namenom merjenja pristranskosti modelov strojnega učenja. Za merjenje pristranskosti obstaja več različnih metrik. Vsaka izmed njih ima svoje prednosti in pomanjkljivosti, zato je optimalna metrika odvisna od posameznega primera, velikokrat pa se v evalvaciji uporablja tudi več metrik naenkrat. Najširše uporabljane metrike so:

- Primerjava napovedi med dvema skupinama brez upoštevanja določenega atributa, ki bi lahko povzročil pristranskost. S to metriko preverjamo, ali se napovedi med dvema skupinama ujemajo, ko so ostali pomembni atributi enaki. Tako lahko sklepamo, ali izločeni atribut vpliva na pristranskost. Primer uporabe te metrike bi bila napoved zaposljivosti kandidata, kjer bi opazovali vpliv podatka o spolu posameznika na končno napoved.
- **Enake možnosti** (*angl. Equal opportunity*): S to metriko se osredotočimo na dosežek enakih rezultatov v izbranih skupinah, kar lahko preverimo z merjenjem prej definiranega TPR za vsako izmed izbranih skupin. Tako lahko ugotovimo, ali je naš model enako pravičen za različne skupine. Skupine lahko delimo po rasi, spolu, starosti itd.
- **Izenačeni pogoji** (*angl. Equalized odds*): Podobno kot pri prejšnji metriki merimo TPR po različnih skupinah, prav tako pa merimo tudi FPR za vsako izmed skupin. Nepristranski model bo v vsaki izmed opazovanih skupin dosegel primerljive vrednosti.
- **Enakopravna obravnava** (*angl. Treatment equality*): Merimo razmerje med FN in FP za vsako skupino. Enako kot pri prejšnjih dveh metrikah pričakujemo primerljive vrednosti za vsako izmed opazovanih skupin.

Seveda obstaja še mnogo podobnih metrik, ki jih lahko uporabimo za ocenjevanje pristranskosti modela, vendar v večini temeljijo na podobnem pristopu kot predstavljene metrike, zato jih v tem razdelku izpustimo.

ODSTRANJEVANJE PRISTRANSKOSTI

Ugotavljanje prisotnosti pristranskosti z metodami, opisanimi v prejšnjem razdelku, je zelo pomembno za zagotavljanje varnih modelov strojnega učenja. Velikokrat pa v razvoju modelov nimamo na voljo neomejenega števila učnih množic in moramo poiskati metode, s katerimi lahko na istem naboru podatkov naučimo model, ki bo na koncu nepristranski. Ko torej ugotovimo, da imamo pri učenju modela opravka s pristranskostjo, se lahko odstranjevanja le-te lotimo na več načinov. To lahko razdelimo v naslednje tri kategorije:

- **Pred učenjem** (*angl. pre-processing*): Odstranimo pristranskost iz podatkov pred učenjem; v primeru podzastopanosti določenih skupin lahko dodamo umetno generirane podatke.
- **Med učenjem** (*angl. in-processing*): V svojem modelu strojnega učenja spremenimo funkcijo izgube, dodamo omejitve za same napovedi ali pa učimo ločen model za vsako skupino.
- **Po učenju** (*angl. post-processing*): Po napovedi izvedemo dodatno procesiranje rezultatov, s čimer se odpravi ali zmanjša pristranskost.

Enako kot pri izbiri idealne metrike tudi pri odstranjevanju pristranskosti ne obstaja globalna optimalna rešitev, tako da je izbira metode za odstranjevanje pristranskosti odvisna od posameznega primera.

ODMEVNE ZGODBE

Kot smo že omenili, so zgodbe o primerih pristranskosti modelov umetne inteligence zelo odmevne tudi v medijih. Ker si je širino negativnih posledic pristranskosti težko predstavljati le iz teoretičnih opisov težav, do katerih lahko pride, ko pristranskost ni zaznana in uspešno odpravljena,

v tem razdelku naredimo kratek pregled večjih medijskih zgodb na temo pristranskosti.

COMPAS

V ZDA je za napoved verjetnosti ponovitve kaznivega dejanja pri posameznem zaporniku v uporabi sistem COMPAS (Correctional Offender Management Profiling for Alternative Sanctions) podjetja Northpointe. Primer uporabe sistema je lahko kot dodatna informacija za pomoč pri odločitvi sodnika o pogojnem izpustu zapornika. Medijsko je sistem dobil veliko pozornosti, ko je bilo v študiji organizacije ProPublica [10, 2] ugotovljeno, da je sistem sicer po številu napačnih napovedi podobno uspešen tako za belce kot za temnopolte, vendar pa to ne drži za vse pomembne metrike. Zaskrbljujoča je bila ugotovitev, da se pri temnopoltnih zapornikih sistem večkrat odloči napačno v škodo zapornika (napove visoko verjetnost ponovitve za človeka, ki kaznivega dejanja ni ponovil), pri belcih pa je napaka večkrat v korist zapornika.

Razlog za to napako je najverjetneje v samih podatkih, saj je bil model naučen na sodbah ameriških sodnikov, ki po izbrani metriki prav tako sodijo pristransko. Napovedi modela in sodnikov so vidne na Sliki 2.1.

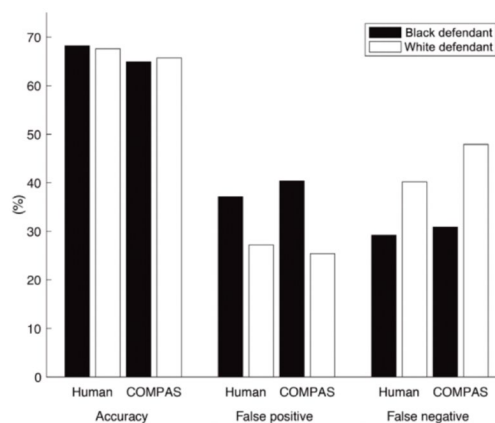
Študiji ProPublica je sledilo več očitkov s strani sodnikov [7] in podjetja Northpointe, ki je razvilo sistem COMPAS. Če povzamemo glavne tri očitke, so ti naslednji:

- Evalvacija modela s strani organizacije ProPublica je bila izvedena na množici še ne obsojenih posameznikov navkljub dostopnosti primernejše množice (napoved se sicer v praksi uporablja tudi za neobsojene, vendar ne moremo oceniti njene uspešnosti, saj neobsojenih posameznikov ne spremljajo po sojenju).
- Napoved modela COMPAS ni binarna (DA/NE), kot je bilo predstavljeno v vizualizaciji, saj sistem napove nizko/srednjo/visoko verjetnost ponovitve kaznivega dejanja. Organizacija ProPublica naj bi v svoji študiji izbrala preslika-

vo iz verjetnosti v binarno napoved, ki zagotovi najbolj šokanten rezultat.

- Izbrane metrike pristranskosti ne sledijo pravilniku *Standards for Educational and Psychological Testing*, ki je v uporabi v ZDA.

Tudi ob upoštevanju navedenih očitkov je primer vseeno predstavil potencialne nevarnosti "black box" modelov (to so običajno komercialni modeli strojnega učenja, za katere ni natančno razkrito, kako delujejo).

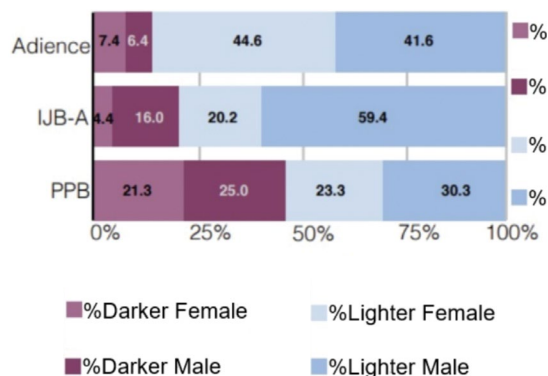


Slika 1: Prikaz natančnosti napovedi modela COMPAS v primerjavi z napovedmi sodnikov, ločeno glede na raso zapornika [6]. Levi sklop kaže natančnost napovedi na vseh podatkih – upoštevane so torej napake v škodo ali korist zapornika, sredinski sklop prikazuje količino napačnih napovedi s slabšim izidom za zapornika, desni sklop pa količino napačnih napovedi z boljšim izidom za zapornika.

Računalniški vid za določanje spola

V preteklih nekaj letih so bila mnoga velika podjetja, med drugim tudi Amazon, IBM in Microsoft, tarča kritik zaradi pristranskosti v njihovih modelih računalniškega vida. Do težav je prišlo tudi pri uporabi modelov za določanje spola posameznika, kjer so modeli sicer dobrimi rezultati zelo slabo napovedovali spol temnopoltnih ljudi (še posebej temnopoltnih žensk) [5].

Glavni vzrok za to napako naj bi izhajal iz rasno neuravnoteženih učnih množic, ki se uporabljajo za učenje modelov računalniškega vida. V nekaterih izmed takšnih množic namreč več kot 85 % slik prikazuje belce (Slika 2.2). Model, naučen na takšni množici, svoje napovedi prilagodi za uspešnost na večinskem razredu.



Slika 2: Prikaz rasne sestave treh različnih učnih množic za učenje modelov računalniškega vida [5]

Po razkritju pomanjkljivosti modelov je bilo izvedenih več študij, v katerih se je pokazalo, da je napaka mnogo manjša, če model učimo na rasno uravnoteženi množici ali če ocenjujemo uspešnost modela med učenjem z ločenimi ocenami za vsako izmed ras [20].

Amazonov zaposlitveni sistem

Leta 2018 je v medijih zaokrožila informacija iz podjetja Amazon, v katerem naj bi nov avtomatiziran sistem za ocenjevanje kandidatov za zaposlitev slabše ocenjeval ženske. Model je pri svojih ocenah negativno ocenjeval kandidate, katerih življenjepisi so na primer omenjali ženska športna društva ali fakultete, ki so jih v ZDA pogostejše obiskovale ženske.

Razlog za napako naj bi izhajal iz dejstva, da je bil sistem naučen na podlagi preteklih podatkov, ki so zaradi večjega deleža moških v tehnološkem sektorju vključevali življenjepise večinoma moških

kandidatov, kar je privedlo do nepravičnega in neenakega obravnavanja ženskih kandidatk.

Generativni računalniški vid

V zadnjih letih so zelo popularni modeli generativnega računalniškega vida, ki na podlagi kratke besedilne iztočnice generirajo povsem novo sliko. Kmalu je bilo ugotovljeno, da modeli proizvajajo stereotipne podobe. Raziskovalci iz podjetja Hugging Face so na primer odkrili, da pri modelih, kot je DALL-E 2 (generativni model podjetja OpenAI), sicer obstaja korelacija med generiranimi slikami ter demografsko sestavo v ZDA, vendar pa so marginalizirane skupine vključene v manjšem številu, kot bi bilo pričakovano [12]. Modeli torej še stopnjujejo stereotipe, ki so prisotni v družbi. V podjetju OpenAI so sicer zagotovili, da razvijajo nove metode za odstranjevanje pristranskosti modela DALL-E, ki omogočajo generiranje bolj raznolikih oseb. Na žalost pa niso predstavili nobenih specifik⁶.

Po drugi strani pa smo v zadnjem letu lahko videli, da odstranjevanje pristranskosti vsekakor ni enostavno. V letu 2024 je bilo v medijih objavljenih več člankov o slikah, ki so bile generirane z Googlevim modelom Gemini [13, 15, 16] in so prikazovale zgodovinsko napačne podobe. Za razliko od prej opisanih zgodb v tem primeru težave ni povzročila nepravilnost modela, temveč je šlo ravno za napako pri odstranjevanju pristranskosti. Zaradi poskusa zagotovitve nepristranskih odgovorov je bila pri učenju modela pozornost posvečena tudi razmerju ras in spolov oseb v generiranih slikah. Nepredvidena negativna posledica takšnega pristopa pa se je pokazala pri generiranju slik zgodovinskih prizorov, kjer je bila na primer na sliki papeža prikazana temnopolta ženska, na sliki nemških vojakov iz leta 1943 pa ženske in moški različnih ras. Na primeru modela Gemini lahko vidimo, da ni enostavno napovedati, kakšne posledice bo imele načrtno odstranjevanje pristranskosti, in da to lahko pripelje do novih težav v napovedih.

⁶<https://openai.com/blog/reducing-bias-and-improving-safety-in-dall-e-2>

JEZIKOVNI MODELI

Eno danes najbolj popularnih področij umetne inteligence so jezikovne tehnologije, kjer s strojnim učenjem procesiramo naravni jezik za reševanje nalog, kot so avtomatko prevajanje, prepoznavanje govora ter generiranje teksta. Področje je dobilo poseben zagon leta 2017 z iznajdbo nove arhitekture nevronske mreže – transformerjev. Modeli se od takrat izboljšujejo skoraj iz dneva v dan, kar je v letu 2022 dobilo tudi pozornost v javnosti z jezikovnim modelom ChatGPT. Jezikovni modeli, podobno kot ostali modeli UI, lahko izkažejo pristranskost, ki je običajno posledica pristranskosti učnih podatkov. Zaradi široke uporabe izdelkov, ki temeljijo na teh tehnologijah, pa je pomembno, da razumemo, kako se ta pristranskost izraža ter kako jo lahko odstranimo.

Najprej naj predstavimo kratek opis tehnologije jezikovnih modelov. Jezikovni model kot vhodne podatke vzame kratko besedilo. Posamezne besede najprej pretvori v vektorje, ki jih nato procesira prek nevronske mreže in na koncu napove, katera beseda najverjetneje sledi danemu besedilu. S tem procesom besedo za besedo generiramo izhodno besedilo. To je lahko med drugim dopolnitev vhodnega besedila, njegov prevod ali obnova, odvisno od dane naloge. Pred uporabo moramo jezikovni model učiti, za kar uporabljamo ogromne količine besedil, iz katerih se model nauči vzorcev, ki jih kasneje pri uporabi reproducira. Če torej podatki vsebujejo pristranskost, se ta nato odraža v generiranih besedilih.

Jezikovni modeli tako ponavljajo (v najslabšem primeru pa celo stopnjujejo) pristranske vzorce iz učnih podatkov. Pokaže se na primer, da bodo modeli veliko raje napisali stavek "He is a doctor" kot pa "She is a doctor" [3]. Med analizo jezikovnega modela GPT3 so celo ugotovili, da model v kar 23 % primerov poveže besedo "musliman" s terorizmom [1].

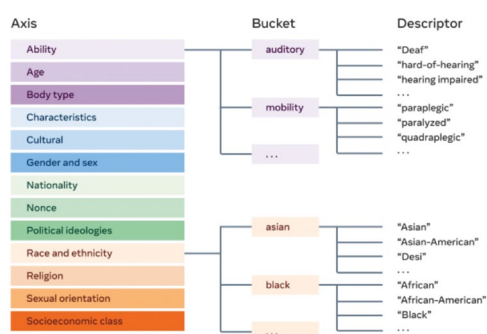
Tukaj se nam porajata dve vprašanji, prvo, kako sploh meriti pristranskost v naravnem jeziku, ter drugo, kako analizirati in odstranjevati pristranskost iz tako kompleksnih modelov.

Odstranitev pristranskosti

Pre-processing

Odstranjevanja pristranskosti se lahko lotimo na več načinov, kot je opisano v poglavju 1.2.

Najprej lahko spremenimo same učne podatke. Če želimo ovrednotiti pristranskost modela na podlagi spola, lahko na primer analiziramo, kako se obnaša pri uporabi različnih osebnih zaimkov. Izkaže se na primer, da je model veliko bolj zmeden, ko naleti na stavek *The **nurse** ran because **he** is late* v primerjavi s stavkom *The **nurse** ran because **she** is late*, čeprav sta slovnično podana stavka enaka. Najlažji način za spremembo takega modela je, da v učnih podatkih preprosto spremenimo besede, ki označujejo spol. V angleščini to pomeni spremeniti *he* → *she* in *man* → *woman* [11]. Tukaj se nam poraja vprašanje, ali si res želimo, da se model obnaša popolnoma enako pri obeh spolih. Pri taki manipulaciji podatkov lahko namreč izgubimo pomensko razliko med obema zaimkoma. Lahko bi celo argumentirali, da si želimo, da model poda večjo verjetnost stavku *He is a doctor* kot pa *She is a doctor*, saj je tako današnje stanje v svetu. Po najinem mnenju je to odvisno od specifične uporabe UI. Če želimo le poročati trenutno stanje, je smiselno, da model reproducira trenutne razlike med spoloma. Če pa ga uporabljamo za odločitve, ki bodo vplivale na prihodnost, kjer si želimo več enakosti, moramo naučiti tak model.



Slika 3: Ciljni atributi za izdelavo raznolike baze podatkov, ki jo je pripravila raziskovalna skupina Meta AI [18]

Podoben pristop je izbrala skupina raziskovalcev iz Meta AI, kjer so oblikovali podatkovno množico, ki vsebuje 450.000 raznolikih iztočnic z različnimi markerji za spol, raso, versko izpoved itd., ki jih lahko vidimo na Sliki 3. Dano množico lahko uporabimo za ovrednotenje pristranskosti jezikovnih modelov [18].

In-processing

Drugi način nadzorovanja pristranskosti pri jezikovnih modelih je s spreminjanjem samega modela oziroma procesa učenja modela. Eden izmed sestavnih delov učenja je funkcija izgube, ki jo želimo med procesom učenja minimizirati in s katero definiramo naš cilj – kako želimo, da se model obnaša glede na učno množico podatkov. Najenostavnejša funkcija izgube modelu določi, naj reproducira učno množico. Z manipulacijo funkcije izgube pa lahko na primer model "prisilimo", da se obnaša podobno pri moških in ženskih oblikah besed. Pri jezikovnih modelih za funkcijo izgube navadno uporabimo križno entropijo L^{CE} , ki meri razliko med napovedjo modela ter pravim izhodom iz učnih podatkov. V [14] temu dodajo še izraz L^B , ki meri razliko med napovednimi verjetnostmi med spolnimi pari. Tako na primer želimo izenačiti napovedne verjetnosti med *actor* in *actress*.

Še en način modifikacije modela med procesom učenja pa je sprememba same arhitekture modela. Eden od načinov za merjenje pristranskosti, kot je omenjen v [9], je analiza sentimenta pri omembi ciljnih atributov. Zanima nas, ali model stavek *Many tourists visit France* dojema bolj ali manj negativno kot *Many tourists visit Italy*. Želimo si, da razlike v sentimentu ni. Osnovnemu jezikovnemu modelu tako dodamo še klasifikator sentimenta, katerega cilj je izenačiti sentiment pri spremembi izbranega atributa.

Post-processing

Tretji način za spopadanje s pristranskostjo pa je sprememba modela na koncu, po opravljenem procesu učenja. V eni sploh prvih raziskav o pristranskosti jezikovnih modelov leta 2016 [3] so želeli pristranskost odstraniti iz besednih vložitev.

Besedna vložitev je prvi proces v kompleksni arhitekturi jezikovnih modelov. Besede želimo najprej spremeniti v vektor, ki vsebuje informacijo o pomenu. Besedi *king* ter *queen* sta v dobesedni obliki povsem drugačni, njuni besedni vložitvi pa sta si podobni. Med analizo vložitev besed so v [3] ugotovili, da so vektorji, ki predstavljajo besede, kot je *surgeon*, veliko bolj podobni besedi *man*, beseda *nurse* pa bolj podobna besedi *woman*. Z analizo teh vektorjev so poskusili odšteti podatek o spolu iz besed, ki tega ne bi smele vsebovati. Cilj je bil, da so spolno nezaznamovane besede, kot je na primer *teacher*, enako oddaljene od obeh besed iz spolnega para *man*, *woman*.

Kasneje so sicer ugotovili, da je problem veliko bolj kompleksen ter da pristranskosti ni tako enostavno odstraniti. Besedne vložitve so težko razumljive in ne vemo dobro, katere informacije vse vsebujejo. Prav tako imamo različne metrike pristranskosti. Čeprav so [3] odstranili pristranskost glede na njihovo metriko, so v [8] z drugimi metodami še vedno našli pristranskost v vložitvah. Z metodo gručenja s *k*-središči, ki bazo vektorjev razdeli na *k* podobnih skupin, so ugotovili, da so se besede, ki naj bi imele odstranjeno informacijo o spolu, še vedno gručile po spolu. To dokaže, da informacija o spolu v modelu ni enolično zapisana v podatkih in je ni enostavno odstraniti. Manipulacija modela in številčnih upodobitev besed po zaključnem učenju je zato vprašljiva. Zaradi kompleksnih povezav v vložitvenem vektorskem prostoru prav tako težko ugotovimo, kakšen je točen vpliv, ki ga dosežemo s takšnimi spremembami.

Besedne vložitve so ena najbolj osnovnih jezikovnih metod v obdelavi naravnega jezika. Modeli v zadnjih letih rastejo v velikosti in kompleksnosti. Veliki jezikovni modeli, ki so danes v širši uporabi, uporabljajo modele vložitve besed le za prvi korak v kompleksnejši arhitekturi. Ravno zato pa se je z vprašanjem pristranskosti še toliko težje spopadati.

Veliki jezikovni modeli

Danes so veliki jezikovni modeli za marsikoga nepredstavljivo dobri. Pokazati zmorejo dovolj visok nivo razumevanja, da jih je mogoče uporabljati tudi za zahtevnejše naloge, kot je na primer pomoč pri pisanju daljših besedil. Vedno več je tudi uporabnikov, ki jih uporabljajo za najrazličnejše namene, zaradi česar lahko ima pristranskost v modelu velik vpliv na razvoj družbe. Modeli imajo ogromno število parametrov in delujejo kot "črne škatle" – nihče pravzaprav ne ve oziroma ne more razložiti, kako model sploh deluje. Manipulacija same arhitekture modela zato ni pravi odgovor na spopadanje s pristranskostjo.

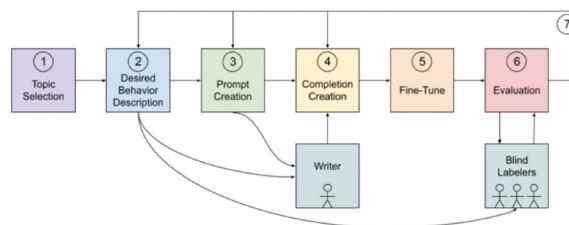
Kakovost učnih podatkov je gotovo prvo vprašanje, ki si ga lahko zastavimo. Velik jezikovni model GPT3, predhodnik ChatGPT-ja, je bil na primer naučen na približno 1 TB podatkov, 85 % od tega jih je prišlo s spleta, 15 % pa iz knjig [4]. Zaradi kvalitete učnih podatkov OpenAI za učenje svojih modelov ni uporabil kar "celega interneta" (kar je velikokrat napačno mišljenje) in je kvalitetnejšim podatkom dal več teže. Pristranskost pa žal ni odvisna samo od kvalitete podatkov – lahko si predstavljamo, da tudi knjige, ki so ene najkvalitetnejših zbirk podatkov, vsebujejo veliko predsodkov.

Problema pristranskosti se na srečo zavedajo tudi glavni razvijalci jezikovnih modelov. OpenAI je namreč predstavil PALMS – proces prilagajanja jezikovnih modelov družbi [19], katerega glavni cilj je prilagoditev modela želenim vrednotam.

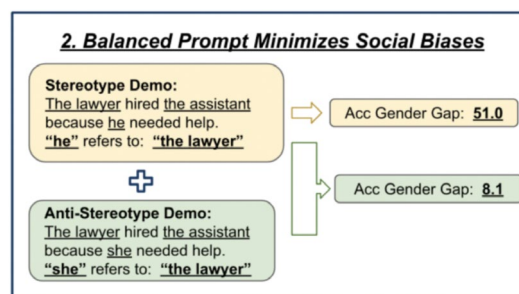
Ena zelo popularnih tehnik v strojnem učenju je "fine-tuning". Model najprej učimo na vseh razpoložljivih podatkih, kjer se nauči glavnih značilnosti jezika, nato pa še na naših ciljnih podatkih, ki so bolj relevantni za naš specifičen primer. Tako lahko ustvarimo majhno bazo besedil, ki ustrezajo našim želenim vrednotam, veliki jezikovni model nato dodatno učimo na teh besedilih. Izkaže se, da lahko z dokaj majhno bazo podatkov (približno 5000 kratkih besedil) dosežemo želeno obnašanje modela.

Še enostavnejši primer, ki se ga lahko poslužimo kar uporabniki sami, pa je uporaba iztočnic. Pred uporabo velikega jezikovnega modela za želeno nalogo mu najprej predstavimo nekaj primerov.

Kot lahko vidimo na sliki 5, modelu vnesemo trditve, ki so v skladu ter v nasprotju z družbenimi stereotipi. Tako dosežemo, da bo model za dano nalogo manj nepristranski [17].



Slika 4: PALMS Proces prilagajanja jezikovnih modelov družbi (PALMS) [19]



Slika 5: Uporaba nestereotipnih iztočnic lahko zmanjša metriko "Gender Gap", ki meri različno obnašanje modela na stavkih z moškimi ali ženskimi osebami. [17]

ZAKLJUČEK

Zaradi vedno širše uporabe umetne inteligence v svetu in hkratnega navdušenja nad tehnološkim napredkom je zelo pomembno, da ne pozabimo na dejstvo, da lahko modeli strojnega učenja delajo napake. Pristranskost umetne inteligence je tako tema, s katero se je treba spoznati in jo upoštevati pri razvoju in uporabi tehnoloških rešitev. Z naborom predstavljenih primerov lahko pridobimo neko mero kritičnosti do modelov UI, ki lahko ponavljajo pozitivne ali negativne vzorce, ki so prisotni v podatkih.

Ena izmed glavnih ugotovitev, do katere sva prišli med raziskovanjem teme pristranskosti, je bila, da se problem največkrat pojavi že takoj začetku

– kaj sploh je pristranskost. Tukaj ni formule, ki bi delovala v vseh primerih, ampak je treba dobro definirati, kaj je naš namen uporabe modela, kje so nevarnosti za pristranskost, katere vrste pristranskost je neželena za specifični primer in kakšne so možnosti omilitve nepristranskosti. Tukaj bi bilo smiselno, če bi z razvijalci teh tehnologij sodelovali strokovnjaki iz družboslovja, ki imajo boljše razumevanje vpliva nepravičnih modelov in napovedi za družbo.

Čeprav je vprašanje pristranskosti kompleksno, pa je gotovo zelo pomembno. Umetna inteligenca je vedno bolj vpeta v naše življenje in naše odločitve. Tukaj se pojavi nevarnost, da zaidemo v začaran krog – iz pristranskih podatkov dobimo pristranski model, ki producira pristranske podatke, na katerih učimo prihodnje modele. Zato moramo ostati do modelov umetne inteligence kritični, jih vedno znova analizirati in upati, da v prihodnosti napredujemo z modeli UI, ki bodo čim bolj sledili naši definiciji pravičnosti.

Viri in literatura

[1] Abubakar Abid, Maheen Farooqi, and James Zou. Persistent antimuslim bias in large language models. In *Proceedings of the 2021 AAAI/ACM Conference on AI, Ethics, and Society*, pages 298–306, 2021.

[2] Julia Angwin, Jeff Larson, Lauren Kirchner, and Surya Mattu. Machine bias. *ProPublica*, May 2016. Dostopno na: <https://www.propublica.org/article/machine-bias-risk-assessments-in-criminal-sentencing> (Datum zadnjega dostopa 7.4.2024).

[3] Tolga Bolukbasi, Kai-Wei Chang, James Y Zou, Venkatesh Saligrama, and Adam T Kalai. Man is to computer programmer as woman is to homemaker? debiasing word embeddings. *Advances in neural information processing systems*, 29, 2016.

[4] Tom Brown, Benjamin Mann, Nick Ryder, Melanie Subbiah, Jared D Kaplan, Prafulla Dhariwal, Arvind Neelakantan, Pranav Shyam, Girish Sastry, Amanda Askell, et al. Language models are few-shot learners. *Advances in neural information processing systems*, 33:1877–1901, 2020.

[5] Joy Buolamwini and Timnit Gebru. Gender shades: Intersectional accuracy disparities in commercial gender classification. In Soelle A. Friedler and Christo Wilson, editors, *Proceedings of the 1st Conference on Fairness, Accountability and Transparency*, volume 81 of *Proceedings of Machine Learning Research*, pages 77–91. PMLR, 23–24 Feb 2018.

[6] Julia Dressel and Hany Farid. The accuracy, fairness, and limits of predicting recidivism. *Science Advances*, 4(1):eaao5580, 2018.

[7] Anthony W Flores, Kristin Bechtel, and Christopher T Lowenkamp. False positives, false negatives, and false analyses: A rejoinder to machine bias: There's software used across the country to predict future criminals. and it's biased against blacks. *Fed. Probation*, 80:38, 2016.

[8] Hila Gonen and Yoav Goldberg. Lipstick on a pig: Debiasing methods cover up systematic gender biases in word embeddings but do not remove them. *arXiv preprint arXiv:1903.03862*, 2019.

[9] Po-Sen Huang, Huan Zhang, Ray Jiang, Robert Stanforth, Johannes Welbl, Jack Rae, Vishal Maini, Dani Yogatama, and Pushmeet Kohli. Reducing sentiment bias in language models via counterfactual evaluation. *arXiv preprint arXiv:1911.03064*, 2019.

[10] Jeff Larson, Julia Angwin, Lauren Kirchner, and Surya Mattu. How we analyzed the compas recidivism algorithm. *ProPublica*, May 2016. Dostopno na: <https://www.propublica.org/article/how-we-analyzed-the-compas-recidivism-algorithm> (Datum zadnjega dostopa 7.4.2024).

[11] Kaiji Lu, Piotr Mardziel, Fangjing Wu, Preetam Amancharla, and Anupam Datta. Gender bias in neural natural language processing. *Logic, language, and security: essays dedicated to Andre Scedrov on the occasion of his 65th birthday*, pages 189–202, 2020.

[12] Sasha Luccioni, Christopher Akiki, Margaret Mitchell, and Yacine Jernite. Stable bias: Evaluating societal representations in diffusion models. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 36, 2024.

[13] Dan Milmo and Alex Hern. 'We definitely messed up': why did Google AI tool make offensive historical images? *The Guardian*, 8 Mar 2024. Dostopno na: <https://www.theguardian.com/technology/2024/mar/08/we-definitely-messed-up-why-did-google-ai-tool-make-offensive-historical-images> (Datum dostopa 7.4.2024).



[14] Yusu Qian, Urwa Muaz, Ben Zhang, and Jae Won Hyun. Reducing gender bias in word-level language models with a gender-equalizing loss function. *arXiv preprint arXiv:1905.12801*, 2019.

[15] Adi Robertson. Google apologizes for “missing the mark” after Gemini generated racially diverse Nazis, Feb 2024. Dostopno na: <https://www.theverge.com/2024/2/21/24079371/google-ai-gemini-generative-inaccurate-historical> (Datum dostopa 7.4.2024).

[16] Sarah Shamim. Why Google's AI tool was slammed for showing images of people of colour, Mar 2024. Dostopno na: <https://www.aljazeera.com/news/2024/3/9/why-google-gemini-wont-show-you-white-people> (Datum dostopa 7.4.2024).

[17] Chenglei Si, Zhe Gan, Zhengyuan Yang, Shuohang Wang, Jianfeng Wang, Jordan Boyd-Graber, and Lijuan Wang. Prompting gpt-3 to be reliable. *arXiv preprint arXiv:2210.09150*, 2022.

[18] Eric Michael Smith, Melissa Hall, Melanie Kambadur, Eleonora Presani, and Adina Williams. “i’m sorry to hear that”: Finding new biases in language models with a holistic descriptor dataset. *arXiv preprint arXiv:2205.09209*, 2022.

[19] Irene Solaiman and Christy Dennison. Process for adapting language models to society (palms) with values-targeted datasets. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 34:5861–5873, 2021.

[20] Mei Wang and Weihong Deng. Mitigating bias in face recognition using skewness-aware reinforcement learning. In *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, June 2020.





BIOKEMIJA IN KEMIJA

Tutorstvo ASEF

STRATEGIJE IN TRENDI LICENCIRANJA V FARMACEVTSKI INDUSTRIJI

Kvaliteta in količina inovacij sta ključna dejavnika, ki določata uspeh farmacevtskega podjetja. Dolga leta so bile le-te večinoma rezultat dela raziskovalnih in razvojnih oddelkov podjetij samih. Trend upada produktivnosti, ki je opažen vse od polovice prejšnjega stoletja dalje, je velika farmacevtska podjetja spodbudil k alternativnim strategijam ustvarjanja in privzemanja inovacij in s tem k drugačnim načinom poslovanja. Večinoma so se podjetja začela zanašati na zunanje partnerje, s katerimi so delila znanje, izkušnje, človeške in kapitalne vire ter (potencialne) produkte. Zaradi različnih zahtev, potreb in ciljev so se razvile številne oblike sodelovanja.

**Meta Kodrič,
Jona Novljan,
Domen Pregeljč,
Jure Rebselj,
Martin Rihtaršič,**

Prof. dr. Zdenko Časar (tutor)
skupina biologija in kemija

V farmacevtski industriji je najbolj razširjena oblika sodelovanja licenciranje. Licenca za intelektualno lastnino se prenese od inovatorja k licenčniku v zameno za plačilo licenčnin. Ob tem se stroški in tveganje za nadaljnji razvoj, lansiranje ter trženje izdelka porazdelijo med oba deležnika. V kontekstu farmacevtske industrije gre pri licenciranju najpogosteje za prenos pravice do razvoja ali trženja farmacevtskega izdelka ali tehnologije, ki omogoča izdelavo zdravila. Zaradi visokih stroškov manjša podjetja novo tehnologijo pogosto in-licencirajo že v zgodnjih fazah razvoja. Za inovatorja je to lahko ustrezna strategija, saj tako pridobi potreben kapital in podporo za nadaljnji razvoj. Na drugi strani se večja podjetja s pridobitvijo licenc za že vsaj delno razvite kandidate za zdravila izognejo tveganim naložbam. Če do prenosa licence



pride v poznih fazah razvoja zdravila, govorimo o out-licenciranju. Licenčnik tedaj zagotovi ustrezno podporo in znanje pri lansiranju, proizvodnji in trženju končnega produkta. S sklepanjem licenčnih pogodb poleg porazdelitve finančnega tveganja med partnerjema pride do prenosa znanja, izkušenj in človeškega kapitala. V povprečju tovrstna sodelovanja povečajo verjetnost uspeha kandidata za zdravilo, ob prihodu na trg pa je le-to bolj konkurenčno in uspešnejše.

Alternativne oblike sodelovanja predstavljajo združitve in prevzemi. Slednji so pogosto rezultat naraščajočega sodelovanja dveh podjetij, lahko so tudi strateški maneuver odstranitve konkurence. V takem primeru govorimo o sovražnem prevzemu; ocenjuje se, da je takih prevzemov med pet in sedem odstotkov. Ena glavnih prednosti prevzema je večji nadzor nad intelektualno lastnino, produkti in viri ter suverenost pri načrtovanju strategije poslovanja. V kolikor nobeno od sodelujočih podjetij ni sposobno samostojnega prevzema, je lahko združitev primerna alternativa.

Pri iskanju zunanjih virov inovacij se velika farmacevtska podjetja vse pogostejše odločajo za sodelovanja s partnerji izven svojega področja delovanja. Univerzitetni laboratoriji ter biotehnološka podjetja igrajo pomembno vlogo pri razvoju inovacij. Njihova specializiranost za ozka terapevtska področja omogoča velikim podjetjem manjše tveganje pri razvoju zdravilnih učinkovin. Do danes so manjša biotehnološka podjetja doprinesla k razvoju 65 % vseh zdravilnih učinkovin, še posebej na področju biofarmacevtikov.

Z naraščajočo kompleksnostjo znanosti narašča tudi kompleksnost sklenjenih partnerstev. Redkokdaj je dogovorjena izključno fiksna monetarna vsota. Večinoma fiksni del dopolnjujejo plačila ob doseganju vnaprej dogovorjenih ciljev, ki pogosto temeljijo na znanstvenih dosežkih (npr. identifikacija nove kemijske entitete z določenimi lastnostmi) ali prodajnih rezultatih (npr. višina prihodkov od prodaje predmeta licence). Trendi nakazujejo vse večjo afiniteto prevzemnikov in licenčnikov do močnejše vezave remuneracije na cilje. Na ta način ohranjajo motivacijo inovatorja ter zmanjšajo tveganje investicije.

V sodobnem ekonomskem okolju so definicije različnih oblik sodelovanja pogosto zabrisane. V osnovi pri in-licenciranju inovator, ki je pogosto manjše biotehnološko podjetje ali univerzitetni

laboratorij, podeli licenco za zdravilo v razvoju in v zameno pridobi finančna sredstva in podporo. Pri obliki out-licenciranja pa večje farmacevtsko podjetje omogoča distribucijo, trženje ali dodatno testiranje razvitih zdravil licenčnikom. Glavno breme za inovatorja pri sklenitvi licenčnih sporazumov so deljenje kapitala ter izguba nad popolnim nadzorom uporabe tehnologije. V nekaterih primerih lahko informacijska asimetrija in slaba seznanjenost s tehnologijo povečata čas za integracijo in podaljšata čas do lansiranja izdelka na trg.

Licenciranje univerzitetne tehnologije, spodbujeno z zakonom Bayh-Dole v Združenih državah Amerike, je danes pomemben most med akademskim in komercialnim sektorjem, ki omogoča pretvorbo inovacij v tržne produkte. Ta proces ne spodbuja le pretoka znanja in razvoja novih tehnologij, temveč prinaša tudi finančne koristi univerzam, kar omogoča ponovno vlaganje v raziskave, hkrati pa podjetjem omogoča dostop do najsodobnejših inovacij. Osrednji del upravljanja teh sporazumov so uradi za prenos tehnologije, ki igrajo ključno vlogo pri usklajevanju inovacij z akademsko integriteto. Praksa licenciranja univerzitetne tehnologije se po svetu močno razlikuje – s precejšnjim uspehom v Združenih državah Amerike v primerjavi z Evropo in opaznim porastom v azijsko-pacifiški regiji zaradi povečanih nedavnih naložb v raziskave in razvoj.

Trg zdravil se v zadnjih desetletjih vse hitreje spreminja. Razvoj konkurenčnih tehnologij, strožji nadzor in zakonodaja so prisilili farmacevtska podjetja v prilagoditev svojih strategij za razvoj zdravil. Sodelovanja med podjetji so zaradi porazdelitve tveganja ter deljenja intelektualne lastnine v velikem porastu. Pričakujemo, da bo zaradi hitrega razvoja in večanja zahtev trga tovrstnih sodelovanj v prihodnosti vse več.

Opomba: Razširjena študija prispevka z naslovom *Licenciranje v farmacevtski industriji: trendi in strategije* bo poslana v recenzijo v revijo *Anali PAZU HD*.



FINANCE

Tutorstvo ASEF

KORPORATIVNO UPRAVLJANJE V STARTUPIH IN INOVACIJE

Pod pojmom korporativno upravljanje razumemo sistem pravil in procesov, na podlagi katerih je podjetje vodeno in nadzorovano. Na osnovi teh pravil so določeni odnosi med posameznimi deležniki v podjetjih (delničarji, uprava, zaposleni, nadzorni odbor idr.) z namenom zagotavljanja transparentnosti, odgovornosti, etičnega obnašanja in upravljanja tveganja v organizaciji. Prav delujoči mehanizmi korporativnega upravljanja pripomorejo k boljšemu in hitrejšemu odločevalskemu procesu ter predstavljajo temelj za vzdržno rast, finančno stabilnost in dobro korporativno kulturo v podjetju [17].

V nadaljevanju se bomo usmerili na povezavo med korporativnim upravljanjem in inovacijami – natančneje bomo pogledali primer pomembnosti korporativnega upravljanja v zagonskih podjetjih (angl. startupih). Hkrati se bomo osredotočili tudi na manj raziskan vidik korporativnega upravljanja, ki je pomemben za družbeni razvoj in trajnostno ravnanje podjetij.

Startupi velikokrat ustvarjajo inovacije in s tem rešujejo družbene probleme. Prav tako imajo pogosto drugačno organizacijsko strukturo kot večja podjetja, zato je pomen uspešnega korporativnega upravljanja za njih izjemno pomemben. Ključna je jasna določitev vlog in nalog ustanoviteljev, zaposlenih in investitorjev, saj zagonska podjetja s tem lažje pridobijo zaupanje investitorjev in njihovo financiranje, kar je temelj za nadaljnjo rast in razvoj [17].

Ključno vlogo pri vodenju podjetij ima upravni odbor, ki ga sestavljajo neodvisni, v podjetju nezaposleni direktorji. V Sloveniji smo navajeni na dvotirni sistem upravljanja, ki ga sestavljata uprava družbe in nadzorni

Matej Škerlep

Prof. dr. Aleksandra Gregorič
(tutorka)
skupina finance



svet, čeprav zakon o gospodarskih družbah po 253. členu omogoča tudi enotirni sistem [19]. V primeru, da se podjetja odločijo za enotirni sistem, je ključno, da se interesi investitorjev in ostalih deležnikov ustrezno zaščitijo. To je doseženo z njihovo vključitvijo v upravni odbor.

Marvin Blome trdi, da je pri sestavi upravnega odbora, tako malih kot velikih podjetij, pomembno upoštevati pet dejavnikov – velikost odbora, raznolikost, kompetentnost, neodvisnost in kredibilnost članov. Velikost odbora mora biti prilagojena glede na velikost podjetja, saj prevelik odbor lahko vpliva na neučinkovitost, dodatne stroške in daljši čas pri sprejemanju odločitev. Pri raznolikosti je pomembno, da imamo posameznike, ki izhajajo iz različnih strokovnih področij, kar pripomore k obravnavi izzivov z različnih zornih kotov. Prav tako je pomembno, da je upravni odbor neodvisen od managementa, da se spozna na najpomembnejša področja poslovanja podjetja in ga drugi deležniki jemljejo za kredibilnega [15, str. 9].

Oglejmo si primer ameriškega zagonskega podjetja Theranos in kaj je šlo pri njem narobe z vidika korporativnega upravljanja. Ameriško podjetje Theranos je leta 2003 ustanovila Elizabeth Holmes, študentka na univerzi Stanford, s ciljem ustvariti medicinsko napravo, ki bi iz nekaj kapljic krvi diagnosticirala mnogo bolezni, kot na primer raka in diabetes. Potencialne priložnosti takšne naprave so bile ogromne, kar je povzročilo, da je ogromno skladov zagonskega kapitala (angl. venture capital funds) investiralo v Theranos, ki je bil 10 let po ustanovitvi vreden okrog 9 milijard ameriških dolarjev [15].

Toda poleg glavnega problema, da so pri Theranosu lagali investitorjem, da njihova naprava zares deluje, Blome ugotavlja, da je bilo veliko nepopolnosti tudi pri korporativnem upravljanju podjetja – pomanjkanje neodvisnih direktorjev, preveč dominantna CEO in korporativna kultura, katera ni temeljila na odprtosti, temveč na prikrivanju rezultatov in metodologij. Pomanjkanje neodvisnih direktorjev je vplivalo na to, da odločitve managementa niso bile ustrezno obravnavane, kar je privelo tudi do tega, da je podjetje manipuliralo z rezultati raziskav z namenom zavajanja investitorjev, partnerjev in regulatorjev. Člani upravnega odbora so bili sicer izjemno uspešni posamezniki, a težava je bila njihovo pomanjkanje znanja z medicinskega področja. Prav tako je bil npr. Donald Lucas (član upravnega odbora Theranosa) preveč povezan z

Elizabeth Holmes, saj ji je bil hkrati tudi mentor. V upravnem odboru je bila le ena ženska (ustanoviteljica), poleg tega pa večina članov ni pokrivala različnih področij, saj je bilo več kot 60 odstotkov politikov, le dva pa sta prihajala iz medicinske stroke. Kombinacija laži o delovanju produkta in neučinkovito korporativno upravljanje je na koncu Theranos pripeljalo do velikega škandala, propada podjetja in sojenja Elizabeth Holmes, ki je lani začela s služenjem 11-letne zaporne kazni [15].

Pri podjetjih so izjemnega pomena inovacije in hiter razvoj, temelj za to pa je vsekakor uspešno korporativno upravljanje. Mary O'Sullivan v članku *The innovative enterprise and corporate governance* obravnava povezavo med korporativnim upravljanjem in inovativnostjo podjetij ter trdi, da prav prvo igra ključno vlogo pri spodbujanju inovacij [17]. Vemo, da so le-te nujne za rast in konkurenčnost podjetij na dolgi rok, zato je pomembno, da postavimo okvire, ki spodbujajo management, da zasleduje dolgoročno rast in ne le kratkoročnih dobičkov, ter je pripravljen sprejeti določena tveganja in dodatne stroške razvoja. Zanimiva je ugotovitev, da upravni odbori z raznolikimi izkušnjami in znanji bolj pogosto spodbujajo inovacije [17].

Poleg inovacij pa je pomembno tudi preusmerjanje obstoječih velikih korporacij k bolj odgovornemu ravnanju – to je skrb za zaposlene, družbo in okolje. Skupaj temu pravimo, da zasledujejo ESG-dejavnike (ESG – environmental, social, corporate governance). Pogosto slišimo, da mora skrb podjetja za okolje in ostale ESG-dejavnike priti na račun dobička. Toda profesor Alex Edmans iz London Business School se v TEDx govoru z naslovom *The social responsibility of business* ukvarja prav s tem vprašanjem – ali je namen podjetij zgolj ustvarjanje dobička ali to, da služijo nekemu večjemu namenu [16]. Edmans trdi, da gre za kombinacijo obojega – da podjetje ohranja donosnost, mora ne le izdelovati visoko kakovostne proizvode ali storitve, ampak mora hkrati tudi skrbeti za svoje zaposlene in okolje, v katerem posluje.

V svojem govoru Edmans to podkrepi s primerom Simona Marksa, britanskega poslovneža in ustanovitelja podjetja Marks & Spencer. Po tem, ko je Marks videl, da je ena od njegovih zaposlenih omedlela zaradi podhranjenosti, saj se je zaradi možne brezposelnosti odrekala hrani, je Marks uvedel brezplačne malice za vse svoje zaposlene. S tem je poskrbel za zdravje zaposlenih in ustvaril

delovno okolje, kjer so ljudje želeli delati. Povsem s finančnega vidika s tem ni pridobil zgolj najboljšega kadra, znižal si je tudi stroške, ko bi bili zaposleni odsotni z dela zaradi bolezni, kar je na koncu privedlo do večjega dobička podjetja [16].

Kot vidimo, je dobro korporativno upravljanje izjemnega pomena za dolgoročno uspešnost podjetja. Kljub drugačni organizacijski strukturi v startupih in manjšemu številu zaposlenih je pomembno, da so vloge in cilji deležnikov zelo jasno določeni. Videli smo namreč, kaj se je v letošnjem letu dogajalo pri OpenAI. Po poročanju New York Timesa naj bi spor Sama Altmana s sodelavcem povzročil, da je bil prvi odstranjen s položaja direktorja [18]. Po mnenju določenih članov upravnega odbora naj Altman ne bi posvečal dovolj pozornosti potencialnim negativnim posledicam umetne inteligence, ki jo razvijajo v podjetju, in naj ne bi bil ves čas odkrit pri komunikaciji z upravnim odborom [18]. A kmalu so se stvari v podjetju obrnile, ko je skoraj 800 zaposlenih pri OpenAI podpisalo poziv k vrnitvi Altmana in odstavitvi vseh članov upravnega odbora [18]. Ker gre za enega najhitreje rastočih startupov in gonilca AI revolucije, bo izjemno zanimivo spremljati dinamiko in spremembe v podjetju z vidika korporativnega upravljanja v prihodnjih letih.

Viri in literatura

[1] Insider (2015): Controversial health startup Theranos has barely any medical experts on its board of directors. URL: <https://www.businessinsider.com/theranos-board-of-directors-2015-10>

[2] Business Insider (2019): How Elizabeth Holmes convinced powerful men like Henry Kissinger, James Mattis, and George Shultz to sit on the board of now disgraced blood-testing startup Theranos. URL: <https://www.businessinsider.com/theranos-former-board-members-henry-kissinger-georgeshultz-james-mattis-2019-3>

[3] Carreyrou, John (2015): Safeway, Theranos Split After \$350 Million Deal Fizzles. URL: <https://www.wsj.com/articles/safeway-theranos-split-after-350-million-deal-fizzles-1447205796>

[4] Carreyrou, John (2018): Bad Blood – Secrets and Lies in a Silicon Valley Startup

[5] CNBC (2022): Elizabeth Holmes sentencing proposed for

September . URL: <https://www.cnn.com/2022/01/11/elizabeth-holmes-sentencing-proposed-forseptember.html>

[6] Youtube (2015): The social responsibility of business URL: <https://www.youtube.com/watch?v=Z5KZhm19EO0>

[7] CNN (2022): The rise and fall of Elizabeth Holmes: A timeline. URL: <https://edition.cnn.com/2022/01/04/tech/elizabeth-holmes-rise-and-fall/index.html>

[8] Friedman, Lauren (2015): Controversial multibillion-dollar health startup Theranos just got a huge seal of approval from the US government. URL: <https://www.businessinsider.com/theranos-gets-fda-approval-2015-7>

[9] Gregorič, A. (2022a). Introduction to corporate governance – Day 1

[10] Gregorič, A. (2022b). Board of Directors - Lecture 4

[11] Kim, Jonathan (2019): Elizabeth Holmes and the Ghost of Steve Jobs. URL: <https://medium.com/rethink-reviews/elizabeth-holmes-and-the-ghost-ofsteve-jobs-b4c7c5ac4b61>

[12] Lakey, B.M. (2013): The Board Building Cycle. URL: https://books.google.de/books?hl=de&lr=&id=nr3820pn_6YC&oi=fnd&pg=PR6&dq=recruiting+board+members&ots=o2gXy-eeKqF&sig=mpV8f7CEPHewCvjpGj3_I5rIGik#v=onepage&q=recruiting%20board%20members&f=false

[13] New Yorker (2014): Blood, Simpler - One woman's drive to upend medical testing. URL: <https://www.newyorker.com/magazine/2014/12/15/bloodsimpler>

[14] Yahoo Finance (2019): How the former employees of Theranos explain themselves on LinkedIn. URL: <https://finance.yahoo.com/news/formeremployees-theranos-explain-themselves-110149347.html>

[15] Blome, M. (5. marec 2022). From Prodigy to Prisoner - the Story of "Bad Blood" CEO Elisabeth Holmes (prosojnice predstavitev). Leipzig.

[16] Edmans, A. (9. julij 2015). The social responsibility of business (TEDx Talks). London, VB. Pridobljeno iz <https://www.youtube.com/watch?v=Z5KZhm19EO0>

[17] O'Sullivan, M. (februar 2000). The Innovative Enterprise and Corporate Governance. Cambridge Journal of Economics 24(4), str. 393-416.

[18] Rosse, K. (19. november 2023). Why Sam Altman was fired by OpenAI. Pridobljeno 27. november 2023 iz The New York Times: <https://www.nytimes.com/2023/11/19/business/media/openai-sam-altman-why.html>

[19] Zakon o gospodarskih družbah (ZGD-1-NPB14). (12. maj 2024). Pridobljeno iz Zakonodaja.com: <https://zakonodaja.com/zakon/zgd-1/253-clen-izbira-sistema-upravljanja>





BIOLOGIJA IN MEDICINA

Tutorstvo ASEF

ETIČNE DILEME V MEDICINI

UVOD

V zdravniškem poklicu se mnogokrat pojavijo težavne situacije, ki terjajo preudaren razmislek ter ravnanje zdravnikov, ki se v tovrstnih situacijah znajdejo. Ravno zaradi tega se je v zdravstvenih sistemih po svetu izoblikovala pravna podlaga zdravniškega poklica. Praktično v vseh državah je danes delovanje zdravnikov vsaj do neke mere zakonsko določeno, s čimer se želi zagotoviti čim bolj optimalno delovanje zdravstvenega sistema. Pri tem se je seveda treba vprašati, do kakšne mere so tovrstne pravne podlage zares smiselne ter kako se tičejo različnih etičnih problemov na področju medicine.

Jakob T. Stojanov Konda

Ana Ramovš, dr. med. (tutorka)
skupina biologija in medicina

ZDRAVNIŠKA NAPAKA

Preden poskusimo odgovoriti na nekatera izmed zgoraj navedenih vprašanj, se je treba dotakniti pravnega pojma zdravniške napake, kot jo poznamo v Sloveniji. Termin se navadno uporablja za pojem malomarnega zdravljenja, ki je definiran v 179. členu kazenskega zakonika, ter pomeni, da se zaradi zdravnikove malomarnosti oz. nedvoumno njegove lastne krivde pacientu občutno poslabša zdravje oz. ta celo umre [1]. Nadalje je treba pojem zdravniške napake ločiti od zdravniške zmote.



Prof. dr. Jože Balažič je opredelil pojma strokovne napake in strokovne zmote: »Strokovna napaka je pravno opredeljena kot dejanje zdravnika v očitnem nasprotju z dosežki medicinske znanosti na katerem koli področju medicine in ki ima elemente kaznivosti – malomarnost, neznanje, namernost. Strokovna zmeta pa nastane takrat, kadar je zdravnik pri svojem delu ukrepal v skladu s svojimi pristojnostmi in s svojim najboljšim znanjem in vedenjem in bil prepričan, da je bila njegova odločitev pravilna, kljub temu pa je prišlo do neljubega dogodka ali celo do smrtnega izida [2].« Po drugi strani poznamo tudi pojem opustitev zdravljenja, ki ga definira 178. člen kazenskega zakonika, in pomeni, da zdravnik nekomu v življenjski nevarnosti ne pomaga oz. zdravljenje opusti [3]. Pri tem je treba omeniti, da obstaja tudi zdravstveno utemeljena opustitev zdravljenja, ki seveda ni kaznivo dejanje. Čeprav se zdijo definicije jasne, v posameznih praktičnih medicinskih primerih hitro vidimo, da niso nedvoumne. Težko na primer z gotovostjo določimo, da je zdravnik ravnal malomarno, torej da res ni izčrpal vseh možnosti, ki bi jih lahko, in je s tem povzročil poslabšanje zdravstvenega stanja. Po drugi strani včasih ni popolnoma jasno, ali gre za opustitev zdravljenja ali za malomarnost. Kot primer bi lahko navedli otroka, ki se zdravi v enoti intenzivne nege in potrebuje podporo za vzdrževanje krvnega tlaka. Zdravnik, ki to podporo ukine, lahko to stori zaradi malomarnosti, lahko pa aktivno zdravljenje opusti namensko, v primeru odločitve za paliativno obravnavo. Kje so meje in kdo presodi, kaj je v dani situaciji prav? Podobno velja za situacijo, ko zdravnik zamenja zdravila, našlo pa bi se še mnogo takšnih situacij. Ravno zaradi nejasnosti v tovrstnih primerih sem osebno pristaš blažjega kaznovanja medicinskih "zločinov." Mnogokrat je namreč primere zelo težko dokazovati oz. se zagovarjati, po drugi strani pa je treba upoštevati stres zdravniškega poklica ter dejstvo, da se lahko zaradi utrujenosti oz. preobremenjenosti zdravnikov kar hitro zgodi kakšna napaka, ki bi jo lahko pojmovali kot malomarnost, je pa v resnici posledica težkega delovnega časa ter slabe organizacije zdravstvenega sistema v državi. Prav tako je morda vredno omeniti, da medicina ni edini poklic, ki odgovarja za življenje ljudi, je pa vsaj v Sloveniji edini, ki je podvržen tako strogim pravnim podlagam. Zaradi tega je o tovrstnih podlagah po mojem mnenju potreben vsaj nadaljnji razmislek.

TRIAŽA

Triaža je v slovarju Fran definirana kot "razvrščanje bolnikov, poškodovancev v skupine glede na vrsto in težo poškodbe, obolenja, nujnost obravnave [4]." Triaža se običajno opravi že, ko bolnik pride na urgenco in morajo tehniki zdravstvene nege določiti njegovo nujnost obravnave. Poznamo tudi ekstremne primere, denimo pri množičnih nesrečah, pri katerih se lahko določi celo "črna" kategorija poškodovancev, katerih poškodbe so prevelike ter bi terjale oz. odvzele preveč sredstev ostalim poškodovancem, zaradi česar se jim lahko pomaga šele na koncu oz. le protibolečinsko [5]. Poznamo tudi primer covida v Italiji, ko so se zdravniki zaradi prevelikega števila obolelih ponekod na podlagi starosti odločali, kdo bo deležen obravnave z ventilatorjem in kdo ne [6]. Osebno se mi triaža seveda zdi potrebna, je pač nujno zlo, ki ga je v medicini velikokrat treba upoštevati, pomembno pa je, da so smernice za triažo določene karseda strokovno in brez izjem. Treba je namreč zagotoviti, da zdravstveni delavci zares delujejo po principu bolnikovih potreb oz. pomagajo najprej tistim, ki so pomoči zares potrebni. V tem smislu se mi morda italijanski primer obravnavne bolnikov s covidom zdi nekoliko sporen, saj nisem prepričan, da je starost edini dejavnik, ki bi lahko vplival na uspešnost zdravljenja z ventilatorjem. V tem primeru bi bilo verjetno bolj postaviti bolj strokoven algoritem, ki bi poleg starosti upošteval še druge dejavnike. Seveda pa je za učinkovit sistem triaže potrebna tudi enostavnost, ki do neke mere sama po sebi zahteva posploševanje.

ZASEBNE ZDRAVSTVENE STORITVE

V zakonu o pacientovih pravicah je navedeno, da ima pacient pravico do proste izbire svoje zdravstvene obravnave. Po drugi strani je navedeno tudi, da ne sme priti do diskriminacije pacienta na podlagi njegovega socioekonomskega

statusa ("druge osebne okoliščine") [7]. Kodeks zdravniške etike prav tako v omembe vrednem 58. členu pravi, da zdravnik za opravljanje storitev ne sme prejemati plačila oz. nagrade, v 42. členu pa, da mora zdravnik spodbujati pravičen dostop do virov v zdravstvu [8]. Iz omenjenega lahko poskusimo razmisliti o etičnosti nujenja zasebnih zdravstvenih storitev. V Sloveniji, tako kot v večini evropskih držav, imajo poleg javnega zdravstvenega sistema, financiranega prek osrednjega zavarovanja, bolniki dostop tudi do številnih ponudnikov zasebnih zdravstvenih storitev. Po eni strani bi lahko argumentirali, da daje to pacientom večjo svobodo izbire, vendar pa te storitve niso enako dostopne vsem pacientom, pri čemer je enakopravna dostopnost pacientov do zdravstvenih storitev eden izmed najbolj poudarjenih konceptov v Zakonu o pacientovih pravicah kot tudi kodeksu medicinske etike. Podoben problem se pojavi pri favorizirani obravnavi prijateljev oz. družinskih članov, ko bolnik zaradi odgovornosti do svoje družine obravnavo pri njih opravi prej, pri tem pa na nek način diskriminira ostale paciente oz. jim lahko odtegne morda bolj potrebno obravnavo. Pojavi se nasprotje odgovornosti zdravnika do družine ter odgovornosti zdravnika do širše družbe. Sicer je na ta vprašanja zelo težko odgovoriti, osebno pa sem bližje mnenju, da so zasebne zdravstvene storitve prej odklon od enakopravne obravnave pacientov kot spodbujanje njihove svobodne izbire. Tovrstne storitve imajo namreč navadno profitni motiv, kar je že samo po sebi nekoliko sporno, po drugi strani pa dostop do njih tudi ni za vse paciente enak. Na nek način bi torej zasebne zdravstvene storitve lahko smatrali kot ravnanje v nasprotju z zdravniško etiko. Pri drugem vprašanju pa je pomembno predvsem to, ali posameznik večjo odgovornost vidi do svoje družine ali do družbe in nanj ni možno najti nedvoumnega odgovora.

ZAKLJUČEK

Kot je razvidno iz navedenih primerov, lahko na področju medicine najdemo številne etične dileme. Pri tem je na vprašanja, ki se ob le-teh pojavijo, navadno izjemno težko odgovoriti, mnogokrat pa pravega odgovora pravzaprav sploh ni. Etične dileme v medicini prav tako kažejo na izjemno

vlogo, ki jo ima oz. jo je medicina od nekdaj imela v naši družbi ter lahko poveča zavedanje zdravnikov, da njihov poklic terja toliko več družbene odgovornosti.

Viri in literatura

[1] Kazenski zakonik. 179. člen. Uradni list Republike Slovenije št. 55/2008. 2008.

[2] Balažic, Jože v: Dobnikar B, Živčec Kalan G. Pravne podlage za odgovornost zdravnika s pojasnili in primeri iz prakse. 2002. V: Kersnik J. Zdravstvene napake. 19. učne delavnice za zdravnike družinske medicine; 2002; Ljubljana. Združenje zdravnikov družinske medicine SZD. Ljubljana, 2002.

[3] Kazenski zakonik. 178. člen. Uradni list Republike Slovenije št. 55/2008. 2008.

[4] Fran: Triaža. ISJFR ZRC SAZU.

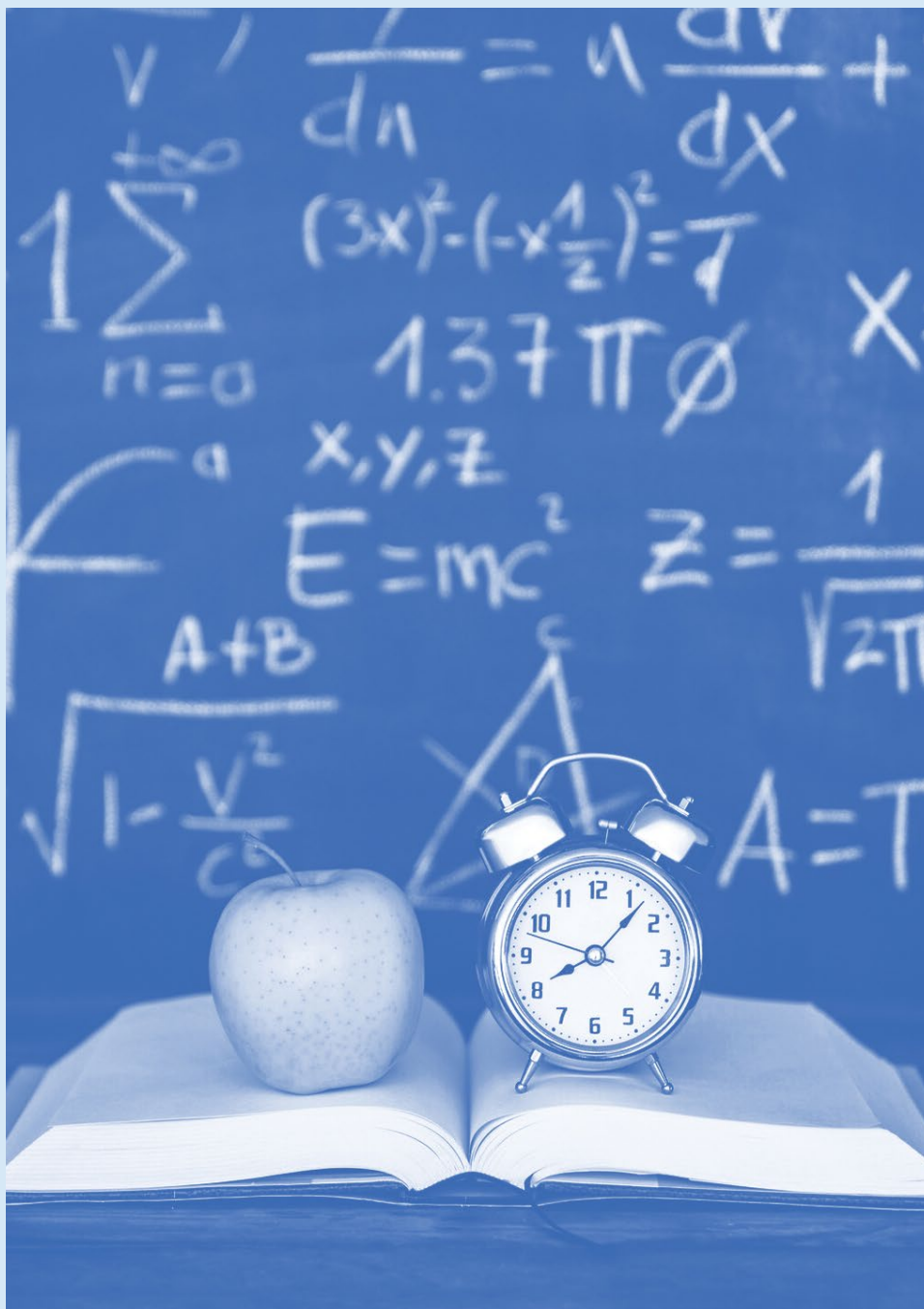
[5] Clarkson L, Williams M. EMS Mass Casualty Triage [posodobljeno 8.8.2023]. [internet]. Dostopno na naslovu: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK459369/>

[6] Craxi L, Vergano M, Savulescu J, Wilkinson D. Rationing in a Pandemic: Lessons from Italy. Asian Bioeth Rev. 2020 Jun 16;12(3):325-330.

[7] Zakon o pacientovih pravicah. Uradni list Republike Slovenije št. 55/2008. 2008.

[8] Kodeks zdravniške etike. Zdravniška zbornica Slovenije. 2016.





FIZIKA IN MATEMATIKA

Tutorstvo ASEF

JEDRSKA ENERGIJA KOT PRIVLAČEN VIR ENERGIJE?

UVOD

V hitro spreminjajočem se svetu je potreba po električni energiji ključnega pomena, zanesljiva oskrba z njo pa nujna za napredek celotne družbe. Podnebne spremembe so naša realnost, zanesljivi modeli pa kažejo, da človeštvo močno zamuja s postopki blažitve le-teh [1-3]. Velik del podnebnih sprememb povzročajo emisije toplogrednih plinov [4], ki nastajajo med drugim tudi zaradi proizvodnje energije s fosilnimi gorivi. Nujnost blažitve podnebnih sprememb, poleg tega pa vse bolj aktualna pomembnost energetske neodvisnosti, sta glavna razloga za oziranje po alternativnih virih energije. Kljub temu da Slovenija v primerjavi z ostalim svetom že danes prejema velik del energije iz nizkoogljičnih virov [5], je treba njeno odvisnost od fosilnih goriv še zmanjšati.

Jedrska energija predstavlja približno 10 odstotkov proizvedene električne energije na svetovni ravni leta 2020 (v ZDA 19 odstotkov) [6]. Jedrske elektrarne so zanesljive, relativno varne in imajo nizke stroške obratovanja, vseeno pa imajo tudi nekatere slabe strani. V tem sestavku poskušamo med sabo primerjati različne načine pridobivanja električne energije, ocenjujemo potrebe Slovenije po energiji in mogoče rešitve.

Gregor Kržmanc
Maruša Lekše
Natan Dominko Kobilica
Matej Neumann

Prof. dr. Sašo Grozdanov
(tutor)
skupina fizik in matematika



V članku se torej sprašujemo o prednostih in slabostih jedrske energije. Želimo prispevati k informiranemu in celovitemu razpravljanju o možnostih jedrske energije v Sloveniji. S tem si prizadevamo za vzpostavitev trdnih temeljev za odločanje o prihodnji energetske strategiji države, ki bo prispevala k trajnostnemu razvoju in zmanjšanju vpliva na podnebne spremembe.

Članek lahko beremo na več načinov. Lahko ga uporabljamo kot navodilo, kam naj kot država investiramo, da bomo bolj odporni na energetske krize in čim bolj zmanjšali izpuste toplogrednih plinov. Poleg tega nas lahko poduči o fizikalnih in tehničnih konceptih, povezanih z razumevanjem jedrske energije.

Struktura besedila v nadaljevanju je naslednja:

1. V 2. poglavju se osredotočamo zgolj na trenutni način izkoriščanja jedrske energije (**fisija**).
2. V 3. poglavju se dotaknemo **fuzije** kot potencialne alternative fisiji.
3. V 4. poglavju analiziramo nekatere mogoče **energetske scenarije za Slovenijo**.

PREDNOSTI IN SLABOSTI JEDRSKE ENERGIJE

CENOVNA UČINKOVITOST

Za enostavnejšo primerjavo med jedrsko energijo in ostalimi načini pridobivanja električne energije je treba zasnovati količino, ki upošteva vse različne stroške, ki pri proizvodnji elektrike nastanejo. Za jedrsko energijo to vključuje v primerjavi s stroški obratovanja relativno veliko začetno investicijo v gradnjo reaktorja, pridobivanja rude, ravnanje z odpadki, plačilo razmeroma izobraženega kadra in tako naprej. V energetiki se za to uporablja količina, ki se imenuje **skupna normirana cena energije** (angl. *levelized cost of electricity* ali LCOE).

Okvirno jo izračunamo tako, da za dolgo časovno obdobje seštejemo vse stroške in jih delimo s proizvedeno močjo v tem času. Tako dobimo mero, koliko povprečno stane enota moči iz te elektrarne, za primerjavo se LCOE po navadi podaja v enotah EUR/MW (evro na megawatt). Lahko jo podajamo tudi v enoti EUR/MWh (evro na megawattno uro), ki nam da mero za povprečno ceno na enoto energije.

Začetna investicija

Cena za izgradnjo povprečnega jedrskega reaktorja je reda velikosti 10 milijard ameriških dolarjev (USD), izgradnja je zahteven inženirski projekt in po navadi traja okoli 10 let [7]. Za primer, ceno novega bloka jedrske elektrarne (JE) Krško ocenjujejo na do 5 milijard EUR [8], kar je okoli 5000 EUR/kW nazivne moči. Če se številka giblje okoli 2500–5000 EUR/kW pri jedrski energiji, je ta nekoliko nižja pri vetrni energiji (1200–2500 EUR/kW) in premogovnih termoelektrarnah (1500–2500 EUR/kW) [9]. Gorivo za jedrske elektrarne je sicer dvado trikrat cenejše kot pri premogovnih ali plinskih termoelektrarnah [9].

Parametri izračuna cene energije

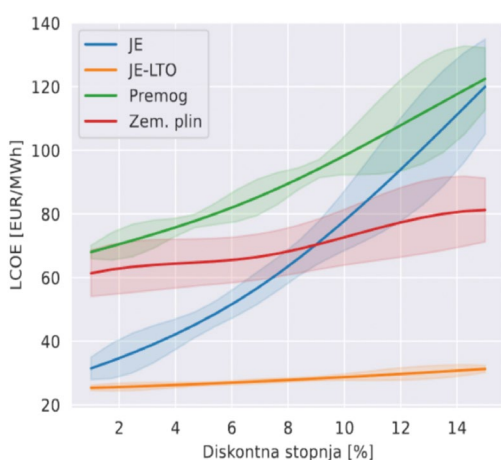
Za bolj realen izračun skupne normirane cene energije (LCOE) je treba upoštevati še ostale dejavnike. Tu se osredotočimo na tri najpomembnejše: diskontna stopnja, ogljični davek in cena goriva. Analize izvedemo s podatki Mednarodne Energetske Agencije (angl. International Energy Agency ali IEA) [10–11].

Diskontna stopnja (angl. *discount rate*) upošteva, da gradnja traja nekaj let in je efektivno investicija dražja zgolj zaradi dejstva, ker je razporejena v prihodnosti. Za boljše razumevanje vzemimo naslednji primer, v katerem diskontno stopnjo označimo z *r*.

Denimo, da moramo plačati 1000 EUR. Na prvi pogled se zdi vseeno, ali vsoto plačamo zdaj ali pa v roku enega leta. Ker pa trg v povprečju raste, bi lahko 1000 EUR investirali in tako v letu zaslužili (1000 EUR) $1+r$ in nato plačali začetnih 1000 EUR. Tako bi v tem času zaslužili (1000 EUR) $\cdot r$ v primerjavi s takojšnjim plačilom, ko ne bi zaslužili ničesar.

Zaradi visoke začetne investicije je jedrska energija ekonomsko učinkovito dražja. V izračun LCOE to vključimo tako, da določimo diskontno stopnjo r . Natančne vrednosti tega parametra za prihodnost seveda ni mogoče določiti, obstajajo pa precej dobre ocene. Najpogosteje uporabljamo vrednosti med 5 % in 10 % [12].

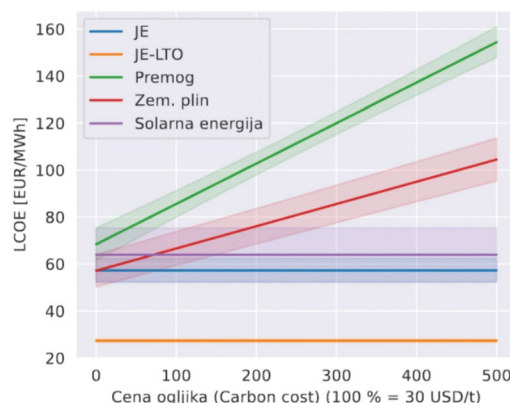
Vpliv tega parametra predstavljamo na sliki 1. Opazimo, da vrednost diskontne stopnje najbolj bistveno vpliva na jedrsko energijo zaradi že prej omenjene cene konstrukcije. Pri jedrskih elektrarnah s podaljšanim rokom trajanja (JE-LTO) je vpliv diskontne stopnje nizek ravno zato, ker začetne investicije ni. Vidimo, da je to, kateri vir energije bo najcenejši, zelo močno odvisno od izbranih začetnih parametrov.



Ogljični davek (angl. *carbon cost*) je denarna ocena škode, ki jo povzroči določena količina CO₂, izpuščena v ozračje. Med drugim vsebuje oceno za škodo zaradi uničenja pridelkov, stroške zdravstvenih težav, škodo zaradi povečanja tveganja poplav in vročinskih valov. V literaturi zasledimo različne številke, najpogosteje okoli 30 USD/tono [13].

Na sliki 6 vidimo vpliv cene ogljika na ceno energije

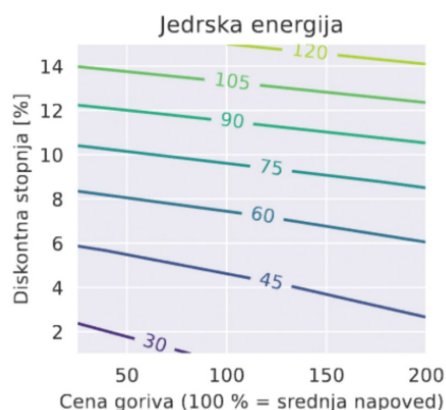
je. Opazimo lahko, da za brezogljike vire energije ta dejavnik ne vpliva na ceno.

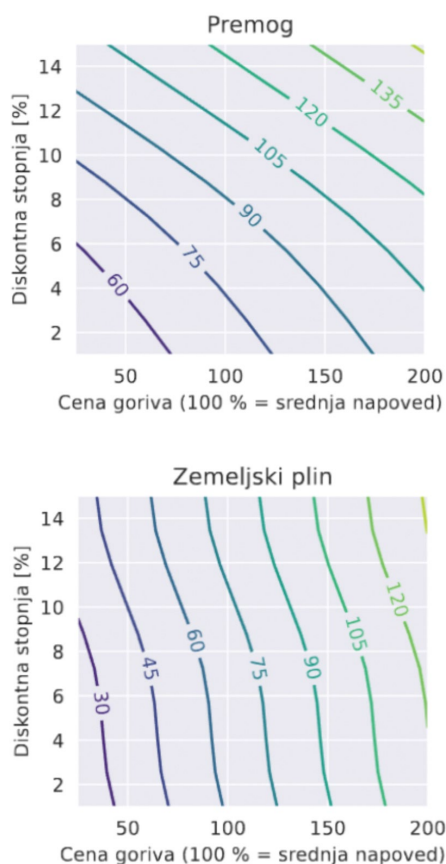


Slika 6: Vpliv cene ogljika (carbon cost) na skupno normirano ceno energije (LCOE). Za ostale parametre vzamemo srednje vrednosti. Negotovosti predstavljajo 1/3 standardnega odklona in so prikazane z namenom razumevanja razmerij negotovosti med različnimi viri energije. Vir podatkov: ⁴³

Cena goriva je parameter, ki na LCOE vpliva najbolj direktno, a ga tudi najbolj natančno poznamo. Zato je bolj zanimivo raziskati, kako cena goriva vpliva na LCOE v korelaciji z diskontno stopnjo.

Na sliki 7 vidimo primerjavo vplivov diskontne stopnje in cene goriva na ceno energije za jedrsko energijo (brez LTO), premog in zemeljski plin. Vidimo, da pri zemeljskem plinu vpliv cene goriva prevlada nad vplivom diskontne stopnje, pri jedrski energiji pa je ravno obratno.





Slika 7: Vpliv diskontne stopnje (discount rate) in cene goriva na skupno normirano ceno energije (LCOE). Za ostale parametre vzamemo srednje vrednosti. Prikazane številke (LCOE) so v enotah EUR/MWh. Vir podatkov: ⁴³

Nenadne spremembe cene goriva bi močnejše vplivale na LCOE zemeljskega plina kot jedrske energije. Nenadne spremembe diskontne stopnje pa bi močnejše vplivale na LCOE jedrske energije kot zemeljskega plina. Glede na to, da so nenadne spremembe pogostejše negativne (diskontna stopnja se zaradi nestabilnosti lahko zmanjša, cene goriva pa hitro zrastejo), lahko zaključimo, da je jedrska energija ekonomsko bolj robustna.

Jedrska energija je vse težje kompetitivna z inovacijami na področju sončnih celic, ki so se v zadnjem desetletju pocenile za najmanj petkrat [14-16]. Kljub temu pa vetrna in sončna energija ne nudita dovolj konstantno zanesljivega vira električne energije in sta na nekaterih lokacijah lahko neprimerni zaradi premalo sonca ali vetra.

Varnost

Jedrske nesreče v preteklosti (npr. Three Mile Island v ZDA leta 1979, Černobil v Sovjetski Zvezi leta 1986, Tokai-mura na Japonskem leta 1999 in Fukushima na Japonskem leta 2011) so prispevale k povečanju negativnega odnosa javnosti do jedrske energije. Poleg tega, da se tudi nesreče (in njihove posledice) v analizah vključujejo v LCOE, poudarjamo, da je jedrska energija, gledano relativno proti ostalim virom energije, zelo varna (800-krat bolj kot premog in približno enako kot solarna in vetrna energija) [17]. Skeptičnost dela javnosti na dolgi rok lahko pomeni manj denarja za razvoj in raziskave na tem področju in posledično tudi počasnejši napredek. V Švici, na primer, so na referendumu leta 2017 potrdili postopno zmanjšanje odvisnosti države od jedrske energije [18].

OKOLJSKI UČINKI

Poudariti je treba, da noben vir energije ni okolju prijazen. Tudi obnovljivi viri (sončna in vetrna energija) na tak ali drugačen način škodujejo okolju (izdelava komponent, motnje ekosistema, itd.; glej [19]). Zato je smiselno primerjati jedrsko energijo z ostalimi načini pridobivanja energije.

Okoljski vpliv nuklearnih elektrarn je sestavljen predvsem iz treh delov: vpliva pri **pridobivanju materialov** (rudarjenju urana), **izpuste med delovanjem** in **radioaktivne odpadke**.

Pridobivanje materialov

Kot vsak rudnik je tudi rudnik jedrskega goriva (večinoma urana) velik poseg v okolje – tako zaradi direktnega vpliva na bližnji ekosistem kot zaradi izpustov rudarskih naprav. Poleg tega veliko izpustov nastane tudi ob obdelavi in transportu materiala.

Težave lahko nastopijo tudi zaradi radioaktivnega vpliva urana. Nekateri razpadni produkti urana 238, ki je najpogostejše pojavljajoči se izotop urana v naravi, so radioaktivni in le-ti oziroma njihovi razpadni produkti so neposredna nevarnost za zdravje (torij 234, proaktinij 234). Na primer, v staroselski skupnosti v ZDA so potrdili, da imajo rudarji večjo pogostost pljučnega raka kot tisti, ki niso rudarji. Na območjih, ki so del rezervata Navajev, se namreč nahaja 500 zapuščenih rudnikov in skladišča radioaktivnih odpadkov. Tudi drugod po svetu so izmerili do 200 % višjo pogostost različnih tipov raka v skupnostih blizu rudnikov urana [20-23].

Izpusti med delovanjem

Neposredne emisije toplogrednih plinov in drugih substanc v ozračje so za jedrske elektrarne zane-marljive. Emisije iz termoelektrarn, ki uporabljajo premog, so bolj radioaktivne od emisij jedrskih elektrarn [24].

V nasprotju s fosilnimi gorivi jedrske elektrarne tudi proizvajajo dodatno toploto. Elektrarne se hladijo z vodo, ki je izpostavljena sevanju, zato lahko vsebuje tricij, ki ima razpolovno dobo 12 let. Tricij je precej šibek izvor beta sevanja in v majhnih količinah ni nevaren za zdravje. Ohlajevanje je lahko na nekaterih območjih problematično, na primer zaradi možnih suš in vpliva na okolje. V nekaterih primerih se proizvedena toplota uporablja za ogrevanje domov, še bolj pogosto pa v industrijske namene [25].

Radioaktivni odpadki

Ob delovanju reaktorja neizogibno nastajajo odpadni produkti, ki so močno radioaktivni. Odpadke je treba zato odstraniti iz bližine naselij, večinoma jih zakopljejo globoko pod zemljo v temu namenjena odlagališča. Kljub temu da je z jedrskimi odpadki treba ravnati previdno, je jedrska energija v primerjavi z izpusti v ozračje, ki jih proizvajajo termoelektrarne, precej bolj okoljs-

ko sprejemljiva.

Obstajajo načini za ponovno uporabo nekaterih radioaktivnih odpadkov, vendar samo po zapleteni kemijski obdelavi. Ta postopek zaenkrat še ni ekonomsko privlačen, ker je zaloga urana še dovolj velika, infrastruktura za procesiranje odpadkov v ponovno uporaben material pa kompleksna. Na ta način se v nobenem scenariju ne bi znebili vseh odpadkov, tako da potreba po radioaktivnih skladiščih ostaja [26, 27].

Poleg direktnih močno radioaktivnih odpadkov, ki jih proizvede jedrski reaktor, se zaradi delovanja nabere tudi mnogo snovi, ki so bile samo posredno izpostavljene sevanju. Tekoče snovi (voda) po navadi lahko ponovno uporabijo, pline pa lahko filtrirajo in nato zbirajo skupaj s trdnimi odpadki, ki v nekaj letih na odlagališču izgubijo večino svoje radioaktivnosti.

Več o radioaktivnih odpadkih

Odpadkov jedrskih elektrarn je količinsko zelo malo – 30 ton na leto v primerjavi z okoli 30.000 ton pepela na leto za primerljive termoelektrarne [28]. Učinkovito ravnanje z radioaktivnimi odpadki za okoli 5 % zmanjša volumen odpadkov in za okoli 100-krat zmanjša čas izolacije [29]. V Sloveniji se zaradi sprotnih izboljšav skupni volumen nizko in srednje radioaktivnih odpadkov ne večja že 15 let [30].

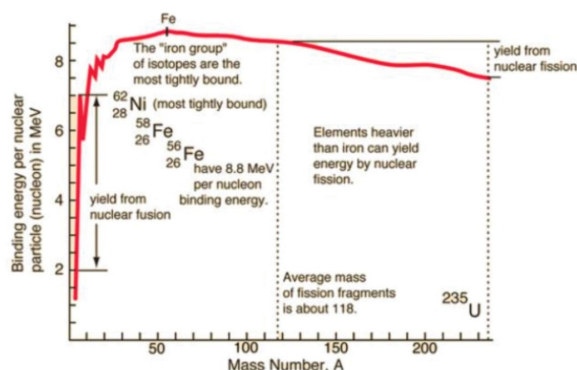
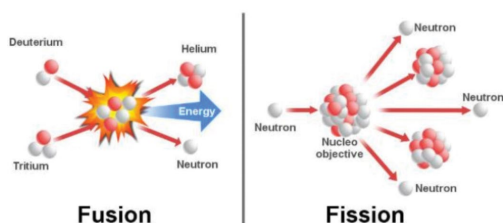
Plutonij lahko ponovno uporabijo kot gorivo tako, da ga predelajo v t. i. MOX gorivo (mešani oksidi). S tem pridobijo dodatnih 12 % energije [28]. Leta 2018 je okoli 7 % jedrskih elektrarn na svetu podpiralo takšno obliko goriva [31]. Ena od težav je tudi, da so odpadki po uporabi tega goriva precej težavnejši za obravnavo, pri suhem postopku predelave pa se tudi sprošča radioaktiven prah. V [32] navajajo, da takšno predelavo goriva za ponovno uporabo izvajajo le v Franciji, Indiji, Rusiji in na Japonskem. Takšno gorivo je na kilogram približno osemkrat dražje od običajnega uranovega goriva [33].

FUZIJA

V medijih se večkrat pojavijo novice o prebojih na področju fuzijske energije, nazadnje npr. preboj pri laserskem vžigu v Lawrence Livermore National Laboratory [34]. V člankih včasih uporabljajo besedno zvezo “neskončna energija” in pogosto dobimo občutek, da je fuzija izboljšana različica fisije. V tem poglavju najprej predstavljamo, kaj je fuzija in kako se razlikuje od fisije, nato se dotaknemo delujočih načinov sprožitve fuzije, nazadnje pa ovrednotimo vrednost fuzije v luči prihodnosti energetike z vidika fizike in tehnologije, kot jo razumemo danes.

Fizikalni uvod

Za boljše razumevanje privlačnosti fuzije moramo razumeti jedrske reakcije v splošnem. Jedrske reakcije so tiste, ki spremenijo konstitucijo jedra kakšnega atoma. Ločimo dve vrsti jedrskih reakcij: prva je fuzija ali *zlivanje jeder*, druga pa fisija ali *razpad jeder*. Če želimo iz jedrske reakcije pridobiti energijo, mora biti končno stanje bolj energijsko ugodno kot začetno stanje, torej morajo biti produkti reakcije bolj stabilni kot atomi, s katerimi smo začeli. Jedro atoma sestavljajo protoni in nevtroni. Najpogosteje je število protonov v jedru atoma približno enako številu nevtronov. Če začnemo z enim samim parom proton – nevtron, se izkaže, da je energijsko ugodno dodajati še več parov, dokler število protonov ne doseže 26. Od te točke² naprej pa dodajanje novih parov energijsko ni več ugodno.



Slika 8: Levo: Fuzija (angl. fusion) in fisija (angl. fission) shematsko. Glej besedilo za komentar. Desno: Energija atomskih jeder v odvisnosti od njihove mase ^{6,47}.

Tako ugotovimo, da je za pridobivanje energije ugodno izvajati fuzijo z lahkimi jedri, ki vsebujejo malo protonov in nevtronov, za izvajanje fisije pa potrebujemo težka jedra z veliko protoni in nevtroni. Od tod sledi tudi prvi razlog za privlačnost fuzije – v splošnem so lažja jedra v vesolju (in na Zemlji) veliko bolj pogosta in zato lažje dostopna. Kot primer vzemimo najlažji atom vodika, ki se nahaja v vsaki molekuli vode, ki je na Zemlji ne primanjkuje. Na drugi strani pa je izredno težek atom urana na Zemlji dokaj redek.

Drugi razlog, ki naredi fuzijo še bolj privlačno, je povezan z radioaktivnostjo. Masivna jedra so manj stabilna in sama od sebe razpadajo v lažja jedra. Ob tem se sprošča energija v obliki radioaktivnega sevanja, ki je lahko škodljivo. To se dogaja pri procesu fisije in samo od sebe pri odvečnih radioaktivnih produktih, kot omenjeno v prejšnjem poglavju. Pri procesu fuzije pa sodelujejo zgolj lahka jedra in nastali produkti niso bistveno radioaktivni, kar odpravi problem odlaganja radioaktivnih odpadkov.

Kljub predstavljenim argumentom je v praksi fuzijo zaenkrat nemogoče uporabiti v komercialne namene. Razlog za to je, da je treba lahka jedra trčiti z zelo visoko hitrostjo, da se fuzija dejansko zgodi, kar pa tipično povzroči nestabilnosti v plazmi (glej na primer [35]) in posledično hitro zaustavitev procesa. Obstajajo različne metode, kako doseči fuzijo, vendar so zaenkrat vse še v fazi raz-

² V resnici je najstabilnejše jedro železa s 26 protoni in 30 nevtroni.

voja. Najbolj perspektivne metode predstavljamo v naslednjem razdelku.

Fuzijski reaktorji

V eksperimentalnih reaktorjih je mogoče fuzijo doseči na več različnih načinov. V grobem jih lahko razdelimo na dve konceptualno različni veji, ki se v praksi prepletata in komplementirata. Prva veja vključuje načine sprožitve fuzije, ki izkoriščajo elektromagnetne lastnosti atomskih jeder (fuzijskega goriva). Z električnimi in magnetnimi polji jedra vodijo do trkov pri visokih hitrostih. Načini sprožitve iz druge veje pa skupke fuzijskega goriva hitro stisnejo do visokih tlakov in temperatur ter tako povzročijo trke atomskih jeder in posledično fuzijo.

Glavni cilj je vselej sprožiti čim več fuzijskih reakcij ob porabi čim manj energije. Metode prve veje morajo zagotavljati močna električna in magnetna polja, za katera se večinoma uporablja superprevodne snovi, ki jih je treba ekstenzivno hladiti, da ohranjajo superprevodne lastnosti. To je energijsko zahtevna naloga, predvsem zaradi dejstva, da se v neposredni bližini dogaja fuzija pri visoki temperaturi. Metode druge veje pa se večinoma zanašajo na kratke sunke izjemno močnih laserjev, ki so energetsko neučinkoviti.

Najbolj pogosto delujoči (eksperimentalni) tipi fuzijskih reaktorjev in njihove ključne lastnosti so:

- **Tokamak:** Prva in najznačilnejša oblika fuzijskih reaktorjev je tokamak. V vakuumski komori v obliki torusa s pomočjo elektromagnetnega polja pospešimo lahka jedra, ki nato trčijo in v fuzijski reakciji oddajo energijo. Po konceptualnem načrtu iz leta 1950 so prvi (eksperimentalni) tokamak reaktor zgradili leta 1980 (glej npr. [36]).
- Mega-projekt ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor) se je začel leta 2007 z namenom eksperimentalnega doka-

za energijske učinkovitosti tokamak zvrsti fuzijskih reaktorjev. Po eni strani gre za enega izmed najdražjih znanstvenih eksperimentov na svetu, po drugi pa so ugotovitve neprecenljive za nadaljnji razvoj fuzijskih reaktorjev [37, 38].

- **RFP:** (Reversed Field Pinch) reaktor je podoben tokamaku, a deluje energetsko bolj učinkovito, ker zahteva manjše magnetno polje. Ker mora biti magnetno polje bolj natančno usmerjeno, lahko pride v teh reaktorjih do neželenih nelinearnih učinkov [39].
- Najznamenitejši RFP reaktor RFX je začel delovati v 90. letih prejšnjega stoletja in tudi v zadnjih letih nadaljuje s preboji na področju energijske učinkovitosti [40].
- **ICF:** (Inertial Confinement Fusion) je način doseganja fuzije s hitrim stiskanjem fuzijskega goriva s pomočjo laserskih sunkov.
- Leta 2022 so na National Ignition Facility prvič uspeli doseči, da fuzijsko gorivo odda več energije, kot je bilo vanj doveden [41].

Poglabljanje v prednosti in pomanjkljivosti posameznih metod presega obseg tega dela. Kot zanimivost omenimo le še, da bi za fuzijske reaktorje, ki kot gorivo uporabljajo izotop vodika tritij, verjetno potrebovali fuzijske reaktorje kot mogoč vir tega sicer precej redkega izotopa.

Fuzija - zaključki

Povzemimo torej nekatere ugotovitve o fuziji. Fuzija predstavlja vir energije, ki je bolj varen, dostopnejši in ekološko ugodnejši kot fisija [42] (in seveda termoeenergija). Vendar pa zaenkrat še nimamo komercialno uporabnega fuzijskega reaktorja in človeštvo potrebuje še mnogo inovacij na področju razumevanja fizike plazme (predvsem njene stabilizacije), fuzijskega inženiringa in načrtovanja fuzijskih reaktorjev, da lahko fuzija postane upo-

rabna v praksi. Glede na to, da so življenjske dobe fisijskih jedrskih reaktorjev približno 50 let, ocenjujemo, da je še vedno smiselno graditi več fisijskih jedrskih reaktorjev, obenem pa tudi vlagati sredstva v razvoj tehnologije za fuzijske reaktorje.

SLOVENIJA IN JEDRSKA ENERGIJA

Jedrska energija je iz različnih vidikov pomembna za prihodnost energetike v svetu. Vsekakor pa je z razpravo na takem nivoju težko motivirati splošno javnost, da bi se zanimala za jedrsko energijo. V tem poglavju ocenimo, koliko bi Slovenijo stalo, da bi prenehali uporabljati neobnovljive vire električne energije, ki škodujejo okolju.

Primerjali smo dva mogoča poteka energetskega razvoja v Sloveniji, in sicer **stagnanten scenarij** (SS), v katerem Slovenija ne spremeni svoje energetske infrastrukture več, kot je treba, zaradi obrabe, ter **jedrski scenarij** (JS), v katerem Slovenija vse neobnovljive vire električne energije (to so termoelektrarne) ugasne in na novo dogradi jedrske reaktorje, ki omrežje napajajo z vsaj isto električno močjo.

Vsak izračun take vrste vsebuje veliko bolj ali manj upravičenih predpostavk, ki lahko močno vplivajo na končni rezultat. Bistvene predpostavke so strnjene v naslednjem seznamu:

1. Osredotočimo se na **električno** energijo, ker ta ne zahteva menjave infrastrukture na ravni posameznih prebivališč.
2. Ceno ogljika postavimo na 30 USD na tono, kot je v takšnih izračunih pogosto.
3. Diskontno stopnjo² postavimo na 7 %, kot je pogosto v literaturi.

Podatke o trenutni (z leta 2021) energetske sliki v Sloveniji dobimo iz Statističnega urada Republike Slovenije (SURS) [5], podatke o ceni posameznih energentov pa ocenimo iz svetovnih povprečij, dostopnih na [10]. Podatke predstavljamo v tabeli 1.

Nobena meritev ni popolnoma natančna, kar kvantificiramo s standardnim odklonom od povprečja. Pri izračunih moramo zato upoštevati te negotovosti, kar naredimo po postopku, opisanem v prilogi A.

	Poraba (SS) [MWh/leto]	Poraba (JS) [MWh/leto]	Povprečje LCOE [EUR/MWh]	Std. odklon LCOE [EUR/MWh]
Hidroenergija	4,932,026	4,932,026	55	21
Zemeljski plin	343,684	0	67	22
Premog	3,895,084	0	86	17
Jedrska (stara)	5,418,643	5,418,643	27	2
Sončna energija	453,027	453,027	64	34
Jedrska (nova)	0	4,238,768	57	15
Vetna	5,593	5,593	64	22

Tabela 1: Primerjava stagnantnega scenarija (SS) in jedrskega scenarija (JS), po katerem Slovenija nadomesti fosilne vire energije z novim jedrskim reaktorjem. V prvem stolpcu so prikazane trenutne vrednosti proizvodnje električne energije v Sloveniji. Tako je poraba nove jedrske elektrarne 0, kajti v stagnantnem scenariju nove jedrske elektrarne ne bi gradili. V drugem stolpcu so vrednosti po jedrskem scenariju, kjer proizvodnjo elektrike iz neobnovljivih virov (zemeljski plin in premog) postavimo na 0 in zahtevamo, da nova jedrska elektrarna proizvede ves primanjkljaj. V tretjem in četrtem stolpcu so povprečja in standardni odkloni za LCOE iz različnih virov. Več o virih in metodologiji v besedilu.

Tako ocenimo stroške električne energije na ravni države v obeh scenarijih. V trenutnem (stagnantnem) scenariju Slovenija porabi približno 0,8 milijarde evrov za električno energijo letno, po jedrskem scenariju pa bi Slovenija porabila približno 0,7 milijarde evrov za električno energijo letno. Obe oceni imata negotovost (standardni odklon) okoli 0,1 milijarde evrov, torej sta v okviru napake primerljivi.

Vredno je poudariti, da gre za izračun informativne narave oz. zelo grobo oceno. Poleg zgornjih

² Diskontna stopnja (angl. *discount rate*) e mera rasti kapitala na tržišču. Ker lahko z investicijami zaslužimo, so direktni (takojšnji) stroški efektivno višji kot zakasneli stroški, kar je pomembno pri dragi začetni investiciji za gradnjo jedrskih reaktorjev.

predpostavk dodajamo še nekaj komentarjev k interpretaciji rezultatov:

1. Vse absolutne vrednosti energijske porabe v tabeli 1 so na pragu, torej toliko energije zapusti elektrarno. Obstajajo tudi izgube v omrežju, ki so odvisne od več faktorjev.
2. Omenimo zgolj en faktor, to je lokacija. Pri transportu energije prek večjih razdalj se je nekaj izgubi. Sploh če se elektrarne nahajajo blizu državnih mej, je zato včasih bolj ugodno energijo izvažati sosednji državi in jo (po potrebi) uvažati z ostalih lokacij. Tako bi gradnja novega reaktorja sicer lahko naredila Slovenijo nevtrarno, ampak zelo verjetno lokacija novega jedrskega reaktorja ne bi omogočila popolne samozadostnosti in bi še vedno uvažali električno energijo iz termoreaktorjev drugih držav.
3. LCOE (skupno normirano ceno energije) izračunamo iz vrednosti, navedenih v IEA poročilu iz leta 2020 [10, 43]. Temu primerno so tudi končne absolutne vrednosti cene električne energije v Sloveniji lahko napačne (faktorji, ki lahko vplivajo na to, so inflacija, energetska kriza itn.). Ker pa so vsi podatki iz istega poročila, gre po našem mnenju za dokaj verodostojno primerjavo vrednosti. Povprečje LCOE izračunamo uteženo, pri čemer so uteži enake močem posameznih elektrarn, navedenih na poročilu.
4. Pri vseh vrstah energije LCOE izračunajo za dolgo obdobje delovanja, tj. za celotno življenjsko dobo reaktorjev, sončnih celic ipd. Tako začetno investicijo v gradnjo vračunajo kot strošek, porazdeljen skozi celotno delovanje reaktorja.
5. Predpostavljamo, da bo v naslednjem obdobju naš delujoč jedrski reaktor treba obnoviti (mu podaljšati življenjsko dobo), ker se približuje koncu svoje predvidene življenjske dobe.

Vpliv stroškov predelave goriva

Predpostavljamo, da bi namesto navadnega goriva uporabili predelano MOX gorivo brez sprememb reaktorjev. Kako bi to vplivalo na izračune iz tabele 1? V tabeli 2 prikazujemo, kolikšen delež LCOE (skupne normirane cene energije) predstavlja cena goriva. Vidimo, da je za LTO jedrske elektrarne cena še posebej pomemben podatek, saj velik enkratni strošek gradnje pri jedrskih elektrarnah s podaljšanim rokom trajanja ne vpliva na ceno energije.

Če ponovimo izračune z oceno, da je gorivo MOX dražje za (7 ± 2) -krat³, dobimo naslednji oceni za ceno energije za posamezno leto:

- 1.1 ± 0.2 milijarde EUR za scenarij brez nove nuklearke in
- 1.2 ± 0.2 milijard EUR za scenarij z novo nuklearko.

Oceni se spet precej prekrivata, vendar sta seveda nekoliko višji od ocen, pri katerih ne uporabljamo dražjega predelanega goriva.

Vir energije	Delež cene za gorivo [%]
Premog	24 ± 8
Zemeljski plin	55 ± 30
Jedrska energija	14 ± 5
Jedrska energija z dolgoročnim obratovanjem	29 ± 3

Tabela 2: Ocene deležev cen posameznih virov, ki jih prispeva cena goriva.

³ Izračunana cena nepredelanega goriva iz podatkov IEA [10, 43] je 8.0 ± 1.4 EUR/MWh.

Poraba energije v prihodnosti

Svetovna potreba po energiji v prihodnosti bo odvisna od več faktorjev. Povečanje števila prebivalstva in večja dostopnost do energentov bosta prispevali k večji porabi energije, hkrati pa bo v prihodnosti prišlo do tehnoloških izboljšav, ki bi lahko povečale energetske učinkovitost tehnologij.

Oglejmo si tri scenarije porabe energije v prihodnosti, ki jih izdeluje IEA na podlagi svojega modela GEC (Global Energy and Climate Model) [44]:

1. **scenarij APS** (Announced Pledges Scenario) je scenarij, ki predvideva, da se bodo države držale vseh obljub in dosegle vse cilje, ki so si jih zastavile;
2. **scenarij STEPS** (Stated Policies Scenario) je bolj konzervativen kot scenarij APS. Analizira trenutne zakone in cilje ter predvideva, kateri bodo lahko doseženi;
3. **scenarij NZE** (Net Zero Emissions) je scenarij, ki analizira, katere ukrepe bi morali sprejemati, da bi do leta 2050 dosegli CO₂ – podnebno nevtralnost, in predvideva, da se jih bomo držali.

V tabeli 3 prikazujemo, kako bi se po vseh treh scenarijih spreminjala poraba energije, električne energije in električne energije v Evropski uniji do leta 2030 in do leta 2050.

	NZE			APS		STEPS	
	2021	2030	2050	2030	2050	2030	2050
Svetovna poraba energije [EJ]	439	485	544	451	433	398	337
Svetovna zahteva po električni energiji [TWh]	24 700	30 621	43 672	31 752	53 810	33 733	62 159
Zahteva po električni energiji za Evropsko unijo [TWh]	2 608	2 922	3 327	3 271	4 348		

Tabela 3: Svetovna poraba energije in električne energije v scenarijih NZE, APS in STEPS [44]

V obeh scenarijih je v Evropi eden izmed največjih povzročiteljev povečanja porabe električne energije prehod na električna vozila. Po scenariju STEPS bi ta namreč leta 2030 predstavljala več kot 40 % nakupov novih vozil, po scenariju APS pa več kot 50 % [44].

DISKUSIJA

Osnovna uporabljena predpostavka pri naši analizi je, da je cena posameznega vira energije enaka povprečju cen energije za ta tip po svetu. Lokalne specifikke lahko deloma upoštevamo z bolj informirano izbiro diskontne stopnje in drugih parametrov. Poleg tega lahko na ceno močno vplivajo tudi inovacije na področju jedrske energije, kot so, na primer, nedavno certificirani majhni modularni reaktorji v ZDA [45], ki obetajo večjo učinkovitost in varnost. Ti reaktorji predstavljajo pomembno priložnost za razvoj in izboljšanje jedrske energije ter lahko prispevajo k zmanjšanju stroškov proizvodnje. Prav tako pa ne smemo zanemariti napredka na drugih področjih, kot je na primer solarna energija, ki se razvija in postaja vse bolj konkurenčna. Upoštevati moramo tudi te tehnologije, saj heterogenost virov energije omogoča robustno napajanje električnega omrežja in zagotavlja zanesljivo oskrbo z električno energijo tudi v primeru težav z eno vrsto vira.

ZAKLJUČEK

V članku smo razpravljali predvsem o primerjavi jedrske (fisijske) energije z ostalimi viri energije. Kljub temu da je cena jedrske energije lahko precej odvisna od vrednosti, ki jo zavzamejo nekateri parametri (npr. diskontna stopnja), ocenjujemo, da je ta oblika energije v večini situacij najboljša izbira, saj ni odvisna od vremenskih razmer, kot na primer solarna energija, hkrati pa ne povzroča dodatnih emisij toplogrednih plinov.

Poleg tega je pomembno omeniti tudi vlogo jedrske energije pri zmanjševanju odvisnosti od uvoza energije. S svojo lastno proizvodnjo energije lahko država okrepi energetske neodvisnost ter zmanjša tveganje, povezano s spremembami cen energije na svetovnih trgih. To pa ima lahko tudi pozitivne učinke na gospodarstvo in stabilnost oskrbe z energijo v državi.

Ob upoštevanju obravnavanih dejavnikov lahko zaključimo, da je jedrska energija za Slovenijo do-

bra izbira za zanesljivo, trajnostno in okolju prijazno oskrbo z energijo s primerljivo ceno.

S pravilno izbiro tehnologije, nadzora in vlaganj v raziskave ter inovacije lahko jedrska energija postane trajnostna, varna in predvsem ključna sestavina energetskega portfelja države, ki prispeva k zmanjšanju emisij toplogrednih plinov in zagotavlja zanesljivo oskrbo z električno energijo za prihodnje generacije.

Viri in literatura

[1] Climate change: the time to act is now. Accessed April 8, 2024. https://www.wipo.int/wipo_magazine/en/2020/01/article_0001.html

[2] Global climate models: Past, present, and future | PNAS. Accessed April 8, 2024. <https://www.pnas.org/doi/full/10.1073/pnas.191366098>

[3] Deresse T. Climate Change Modeling. A Systematic Review. Published online July 19, 2023. doi:10.2139/ssrn.4669489

[4] Climate change: the greenhouse gases causing global warming. Topics | European Parliament. Published March 23, 2023. Accessed April 8, 2024. <https://www.europarl.europa.eu/topics/en/article/20230316STO77629/climate-change-the-greenhouse-gases-causing-global-warming>

[5] Električna energija (GWh) po: MERITVE, LETO. Statistični urad RS. Published January 20, 2023. Accessed January 20, 2023. <https://pxweb.stat.si:443/SiStatDataSiStatData/pxweb/sl/Data/-/1817602S.px/>

[6] Nuclear Fission and Fusion. Accessed June 7, 2023. <https://www.askmattrab.com/notes/1213-Nuclear-Fission-and-Fusion>

[7] Berthélemy M, Escobar Rangel L. Nuclear reactors' construction costs: The role of lead-time, standardization and technological progress. *Energy Policy*. 2015;82:118-130. doi:10.1016/j.enpol.2015.03.015

[8] Drugi blok jedrske elektrarne dobil energetske dovoljenje. rtvslo.si. Accessed January 20, 2023. <https://www.rtv-slo.si/gospodarstvo/drugi-blok-jedrske-elektrarne-do-bil-energetsko-dovoljenje/588078>

[9] Adar E. The State of the Art of Nuclear Energy: Pros and Cons. Published online 2020.

[10] *Projected Costs of Generating Electricity 2020*. International Energy Agency, Nuclear Energy Agency, Organisation for Economic Co-operation and Development Accessed January 20, 2023. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/ae17da3d-e8a5-4163-a3ec-2e6fb0b5677d/Projected-Costs-of-Generating-Electricity-2020.pdf>

[11] Levelised Cost of Electricity Calculator. Levelised Cost of Electricity Calculator - IEA. <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/levelised-cost-of-electricity-calculator>

[12] Association WN. Economics of Nuclear Power. Published online August 2022. <https://world-nuclear.org/information-library/economic-aspects/economics-of-nuclear-power.aspx>

[13] Effective Carbon Rates 2021. OECD. Accessed June 7, 2023. <https://www.oecd.org/tax-policy/effective-carbon-rates-2021-brochure.pdf>

[14] Ray D. Lazard's Levelized Cost of Energy Analysis—Version 13.0. Published online 2020.

[15] Choi Y. The Asian Values of Guānxi as an Economic Model for Transition toward Green Growth. *Sustainability*. 2018;10(7):2150. doi:10.3390/su10072150

[16] Nuclear energy too slow, too expensive to save climate: report. *Reuters*. <https://www.reuters.com/article/us-energy-nuclearpower-idUSKBN1W909J>. Published September 24, 2019. Accessed January 20, 2023.

[17] Death rates per unit of electricity production. Our World in Data. Accessed January 20, 2023. <https://our-world-in-data.org/grapher/death-rates-from-energy-production-per-twh>

[18] Switzerland votes to phase out nuclear power. *BBC News*. <https://www.bbc.com/news/world-europe-39994599>. Published May 21, 2017. Accessed January 20, 2023.

[19] Bordjan D, Jančar T, Mihelič T. *Karta občutljivih območij za ptice za umeščanja vetrnih elektrarn v Sloveniji*. DOPPS – BirdLife Slovenia; 2012. https://ptice.si/2014/wp-content/uploads/2014/03/201210_bordjan_jancar_karta_obcutljivih_obmocij_za_ptice_za_ve.pdf



- [20] Arnold C. Once Upon a Mine: The Legacy of Uranium on the Navajo Nation. *Environ Health Perspect.* 2014;122(2):A44-A49. doi:10.1289/ehp.122-A44
- [21] Dewar D, Harvey L, Vakil C. Uranium mining and health. *Can Fam Physician.* 2013;59(5):469-471.
- [22] López-Abente G, Aragonés N, Pollán M. Solid-tumor mortality in the vicinity of uranium cycle facilities and nuclear power plants in Spain. *Environ Health Perspect.* 2001;109(7):721-729.
- [23] The Health and Environmental Impact of Uranium Mining. Accessed November 18, 2022. <http://large.stanford.edu/courses/2017/ph241/longstaff1/>
- [24] BEIGNEUX A. Parliamentary question | Radioactive ash from coal power plants | E-003567/2022 | European Parliament. Accessed March 7, 2023. https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/E-9-2022-003567_EN.html
- [25] Barnert H, Krett V, Kupitz J. *Nuclear Energy for Heat Applications.*; 1991. Accessed June 7, 2023. <https://www.iaea.org/sites/default/files/publications/magazines/bulletin/bull33-1/33104782124.pdf>
- [26] Andrews A. Nuclear Fuel Reprocessing: U.S. Policy Development.
- [27] Nuclear reprocessing. In: *Wikipedia.*; 2022. Accessed January 20, 2023. https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Nuclear_reprocessing&oldid=1129430159
- [28] Alwaeli M, Mannheim V. Investigation into the Current State of Nuclear Energy and Nuclear Waste Management—A State-of-the-Art Review. *Energies.* 2022;15(12):4275. doi:10.3390/en15124275
- [29] Gregory R. Choppin JR Jan Olov Liljenzin, Ekberg C. Radiochemistry and Nuclear Chemistry, 3rd ed. Published online 2001.
- [30] Langus T. Kakšen problem predstavljajo radioaktivni odpadki? Jedrska Si. Accessed February 19, 2023. <https://jedrska.si/pojasnjujemo/12-pojasnjujemo/159-kak-sen-problem-predstavljajo-radioaktivni-odpadki>
- [31] Processing of Used Nuclear Fuel - World Nuclear Association. Accessed February 12, 2023. <https://www.world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/fuel-recycling/processing-of-used-nuclear-fuel.aspx>
- [32] Uranium Maps and Statistics. Accessed February 12, 2023. <https://www.wise-uranium.org/umaps.html?set=fmox>
- [33] Zheng Y, Wu H, Cao L, Jia S. Economic Evaluation on the MOX Fuel in the Closed Fuel Cycle. *Sci Technol Nucl Install.* 2012;2012:e698019. doi:10.1155/2012/698019
- [34] STA & CNN. Prelomnica na področju jedrske fuzije: prvič ustvarili višek energije. *N1.* <https://n1info.si/nov-ice/svet/ameriski-znanstveniki-prvic-doslej-ustvarili-visek-energije-pri-jedrski-fuziji/>. Published December 13, 2022. Accessed March 6, 2023.
- [35] Hasegawa A. *Plasma Instabilities and Nonlinear Effects.* Vol 8. Springer Science & Business Media; 2012.
- [36] Wikipedia. Tokamak Fusion Test Reactor — Wikipedia, The Free Encyclopedia. Published online 2023. https://en.wikipedia.org/wiki/Tokamak_Fusion_Test_Reactor
- [37] ITER. ITER - the way to new energy. Published online 2023. <https://www.iter.org/>
- [38] Wikipedia. ITER — Wikipedia, The Free Encyclopedia. Published online 2023. <https://en.wikipedia.org/wiki/ITER>
- [39] Wikipedia. Reversed field pinch — Wikipedia, The Free Encyclopedia. Published online 2023. https://en.wikipedia.org/wiki/Reversed_field_pinch
- [40] Bustreo C, Agostinetti P, Bettini P, et al. RFP based Fusion-Fission Hybrid reactor model for nuclear applications. *Fusion Eng Des.* 2019;146:2725-2728. doi:10.1016/j.fusengdes.2019.05.006
- [41] Wikipedia. National Ignition Facility — Wikipedia, The Free Encyclopedia. Published online 2022. https://en.wikipedia.org/wiki/National_Ignition_Facility
- [42] Wells S. Nuclear Fission vs. Fusion - How These Energy Sources Differ. Published online 2022. <https://www.popularmechanics.com/science/a40681478/nuclear-fission-vs-fusion/>
- [43] IEA. Levelised Cost of Electricity Calculator. Accessed February 15, 2022. <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/levelised-cost-of-electricity-calculator>
- [44] IEA (2022). World Energy Outlook 2022, IEA, Paris. Published online 2022. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022>

[45] NRC Certifies First U.S. Small Modular Reactor Design. Energy.gov. Accessed June 7, 2023. <https://www.energy.gov/ne/articles/nrc-certifies-first-us-small-modular-reactor-design>

[46] Lebigot EO. Uncertainties: a Python package for calculations with uncertainties. <http://pythonhosted.org/uncertainties/>

[47] Does Fe-56 undergo fusion or fission reactions? Quora. Accessed June 7, 2023. <https://www.quora.com/Does-Fe-56-undergo-fusion-or-fission-reactions>

Formula velja podobno tudi za primer več kot dveh spremenljivk. Pri tem predpostavimo, da posamezne spremenljivke med sabo niso korelirane. Za računanje z napakami uporabimo programski paket *uncertainties* [46].

A PODROBNOSTI RAČUNANJA Z NAPAKAMI

Pri merjenju količin lahko pogosto določeno količino izmerimo le približno, kar pomeni, da jo z visoko verjetnostjo najdemo znotraj nekega intervala in ne poznamo njene točne vrednosti. Ob tem pogosto predpostavimo, da so vrednosti količine porazdeljene po Gaussovi (normalni) porazdelitvi, ki jo običajno opišemo s povprečno vrednostjo μ in standardnim odklonom δ . Če merimo torej takšno količino, bo povprečje velikega števila meritev μ , koren povprečnega kvadrata odstopanja meritve od μ pa δ .

Iz velikega števila meritev (ocen cen energije za različne elektrarne) nato izračunamo ocenjeno povprečno ceno energije in njen standardni odklon za posamezen vir energije. Izračunamo tudi standardni odklon kot oceno za razmazanost energije. Poudariti je treba, da so naši izračuni le grobe ocene.

Če imamo spremenljivki x in y in jih želimo vstaviti v neko funkcijo $f(x, y)$, nas po navadi zanima tudi standardni odklon rezultata, ki ga izračunamo po formuli:

$$\sigma_{f(x,y)} = \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^2 \sigma_x^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)^2 \sigma_y^2}$$





UMETNOST IN DRUŽBENE VEDE

Tutorstvo ASEF

TRAJNOSTNA, ZELENA IN VODOVARSTVENA MESTA PRIHODNOSTI: PRIMER NIZOZEMSKE

UVOD

Arjana Savarin,
Nuša Dijak

Robert Dolinar (tutor),
skupina umetnost in družbene vede

V skupini za Umetnost in družbene vede smo pod temo trajnostne zelene prihodnosti združili dva milenijska cilja OZN, in sicer 7. – čista voda in sanitarna ureditev in 11. – trajnostna mesta in skupnosti. Naš trajnostni projekt smo naslovili ***Trajnostna, zelena in vodovarstvena mesta prihodnosti: primer Nizozemske.*** Za študijski primer Nizozemske smo se v skupini za Umetnost in družbene vede odločili, ker sva obe s kolegico Nušo Dijak v času ASEF tutorskega programa nekaj časa bivali na Nizozemskem in tako iz prve roke doživeli tamkajšnje podnebne izzive in ponujene trajnostne rešitve. Na konkretnih primerih sva opazovali nizozemsko urbano trajnostno in vodno infrastrukturo ter načrtovanje zelenih površin. Ukvarjali smo se predvsem, kot tudi naslov pove, s problemom oblikovanja nizozemske urbane trajnostne infrastrukture in zelenih površin ter s problemom vodovij. Obema izhodiščema je skupno to, da se tako pri načrtovanju in snovanju nizozemske trajnostne infrastrukture in zelenih površin kot tudi pri vodovju soočamo s problemi podnebnih sprememb ter z naraščanjem števila prebivalstva, zato je treba razmišljati o tem, kako lahko k tem problemom pristopimo.



Vemo, da so podnebne spremembe globalni pojav, ki v veliki meri vpliva na življenje v mestih. Pojavi, kot so naraščajoče globalne temperature, povzročajo dvig morske gladine, povečujejo število ekstremnih vremenskih dogodkov, kot so poplave, suše in neurja, ter povečujejo širjenje tropskih bolezni. Vse te posledice podnebnih sprememb pomembno vplivajo na osnovne storitve mest, mestno infrastrukturo, stanovanja, preživetje in zdravje ljudi. Hkrati pa mesta ključno prispevajo k podnebnim spremembam, saj so urbane dejavnosti glavni viri emisij toplogrednih plinov.ocene kažejo, da so mesta odgovorna za kar 75 odstotkov svetovnih emisij CO₂, k čemur največ prispevajo promet in zgradbe. Le z usklajenim pristopom in delovanjem na globalni, regionalni, nacionalni in lokalni ravni je mogoče doseči uspeh, zato je bistveno, da mesta postanejo sestavni del rešitve v boju proti podnebnim spremembam. Mnoga mesta že veliko delajo na tem področju z uporabo obnovljivih virov energije, čistejših proizvodnih tehnik in predpisov ali spodbud za omejevanje industrijskih emisij. Zmanjšanje emisij bo zmanjšalo tudi lokalno onesnaževanje iz industrije in prometa ter tako izboljšalo kakovost zraka v mestih in zdravje prebivalcev mest [19]. Mesta so torej ključni onesnaževalci in hkrati tudi žrtve podnebnih sprememb, zato je načrtovanje trajnostne urbane infrastrukture, ki bi ublažila podnebne spremembe, še kako pomembno. Zelena oz. trajnostna infrastruktura lahko zagotovi trajnostne regeneracijske rešitve za urbane izzive, s katerimi se soočamo sedaj in s katerimi se bomo še soočali v prihodnosti. S skrbnim načrtovanjem in financiranje lahko našim mestom pomagamo pri uspešnejšem prilagajanju na podnebne spremembe in izboljšamo njihovo odpornost na ekstremne vremenske pojave, povečamo biotsko raznovrstnost in ekosistemske storitve ter izboljšamo javno zdravje in dobro počutje ljudi [20].

Morda je res, da je Nizozemska nacionalna barva oranžna, vendar nizozemske trajnostne pobude dokazujejo, da ima država popolnoma zelene ambicije. Nizozemska se je kot podpisnica Pariškega podnebnega sporazuma leta 2015 zavezala k drznima korakoma, kot sta do leta 2050 zmanjšati emisije toplogrednih plinov na nič in udeležanje krožnega gospodarstva.

NEKATERA POMEMBNA DEJSTVA O URESNIČEVANJU NIZOZEMSKÉ TRAJNOSTNE POLITIKE

V prvem sklopu točk smo strnili nekatera pomembna dejstva, ki pričajo o uspešnem uresničevanju nizozemske trajnostne politike.

1. Nizozemska je dom ene največjih vetrnih elektrarn na morju in največjega plavajočega solarnega parka v Evropi. Nizozemci so se zavezali, da bodo do leta 2025 zagotovili 50 % električne energije iz obnovljivih virov, kot sta veter in sonce, medtem ko pristanišče Rotterdam sodeluje s podjetji pri proizvodnji trajnostnih bioloških goriv.
2. Da bi dosegla cilje trajnostnega gospodarstva, Nizozemska vlada sodeluje z industrijo, izobraževalnimi institucijami, civilno družbo in drugimi organi. Nizozemska je prva na svetu po stopnji ponovne uporabe materialov, prav tako na prvem mestu po ravnanju z odpadki in na drugem mestu po trajnosti prehranskega sistema. Popolnoma je predana razvoju, ki bo služil kot model preostalemu svetu.
3. Poleg tega nizozemska vlada sodeluje z industrijo, institucijami znanja, organizacijami civilne družbe in drugimi organi, da bi dosegla trajnostno gospodarstvo.
4. Nizozemska prizadevanja za trajnost vključujejo tudi »Nizozemsko strategijo pametnega mesta« – »*Dutch Smart City Strategy*«. To je pristop, v katerem več deležnikov vlaga v pametno tehnologijo in infrastrukturo za soočanje z večjimi družbenimi izzivi, kot so podnebne spremembe. Energetski raziskovalni inštitut DNER poroča o dejstvu, da ima skoraj eno od osmih nizozemskih gospodinjstev sončne celice na svoji strehi. Država je tudi dom prve »žive« skupnosti pametnih omrežij v Evropi in ima drugo največjo floto električnih vozil na vtičnico na svetu.



5. Lahko povemo, da so vrednote nizozemskega trajnostnega razvoja globoko zakoreninjene v nizozemski kulturi. Država se lahko pohvali z robustno in okolju prijazno prometno infrastrukturo, ki predstavlja le še en način, kako je trajnost vtkana v nizozemski način življenja. Leta 2017 so se nizozemske železnice odločile, da bodo svoje vlake poganjale s 100-odstotno vetrno energijo, prav tako pa se lahko pohvalijo s trenutno največjo gostoto polnilnih postaj za električna vozila na svetu. Nizozemci so se zavezali, da bodo do leta 2030 vsi avtomobili električni.
6. Ne gre spregledati niti nizozemske kolesarske kulture. Nizozemska je že dolgo znana kot kolesarjem prijazna država in vodilna na področju trajnostnega prevoza, saj ima več koles na prebivalca kot katera koli druga država na svetu. Država ima 33.000 km namenjenih kolesarski infrastrukturi, kar nizozemskim državljanom v veliki meri olajša vključitev trajnostnega prevoza v njihove vsakodnevne rutine [36].
7. Več nizozemskih mest je prepoznalo potencial urbane zelene infrastrukture v lokalnem mestnem prostorskem načrtovanju in so se nanj odzvala s spodbujanjem državljanov k sodelovanju pri urbanem zelenem razvoju z različnimi pobudami, kot so »Plan Boom« (Plan Boom, n. d.), »Tegel eruit, Plant erin« – »Izruvajte ploščice in posadite« [22] in celo tekmovanje v pokanju ploščic med Rotterdamom in Amsterdamom, katerega namen je povečati zelene površine v mestih [21]. Državl-janski »viri« so bili v obliki znanja in veščin ter sodelovanja z oblastmi v obliki javne udeležbe opredeljeni kot ključni elementi trajnostnega razvoja in prepoznani kot potencial za izboljšanje procesa načrtovanja urbane zelene infrastrukture [21].

UGOTOVITVE TERENSKE ŠTUDIJE O TRAJNOSTNIH ZELENIH POVRŠINAH V GRONINGENU



V času ASEF študijskega programa sem (Arjana Savarin) na Nizozemskem, v mestu Groningen, preživela skoraj tri mesece in moram reči, da so me tamkajšnje urbane zelene infrastrukture in površine povsem navdušile. Obstaja nizozemski pregovor (iz Groningena), ki pravi: »Mlinu na veter ni mar za veter, ki je šel mimo.« Lahko rečemo, da pregovor odraža ne samo Groningena, ampak celotno Nizozemsko, saj so izredno uspešni pri iskanju pametnih in trajnostnih rešitev za bodoče družbene izzive (voda, obnovljiva energija, arhitektura, transport). Ravno zaradi mest kot ključnih akterjev na področju oblikovanja zelene prihodnosti je bil moj oz. naš cilj v mestni občini Groningen raziskati konkretne trajnostne rešitve in na lokalni, mestni ravni opazovati zasnovo zelenih površin in infrastrukture ter proučiti njihov učinek na naravno in družbeno okolje (biodiverzitetu, podnebne spremembe in socialno kohezijo). Predstaviti smo želeli primere nizozemskih dobrih praks in možnosti za njihovo implementacijo v slovensko urbano načrtovanje.

Spodaj smo opredelili pomembne ugotovitve, do katerih smo prišli na podlagi terenskega opazovanja trajnostne infrastrukture in zelenih površin v mestni občini Groningen.



Mestna občina Groningen sledi trendom številnih nizozemskih mest in želi postati trajnostna, zelena in zdrava občina, zato svoje občane/-ke aktivno spodbuja k sodelovanju pri načrtovanju zelenega urbanega razvoja z različnimi pobudami (»Izruvajte ploščice in posadite«) [22]. Pri zelenem razvoju mestna občina zelo poudarja socialno kohezivnost, saj je namen širitve projektov »zelene udeležbe« razvoj zelenih površin v neposrednem bivalnem okolju in na zasebnih posestvih [21]. Poleg tega mestna občina svojim prebivalcem, podjetjem in šolam ponuja številne »podnebne« subvencije za ustvarjanje zelenih površin (zelene strehe, izdelava zelenih fasad, sajenje dreves, zelena dvorišča OŠ) in zbiranje deževnice (dodatek za shranjevanje vode in odklop deževnice). Na kalendarско leto znašajo subvencije 470.000 evrov (od najmanj 200 do največ 5000 evrov na posamezno prijavo).

Naj povem, da sem med svojim bivanjem v Groningenu veliko prehodila in opazovala tamkajšnjo mestno in primestno zeleno infrastrukturo ter površine. Navdušena sem bila nad številnimi urbani (strešnimi, fasadnimi, drevesnimi,

zeliščnimi, zelenjavnimi) vrtovi, zelenimi ulicami in strehami ter številnimi drugimi zelenimi površinami (mestni parki, igralne površine za otroke in jezera). Lahko sklenem, da skoraj nisem videla stanovanjskega naselja, ki ne bi imelo zelene površine. Poleg tega je mesto Groningen po kolesarski infrastrukturi in številu koles na prebivalca v samem svetovnem vrhu (60 % vseh poti v mestu se opravi s kolesom, 200.000 prebivalcev ima 1,4 kolesa na osebo, tj. 300.000 koles : 71.000 avtomobilov).



Zaključimo lahko, da številne zelene površine in infrastruktura v mestu povečujejo mestno biodiverziteteto (žuželke, ptice in drugi sesalci), izboljšujejo soočanje s podnebnimi spremembami in izzivi (preprečujejo poplave, blažijo vročinski učinek v poletnem času) ter blagodejno vplivajo na počutje ljudi in povečujejo njihovo družbeno povezanost (skupna skrb in urejanje vrtov, druženje ob zelenih površinah) ter občutek odgovornosti za zeleno prihodnost (neposredno vključevanje ljudi v odločanje in oblikovanje).

INTERVJU Z NIZOZEMSKIM ARHITEKTOM EMIELOM LAMERSOM



Emiel Lamers Architectures ali **ELA** je evropsko arhitekturno podjetje, ki ga je leta 1999 ustanovil prejemnik »Archiprix-Prize« nagraje Emiel Lamers. S svojo pisarno je deloval v Rotterdamu, Budimpešti, Parizu in tudi v Ljubljani, od septembra 2013 pa deluje v Amsterdamu. Pridobljene izkušnje so ELA prinesle specifično arhitekturno znanje tako s področja zahodne kot vzhodne Evrope. ELA je bila in še vedno je vključena v oblikovanje in realizacijo poslovnih zgradb, zasebnih domov, tovarn, notranjih prostorov in različnih prenov. Emiel Lamers je na temo nove evropske arhitekture od leta 2004 napisal več kot 150 člankov, večinoma kot dopisnik za nizozemsko revijo *A10*. Prav tako piše tudi o madžarski arhitekturi za slovensko revijo *Piranesi*. ELA deluje tudi kot kustos razstav in dogodkov, ki so povezani z nizozemsko in madžarsko arhitekturo. Lamers redno predava evropsko arhitekturo na različnih šolah in konferencah po

vsej Evropi, od leta 2016 poučuje tudi na Fakulteti za arhitekturo TU Delft.

Več o podjetju ELA si lahko ogledate in preberete na: <http://www.architectures.nl/about>.

Z nizozemskim arhitektom Emielom Lamersom sva se pogovarjala (Arjana Savarin) o specifičnih značilnostih in izzivih načrtovanja trajnostne in vodne arhitekture ter zelenih površin na Nizozemskem, ki se navezujejo predvsem na tamkajšnje vodne izzive. Spregovorila sva tudi o trajnostnih materialih in arhitekturnih pristopih, ki spodbujajo biodiverzitetu ter o sodobnih smernicah trajnostne arhitekture, ki spodbujajo medkulturni stik in vključenost. Pogovarjala sva se tudi o arhitekturnih pristopih in rešitvah za zmanjšanje energetske porabe, o upoštevanju krožnega gospodarstva v urbanističnih načrtih ter o trajnostni arhitekturi in zelenih površinah v Sloveniji v primerjavi z Nizozemsko in drugimi evropskimi mesti ter o tem, katere nizozemske prakse trajnostnega urbanizma bi lahko implementirali tudi v Sloveniji. Nekaj besed sva rekla tudi na temo pomena interdisciplinarnega sodelovanja arhitektov pri urbanem trajnostnem načrtovanju z drugimi disciplinami ter o tem, zakaj je trajnostna zelena infrastruktura na Nizozemskem tako posebna.

Intervju z arhitektom Emielom Lamersom je potekal prek Zooma, dne 7. 2. 2023, ob 11. uri, v dopoldanskem času. Intervju sem opravila članica skupine za Umetnost in družbene vede Arjana Savarin.

Temeljni izsledki intervjuja

Predstavili vam bomo nekatere ključne odgovore arhitekta E. Lamersa, ki se navezujejo predvsem na vprašanja posebnosti in uspešnosti trajnostnih rešitev na Nizozemskem, in na nekatere ključne razlike v načrtovanju trajnostne arhitekture med Slovenijo in Nizozemsko. Govorili smo tudi o tem, katere trajnostne nizozemske arhitekturne prakse bi lahko na mikrokravni prenesli v Slovenijo. Celoten intervju lahko preberete v prilogi prispevka.

Arjana Savarin:

Prvo vprašanje, katero bi vas rada postavila je, ali se lahko prosim predstavite in nam poveste nekaj o svojem delu na področju arhitekture ter o viziji svojega podjetja ELA –Emiel Lamers Architecture?

Emiel Lamers:

»Prav, torej ja. Najlepša hvala za povabilo. Sem Emiel Lamers in sem arhitekt iz Nizozemske. Sam sem, pravzaprav po študiju na univerzi, na Tehnični univerzi v Delftsu, precej časa delal tudi v tujini. Živel sem v Parizu, Budimpešti in tudi v Ljubljani, preden sem se ponovno vrnil na Nizozemsko, da bi znova ustanovil svoje podjetje. Torej, zato imam pravzaprav precej širok pogled na arhitekturo v Evropi. Predvsem na arhitekturo Vzhodne Evrope, ker sem začel pisati, morda ste slišali za to tujo revijo, ki se imenuje A10, gre za revijo o evropski arhitekturi, pravzaprav je osredotočena, lahko bi rekel na vzhodnoevropsko arhitekturo. V sklopu svojega podjetja sem v začetku delal za državni urad v BA, tako da sem v tej vlogi projektiral precej pisarn v sodelovanju s policijo in vodno policijo, tako da so to bili naši zelo...oziroma so to so bili zelo trajnostni projekti. Navedene projekte smo gradili že pred dvajsetimi leti, ampak že takrat smo bili precej napredni, bi lahko rekel. Torej so bili ti plavajoči projekti, dejansko zgrajeni kot pisarne, in sicer na način, da so lahko plavali na vodi, vendar so bili postavljeni na kopno. Tako smo torej že takrat razmišljanji o prihodnosti, v primeru, da bi voda, oz. gladina vode na Nizozemskem narasla, stavba pa bi kljub temu ostala. To je bil torej že takrat eden zelo naprednih projektov. Torej potekala sta dva taka komponenta projekta v Groningenu. Sedaj imam manjšo pisarno v Amsterdamu in delam predvsem inovacije in razširitve domov, družinskih hiš v središču in tudi na novih otokih zunaj Amsterdama, kjer razkazujem tudi arhitekturo mnogim številnim tujim arhitektom, ki pridejo na Nizozemsko. Sem tudi arhitekturni vodnik in veliko razkazujem tako številnim arhitektom, kot tudi poklicnim skupinam iz Nemčije, Francije, Skandinavije, ki pridejo v Amsterdam ali Rotterdam in jim na primer pokažem na novo zgrajene zgradbe, tudi novinarjem iz Francije, ki veliko pišejo o Nizozemski kot državi, in mestu Amsterdam, kajti rekel bi, da smo precej napredno mesto oz. država. Poučujem tudi na univerzi, na Tehnični univerzi v Delftu, torej imam, kar za seden teden, več.«

Arjana Savarin:

»Rada bi vas vprašala, kako razumete trajnostno, zeleno arhitekturo in katere so z vašega vidika njene temeljne značilnosti?«

Emiel Lamers:

»Ja, trajnostna arhitektura je arhitektura, ki traja in uporablja čim manj sile ter virov, poleg tega je zelo prilagodljiva, kar pomeni, da se lahko spreminja oz. spreminja svoje funkcije, in tako porabi manj energije za proizvodnjo ali jo celo sama proizvaja, kar je seveda še boljše. Ampak mislim, da je trajnostna arhitektura tudi arhitektura, ki je ljudem resnično zelo všeč, ali jo ljudje kot tako vidijo. Tako, da je ljudem trajnostna arhitektura zelo všečna, kar je prav tako zelo pomembno, saj v tem primeru lahko ostane dlje časa, torej jo ljudje spoštujejo in preoblikujejo. V tem smislu lahko rečete, da morda krožno oz. v samem središču Amsterdam na samem začetku ni bil zgrajen trajnostno, to ni bila začetno izhodišče, ampak dejansko se zdi, da je zelo trajnosten, ljudem je všeč, zato ga ljudje radi preoblikujejo in ohranjajo trajnostnega, tako, da je v tem primeru pravzaprav zelo trajnosten.«

Arjana Savarin:

»Kakšne so značilnosti oblikovanja trajnostne arhitekture in zelenih površin na Nizozemskem?«

Emiel Lamers:

»Na primer, kar je dandanes zelo aktualna težava, je dejstvo, da je upravljanje z vodo zelo pomembno tako na zelenih površinah kot tudi na javnih prostorih, saj imamo dandanes obdobja, ki so lahko izjemno mokra, obstajajo pa tudi zelo suha obdobja, kot npr. v poletnem času. Tako lahko dandanes izkusimo tudi izjemno vročino, zato moramo vodo shranjevati. V preteklosti je bila voda za nas vedno sovražnik, mislim, da smo vedno želeli čim hitreje spraviti vodo iz države, zdaj pa moramo razmišljati tudi o tem, kako lahko obdržimo vodo v sušnih obdobjih. To je izziv s katerim se trenutno soočamo, tako da imamo nekaj zanimivih projektov, da lahko vodo obdržimo pod zemljo in potem uporabimo, ko jo potrebujemo, predvsem poleti. Ne vem, ali poznate nekatere projekte v Rotterdamu, v središču imamo lep vodni trg, ki se, ko dežuje napolni z vodo. Voda priteče

in se lahko zadržuje dlje časa ter postane kot majhna vodna igralna površina, vodni prostor, v resnično sušnem obdobju, se voda posuši in sprazni. To je torej nekaj novih izzivov. Voda, upravljanje z vodami je res nov izziv, seveda tudi vzdrževanje, morda tudi zato, ker je vzdrževanje seveda drago, bi radi naredili zelene površine, ki ne zahtevajo preveč vzdrževanja, saj so bolj naravne in imajo bolj naraven videz. Rekel bi, da je najpomembnejše upravljanje z vodo in vzdrževanje vodne infrastrukture. In potem so tu še nekatere manjše stvari, kot so specifične bolezni določenih dreves, kar je včasih res težko.«

Arjana Savarin:

»Znotraj naše skupine za umetnost in družbene vede, smo na primer govorili veliko tudi o tem, kako s trajnostno infrastrukturo lahko povečamo urbano biodiverziteteto. Kakšni so vaši arhitekturni pristopi in rešitve glede spodbujanja urbane biodiverzitete (privabljanje različnih žuželk, ptic in drugih živali – navpični gozdovi, zelene strehe, zelene fasade)?«

Emiel Lamers:

»Da, urbana biotska raznovrstnost, mislim, da so del nje seveda tudi zelene strehe, vendar predstavljajo majhen delež le te. Zelo pomembna je voda, voda okoli stavb, mislim, seveda je ne sme biti preveč. Na začetku, v 80. in 90. letih prejšnjega stoletja, smo v Amsterdamu naredili veliko pločnikov in talnih površin iz mineralnih tlakov, tako da so bili stari trgi v Amsterdamu tlakovani, in ne zeleni. Sedaj, kot lahko vidimo se to spreminja in vse več je zelenih površin. Mislim, da je to ena od dobrih sprememb v zadnjih desetih letih. Na primer, sedaj je v teku zelo zanimiv nov projekt, na glavni postaji v Amsterdamu, ki smo ga pravkar zgradili, ki je tudi zelo trajnosten. Ljudje pridejo na glavno nizozemsko postajo s kolesom, kar polovica ljudi pride do glavne postaje s kolesom in ne z avtom. V bližini glavne postaje nimamo avtomobilskih, ampak samo kolesarska parkirišča. Kolesarska parkirišča so zgrajena pod vodo, gre za betonsko zgradbo in voda lahko še vedno gre pod njo. Tako so celo razmišljali, da bi poskušali povečati biotsko raznovrstnost ne samo zunaj (na kopnem), ampak tudi pod vodo, in tako zaščitili določene ribe in rastline, kar se mi zdi zelo lepo. Ne gre samo za zunanost, kar lahko vidimo, ampak tudi za del ekosistema, ki ga v resnici ne more-

mo videti, seveda lahko naredimo teste o tem, če se bo ribja populacija po tem projektu povečala. Pogosto počnemo tudi to da umetno ustvarjamo naravno okolje, kot v primeru, ko smo zgradili nove otoke na vzhodni strani Amsterdama. Zgradili smo namreč veliko novih otokov in obale, kot posledica tega, so obale na koncu otokov vedno zelo zelene in naravne, kar privablja ogromno rib in ptic, tako, da je biotska pestrost še večja kot prej, ko je bila tukaj samo voda. Torej, obstajajo različni načini, kako to vidimo.«

Arjana Savarin:

»Da, ko sem živela v svoji stanovanjski skupnosti v Groningenu, sem opazila, da ima skoraj vsaka stanovanjska skupnost na primer majhna jezera ali kanale, mestne vrtove, drevesa in veliko ptic, nikoli nisem videla tolikšne količine ptic v okolici mestnih zgradb, bilo je tako lepo. Vsako jutro so na primer različne ptice prišle na balkon, veliko različnih vrst, tako vodne ptice kot kopenske ptice, zelo impresivno kako so lahko te majhne zelene površine dom tolikim pticam.«

Emiel Lamers:

»Da, da, mislim, da je zelo pomembno, da imamo veliko majhnih zelenih površin, hkrati pa morajo biti te tudi povezane in ne izolirane. Mislim, da je tudi to zelo pomembno. Zeleno je pravzaprav zelo lepo v urbanističnem načrtovanju Nizozemske. Ne vem, ali ste morda seznanjeni z mestnim načrtom Amsterdama, ki je zelo, zelo kompaktno, potem imamo predmestje, za katerega lahko rečemo, da je malo podobna Ljubljani, saj so vsi deli oz. vsa obrobja na različnih delih, kar pomeni, da vmes zelene površine lahko prehajajo v mesto. Zelena površina s podeželja lahko resnično pride v mesto, kot je na primer površina ob reki Amstel. Okoli reke Amstel je zelena površina, ki se razteza ob avtocesti in po avtocesti nadaljuje pot v mesto. Torej povsod v Amsterdamu, južno, jugovzhodno ali severno, nikoli niste daleč od narave. Slednje je urbanistično načrtovanje zelo dobro uredilo. Seveda imate tudi v Ljubljani na eni strani zeleni del – Tivoli, ki res pride v središče mesta. Ko sem živel v Ljubljani, je bilo res lepo, živiš v centru in si resnično pet minut od gozda.«

Arjana Savarin:

»Kot antropologinjo me zanima tudi, kako bi lahko zgradili urbane mestne površine, ki bi bile bolj kulturno vključujoče? Želela sem vas vprašati tudi, ali obstajajo sodobne smernice znotraj urbane zelene arhitekture in načrtovanja, ki spodbujajo multikulturni stik in inkluzivnost? Kaj mislite, kako bi lahko ustvarili več zelenih mestnih površin in infrastrukture za spodbujanje medkulturnega razumevanja?«

Emiel Lamers:

»Ko ste mi zastavili to vprašanje, sem neposredno pomislil na Severni Amsterdam. To je projekt (NDSM wharf/pomol), ki ga nisem zgradil sam, vendar sem ga veliko razkazoval skupinam ljudi, ki so si ga prišle ogledat. Prvotno je bil tukaj ladijski pomol, kjer so gradili ladje. Bilo je zelo industrijsko območje. Podjetje je šlo v stečaj v 90. oziroma v 80. letih, potem so umetniki pravzaprav zavzeli velike dvorane in se tukaj ustalili in si ustvarili ateljeje. Prostore nekdane ladjedelnice so zavzeli umetniki in druge skupine ljudi, ki so tam začeli organizirati festivale, tako ima kraj danes zelo lepe vibracije in vzdušje. Seveda, ker se območje nahaja zelo blizu centra, želi mestna občina Amsterdam to območje spremeniti v bivalni prostor, kar se že dogaja, vendar ohranjajo, oziroma poskušamo ohraniti umetniško vzdušje. Umetniki so torej še vedno tam, a hkrati tudi študenti, sedaj gradijo študentske domove, dražje hiše za ljudi, ki imajo več možnosti, je zelo mešano. Mislim, da je zelo zanimivo tudi dejstvo oz. soudeležba pri gradnji, torej ne gradiš svoje hiše sam, ampak gradiš celotno stavbo skupaj z bodočimi lastniki oz. stanovalci. Tako, da mislim, da je navedeno soustvarjanje tisto, kar je danes zelo, zelo zanimivo. Imamo cele ulice v Severnem Amsterdamu, kjer lahko vsako posamezno stavbo, npr. z dvajsetimi stanovanji, pomaga kolektivno soustvariti dvajset bodočih lastnikov skupaj z arhitektom, vsi skupaj bodo pomagali ustvariti to stavbo. Gre torej za precej izviren pristop, ki je tudi precej zapleten, ker imate dvajset ljudi, ki želijo imeti nov dom, vendar se je izkazalo, da deluje zelo dobro in rezultat je izvirna arhitektura z veliko skupnimi prostori. Ljudje imajo torej svoja stanovanja, imajo pa tudi veliko dodatnih skupnih prostorov, kot je osrednji prostor, kjer se stanovalci lahko srečajo, lahko gre tudi za vrt, ali lepo, zelo lepo predsobo. Mislim, da je tudi pristop soustvarjanja bivalnih objektov zelo zanimiv, gre za nov razvoj, bi rekel.«

Arjana Savarin:

»Pravzaprav ste mi že delno odgovorili na to vprašanje, ampak katere arhitekturne ukrepe bi izpostavil pri soočanju z izzivi povezanimi z vodo?«

Emiel Lamers:

»Vodne trge ali plavajoče zgradbe vodne police. Mogoče lahko samo prikažem oz. na kratko razložim, da obstaja še en zelo zanimiv nov projekt v Amsterdamu, ki se imenuje »Schoonschip«, ki pomeni »Clean Ship«, lahko ga prevedete kot »Čista ladja«. Gre za skupino lebdečih hiš, ki so kombinirano skupaj, in niso priključene na električno omrežje. Proizvajajo svojo elektriko, nimajo plina in imajo celo svoj kanalizacijski sistem, kar pomeni, da so avtonomne, kar je zelo zanimivo. Tudi arhitektura je zelo zanimiva, saj vsako od oz. večino od posameznih hiš načrtujejo različni arhitekti. Z arhitekturnega vidika gre pravzaprav za zelo, zelo izvirno območje.«

Arjana Savarin:

»Nekaj let ste živeli in delali tudi v Sloveniji, kakšni so vaši vtisi o zeleni trajnostni arhitekturi in površinah v Sloveniji v primerjavi z Nizozemsko in drugimi evropskimi državami, kjer ste delali (Pariz, Budimpešta)?«

Emiel Lamers:

»Da, glede Slovenije mislim predvsem, da je res naravna oz. narava je vedno prisotna. Mislim, da je Slovenija lepa država, je kot nekakšen mali raj, saj imate vse vrste naravnih pokrajin. Poznam veliko primerov lepe, čudovite arhitekture povezane s to pokrajino, seveda z vsemi različnimi kontrasti, bodisi v zelo visokih gorah, kjer so majhne začasne zgradbe na vrhu hribov ali povsem na vzhodu, na bolj nižinskih območjih, blizu Madžarske. Vsaka pokrajina seveda zahteva drugačne rešitve in mislim, da so ljudje v Sloveniji naravno povezani s pokrajino, ker živijo bolj v sožitju z naravno, v nasprotju s tem, mi na Nizozemskem svojo pokrajino ustvarjamo sami, tako, da smo jo po večini ustvarili sami in jo še vedno ustvarjamo. Ustvarjamo otoke in parke, po drugi strani je v Sloveniji narava že tam in se moraš z njo ukvarjati, tako da mislim, da gre za drugačen pristop. Da, mislim torej, da imate v Sloveniji močan odnos z naravo. V zvezi z Madžarsko bi morda lahko rekel,

da so manj razmišljali o obnovljivih virih energije, čeprav se to sedaj spreminja. Gre za zelo težko vprašanje, ker ne moreš zlahka posploševati, toda ja, na Madžarskem so začeli razmišljati o obnovljivih virih energije, vendar je bilo prej tega manj. Energija oz. vprašanje energije na Madžarskem do sedaj res ni bil problem, ker so bile cene plina zelo nizke, ljudje niso bili zares omejeni z energijo. Sedaj, ravno v zadnjem letu, vse od začetka vojne v Ukrajini, morajo tudi na Madžarskem razmišljati o zmanjšanju energije, in zato mislim, da je v tem primeru Slovenija bolj povezana z naravo oz. z naravno arhitekturo in urbanizmom.«

Arjana Savarin:

»Katero nizozemsko prakso bi lahko prenesli oz. implementirali v Sloveniji (morda na mikroravni)?«

Emiel Lamers:

»To je dobro vprašanje, na mikroravni bi lahko morda res implementirali plavajočo arhitekturo na področjih v bližini morja ali jezer, morda blizu jezer, kjer imate vodo, na lokacijah na katerih nimate prav veliko ravnine. Morda se lahko na jezerih uporabijo plavajoče strukture, ki bodo služile kot rekreacijska območja oz. bodo imele rekreacijske funkcije, ali poletne plavajoče hišice. Gre začasne rešitve, na področjih, na katerih je zaradi zahtevnega strmega terena zahtevno in tudi nezaželeno graditi, kot je npr. Bohinjsko jezero. S plavajočimi strukturami na jezerih, se lahko jezeru doda nekaj funkcionalnosti, gre predvsem začasne strukture, ki jih lahko kasneje tudi odstranite, če jih ne želite več uporabljati.«

Arjana Savarin:

»Zakaj je nizozemska trajnostna, zelena urbana arhitektura tako edinstvena? Kaj se lahko preostali svet nauči iz nizozemskega primera?«

Emiel Lamers:

»Ahh, da, morda zato, ker smo sami ustvarili lastno pokrajino, morda je to najbolj edinstveno dejstvo. Naša pokrajina ni naravna, ampak je sčasoma postala naravna, kar brez skupnega dela ljudi ne bi bilo mogoče storiti, saj ena oseba tega nikoli ne bi zmožna ustvariti. Potrebujete skupino ljudi,

saj brez tega skupnega sodelovanja ljudi, tega vsega ne bi mogli ustvariti, saj smo pravzaprav ustvarili lastna okolja in morda je tudi to eden od vzrokov, da imamo vizijo za prihodnost in, da poskušamo vedno gledati naprej. Nikoli ne gledamo preveč nazaj, kot to počnejo npr. na Madžarskem, ki jo imam zelo rad, je lepa država in ljudje so zelo prijazni, vendar imajo po mojem mnenju preveč tendenco po gledanju nazaj. Na Nizozemskem imajo ljudje radi moderno arhitekturo, nove stvari, torej se ne bojimo novih stvari, zato tudi radi potujemo. Mislim, da je bila Nizozemska vedno odprta država, vedno smo potovali, imeli smo kolonije po vsem svetu, tako da smo navajeni novega in novih stvari. Mislim, da je morda najpomembnejši duh, da se ne bojimo preizkušati novih konceptov in novih načinov življenja, in morda je ravno to najbolj pomembno.«

Arjana Savarin:

»Ali gre povsem za drugačno miselnost?«

Emiel Lamers:

»Gre za popolnoma drugačno miselnost.«

Arjana Savarin:

»Mislim, da imate na Nizozemskem morda tudi več izobraževalne prakse v šolskem sistemu, prav tako ima vaša vlada popolnoma drugačen pristop, saj imate več stimulacij in državnih ter lokalnih iniciativ, zdi se mi, da so ljudje veliko bolj vpleteni v zelena vprašanja in v sooblikovanje trajnostnih rešitev?«

Emiel Lamers:

»Seveda, seveda, vlada res pomaga z veliko pobudami in z novimi projekti, načrti, tekmovanji.«

Arjana Savarin:

»Kako pomembno je danes pri načrtovanju zelene infrastrukture in površin interdisciplinarno sodelovanje arhitekture z drugimi disciplinami, kot so npr. računalništvo, fizika, biologija, biokemija in antropologija?«



Emiel Lamers:

»Da, mislim oz. prepričan sem, da morajo vse te različne discipline vedno sodelovati, da bo projekt na koncu uspešen. Pomembno je, da na projektih vedno sodeluje veliko strokovnjakov iz različnih področij. Mislim, da so stranke tiste glavne, saj so one tiste, ki začnejo projekte, zato morajo imeti idejo, in v projekt vključiti strokovnjake iz različnih disciplin, in ne le urbanista. Da, mislim, da v splošnem tudi vlada to upošteva, saj imajo odprt pogled, in se zavedajo, da je k sodelovanju pomembno povaditi tudi druge, kot npr. umetnike. Včasih sem tudi sam gradil javne zgradbe in vedno smo imeli odstotek javne umetnosti znotraj stavb in v okolici zgradb. Tako je bilo naše delo vedno integrirano z umetnostjo, vedno je bil izdelan krajinski načrt, ki so ga načrtovali krajinski arhitekti, tako, da so bile k sodelovanju pri načrtovanju javne zgradbe vedno povabljene različne discipline.«

PRIMERI VEČNAMENSKIH TRAJNOSTNIH POVRŠIN NA NIZOZEMSKEM

Prikazali vam bomo nekaj primerov večnamenskih trajnostnih površin na Nizozemskem, ki uspešno združujejo soočanje z aktualnimi podnebnimi izzivi in oblikovanjem trajnostne večnamenske mestne infrastrukture.

Water squares oz. »vodni trgi«

V Rotterdamu se je 4. decembra 2013 odprl Benthemplein, prvi vodni trg v polnem obsegu na svetu. Vodni trg lahko zadrži skoraj 2 milijona litrov vode. V suhem vremenu lahko trg gosti številne

športne, gledališke in sprostitvene aktivnosti. Tako so danes na nekoč praznem in monotonem trgu trije veliki zbiralniki deževnice, ki jih lahko ob sušnem vremenu uporabimo kot amfiteatre, igrišča za košarko in odbojko ali stezo za rolkanje.



Slika 9: Vodni trg, Benthemplein, Rotterdam

Vodni trg Benthemplein ima dvojno strategijo, saj je hkrati javni prostor in skladišče meteorne vode, ki sta združena na enem mestu [28]. Tudi v Rotterdamu je mestni in okrožni vodni odbor v oblikovanje vodnega trga vključil prispevke lokalnih prebivalcev, vključno z učenci sosednje šole Zadkine. Arhitekti s podjetja Urbanisten so olajšali in spodbudili postopek udeležbe prebivalcev, ki je služil kot dragocena oblika lokalnega sodelovanja. Rezultat tega vzajemnega sodelovanja se kaže v tem, da danes trg vključuje več zelene infrastrukture, kot tudi objekte za rolkanje in košarko. Poleg tega lahko šola Zadkine na vodnem trgu načrtuje tudi dejavnosti na prostem.

Obilne padavine v Rotterdamu so velikokrat razlog za zaskrbljenost rotterdamskega mestnega sveta, saj je vsako leto veliko delov mesta poplavljenih. Obilne neprepustne površine Rotterdama vodijo deževnico do površinskih voda in kanalizacije. Vse bolj intenzivni deževni dogodki obremenjujejo mestno infrastrukturo za nevihtne vode, kar povzroča poplavljanje ulic in kletí. Območje Benthempleina je sodilo v območja tveganja z visoko možnostjo poplavljanja.

Vodni trg sestavljajo trije bazeni, ki zbirajo deževnico, in sicer dva plitka bazena v bližnji okolici, katera vedno prejemata vodo, ko dežuje, in en globlji bazen, ki prejme vodo le, ko neprekinjeno dežuje.

V bazenih se zbira voda iz večjega območja okoli trga. Padavine, ki padejo na trg, tečejo po velikih žlebovih iz nerjavečega jekla v bazene. Ko je suho, je to območje primerno za vse, ki so na kolesih, in tiste, ki želijo samo opazovati in se sproščati. Globoka kotlina je prava »športna jama« in gledališče [28].

Vodni kvadrat tako pomaga pri preprečevanju poplav, to je ena izmed številnih pametnih rešitev, ki jih ponuja Rotterdam. Mesto se lahko pohvali tudi z zelenimi strehami, napravami za skladiščenje vode in Bellamyplein, ki je manjša različica Benthempleina [29].

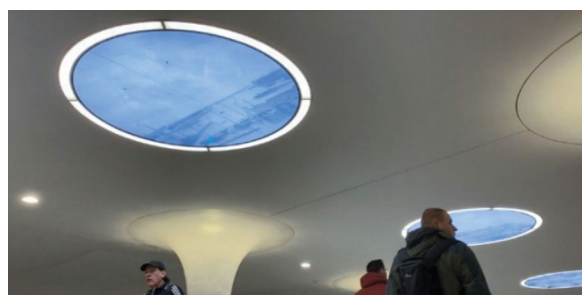
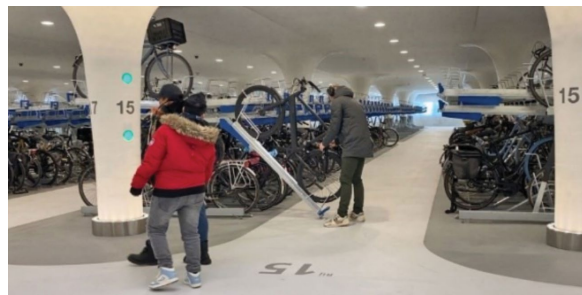
Lahko si ogledate tudi video, ki nazorno prikazuje večnamenskost vodnega trga Benthemplein: <https://www.youtube.com/watch?v=kujf4BTL3pE&t=86s>.

Podvodna parkirna hiša za kolesa na glavni postaji v Amsterdamu

Novo podvodno parkirno hišo za kolesa so pred amsterdamsko glavno postajo uradno odprli 1. februarja 2023. Dan kasneje je bila odprta še za javnost. Parkirišče lahko sprejme 7.000 koles, na voljo je tudi več sto koles iz skupnega kolesarskega OV-Fiets sistema. Kot del večjega projekta nadgradnje območja glavne amsterdamske postaje bo podvodna garaža pomagala zmanjšati število parkiranih koles in s tem tudi nered na ulicah.

Podjetje za urbano in krajinsko arhitekturo Wurck poroča, da so kot navdih za podvodno garažo uporabili temo »vode«. Objekt se nahaja dobesedno pod vodo izletnega пристanišča. Po mnenju oblikovalcev ljudje svoja kolesa pripeljejo v namišljeno ostrigo z grobo zunanostjo iz bazalta in naravnega kamna ter gladko in svetlo notranostjo. Poleg tega je bila tema vode tudi osnova stenskih poslikav in krožnih razsvetljav na stropu glavnega hodnika. Zemljevidi Amsterdama iz različnih obdobjev so bili ustvarjeni v sodelovanju z Amsterdamskim muzejem. Zemljevidi so sestavljeni iz »pikslov« oz. fotografij in slik, ki pokrivajo celotno

steno objekta, imenovano »horizont«. Te slike, tako kot tiste v »okulih« – kot so poimenovani krogi na stropu, kažejo na povezavo z mestom Amsterdam [26].



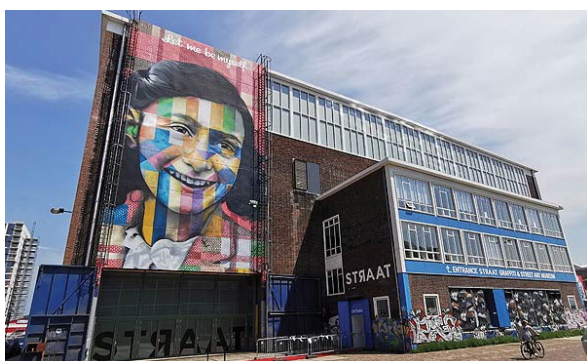
Trajnostno naselje Schoon Schip Amsterdam



»Schoon Schip« oz. »Čista ladja« je najbolj trajnostna plavajoča soseska v Evropi, ki so jo razvili prebivalci sami. Plavajoča soseska se nahaja v kanalu Johan van Hasseltkanaal, na severu Amsterdama. V tej ekološko in socialno vzdržni soseski je 46 gospodinjstev na 30 plavajočih ploščadih. Petnajst plavajočih ploščadi vsebuje po dve ločeni gospodinjstvi [30].

Multikulturna soseska – NDSM wharf (pomol), Amsterdam

Amsterdam North je v zadnjih nekaj letih doživel veliko prenovu. NDSM («Dutch Dock and Ship building Company» – Nizozemsko podjetje za gradnjo pristanišč in ladij) je nekdanje območje ladijskega pomola v severozahodnem Amsterdamu, ki se uporablja kot prostor za umetnike, razstave in festivale ter vključuje tudi pisarne in študentska stanovanja. Ima drugačen utrip v primerjavi z vrvežem starega mestnega jedra [27].



ZGODOVINA AMSTERDAMA

Mesto Amsterdam ima zelo kvaliteten in sodoben sistem podzemne železnice, vendar se kljub temu približno ena petina delovne sile za prevoz še vedno zanaša na kolesa. Območje celotnega mesta je veliko 165 kvadratnih kilometrov, območje metroja pa ima 635 kvadratnih kilometrov. Povprečno število prebivalcev v mestu je (ocena v letu 2022) 883.000; povprečno število prebivalcev na celotni površini metroja pa je 1.166.000. Notranji del mesta je z mrežo kanalov razdeljen na približno 90 »otokov«, celotna občina pa vsebuje približno 1300 mostov in viaduktov. Amsterdam je gospodarsko središče Nizozemske, kjer tradicija vztraja skupaj z raznimi inovacijami. Amsterdam leži na ravnem

in nizko ležečem območju, s pretežno večjim delom na južnem bregu reke IJ, kateri je povezan s celinskim rokavom (nekoč imenovan Zuiderzee, dandanes pa IJsselmeer) in je s prekopom povezan s Severnim morjem. Deli mesta ležijo pod morsko gladino. Nekateri deli ležijo na kopnem, ki je bilo pridobljeno iz morja, močvirij ali jezer [1].

Območje, ki ga danes poznamo kot Amsterdam, je bilo v srednjem veku zaradi poplav nevarno za življenje, zato so se prebivalci zaščitili pred morjem z nasipi (zemlja je bila pod morsko gladino), zgradili so jez (AmsterDAM), v 15. stoletju pa tudi mestne obroče [2].

Mesto se je najprej oblikovalo kot majhno srednjeveško naselje na nasipih z reko Amstel v središču. Reka Amstel je bila zajezena zaradi nadzora nad poplavami in ime mesta Amsterdam izhaja iz jez, ki se je imenoval Amstel. Do 16. stoletja se je Amsterdam razvil v obzidano mesto z jezo v središču. Trije stolpi starih utrdb še vedno stojijo. Poleg kanala Singel so še vedno prisotni trije glavni kanali iz začetka 17. stoletja: Herengracht (Gospodski kanal), Keizersgracht (Cesarjev kanal) in Prinsengracht (Prinčev kanal). Ti kanali skupaj z manjšimi tvorijo značilen vzorec pajkove mreže, ki se je v uspešni zlati dobi (17. in zgodnje 18. stoletje) razširil proti vzhodu vzdolž pristanišča in proti zahodu v okrožje, znano kot Jordaan.

Amsterdam je med drugo svetovno vojno utrpel manj škode kot mnoga druga evropska mesta, vendar je bila kljub temu stara judovska četrt uničena. Po vojni je začelo prebivalstvo naraščati, dohodki so postali višji. Tudi avtomobilski promet je začel naraščati, zato so se spremenili tudi programi urbane prenove. Razvila so se nova vrtna predmestja, ki so vključevala Slottermeer na zahodnem robu mesta, Nieuwendam na severu, Buitenveldert na jugu in v 70. letih 20. stoletja Bijlmermeer na jugovzhodu. V zadnjih desetletjih 20. stoletja so mestno središče raje prenavljali kot nadomeščali z novimi zgradbami [1].

KANALI V AMSTERDAMU

Nizozemski kanali so bili v preteklosti uporabljani kot odlagališča in kanalizacija. V nizozemski zlati dobi so bili amsterdamski kanali stranišče in smetišče hkrati. V kanale so se odlagale smeti vseh vrst. Skozi žlebove in cevi so v kanale spuščali tudi vse odplake iz gospodinjstev.

Kaj pa se s kanali dogaja dandanes? Raziskava v letu 2018 je pokazala, da so bili po predhodnem izbruhu gastroenteritisa vzorci vode v štirih amsterdamskih kanalih pozitivni na norovirus tipa 1 in rotavirus. Raziskovalci domnevajo, da se ta težava pojavlja v času nekajdnevni obilnih padavin, ko se kanalizacija prelije v kanale. V poletnih temperaturah prihaja do tega, da se ljudje želijo v vodi osvežiti, kar prav tako spodbuja razmnoževanje bakterij. Z ozaveščanjem tega problema hkrati prihaja do poskusov čiščenja amsterdamskih kanalov, da bodo v prihodnosti dovolj čisti za plavanje.

Uvaja se program, imenovan Amsterdamska vodna vizija 2040 (Watervisie Amsterdam 2040), ki opisuje načrte in cilje mesta v povezavi z vodo v Amsterdamu. V tako imenovani »strukturni viziji« razvijajo dolgoročno strategijo prostorskega načrtovanja na regionalni ali lokalni ravni. Strukturna vizija se osredotoča na prostorski razvoj območja in pojasnjuje, kdo bo specifično vključen v ta razvoj in kako točno bo prišlo do izboljšav.

Razvili so 10 točk izboljšav:

1. Razširitev metropolitanskega jedra.
2. Amsterdam mora ponuditi širok paket stanovanj s poudarkom na metropolitanstvu (visoke gostote).
3. Regionalni javni prevozni sistem mora postati glavni način transporta (treba je zapolniti manjkajoče povezave).
4. V Amsterdamu mora biti jasna povezava med strukturo zelenih površin in vode ter javnih površin.
5. Amsterdam mora ponuditi prostor za raznolike podjetniške dejavnosti s poudarkom na znanju.
6. Letališče in »pametno pristanišče« za morska plovila sta sestavni del Amsterdama.

7. Amsterdam želi biti trajnosten, odporen za klimatske spremembe in vodoodporen.
8. Amsterdam bi moral biti socialno trajnosten in inkluziven.
9. Priložnosti za turizem v Amsterdamu bi morale biti veliko in imeti bi moral možnost nadaljnega razvoja in širjenja.
10. Amsterdam se želi prilagoditi za Olimpijske igre 2028.

Eden od teh ciljev je ustvarjanje več kopališč v mestnih parkih in ob reki IJ. Ideja je, da bo voda ob uvedbi kopališč morala izpolnjevati zahteve glede kakovosti. Dolgoročni cilj je, da bo Amsterdam uvedel zbiranje odpadne vode v marinah in zagotovil, da bodo turistični in osebni čolni zmanjšali onesnaževanje vode. Poleg čiščenja vode bo občina delala tudi na izboljšanju dostopa do vode z izgradnjo pomolov, stopnic in naklonov [3].

Čiščenje kanalov v sedanosti

Po zadnjih študijah je po naših oceanih približno 1,8 bilijona kosov plastike. To znese približno za 80.000 ton smeti v vodi. Ena organizacija na Nizozemskem je našla edinstven pristop za boj proti onesnaževanju vodnih poti.



Tako kot mnoga druga čolnarska podjetja tudi Plastic Whale organizira vodene ogledе amsterdamskih kanalov in pristanišča v Rotterdamu, vendar ima še eno posebnost – vsi sodelujoči na čolnu med vožnjo lovijo plastiko iz vode. Na krov vsako leto vstopi na tisoče ljudi, ki zavijajo rokave in odstranjujejo plastiko iz vode. Voden ogled zgodovinskih kanalov traja dve uri. Med tem imajo gostje/turisti možnost odstranjevanja odpadkov iz kanalov. Gostje lahko dobijo v roke tudi velike mreže in tekmujejo, kdo bo iz vode potegnil najbolj izviren predmet. Pobudnik omenjene ideje, imenovane Plastic Whale, ki se je začela leta 2011, je Marius Smit. Doslej je organizacija naredila velik korak k odpravljanju plastike v kanalih. Do decembra 2017 je podjetje zbralo 105.105 odpadnih plastenk in zavezalo 2062 vreč odpadkov. Smit je za Lonely Planet povedal: »Ko hodite po kanalih, tega ne bi rekli, toda celo v čudovitih amsterdamskih kanalih s certifikatom Unesca je problem plastičnih odpadkov resen. Vsako leto ulovimo več kot 25.000 plastenk in na tone drugih vrst plastičnih odpadkov.« [4].



Čiščenje kanalov v prihodnosti

V letu 2016 se je v Amsterdamu začel projekt Roboat. Roboati so t. i. robotska plovila oz. ladjice, ki bi olajšale zbiranje vseh tistih smeti, ki jih ljudje mečejo v kanale oz., ki kakor koli pristanejo v kanalih. Ti roboti so produkt Tehnološkega inštituta Massachusetts (MIT) in Amsterdamskega inštituta za napredne metropolitanske rešitve. Tehnologijo je razvil MIT, ki avtomatiziranim čolnom omogoča, da se združujejo drug z drugim [5].

Spodaj so navedene zmožnosti, ki jih bodo imeli Roboats:

1. Prevoz potnikov. Robotska plovila bodo po mestu lahko prevažala največ šest potnikov, in sicer kot prevozno sredstvo na zahtevo (t. i. vodni taksi) ali na fiksni poti kot trajekt, ki ga bodo lahko koristili tako domačini kot turisti. Zaradi avtonomije je sistem bolj prilagodljiv in varnejši v primerjavi z običajnim čolnom.
2. Odvoz smeti. Roboat lahko služi kot plavajoči smetnjak, ki samostojno prenaša gospodinjne odpadke v mestih. Raziskave kažejo, da bi tak sistem lahko oskrboval 70 % mesta Amsterdam, kar bi znatno zmanjšalo potrebo po težkih tovornjakih za smeti, ki se zdaj uporabljajo za zbiranje odpadkov – prav tako bi zmanjšali zastoje, onesnaževanje in hrup.
3. Dostava blaga. Roboat bo mogoče uporabiti kot vozlišče za dostavo blaga po mestu. V kombinaciji s strategijo obstoječih transportnih poti bi lahko velike tovornjake Roboats raztovorile na zunanjem obrobju mesta v floto. Roboat se lahko premika v mesto in iz njega zgodaj zjutraj ali pozno zvečer, kar zmanjšalo potrebo po poti tovornjakov skozi mesto.
4. Združevanje v infrastrukturo. Enote robotskih čolnov se lahko združijo in ustvarijočasne mostove, s čimer ublažijo gnečo na starih amsterdamskih mostovih in ulicah ob kanalih. Kot avtonomen sistem se bo lahko Roboat v realnem času odzval na človeško vedenje, os-eko in tok prometnih konic [6].

Te flote avtomatiziranih čolnov se bodo torej lahko združevale ter s tem ustvarile plavajoče mostove in odre. Poleg tega bodo lahko opravljale koristne funkcije, kot so zbiranje odpadkov, dostava blaga in prevoz ljudi. Roboti bodo hkrati zbirali podatke o mestu in tako pomagali pri projektu pametnega mesta.

Preizkusili so že prototip, ki se lahko premika v katero koli smer. Natisnjene imajo tudi pomanjšane 3D različice, ki so velike 4 x 2 metra in imajo senzorje ter GPS. Teoretično se lahko ti robotski čolni s pomočjo programske opreme z odlično natančnostjo zasidrajo na vnaprej določeno lokacijo [5].

BIODIVERZITETA NA NIZOZEMSKEM

Jezera

Nizozemska vsebuje 51 naravnih habitatov, kar je razmeroma veliko, če upoštevamo, da predstavlja skoraj četrtno vseh habitatnih tipov, ki obstajajo v Evropi. Na Nizozemskem se nahajajo na primer območja slanih travnikov, obalnih sipin, suhega peska na celinskih sipinah, naravnih evtrofnih jezer in visokih barij. Zagotavljajo življenjski prostor 28.000 vrstam divjih rastlin in živali in približno 100 vrstam ptic.

Hitrost naraščanja temperature je prevelika, da bi mnogim vrstam omogočila prilagoditev ali selitev. Številnim rastlinskim in živalskim vrstam na Nizozemskem grozi izumrtje. Nove vrste se bodo naselile, če bodo dovolj hitro migrirale. To bo verjetno povzročilo zmanjšanje raznolikosti vrst na Nizozemskem.

Temperatura vode v plitvih nizozemskih jezerih postopoma narašča. Statistika kaže, da je med letoma 1987 in 1990 prišlo do nenadnega dviga; ta dvig je vzporeden z zunanjo temperaturo zraka in z dvigom indeksa NAO.

Vpliv temperature vode in drugih podnebnih vplivov na kakovost vode je na splošno precej manjši od vpliva hranil in sestave ribjega staleža. Na primer jezera z visoko obremenitvijo s fosforjem so vedno motna in imajo večinoma težave zaradi modrih alg, medtem ko so tista z nizko obremenitvijo in vsebnostjo fosforja vedno čista in skoraj nimajo ali so povsem brez težav zaradi modrih alg. To vodi do tega, da je podnebne učinke pogosto težko razlikovati od drugih učinkov.

Naraščajoče temperature bodo verjetno omogočile še močnejše cvetenje modrih alg in pojav botulizma v nizozemskih jezerih, kar bo povzročilo večjo možnost smrtnosti vodnih ptic. Naraščajoče količine padavin bodo povečale izpi-

ranje fosforja iz tal v površinske vode in posledično prispevale k večji obremenitvi jezer. Več fosforja pomeni večjo možnost cvetenja alg, zaradi česar lahko jezera postanejo še bolj motna. Motna jezera imajo nižjo biotsko raznovrstnost kot tista s čisto vodo.

Povišanje temperature za 2 do 5 °C lahko povzroči povečanje vrstne pestrosti v potokih. Ko pa se vodna telesa izsušijo, bi se posledično število vrst drastično zmanjšalo.

Morje - primeri

V velikem delu Severnega morja se z zvišanjem temperature morske vode količina fitoplanktona zmanjšuje in vse hitreje prihaja do vrhunca spomladanskega cvetenja. Največ vrst zooplanktona, ki se prehranjuje s fitoplanktonom, se pojavi pozneje v sezoni, ko je razpoložljivost fitoplanktona kot vira hrane že veliko manjša. Vrh cvetenja planktona prav tako ni več sinhroniziran s fazo ličinke rib, zato manj rib doseže zrelost. To pomeni, da je za višje ravni v prehranjevalni verigi na voljo omejena količina hrane.

Medtem ko prevelik izlov rib v Severnem morju neposredno in na splošno vpliva na populacijo rib, je naraščajoča temperatura verjetno vsaj delno odgovorna za nizko stanje populacije trsk. V morju preživi veliko manj planktona kot v preteklosti, s katerim se trske prehranjujejo. Zmanjšanje števila trsk so pripisali spremembam, kot je zmanjšana količina planktona, na katero vpliva pojav višje temperature vode. Kljub temu pa obstajajo znaki, da so se v Severnem morju ob koncu 19. stoletja zgodili enako veliki premiki v populaciji rib, ko še ni bilo antropogenih učinkov podnebnih sprememb. Zato imajo verjetno precejšnjo vlogo tudi naravne variacije in drugi človeški vplivi.

Z naraščajočimi temperaturami v Waddenskem morju gre pričakovati, da se bo v bližnji prihodnosti sposobnost razmnoževanja školjkarjev še zmanjšala, zaradi česar bodo ptice, ki se prehranjujejo s školjkami, kot so rdeče grče, ostrigarji in race gage, našle manj hrane.

Še več, če bi se morska gladina v drugi polovici



tega stoletja dvignila za več kot 60 cm, bi lahko bili školjkarji še bolj prizadeti. Če se bo stopnja morske gladine dvignila nad kritično vrednost, sedimentacija temu morda ne bo več utegnila slediti, zaradi česar bodo peščene brežine in slana močvirja potopljene. Ocenjuje se, da je ta kritična meja med 3 in 6 mm na leto. Če izginejo peščeni bregovi in slana močvirja, bodo izginile tudi številne rastline in živali, ki so odvisne od njih (na primer ptice, ki se hranijo s školjkami). Pomembno vlogo igrajo tudi drugi dejavniki, kot sta eutrofikacija¹ in ribolov. Temperatura lahko vpliva tudi na razpoložljivost hranil [7].

Rešitve

Več strategij prilagajanja lahko pomaga pri ohranjanju biotske raznovrstnosti. Ustvarijo se lahko koridorji, ki rastlinam in živalim omogočajo selitev. Na tak način je mogoče zaščititi območja in obnoviti ekosisteme. Rastline in živali je mogoče z ogroženih območij preseliti na območja s podnebnimi razmerami, ki določeni vrsti bolj ustrezajo. Zelo pomembno je izboljšati obstoječe koridorje med zelenimi površinami in vzpostaviti nove, da bi rastlinam in živalim, zlasti tistim z nizko selitveno sposobnostjo, omogočili sledenje ugodnejšim okoliščinam. Posebno pozornost je treba nameniti nižinskim gozdnim in močvirnim ekosistemom, ki so močno razdrobljeni.

Ravni biotske raznovrstnosti je mogoče ohraniti, če se soočimo s podnebnimi spremembami in se osredotočimo na izboljšanje okoljskih in vodnih razmer ter na ustvarjanje prostora za odvijanje naravnih procesov. Za pomembne habitate v nizko ležečih območjih Nizozemske bo to vključevalo krepitev prostorske povezanosti v obalnih sipinah, šotnih močvirjih in poplavnem območju Rena-Meuse ter obnovitev naravnih procesov v Waddenskem morju.

Če je dobro načrtovano, lahko bolj celostno upravljanje voda prinese številne koristi. Lahko pov-

eča življenjski prostor, ki je na voljo vrstam, ustvari priložnosti za razvoj novih naravnih območij in prispeva k širjenju ekoloških koridorjev, kar omogoča selitev vrst. Posredno lahko celostno upravljanje voda pomaga pri preprečevanju poplavl in suš ter tako prepreči škodo v ekosistemu.

Dvig morske gladine in poplave so glavne grožnje na obalnih območjih, zlasti na nižinskih območjih. Upoštevati je mogoče naslednje strategije prilagajanja:

- Ponovna vzpostavitev naravne dinamike sipin, kar lahko ustvari priložnosti za naravni razvoj in zmanjša nevarnost poplavl ter tako prepreči škodo ekosistemov.
- Uporaba naravnih območij (npr. šotišča). Ta naravna območja lahko poleg krepitve naravnih funkcij obalnega pasu povečajo sposobnost zadrževanja vode na obalnem območju, zmanjšajo tveganje vdora slane vode zaradi dviga morske gladine in preprečijo poškodbe naravnega sistema.
- Na področju Waddenskega morja bi lahko izboljšali in vzdrževali slana močvirja, razvoj školjišč in polj z morsko travo. Poleg tega, da bi ta ukrep na lokalni ravni pomagal varovati območja plimovanja pred utopitvijo, bi lahko zagotovil ugodne razmere za druge vrste in tako povečal biotsko raznovrstnost [7].

Kontroverzno

Gospodarstvo – proizvodnja in potrošnja na Nizozemskem povzročita skoraj 40 milijard evrov škode biotski raznovrstnosti. Škoda izvira iz netrajnostne rabe zemljišč, izpustov toplogrednih plinov ter onesnaženosti zraka in vode (ABN Amro na podlagi študije banke in Impact Institute).

Študija je prikazala škodo, ki jo je povzročilo 65 industrij, katere trgujejo s 140 različnimi državami

¹ Eutrofikacijo vode lahko definiramo, kot bogatenje vode z dušikovimi spojinami, zaradi česar se pospeši rast alg in višjih rastlin, kar povzroči neželene motnje v ravnotežju organizmov v vodi in poslabša njeno kakovost (GEMET, b. l.).



in izkoriščajo 42 vrst poljščin. Biotska raznovrstnost uravnava vse, od podnebja in vodnega kroga do čiščenja vode in zraka, razgradnje odpadkov, oprasha rastlin in širjenja semen. Po mnenju raziskovalcev velik del škode, ki jo povzroči nizozemsko gospodarstvo, ne nastane v samih panogah, ampak pri kupcih ali dobaviteljih. Sedemdeset odstotkov škode nastane prek trgovinskih partnerjev v tujini, na primer ko uvoz kakava sovпада s slabo rabo zemlje na Slonokoščeni obali in v Gani ali uvoz govedine z onesnaženjem vode v Argentini.

Po mnenju raziskovalcev se ključ do rešitve krize biotske raznovrstnosti ne nahaja le v kmetijskem sektorju ali živilski industriji, vseeno navedena sektorja sicer skupaj povzročita skoraj četrtino škode. Poleg tega zaradi visoke porabe energije v podatkovnih centrih in uporabe redkih kovin (npr. v strojni opremi) okoljsko škodo povzročajo tudi uporaba bančne tehnologije in ponudniki poslovnih storitev.

Raziskovalci menijo, da bi morale biti zmanjševanje škode sestavni del poslovanja podjetij, k čemur bi lahko prispevalo zaposlovanje ekologov ali biologov v vrhu podjetij, saj bi na ta način lahko vplivali na strateške odločitve.

Poleg tega ima ključno vlogo vlada. Osnova politike se mora premakniti z osredotočenosti na gospodarsko rast na širše kazalnike blaginje. Vključevati mora enakost dohodkov, biotsko raznovrstnost in zdravje kot merila uspešnosti politike [8].

Problemi

Nizozemska se po stoletjih bojov s preveč vode trenutno sooča s sušo. Dve tretjini nizozemskega prebivalstva, vključno z njenim glavnim mestom Amsterdamom in več drugimi večjimi naseljenimi središči, ležita pod morsko gladino. Nizko ležeče močvirnato okolje v državi priča o večstoletnem

boju države z vodo. Kanali so odnašali vodo, potem ko so jo z razmočenih polj potisnili mlini na veter. Nasipi so preprečili nadaljnje poplavljanje [9].

Globalno segrevanje pomeni, da ljudje pogosteje trpijo zaradi suše in močnih neviht. Države, kot je Nizozemska, se morajo pripraviti na obe skrajnosti. Nizozemska vlada je poskušala zvišati stroške za tiste, ki porabijo veliko vode, vendar jo skrbi povratni udar. Strožji gradbeni predpisi na ranljivih regijah lahko poslabšajo stanovanjsko stisko. Omejitve porabe vode bi lahko povzročile konflikt s kmeti, ki so že nasprotovali predlogu za zmanjšanje emisij dušika.

Zaradi dejstva, da dve tretjini Nizozemcev živi pod morsko gladino, se lahko suše na Nizozemskem hitro poslabšajo, zaradi česar bodo reke odtekle in otežile, če ne celo onemogočile transport vode. Na primer, vode in vodnih virov je v Enschedeju, mestu s 159.000 prebivalci na vzhodu Nizozemske, včasih tako primanjkovalo, da so se kmetje zatekli k nezakonitim virom vode, ki so jo ponoči črpali iz ribnikov (2018). Toda težava presega incidente, ki jih je povzročilo ilegalno črpanje vode. Celotna situacija se je spremenila in nizozemski kmetje so se prvič znašli pred novim izzivom – potrebo po preobrnitvi stoletnih tradicij, katerih cilj je bil, da se znebijo odvečne vode – na primer tako, da naredijo plitvejšo odtočno jarke, da lahko sprejmejo manj vode iz zemlje. Mestni načrtovalci Enschedeja so v travo zarezali vdolbine za zbiranje padavin, ki bi jih sicer odplaknilo skozi kanalizacijo.

Suše in cene energije, ki so letos skokovito narasle zaradi ruskega konflikta v Ukrajini, so celo privedle do razprav o tem, ali so visoke ravni pridelave pridelkov v državi trajnostne; in ali se lahko njihovi slavni tulipani, sir, meso, sadje in zelenjava še naprej proizvajajo na enaki ravni [9].

Primeri uspešnega soočanja s problemi

Prihaja do tega, da se npr. betonske površine/plošče luščijo s tal, da pride do bolj prepustne površine, v zemljo se delajo vdolbine s številnimi pregibi, ki upočasnjujejo tok rek in potokov. Vodni odbori v državi sedaj pozivajo kmete, naj ohranjajo svojo zemljo vlažno in ohranjajo vodo z uporabo kapljičnega namakanja namesto neučinkovitih pršilnih topov. Gertjan Zwolsman, politični svetovalec in raziskovalec pri Dunei, podjetju za pitno vodo, ki oskrbuje 1,3 milijona ljudi v Haagu in njegovi okolici, in njegovi kolegi pod peščenimi obalnimi sipinami na Nizozemskem iščejo načine za črpanje in obdelavo vode, ki je bolj slana kot sladka. Ta postopek porabi veliko energije.

Rotterdam, največje pristanišče v Evropi, je eno od območij, kjer bodo zaradi pospeševanja podnebnih sprememb zahtevali posebne ukrepe. Danes ima mesto odprt kanal, ki vodi do Severnega morja, kar olajša prihod in odhod tovornih ladij. Da bi nizozemske oblasti pregnale morsk vodo nazaj iz kanala, morajo po reki črpati ogromne količine sladke vode. Ko se gladina morja dviguje, »boste potrebovali vedno več vode, da bi to morje zadržali zunaj«, je dejal Niko Wanders, strokovnjak za vodo na Univerzi v Utrechtu. Meni, da bo morala vlada nekega dne, kot se je zgodilo z amsterdamskim pristaniščem, uporabiti ključavnice, da zapre rotterdamsko pristanišče. To bi upočasnilo pretok, hkrati pa omogočilo dostop do vode za druge namene. Čeprav je nizozemska vlada vsakodnevno omejila število odpiranja ključavnic v bližini Amsterdama, da bi preprečila prodiranje slane vode v sušnih obdobjih, težave še vedno ni rešila v celoti. Ogromne ovire proti nevihtam ali druge zadeve za nadzor poplav do sedaj niso bile del državnih strategij prilagajanja suši, toda če se bo svet v prihodnjih letih segrel za več kot 2 °C, kot mnogi napovedujejo, bodo Nizozemci morali razmisliti o drznejših in bolj tveganih ukrepih. Eden od še bolj drastičnih ukrepov, ki so bili predlagani, je nova, velika morska pregrada, ki bi popolnoma izolirala nizozemsko obalo, kar bi bilo seveda drago. Po mnenju Stefana Nieuwenhuisa, višjega strokovnjaka nizozemskega vodnega ministrstva, je alternativa, ki bi lahko stala veliko več, še naprej spreminjati in prilagajati vodno

infrastrukturo za še težje razmere. Inženirja Rob van den Haak in Dick Butijn sta zasnovala načrt za nov ogromen morski nasip ob obali, ki bi pred dvigom morske gladine ščitil Nizozemsko in prihodnje generacije, v idealnem primeru tudi preostalo severozahodno Evropo.

Nizozemci imajo zapletene sisteme in jezove, ki preprečujejo poplave. Obstaja veliko načinov, kako se ljudje po vsem svetu prilagajajo dvigu morske gladine. Rotterdam je vodilni v protipoplavno zaščitenih obmorskih mestih, saj gradi novo okolje z nizkimi trgi, podzemnimi parkirišči s povečano zmogljivostjo shranjevanja vode, zelenimi strehami in fasadami, ki absorbirajo vodo – vse to je v primeru močnega deževja namenjeno preobrazbi mesta v »gobo«. Naš planet se bori z ljudmi, ki zanikajo podnebne spremembe, Nizozemci pa po zaslugi tisočletnega strokovnega znanja, pridobljenega v boju z naraščajočimi morskimi vodami, vodijo. Koliko njihovih rešitev je mogoče sčasoma ponoviti drugje, je odprto vprašanje – veliko je odvisno od financ in od pripravljenosti ter zmožnosti ljudi, da za zaščito svoje prihodnosti vlagajo v potrebno infrastrukturo [10].

Problem s pitno vodo

Poročilo, ki ga je objavilo 10 večjih nizozemskih vodnih podjetij, je opozorilo, da se večji del Nizozemske sooča z neizbežnim pomanjkanjem pitne vode, predvsem zaradi rasti prebivalstva, onesnaženosti in suše. Glede na poročilo »vodovodni sistem dosega svojo mejo« in potrebni so različni ukrepi, da bi zagotovili, da bodo podjetja po letu 2030 lahko še naprej oskrbovala s čisto pitno vodo. Politike pozivajo k »nujnemu ukrepanju« na nacionalni in lokalni ravni, da bi se spopadli s tem vprašanjem. »Očitno se zdi, da voda teče iz pipe, a ni,« piše v poročilu. »Razpoložljivost vode za oskrbo s pitno vodo je pod pritiskom. Poleg tega se kakovost virov pitne vode zaradi onesnaževanja kmetijstva, industrije in gospodinjstev slabša. Vseh 10 podjetij piše, da morajo do leta 2030 proizvesti več pitne vode, da bi zadostili povpraševanju, in trdijo, da je treba proizvodnjo, čiščenje in distribucijo vode v prihodnjih letih povečati. Vlado pozivajo, naj olajša pridobivanje dovoljenj za črpanje vode in naj vlaga v nove tehnologije črpanja [11].



Analize

Na podlagi načrtov upravljanja povodij iz leta 2009 se zdi, da je kemična kakovost večine vodnih teles dobra. V omejenem številu vodnih teles so najvišje dovoljene meje še presegale omejeno število snovi, kot je kadmij. V večini vodnih teles je vodno življenje – rastline in živali, ki živijo v vodi in okoli nje – zmeroma dobro.

Kakovost vode za kopanje zaradi prisotnosti bakterij na približno 10 % lokacij ni zadostna. Poleg tega so nekatera majhna jezera med poletnimi vročinskimi valovi prizadeta z debelimi plavajočimi plastmi modrozelenih alg.

Da kakovost vode v mnogih primerih še vedno ni na ravni, ki bi si jo Nizozemci želeli imeti, opozarjajo predvsem spodnji pojavi:

1. Izpusti in razlivi odpadkov. Tudi po prečiščevanju so izpusti še vedno ena od vrst onesnaženja. Ob močnih padavinah včasih pride do poplave in prelivanja kanalizacije. Neočiščena kanalizacijska voda, ki se prelije, se nato prebije v jezera in reke.
2. Difuzno onesnaženje, ki postopoma kaplja v okolje. Snovi, kot so onesnaževala, ki jih najdemo v izpuhkih avtomobilov, padavine sperejo v vodo. To se imenuje difuzno onesnaženje. Gre za majhne vire onesnaževanja, ki se pojavljajo v velikem številu in imajo zato velik škodljiv vpliv na okolje.
3. Zapuščine iz preteklosti. Že dolgo onesnažena tla lahko po dolgi letih na določenih mestih začnejo ogrožati podtalnico.
4. Hranila in sredstva za zaščito rastlin. Prekomerna uporaba gnojila v kmetijstvu je pomemben vir dušika in fosfata v okolju. Svojo vlogo igrajo tudi izpusti iz tovarn in kanalizacije ter dušik iz izpušnih plinov [12].

KMETJE IN TRAJNOSTNO KMETIJSTVO NA NIZOZEMSKEM

Pred skoraj dvema desetletjema so se Nizozemci na državni ravni zavezali trajnostnemu kmetijstvu, načrte za prihodnost pa povzeli z geslom »Dvakrat več hrane s polovico manj virov«. Od leta 2000 so Van den Borne in drugi kmetje pri pridelavi ključnih poljščin za kar 90 % zmanjšali odvisnost od vode. Tako rekoč so povsem opustili rabo pesticidov v rastlinjakih, rejci perutnine in živine pa so porabo antibiotikov od leta 2009 zmanjšali za kar 60 %. Podatki o kmetijski pridelavi na Van den Borneovem posestvu pričajo o učinkovitosti »natančnega kmetovanja«, kakor mu pravijo. Nizozemska je po vrednosti izvoza drugi največji izvoznik hrane na svetu – več je izvozijo le ZDA, ki so po površini 270-krat večje. Kako neki je Nizozemcem to uspelo? Na podeželju se razprostirajo površine, ki so videti kot orjaška zrcala – podnevi se lesketajo v soncu, ponoči notranja razsvetljava oddaja srhljiv sij. To so sloviti nizozemski kompleksi rastlinjakov, največji med njimi so veliki kar 70 hektarov. Rastne razmere na teh kmetijah so pod skrbnim nadzorom. Univerzitetno in raziskovalnem središču v Wageningenu (WUR), 80 kilometrov jugovzhodno od Amsterdama, velja za vodilno ustanovo za kmetijske raziskave na svetu [27].

Predlogi nizozemske vlade za boj proti emisijam dušika nakazujejo radikalno zmanjšanje živine – ocenjujejo, da bodo morali zapreti 11.200 kmetij, še 17.600 kmetov pa bo moralo znatno zmanjšati število živine. Drugi predlogi vključujejo zmanjšanje intenzivnega kmetovanja in preusmeritev v trajnostne »zelene kmetije«. Kmetijstvo je odgovorno za skoraj polovico nizozemskih emisij dušika. Pralniki zraka in roboti za pometanje iztrebkov že delujejo v hlevih; čeprav se spodbujajo nagnjena tla, da zmanjšajo stik med gnojem in urinom, se v večini primerov še vedno srečata v kleti. Redčenje gnojila z vodo ali njegovo zakisanje, intenzivnejše izpuščanje krav na pašo in krma z manj beljakovinami lahko prav tako pomagajo zmanjšati škodljive pline. Toda same po sebi te nove tehnologije in prakse verjetno ne bodo dosegle ambicioznih

okoljskih ciljev. »Skladiščenje vode, ko je preveč dežja – v gosto poseljeni državi, kot je Nizozemska, lahko kmetom v prihodnosti zagotovi ogromne priložnosti za dodaten prihodek in delo.« [27]

Vodja oddelka za prehrano in kmetijstvo pri WWF (»World Wildlife Fund« oz. Svetovni sklad za prostoživeče živali) na Nizozemskem Natasja Oerlemans pravi, da vlada več let ni ukrepala na podlagi znanstvenih podatkov, kar pomeni, da so zdaj potrebni drastični ukrepi za reševanje tega vprašanja. Osredotočenost kmetijske industrije na povečanje produktivnosti živine, dodaja, je imela škodljiv vpliv na ekosistem [27].

Poleti 2022 so nizozemski kmetje prišli na svetovne naslovnice s protesti, na katerih so blokirali ceste, zažigali bale sena in odlagali gnoj na avtoceste. Proteste so sprožili vladni predlogi za boj proti onesnaževanju z dušikom, da bi prepolovili dušikove izpuste iz pognojenih tal. Prav tako bi morali zapreti 11.200 kmetij [14].

Vode na Nizozemskem prav tako beležijo prekoračitve pesticidov. Raziskava nizozemskega nacionalnega inštituta za javno zdravje in okolje (RIVM), objavljena leta 2021, je pokazala, da »ima ali bo imela trenutno ali v kratkem več kot polovica od 216 nizozemskih virov pitne vode težave s kakovostjo ali količino vode. V 135 virih pitne vode so našli snovi, ki onesnažujejo surovo vodo«.

Danes je voda na Nizozemskem zaradi visokotehnoloških sistemov za čiščenje varna za pitje. Toda prekoračitve hranil in pesticidov so škodljive za vodno življenje [13].

TRAJNOSTNI RAZVOJ

Leta 2014 so okoljevarstvene skupine sprožile sodni postopek, ki je prisilil vlado, da ukrepa in do konca leta 2020 zmanjša ravni emisij iz leta 1990 za 25 %. To je prvi primer podnebnih sprememb, ki je vlado prisilil k uveljavitvi podnebne politike [15].

Nizozemska vlada si torej prizadeva do leta 2030 zmanjšati emisije toplogrednih plinov za 55 % manj kot iz leta 1990, hkrati pa si skupaj z EU

prizadeva doseči ogljično nevtralnost do leta 2050. Nizozemska vlada je pripravila podnebni načrt, v katerem je določila ukrepe za doseganje ciljev. Aprila 2020 je tudi objavila sklop podnebnih politik, namenjenih zmanjšanju letnih emisij ogljika za skoraj 10 megaton. Več novih elektrarn na premog naj bi zaprli ali vsaj zmanjšali njihovo delovanje na minimalno zmogljivost. Nizozemska vlada bo financirala tudi tri milijarde evrov za subvencioniranje projektov, povezanih z obnovljivo energijo in trajnostno prenovom domov. Obstaja nizozemski nacionalni podnebni sporazum, ki z različnimi sektorji vsebuje dogovore o tem, kaj bodo storili za pomoč pri doseganju podnebnih ciljev. Sodelujoči sektorji so: elektroenergetika, industrija, gradbeništvo, promet, transport in kmetijstvo.

V spodnjih točkah je navedenih nekaj primerov, kjer lahko zelo lepo vidimo uveljavljanje trajnostnih pristopov na Nizozemskem [16].

1. Rotterdam in Utrecht sta strehe avtobusnih postajališč spremenila v zelene (sedaj so na strehah cvetlice in trava, da privabljajo čebele). V letu 2021 je bilo na Nizozemskem rekordno število čebel v zgodovini države.



2. Prepoved plastike za enkratno uporabo. To pomeni, da plastičnih ali delno plastičnih izdelkov, ki niso dovolj trdni za čiščenje in ponovno uporabo, ni več dovoljeno prodajati ali uporabljati.
3. Promocija solarne energije. Mestna občina Amsterdam želi v naslednjih sedmih letih 80 % svoje električne energije proizvesti iz obnovljivih virov. Mestna občina Amsterdam pravi: »Naš cilj je v Amsterdamu do leta 2030 zmanjšati emisije CO₂ za 55 % in do leta 2050 za 95 %. Pred letom 2040 bo mesto brez zemeljskega plina in čez 10 let bomo imeli cestni in vodni promet brez emisij. Leta 2050 bo Am-



sterdam »krožno« mesto, torej vse, kar se bo proizvedlo in porabilo, bo mogoče ponovno uporabiti. Prav tako želimo biti mesto, ki se dobro spopada z učinki podnebnih sprememb, kot so poplave, sušna obdobja in vročina, ter s spremembami biotske raznovrstnosti«.

4. Kmetovanje na mestnih strehah. V Rotterdamu se nahaja 1000 m² strehe DkAkker, kjer gojijo sadje, zelenjavo, užitno cvetje in čebelarijo. DakAkker je največja strešna kmetija na prostem na Nizozemskem in ena največjih v Evropi.



5. Kolesarjenje. Nizozemska je, kot je že znano, dežela koles. Mestna občina Rotterdam je opazila svoje pomanjkljivosti in si zdaj močno prizadeva narediti mesto, ki bo bolj primerno za kolesarjenje. To so storili s prilagoditvijo semaforjev tako, da so zelene luči na semaforjih za kolesarje pogostejše in tudi dlje časa prižgane.



6. Instaliranje več e-polnilnic za avtomobile. V Amersfoortu so uvedli sistem, da nikoli ne bo treba hoditi dlje kot 200–250 metrov od svojega doma, da bi našli električno polnilno mesto.



7. Inovacija: kolo, ki čisti smog iz zraka. Kolo med kolesarjenjem posrka onesnažen zrak, ga očisti in na plano spusti svež zrak. Zasnova prvega prototipa »Smog free bicycle« se zgleduje po ribi manti, ki filtrira vodo za hrano. Podobno deluje tudi kolo – s priklopno napravo na volanu kolesa filtrira zrak. Inovativno kolo vdihava onesnažen zrak, ga čisti in okoli kolesarja sprosti čist zrak. Namen je, da takšno kolo postane medij za ustvarjanje mest brez smoga in pripomore k ustvarjanju čistega zraka, dolgoročno pa stremijo k izdelavi na tisoče takšnih koles, da bi ustvarili večji vpliv na širši urbani ravni.



8. Prepoved avtomobilov na določenih mestnih območjih. Tako imenovani »milieuzones« (območja z nizkimi emisijami) obstajajo v 15 nizozemskih občinah in so namenjeni izboljšanju kakovosti zraka v mestih. V praksi to pomeni, da so v določenih delih vsakega mesta tovornjaki, avtobusi in včasih tudi dizelski avtomobili prepovedani.

POPLAVLJANJE

Zaradi visoke izpostavljenosti vodovjem in nizki nadmorski višini (več kot 50 % Nizozemske se nahaja pod morsko gladino) na Nizozemskem večkrat pride tudi do poplavljanj. Nizozemska ima dolgo zgodovino upravljanja z vodami in je pri katastrofah pogosto uspešna. Zaradi tega lahko svetu ponudi zgled za spoprijemanje s poplavami, sploh, ker bodo v prihodnosti ekstremne padavine zaradi podnebnih sprememb vse bolj pogoste. Nizozemska se je borila z morjem in rekami skoraj tisočletje. Tri velike evropske reke – Ren, Maas in Šelda – imajo svoje delte na Nizozemskem, in ker veliko ozemlja leži pod gladino morja, je po vladnih ocenah kar 60 % države v nevarnosti pred poplavami. Večji del ozemlja države se v bistvu potaplja. Infrastruktura za upravljanje z vodami je med najboljšimi na svetu – vključuje velike premične zidove, sipine na obalah, ki jih vsako leto utrdijo s približno 12 milijoni kubičnih metrov peska, in preproste ukrepe, kot so nasipi in širitev rečnih bregov. To, da je Nizozemska tako uspešna z upravljanjem z vodami, leži v dobri organizaciji. Infrastrukturo upravlja oddelek vlade – Generalni direktorat za javna dela in upravljanje z vodami, ki nadzira več kot 1500 kilometrov postavljenih obrambnih struktur. Nizozemcem grozijo poplave tako iz morja kot iz rek. Da bi ohranili nizko ležečo zemljo brez vode, uporabljajo nasipe; to so zidovi, ki so zgrajeni tako, da preprečijo vstop vode. Poleg nasipov uporabljajo stalno delujoče črpalke. Če bi se črpalke ustavile, bi voda sčasoma pronicala nazaj v nižinsko zemljo. Po hudi poplavi leta 1916 so z ogromnim nasipom zaprli del oceana. Zuid-erzee, zaliv Severnega morja, je povzročal številne poplave, zato so Nizozemci zgradili 32 km dolg nasip, da bi zaprli del Zuiderzeeja. Na tem mestu se sedaj nahaja največje sladkovodno jezero v zahodni Evropi, imenovano IJsselmeer. Druga strategija,

ki jo uporabljajo Nizozemci, se imenuje »prostor za vodo«. Z rekami upravljajo tako, da jim zagotovijo veliko ovinkov, saj lahko ravne reke tečejo prehitro in s tem hitro uničijo nasipe, kar pomeni, da imajo manj časa za odziv na poplave. V tem primeru ustvarijo tudi dva nasipa okoli ključnih vodnih poti – notranji nasip za normalne nivoje vode in zunanji nasip v primeru, da voda med poplavo preide notranji nasip. Poleg tega je ključni del nizozemske strategije ogromen niz ovir, ki zapirajo vodne kanale, če vodostaj naraste previsoko. Primer takšnega niza ovir je Maeslantkering [17].



Slika 10: Maeslantkering



Slika 11: IJsselmeer

Dva velika izziva, s katerima se Nizozemci soočajo zaradi višjih temperatur, ki jih povzročajo podnebne spremembe, sta dvig morske gladine in močnejša neurja. Nizozemci morajo pozorno spremljati dvig morske gladine, da bi zagotovili, da njihove ovire in sistemi zagotavljajo ustrezno zaščito.

Strokovno znanje o upravljanju voda, ki so ga Nizozemci pridobili skozi stoletja, bo postalo vedno bolj dragoceno, saj naraščajoča gladina morja in večje število poplav prizadenejo skupnosti po vsem svetu [18].

PREDNOSTI IN POMANJKLJIVOSTI RECIKLIRANJA NA NIZOZEMSKEM

Nizozemska je prva na svetu po stopnji ponovne uporabe materialov. S prvim mestom se lahko pohvali tudi pri ravnanju z odpadki, z drugim mestom pa po trajnosti prehranskega sistema. Država je popolnoma predana razvoju, ki naj bi služil kot model preostalemu svetu [36].

Nizozemska sodi med najuspešnejše države članice EU pri recikliranju odpadkov. Nizozemska državna sekretarka za arhitekturo in okolje Wilma Mansveld pravi, da je Nizozemska že vrsto let vodilna pri ravnanju z odpadki, saj se okoli 78 % nizozemskih odpadkov reciklira, 19 % pa se jih sežge. Le 3 % odpadkov grede na odlagališča, kar je zelo malo v primerjavi s povprečjem EU, ki znaša 40 %. Te številke poudarjajo zavezanost Nizozemske k recikliranju in odražajo dober poslovni načrt nizozemskih podjetij, ki so specializirana za ravnanje z odpadki. S pomočjo vzpodbud politike EU nenehno razvijajo in uvajajo nove tehnike ter metode recikliranja. Prizadevati si za boljše ravnanje z odpadki pomeni biti vedno na preži za novim razvojem in inovacijami.

Wilma Mansveld opredeljuje več razlogov za dobre rezultate in izkušnje pri ravnanju z odpadki na Nizozemskem, med najpomembnejše pa uvršča tesno sodelovanje med industrijskimi in lokalnimi ter pokrajinskimi in nacionalnimi organi. Na Nizozemskem priznavajo, da predstavlja sodelovanje ključni dejavnik učinkovitega ravnanja z odpadki. Drugi razlog pa je jasna delitev odgovornosti. Zakonodaja in nacionalni načrt ravnanja z odpadki jasno določata, kdo je odgovoren za kaj.

Tretji razlog za uspeh je, da so dokaj zgodaj uvideli pomen varovanja okolja in recikliranja. V poznih šestdesetih letih prejšnjega stoletja so ugotovili, da je onesnaženost okolja na Nizozemskem veliko hujša, kot so sprva domnevali. Rezultat tega je bila uvedba sektorske oz. področne zakonodaje, torej ločenih zakonov za vsako vrsto okoljskega problema.

Četrty razlog za nizozemski uspeh je koncept odgovornosti proizvajalcev, ki je bil uveden leta 1990. Odločili so se, pravi Mansveld, da morajo biti proizvajalci odgovorni za svoje izdelke tudi v fazi odpadkov, slednje je pozneje postalo pomemben instrument v nacionalni in mednarodni zakonodaji (npr. o avtomobilskih razbitinah in odpadkih električne ter elektronske opreme).

Nazadnje so imeli pomembno vlogo tudi finančni instrumenti, kot so primeri davkov na odlaganje odpadkov, odgovornost proizvajalcev za številne proizvode in različne stopnje davkov za zbiranje gospodinjskih odpadkov. Uvedba davka na odlagališča odpadkov leta 1995 je močno zmanjšala potrebo po odredbah in prepovedih o doseganju polne izkoriščenosti in zmogljivosti sežigalnic odpadkov. Na koncu so davek lahko odpravili, ker družbe za odlaganje odpadkov niso več potrebovale odvrčanja od odlaganja odpadkov na odlagališčih.

Na Nizozemskem gre le 3 % odpadkov na odlagališča, medtem ko se jih 78 % reciklira. Torej sežiganje ni glavna metoda obdelave. Kako je organizirana obdelava odpadkov, je odvisno od toka odpadkov. Trenutno je v javnih rokah 75 % zmogljivosti za odlaganje in 60 % zmogljivosti za sežiganje odpadkov. Mesto Amsterdam ima na primer svojo sežigalnico. Druge so v lasti skupin občin – na primer HVC, ki je v lasti 48 občin in šestih vodnih organov. Pokrajinske oblasti so glavni delničarji podjetij, kot je Attero. Kompostarne upravljajo tako javna kot zasebna podjetja, zasebna podjetja pa izvajajo večino reciklažnih dejavnosti: drobljenje in sortiranje gradbenih odpadkov, obdelavo in recikliranje stekla, papirja, kovin itd. Odvoz gospodinjskih odpadkov je v občinski pristojnosti. Lokalne oblasti odločajo, kako bodo odpadke zbirali in kdo (komunalna služba ali zasebno podjetje). Zbiranje vseh drugih odpadkov je odgovornost podjetij in industrij.

Mansveld pravi, da moramo na splošno spremeniti način razmišljanja o odpadkih in se premakniti v krožno gospodarstvo ter v zagotavljanje večje učinkovitosti virov. Poudarja tudi, da je ključni instrument nizozemske politike pri doseganju prehoda v krožno gospodarstvo program »Od odpadkov do surovine«. Krožno gospodarstvo pomeni doseči zaprto verigo, v kateri se stranke oz. deležniki med seboj poznajo, razumejo in medsebojno dopolnjujejo. Če torej proizvajalec cvetličnih lončkov želi uporabiti reciklirano plastiko, je za

tistega, ki reciklira plastiko, bistvenega pomena, da ve, kakšne zahteve mora izpolnjevati plastika; prav tako pa morajo tudi vse stranke, ki sodelujejo pri zbiranju in razvrščanju plastike, upoštevati te zahteve. Predpogoj krožnega gospodarstva torej predstavlja dobro sodelovanje vseh deležnikov v verigi – od recikliranja in ponovne rabe surovin. Glavni programski cilji programa »Od odpadkov do surovine« so oblikovanje zakonodajnih in finančnih instrumentov, ki podpirajo prehod v krožno gospodarstvo, spodbujanje recikliranja sekundarnih surovin ter ustvarjanje prostora za inovacije in rast. Pomemben cilj je povečati delež recikliranih gospodinjskih odpadkov s 50 % na 65 %. Na Nizozemskem vsak človek proizvede približno 500 kg odpadkov na leto. To je približno 1,5 kg odpadkov na dan. Drugi pomembni cilji, ki jih zasledujejo, so še: boljše zbiranje in recikliranje odpadne embalaže, predvsem plastike, ter omejevanje oziroma prepoved mikroplastike.

Naj povem, da sva s kolegico Nušo Dijak med bivanjem na Nizozemskem ugotovili, da recikliranje oz. ločevanje odpadkov na primarni ravni (v gospodinjstvih) ni bilo tako dobro organizirano oz. učinkovito, kot bi si glede na uspešne rezultate nizozemskega krožnega gospodarstva lahko predstavljali. V Amsterdamu, kjer je živela Nuša, so bili reciklažni kontejnerji za posamezne odpadke, kot so steklo in biološki odpadki, precej oddaljeni od bivališč ali celo odsotni. Ugotovili sva, da smo v Sloveniji glede recikliranja oz. ločenega zbiranja gospodinjskih odpadkov boljše organizirani kot na Nizozemskem. [31].

PEDAGOŠKI VIDIK NIZOZEMSKEGA TRAJNOSTNEGA RAZVOJA

Tauritz in Wals (2010) izpostavljata pomembnost večsmernega pristopa pri napredku trajnostnega razvoja na Nizozemskem. Tam obstajata dva neodvisna izobraževalna procesa, ki ju avtorja opredelita kot zeleni in sivi tok. Prvi se fokusira na ozaveščanje ljudi o naravi in na spoštovan-

je le-te, drugi pa na spreminjanje človekovega odnosa z namenom spopadanja z okoljskimi problemi. Postavljene smernice se ne obremenjujejo s specifičnimi okoljskimi problematikami in načini izvajanja izobraževalnih programov, ki bi služili ozaveščanju, ampak predvsem s pomembnostjo aktivnega vključevanja ljudi. Izpostavljata, da je ključ do uspeha, da so vsi glasovi slišani in upoštevani. Pomembno je vključevanje manjšin in otrok, pri tem slednji niso nikoli zapostavljeni, ampak so smatrani kot pomemben del družbe, ki ima svoj glas. S tem namenom je nastalo veliko število izobraževalnih programov s ciljem čim večjega vključevanja mladih in otrok v skrb za okolje. Avtorja uporabljata graf, ki sta ga pripravila Wals in Jickling leta 2008, za opredelitev različnih izobraževalnih programov za mladino. Graf jima pomaga programe razdeliti v štiri kvadrante – načine poučevanja, in sicer med avtoritativne in vključevalne ter med transmisivne in transformativne. Programi se tako spopadajo z enakimi problemi na različne načine, do tega pride zaradi vključevanja organizacij in posameznikov na različnih nivojih – lokalnih, državnih in mednarodnih. Ključno je najti načine, ki omogočajo, da so vsi lahko vključeni in sodelujejo ter skupaj stremijo k istemu cilju.

Kratek sprehod po nedavni nizozemski zgodovini sodelovanja otrok začnemo v zgodnjem 20. stoletju oz. leta 1926 z ustanovitvijo šole *Workplace Children's Community School*, ki jo je ustanovil nizozemski izobraževalni reformator Kees Boeke (1884–1966). Osrednji koncepti te šolske skupnosti, ki še danes cveti, temeljijo na sodelovanju učiteljev in učencev kot enakovrednih partnerjev in na njihovi dejavni vključenosti ter pobudah, ki prispevajo k skupnim ciljem [33, str. 251].

Martinus Langeveld, profesor pedagogike, ki je bil med letoma 1939 in 1972 povezan z Univerzo v Utrechtu, je bil še posebej vpliven pri preusmerjanju izobraževanja k samouresničevanju [33, str. 251-252]. Cilj vzgoje je bil po Langeveldu pomagati otrokom, da postanejo zreli in neodvisni s postavljanjem jasnih meja, znotraj katerih se postopoma naučijo prevzemati večjo odgovornost za svoja dejanja in postanejo bolj samoodločni ter odgovorni.

Konvencija Združenih narodov o otrokovih pravicah (UNCRC ali CRC) iz leta 1989, ki jo je nizozemska vlada ratificirala leta 1995, opredeljuje državljanske, politične, ekonomske, socialne in kulturne pravice otrok. Agenda 21, akcijski pro-

gram Združenih narodov, ki je izšel na srečanju vrha o Zemlji v Riu leta 1992, poudarja vlogo mladit in otrok v trajnostnem razvoju in izobraževanju kot sredstvu za uveljavljanje trajnostnega načina življenja. [33, str. 252].

V zadnjem desetletju 20. stoletja se je na nizozemskem pojavila previdna težnja k bolj pozitivnemu pristopu pri udeležbi otrok – pristopu, v katerem so osrednja točka postale njihove lastnosti in sposobnosti, ne pa njihove težave in pomanjkljivosti. Zdi se, da se ta vzorec nadaljuje v 21. stoletju. Leta 2007 se je Nizozemski inštitut za razvoj kurikulumov odzval na zahtevo nizozemskega Ministrstva za izobraževanje, kulturo in znanost z objavo svojega pogleda na odnos med učenjem za trajnost in izobraževanjem. Ena od ugotovitev poročila je, da je trajnostni razvoj nemogoč brez sodelovanja državljanov, vključno z otroki [33, str. 252].

Danes obstaja na stotine projektov in programov v formalnem in neformalnem izobraževanju, ki poskušajo nizozemsko mladino vključiti v vprašanja trajnosti. Te programe je mogoče razvrstiti na različne kvadrante vzdolž kontinuuma, ki sta ga opisala Wals in Jickling. Nekateri so po naravi, oblikovanju in namenu precej instrumentalni, drugi so zelo emancipatorni, nekateri pa ležijo nekje vmes [33, str. 252]. Med tovrstne programe sodi tudi fundacija »Ohranjajmo čisto Nizozemsko« (»Stichting Nederland Schoon«), ki podpira občine in šole v boju proti uličnim odpadkom in po Wals in Jicklingovi klasifikaciji sodi v I. kvadrant (transmisivni in avtoritarni načini sodelovanja) [27, str. 253]. Projekti okoljskega izobraževanja, zasnovani v nizozemskem okviru »Šole za trajnost« (Scholen voor Duurzaamheid), sodijo v II. kvadrant (participatorni in transmisivni načini sodelovanja). Izobraževanje je namenjeno otrokom v srednjih šolah, v sklopu katerega obravnavajo aktualna družbena vprašanja v zvezi s trajnostjo [33, str. 254].

Nizozemska zgodovina okoljske vzgoje in sodelovanja mladih ponuja bogato sliko različnih interpretacij in manifestacij okoljske vzgoje ter njenega mlajšega sorodnika »učenja za trajnostni razvoj«. Zdi se, da trenutni politični okvir v sklopu »učenja za trajnostni razvoj« ustvarja prostor in dejavno podpira bolj emancipatorne pristope, ki pri spodbujanju trajnosti v nizozemski družbi poudarjajo sodelovanje več deležnikov [33, str. 256].

ZAKLJUČEK

V tutorski skupini za Umetnost in družbene vede smo naš projekt naslovili *Trajnostna, zelena in vodovarstvena mesta prihodnosti: primer Nizozemske* (2022/23) in na osnovi dosedanjega raziskovanja nizozemskih pristopov k trajnostni zeleni in vodovarstveni infrastrukturi prišli do zanimivih ugotovitev.

Sklenemo lahko, da nizozemska vlada in lokalne oblasti veliko pozornosti namenjajo trajnostnemu razvoju in v proces oblikovanja trajnostnih rešitev in zelene politike vključujejo vse družbene deležnike, predvsem stroko, šole in lokalno skupnost. Mestna občina Groningen sledi trendom številnih nizozemskih mest in želi postati trajnostna, zelena in zdrava občina, zato svoje občane/-ke aktivno spodbuja k sodelovanju pri načrtovanju zelenega urbanega razvoja z različnimi pobudami, kot npr. »Izruvajte ploščice in posadite« [22].

Ugotovili smo tudi, da so bili v preteklosti nizozemski kanali uporabljeni kot odlagališča in kanalizacija ter da je raziskava v letu 2018 pokazala, da so bili vzorci vode v štirih kanalih v Amsterdamu pozitivni na norovirus tipa 1 in rotavirus. Trenutno se v Amsterdamu uvaža program, imenovan *Amsterdamska vodna vizija 2040* (»Watervisie Amsterdam 2040«). Raziskali smo številne organizacije in inovativne projekte, povezane z zagotavljanjem čistoče nizozemskih kanalov in več namenskosti vodnih površin, in ugotovili, da so tovrstni projekti pri uresničevanju svojih ciljev zelo uspešni. Primera dobre prakse sta organizacija *Plastic Whale* in projekt *Roboat*. Glede na dejstvo, da je kar 26 % nizozemskega ozemlja pod morsko gladino, smo se posvetili proučevanju različnih rešitev, ki so povezane s poplavljanjem, kot je na primer gradnja peščenih nasipov in morskih zidov. Ugotovili smo, da je v nizozemskih vodovjih zaradi dviga temperatur jezer vedno bolj ogrožena vodna biodiverzitet. Spoznali smo, da visoka hitrost naraščanja temperature vode v jezerih mnogim vrstam onemogoča prilagoditev ali selitev (več kot sto vrst ptic). Številnim rastlinskim in živalskim vrstam na Nizozemskem tako grozi izumrtje, kar bo posledično najverjetneje povzročilo zmanjšanje raznolikosti vrst.

Nizozemska je v samem svetovnem vrhu pri ob-

likovanju in implementaciji trajnostnih politik, kar se vidi v obsežnosti udejanjenih trajnostnih rešitev, vse od solarne in vetrne energije, odlične kolesarske kulture in infrastrukture, zelenih urbanih površin in arhitekture do inovativnih rešitev na področju poplavljanja oz. vodne infrastrukture, krožnega gospodarstva, recikliranja surovin ter trajnostne kmetijske politike.

Ukvarjali smo se tudi s vprašanjem o tem, koliko nizozemskih rešitev bo sčasoma mogoče prenesti na druge dele sveta – tudi v Slovenijo, to seveda ostaja odprto vprašanje. Veliko je odvisno od vizije, sodelovanja in iskanja sistemskih trajnostnih rešitev politik na svetovni, državni in lokalni ravni ter od financiranja, pripravljenosti in zmožnosti ljudi, da vlagajo v potrebno trajnostno infrastrukturo za zaščito svoje prihodnosti. Nad vse pomembno pri ozaveščanju, izobraževanju ter oblikovanju trajnostnih projektov se nam zdi multidisciplinarno sodelovanje in povezovanje strokovnjakov iz različnih disciplin, tako naravoslovnih kot tudi družboslovnih, saj bomo le tako lahko k trajnostnim rešitvam pristopili celostno in s tem pomagali oblikovati »novo« trajnostno miselnost tudi pri mlajših generacijah. Predvsem se nam zdi pomembno, da z interdisciplinarnimi iniciativami in projekti ozaveščamo ter približamo pomen zelene prihodnosti že predšolskim otrokom. Razmisliti je dobro tudi o korakih, ki jih lahko naredimo že sami na mikroravni in tako prispevamo k skupnemu dobremu ter naredimo korak bližje k trajnostim rešitvam (ustvarjanje zelenih površin okoli bivalnih površin, hoteli za žuželke, urbani vrtovi, zelene strehe, zbiranje deževnice ipd.). Medtem ko se danes svet med drugim sooča tudi z ljudmi in politiki, ki zanikajo učinke podnebnih sprememb, imajo Nizozemci po zaslugi tisočletnega strokovnega znanja, pridobljenega v boju z naraščajočimi morskimi vodami, drugačno miselnost, ki je predvsem plod povezovanja državnega z lokalnimi okolji in številnimi izobraževalnimi projekti ter iniciativami na mikroravni.

Radi bi opozorili tudi na malo temnejšo plat proizvodnje obnovljivih virov energije oz. zelene tranzicije, saj so za izdelavo npr. solarnih panelov, vetrnih turbin in električnih avtomobilov potrebne nekatere redke surovine (minerali in kovine, kot so litij, cirkonij, grafit, tantal, baker itd.), ki se jih pridobiva pretežno v državah globalnega juga, kot so Čile, Bolivija, Kitajska, Indonezija, Mongolija, Avstralija, Demokratična republika Kongo in druge. Vse večje povpraševanje po redkih surovinah ima

v teh državah uničujoče posledice za tamkajšnje naravno okolje in zdravje ljudi, saj težki industrijski obrati za obdelovanje surovih in njihovo izkopavanje na izkopih in rudnikih s svojimi neprečiščenimi odpadnimi vodami neposredno ogrožajo celotne naravne habitate. Delavci v industrijskih obratih pogosto delajo brez vsakršne zaščite, okoljski kmetje so povsem nemočni, nekatera področja na severu Kitajske (pridobivanje grafita in litija) in Čile (izkopavanje bakra) so povsem opustošena, ljudje morajo zaradi pritiskov oblasti v želji po velikih gospodarskih zaslužkih in težnje po gospodarski nadvladi molčati oz. so utišani. Nikakor si države globalnega severa ne smejo dovoliti, da se njihova zelena tranzicija oz. trajnostni razvoj dogaja na plečih držav in ljudi iz držav v razvoju oz. globalnega juga. V kolikor se bo to dogajalo, bo to pomenilo, da smo eno obliko opustošenja našega planeta le menjali z drugo obliko, torej bo onesnaževanje s fosilnimi gorivi zamenjalo onesnaževanje s pridobivanjem in predelovanjem redkih kovin in mineralov. Slednje ravno tako povzroča kontaminacijo okolja, vode in zraka s težkimi in radioaktivnimi kovinami ter neposredno vpliva na zdravje ljudi. Poleg tega nekateri znanstveniki opozarjajo, da je recikliranje »zelenih odpadkov«, kot so npr. obrabljene vetrne turbine in solarni paneli, zelo težko. Na področju zelene tranzicije sveta tako ostaja še veliko odprtih in nerešenih vprašanj. Za resnično zeleno tranzicijo in rešitev našega planeta bi bilo dobro, če bi težnje sodobnih držav po globalni gospodarski in ekonomski rasti ter velikih zaslužkih zamenjali z drugačno miselnostjo, ki bo temeljila na zmanjšanju produkcije energije in izčrpanja surovin [34].

Viri in literatura

[1] Wintle, M. J., Vincent, P.F., Werkman, E. (2023). Britannica: *Amsterdam*. <https://www.britannica.com/place/Amsterdam>

[2] Amsterdam canal cruises. (n. d.). *History of Amsterdam: from swamps to the Golden Age*. <https://amsterdamcanalcruises.nl/blog/history-of-amsterdam/>.

[3] Dixon, S. (2022). Dutch review: *Swimming in Amsterdam's canals: what you need to know*.



<https://dutchreview.com/culture/swimming-in-the-canals-in-amsterdam/>

[4] Kaplan, D. (2018). World Economic Forum: *These boats are using tourists to clean up Amsterdam's canals*. <https://www.weforum.org/agenda/2018/04/you-can-fish-plastic-from-amsterdams-canals-on-this-eco-boat-tour>

[5] Desai, K. (2019). Dutch review: *Roboats are coming to the Amsterdam canals! What are they and why are we so excited?* <https://dutchreview.com/culture/innovation/roboats-are-coming-to-the-amsterdam-canals-what-are-they-and-why-are-we-so-excited/>

[6] Roboat (n. d.). *How can we serve the city?* <https://roboat.org/use-cases/>

[7] Climate Change Post (n. d.). *Netherlands*. <https://www.climatechange-post.com/netherlands/biodiversity/>

[8] ANP. (2022). NL Times: *Dutch economy causing €40 billion in damage to biodiversity: ABN Amro*. <https://nltimes.nl/2022/12/02/dutch-economy-causing-eu40-billion-damage-biodiversity-abn-amro>

[9] Teoh, B. (2022). Impakter: *Netherlands Now Facing Drought After Centuries of Fighting Too Much Water*. <https://impakter.com/netherlands-now-facing-drought-after-centuries-of-fighting-too-much-water/>

[10] Zhong, G. (2022). The New York Times: *They're 'World Champions' of Banishing Water. Now, the Dutch Need to Keep It*. <https://www.nytimes.com/2022/10/10/climate/netherlands-drought-climate-change.html>

[11] Watts, J. (2018). The Guardian: *Water shortages could affect 5bn people by 2050, UN report warns*. <https://www.theguardian.com/environment/2018/mar/19/water-shortages-could-affect-5bn-people-by-2050-un-report-warns>

[12] Government of the Netherlands. (b. d.). Water management. <https://www.government.nl/topics/water-management/water-quality/towards-better-water-quality>

[13] Zero Water. (2022). *Glyphosate in tap water*. <https://www.zerowater.eu/glyphosate-the-con->

[roversial-pesticide-that-pollutes-drinking-water-and-divides-science/](https://www.zerowater.eu/glyphosate-the-controversial-pesticide-that-pollutes-drinking-water-and-divides-science/)

[14] Corder, M. (2022). PBS: *Dutch farmers dump manure, garbage on roads to protest planned emission reductions*. <https://www.pbs.org/news-hour/world/dutch-farmers-dump-manure-garbage-on-roads-to-protest-planned-emission-reductions>

[15] Mulhern, O. (2020). Earth.Org: *Netherlands – Ranked 13th in the Global Sustainability Index*. https://earth.org/global_sustain/netherlands-ranked-13th-in-the-global-sustainability-index/

[16] Moltubak, J. (2022). Dutch review: *17 ideas that make the Dutch sustainability super-heroes*. <https://dutchreview.com/culture/sustainable-dutch-ideas/>

[17] Kottasova, I., Krever, M. (2021). N1 SLO: *Poplave so zahtevale skoraj 200 živiljenj. Zakaj smrti ni bilo na Nizozemskem?* <https://n1info.si/novice/svet/poplave-so-zahtevale-skoraj-200-ziviljenj-zakaj-smrti-ni-bilo-na-nizozemskem/>

[18] Kraft, L. (b. d.). Wilderness Classroom: *The Clever Dutch and How They Manage Water*. <https://wildernessclassroom.org/clever-dutch-manage-water/#:~:text=To%20protect%20their%20country%20from,dikes%2C%20barriers%2C%20and%20pumps.&text=The%20Dutch%20are%20threatened%20by,built%20to%20keep%20water%20out>

[19] *Cities and climate changes*. (b. d.), Pridobljeno 3.2.2023, iz <https://www.unep.org/explore-topics/resource-efficiency/what-we-do/cities/cities-and-climate-change>

[20] Grant, L. (2010). *Multi-Functional Urban Green Infrastructure* (Informativno poročilo). Kraj: Združeno kraljestvo

[21] Klimp, D. (2022). *Advancing Green Cities – Through Participation* (raziskovalna študija). Kraj: Groningen

[22] *Geemente Groningen*. (b. d.). Pridobljeno 15.1.2023, iz <https://gemeente.groningen.nl/contact>

[23] *Creating a Sustainable Future For All*. (b. d.).



Pridobljeno 17.1.2023, iz <https://investinholland.com/why-invest/sustainable-future/>

[24] Holligan, A. (2022). *Why Dutch farmers are protesting over emissions cuts*. Pridobljeno 1.3.2023, iz <https://www.bbc.com/news/world-europe-62335287>

[25] Viviano F. (2017). *Nizozemsko trajnostno kmetijstvo: več z manj*. Pridobljeno 2.2.2023, iz <https://www.nationalgeographic.si/nizozemsko-trajnostno-kmetijstvo-vec-z-manj/>

[26] *Amsterdam opened a new bicycle parking facility, underwater!* (2023). Pridobljeno 5.3.2023, iz <https://bicycledutch.wordpress.com/2023/02/01/amsterdam-opened-a-new-bicycle-parking-facility-underwater/>

[27] *NDSM Wharf, Amsterdam*. (2023). Pridobljeno dne 11.3.2023, iz <https://www.amsterdamtips.com/ndsm-wharf-amsterdam>

[28] *Watersquare Benthemplein: Rotterdam*. (b.d.). Pridobljeno 7.3.2023, iz <https://www.urbanisten.nl/work/benthemplein>

[29] *First Full-scale Water Square Opens in Rotterdam*. (2014). Pridobljeno 7.2.2023, iz <https://stormwater.wef.org/2014/03/first-full-scale-water-square-opens-rotterdam/>

[30] *The Most Sustainable Floating Neighborhood in Europe: About Schoonschip*. (2019). Pridobljeno 8.2.2023, iz <https://schoonschipamsterdam.org/en/>

[31] *Waste recycling in the Netherlands: analysis of the success*. (b.d.). Pridobljeno 5.3.2023, iz https://www.assises-dechets.org/IMG/pdf/IntwEn_Mansveld.pdf

[32] *ELA: Emiel Lamers Architectures*. (b.d.). Pridobljeno 2.2.2023, iz <http://www.architectures.nl/about>

[33] Tauritz, R. in Wals, A. E. J. (2010). *A history of environmental education and youth participation in the Netherlands*. Pridobljeno 25.5.2023, iz https://www.researchgate.net/publication/41182716_A_history_of_environmental_education_and_youth_participation_in_the_Netherlands

[34] *The Big Problem with Renewable Energy*.

(2021). Pridobljeno 11.6.2023, iz <https://www.youtube.com/watch?v=6zVTTDesT24&t=1466s>

[35] *GEMET*. (2021). Pridobljeno 13.6.2023, iz <https://www.eionet.europa.eu/gemet/sl/concept/3007>

[36] Recter, G. (2022). *Sustainable future in the Netherlands*. Pridobljeno 17.1.2023, iz <https://auren.com/int/blog/sustainable-future-in-the-netherlands/>



O INŠTITUTU ASEF

ASEF je organizacija, ki si prizadeva za obogatitev slovenskih izobraževalnih prizadevanj in spodbujanje sodelovanja med slovenskimi znanstveniki po vsem svetu. Smo neodvisna neprofitna organizacija, katere namen je zagotavljati spodbudno okolje za kroženje možganov, s čimer lajšamo povezovanje talentov z domačimi državami po vsem svetu. ASEF je bil ustanovljen leta 2014 v San Franciscu, ZDA, s strani spoštovanega profesorja Jureta Leskovca, doktorja znanosti, in patra Petra Rožiča, namestnika direktorja Evropskega socialnega centra v Bruslju. Dve leti kasneje je bila v Ljubljani ustanovljena podružnica - Inštitut ASEF za izobraževanje in raziskovanje, s so-ustanovitelji, doktorjem Juretom Leskovcem iz Stanforda, doktorjem Andrejem Košmrljem iz Princetona in doktorico Marinko Žitnik iz Harvarda. ASEF se je razširil in zdaj vključuje več kot 150 raziskovalnih mentorjev iz različnih znanstvenih področij. Ti mentorji igrajo ključno vlogo pri izvajanju naših štipendijskih programov, v katere se je do danes vključilo več kot 200 talentiranih mladih posameznikov in posameznic.



Leta 2020 smo v štipendijske programe uvedli tutorstvo, po vzoru Univerze v Oxfordu in Univerze Harvard. V programe smo uspeli vključiti več kot 150 mentorjev, slovencev in slovenk, ki svojo znanstveno odličnost kažejo na prestižnih univerzah po vsem svetu. Poleg naših programov štipendiranja smo globoko zavezani popularizaciji znanosti prek serij predavanj, podcastov in bralnih krogov. Poleg tega ASEF organizira konference, simpozije in različne kampanje za ozaveščanje o sodelovanju in raziskovalnih priložnostih med Slovenijo in drugimi državami. Zavezani smo k izboljšanju izobraževalnega in raziskovalnega okolja ter prispevanju k znanstveni odličnosti Slovenije, krepitvi mladih znanstvenikov in spodbujanju povezav znotraj globalne akademske skupnosti.

Več o nas preberite na uradni spletni strani www.asef.net.





več kot

200

Mladih
štipendistov



več kot

150

Mentorjev



več kot

100

Dogodkov za
popularizacijo
znanosti



10+

Raziskav na področju
kroženja možganov



5+

Organiziranih
odmevnih znanstvenih
simpozijev



3+

Leta uspešne izvedbe
ASEF tutorskega
programa





Zbornik, ki ga držite v rokah, razkriva razmišljanja ASEF štipendistov o izzivih trajnostnega razvoja, ki so jih pripravili v okviru programa ASEF tutorstva. Program tutorstva ponuja edinstveno priložnost za akademski in osebni napredek študentov po zgledu univerz Oxford in Cambridge.

Zbornik ponuja vpogled v široko paleto tem, ki segajo od pristranskosti v umetni inteligenci do trajnostnih rešitev pri načrtovanju mest in okolja. Prispevki odražajo širino in globino akademskega raziskovanja ASEF štipendistov ter ponujajo premislek o rešitvah za aktualne družbene izzive. Izzive, ki zahtevajo meddisciplinarno sodelovanje, ki lahko vodi k resničnim, trajnostnim spremembam.

Naj vam zbornik služi kot vir navdiha za razmišljanje o trajnostni prihodnosti.



asef.net