

STRATEŠKO PREDVIDEVANJE ZELENE IN DIGITALNE TRANSFORMACIJE V PERSPEKTIVI NAJBOLJŠIH RAZPOLOŽLJIVIH TEHNOLOGIJ

ŠPELA KAJZER,^{1,2} ANJA ŠKETA,^{3,4} MELANI POTRČ,²
KLEMEN TRŠINAR,² ALENKA BREZAVŠČEK,¹
DRAGO BOKAL^{2,3,4}

¹ Univerza Maribor, Fakulteta za organizacijske vede, Kranj, Slovenija
spela.kajzer1@um.si, alenka.brezavscek@um.si

² Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Maribor, Slovenija
melani.potrcl@um.si, klemen.trsinar@student.um.si, drago.bokal@um.si

³ Inštitut za matematiko, fiziko in mehaniko, Ljubljana, Slovenija
anja.sketa@imfm.si

⁴ DataBitLab d.o.o., Maribor, Slovenija
anja.sketa@databitlab.eu, drago.bokal@databitlab.eu

Prispevek naslavlja tematiko zelene in digitalne transformacije v luči Strategije prilagajanja EU podnebnim spremembam, s ciljem, da bo do leta 2050 EU postala družba, odporna na podnebne spremembe. Zelena transformacija po Seviljskem procesu opredeljuje najboljše razpoložljive tehnike (Best Available Techniques, BAT) za vrsto industrij. Dolgoročno bodo morali vsi industrijski deležniki dosegati parametre, opredeljene z BAT referenčnimi dokumenti (BAT Reference Documents, BREFs). Ti določajo učinkovitost porabe virov ali omejujejo izpuste in druga okoljska bremena. V prispevku predstavimo različna znanstvena in strokovna orodja za pomoč podjetjem pri zelenem in digitalnem prehodu ter si ogledamo stanje izobraževanja na tem področju. Pri tem se osredotočimo predvsem na rabo teorije Foresight. Podrobneje predstavljamo inovacijo BAT Inkubator. Ta vzpostavlja poslovne procese uporabe razvitega zrelostnega modela, ki vrednoti zrelost poslovnih subjektov glede komponent zelenega in digitalnega prehoda. Že razviti in objavljeni model je bil preizkušen na pilotnem vzorcu 35 različnih podjetij. Inovacija kombinira znanja, posredovana z učnimi enotami v zelenem in digitalnem naboru UM (UEZDN) in učinkovit vpogled v kazalnike BREF s poslovnimi procesi podjetij in s tem gradi most med znanji univerze in poslovnim svetom. Podjetja opolnomoči za konkurenčen zeleni in digitalni prehod ob hkratnem usposabljanju študentov, da tovrstna znanja prinesejo v podjetja.

DOI
[https://doi.org/
10.18690/um.fov.2.2025.30](https://doi.org/10.18690/um.fov.2.2025.30)

ISBN
978-961-286-963-2

Ključne besede:
zelena transformacija,
strateški foresight,
najboljše razpoložljive
tehnologije,
zrelostni modeli,
digitalna transformacija

DOI
https://doi.org/
10.18690/um.fov.2.2025.30

ISBN
978-961-286-963-2

STRATEGIC FORESIGHT OF GREEN AND DIGITAL TRANSFORMATION IN THE PERSPECTIVE OF BEST AVAILABLE TECHNOLOGIES

ŠPELA KAJZER,^{1,2} ANJA ŠKETA,^{3,4} MELANI POTRČ,²
KLEMEN TRŠINAR,² ALENKA BREZAVŠČEK,¹
DRAGO BOKAL^{2,3,4}

¹ University of Maribor, Faculty of Organizational Sciences, Kranj, Slovenia
spela.kajzer1@um.si, alenka.brezavscek@um.si

² University of Maribor, Faculty of Natural Sciences and Mathematics, Maribor, Slovenia
melani.potrcl@um.si, klemen.trsinar@student.um.si, drago.bokal@um.si

³ Institute of Mathematics, Physics and Mechanics, Ljubljana, Slovenia
anja.sketa@imfm.si

⁴ DataBitLab d.o.o., Maribor, Slovenija
anja.sketa@databitlab.eu, drago.bokal@databitlab.eu

Keywords:

green transition,
strategic foresight,
best available techniques,
maturity models,
digital transition

The paper addresses the topic of green and digital transformation in light of the EU Strategy on Adaptation to Climate Change by aiming for a climate-resilient EU by 2050. This includes adapting to the unavoidable consequences of climate change, which are already being observed. The green transformation, according to the Seville Process, defines the Best Available Techniques (BAT) for various industries. In the long term, all industrial stakeholders will likely need to meet BAT Reference Document (BREF) standards, ensuring resource efficiency and limiting environmental burdens. The paper presents scientific and professional tools supporting businesses in this transition and assesses education in the field, with a focus on Foresight theory. A key innovation introduced in the paper is the BAT Incubator, which establishes business processes for implementing a developed maturity model. This model evaluates the maturity of business entities concerning components of the green and digital transition. This model, already published and tested on 35 companies across sectors, integrates educational modules from UM (UEZDN) with BREF analysis and business processes. By bridging university expertise with industry needs, the initiative enhances companies' competitive sustainability while training students to apply these competencies in businesses.



1 Uvod

V zadnjih letih smo priča ekstremnim vremenskim pojavom in zviševanju povprečnih temperatur ozračja kot posledice tople grede na zemljini površini. Do tega je vodilo preveliko izkoriščanje neobnovljivih virov energije in posledično velike količine izpustov toplogrednih plinov ter splošno onesnaževanje tal, zraka in vode. Države članice EU so z ratifikacijo Pariškega sporazuma sklenile, da želijo prekiniti trend naraščanja povprečne temperature zraka in za cilj postavile, da se globalno segrevanje zameji na +1,5 °C v primerjavi s predindustrijsko ravno. Temu cilju sledi tudi Evropski zeleni dogovor, ki se je začel izvajati v letu 2019. Sestavljen je iz svežnja pobud, ki so usmerjene v zeleni prehod in bodo prispevale k uresničitvi glavnega cilja, da do leta 2050 EU postane prva podnebno nevtralna družba (Evropska komisija, 2019). Februarja 2021 je Evropska komisija sprejela novo Strategijo prilagajanja EU podnebnim spremembam. Ta je eden od ključnih ukrepov, opredeljenih v evropskem zelenem dogovoru. Z njo se udejanja dolgoročna vizija, po kateri bo EU do leta 2050 postala družba, odporna na podnebne spremembe in s tem prilagojena neizogibnim posledicam sprememb podnebja, ki jih že zaznavamo. Štirje glavni cilji strategije so pametnejše, hitrejše, bolj sistemsko in mednarodno usklajeno prilagajanje na podnebne spremembe (EU Adaptation Strategy, 2021).

Če je vsem skupno okolje in z njim podnebje prvo pomembno povezano področje, je drugo pomembno gonilo sprememb digitalizacija. Tehnologije, ki omogočajo zbiranje in obvladovanje zgodovinsko neslutnih količin podatkov o procesih, njihovo avtomatizirano obdelavo v realnem času in njihovo uporabo za upravljanje procesov, so v zadnjem desetletju ali dveh prodrle v vsak vidik poslovnih procesov. Domeno obvladuje nekaj svetovnih gigantov, tehnoloških podjetij, ki ustvarjajo platformsko ekonomijo in se jim na področju ni niti smiselno niti mogoče izogniti. Vseeno pa je treba za uspešno rabo te tehnologije za vodenje lastnih poslovnih procesov pridobiti nova znanja, zbirati in ustrezno deliti nove podatke in prilagoditi poslovne procese, da bodo omogočali in postopoma vključevali najprej podatkovno gnano preverjanje intuitivnega odločanja in kasneje intuitivno preverjanje podatkovno gnanega odločanja (Bokal et al., 2024).

Kot odziv na izzive, povezane z digitalizacijo, je Evropska komisija vpeljala podatkovno strategijo, Akt o podatkih, ki je stopila v veljavo januarja 2024 in katere slogan je 'Making the EU a role model for a society empowered by data'. S tem je

implementirala nova pravila o dostopnosti podatkov v vseh ekonomskih sektorjih Evropske unije. Ta pravila naslavljajo legalne, ekonomske in tehnične težave, ki pripeljejo do neučinkovite izrabe podatkov. Odprava ali vsaj zmanjšanje teh težav predvideva znatno povečanje GDP-ja za vse članice EU do leta 2028 (EU Data act, 2022).

Tekom članka predstavimo že znane strokovne in znanstvene pristope, ki pomagajo pri učinkoviti digitalni in zeleni transformaciji, pri čemer upoštevamo različne vidike. V drugem razdelku si ogledamo vidik izobraževanja in doprinosa znanosti v zeleni in digitalni transformaciji. Vidik gospodarstva predstavimo v tretjem razdelku, kjer podrobneje predstavimo BAT tehnologije ter metodologijo strateškega Foresight-a za podjetja v luči zelene in digitalne transformacije. Zadnji razdelek služi kot most med obema vidikoma, v njem pa predstavimo našo inovacijo BAT inkubator ter nakažemo smer nadaljnjega razvoja.

2 Podporni strokovni in znanstveni pristopi za učinkovito zeleno in digitalno transformacijo

Kot omenjeno uvodoma, so na Pariškem sporazumu o podnebnih spremembah 2015 sodelujoče države med drugim zastavile cilj rasti temperature do leta 2100 za maksimalno 1,5 °C. Zadnje projekcije predvidevajo precej večji dvig temperatur, zaradi česar se je urgentnost naslavljanja podnebnih sprememb povečala. Kljub temu ostaja trajnost zelo slabo zastopana tema v znanosti. Zato je avgusta 2023 United Nations General Assembly (UNGA) deklariral obdobje 2024-2033 kot "Mednarodno desetletje znanosti za trajnostni razvoj". Pod vodstvom UNESCO je to desetletje namenjeno povrnitvi zaupanja v znanost, vzpodbujanju kritičnega mišljenja in povečanju mednarodnega sodelovanja na področju znanosti.

2.1 Metodologije in okvirji za podporo razvoja in vpeljave tehnoloških inovacij

Glavni doprinos znanosti k zelenemu in trajnostnemu razvoju je sodelovanje z gospodarstvom in inoviranje tehnoloških rešitev, ki bi temu pomagale. V prispevku torej razmišljamo o vlogi znanosti v družbi, podobno, kot smo v prispevku (Bokal et al., 2024) razmišljali o vlogi energetike v družbi.

Prehod na zeleno in trajnostno gospodarstvo je mogoč z inovativnimi tehnološkimi rešitvami, ki bi imele sorazmerno nizek strošek vpeljave in visoko učinkovitost. Predlogov za takšne inovacije je veliko, vendar se vse ne bodo izkazale kot učinkovite pri reševanju problemov, za katere so bile razvite. Zaradi kompleksnosti inovacij in omejenih virov je nujno slediti in preverjati, katere izmed njih bodo prestale preizkus časa in se uveljavile na trgu in katere bodo propadle. Med pomembnejše teste preživetja uvrščamo teorijo odločanja in evolucijsko teorijo iger. Stanje razvoja tehnoloških rešitev lahko vrednotimo z zrelostnim modelom Technology Readiness Levels (TRL), ki uporablja 9 stopenjsko lestvico: Osnovni principi – opaženi in zabeleženi, oblikovan (ne) tehnološki koncept, eksperimentalna ali analitična potrditev koncepta, potrditev tehnologije v laboratorijskem okolju, potrditev tehnologije v primerljivem (ustrezno oblikovanem) okolju, demonstracija tehnologije v primerljivem (ustrezno oblikovanem) okolju, demonstracija prototipa tehnološkega sistema v operativnem okolju, tehnološki sistem dokončan in preverjen, tehnološki sistem preizkušen v operativnem okolju. Slednjega je Evropska komisija povzela po zrelostnih modelih, ki so jih razvili pri NASI in nadgradila za potrebe projektov Horizon Europe. TRL se uporablja za spremljanje celotnega cikla inovacije.

Z vzpenjanjem po TRL lestvici se vpliv odločitev, ki jih sprejemamo, veča. Ne le z vidika vpliva na zeleno in digitalno transformacijo podjetja, pač pa tudi z vidika rabe finančnih in časovnih virov. Zato so orodja, ki nam pomagajo sprejemati odločitve, ki bodo projekt/razvoj tehnologij pripeljale do končnih uporabnikov, zelo dobrodošla.

Predstavimo še dve orodji, ki nam olajšata sprejemanje odločitev. Kot pomoč pri soočanju z odločitvenimi miljeji različne predvidljivosti posledic in stopnje znanja je Snowden uvedel taksonomijo miljejev odločanja in jo poimenoval **Cynefin**. Model odločitvene miljeje razdeli v pet domen: kaotično, kompleksno, zahtevno, enostavno in zmedo (Snowden, 2007; French, 2017; Fic Žagar et al., 2021; Bokal et al., 2024). Za modeliranje po Cynefin modelu predlaganih procesov sprejemanja odločitev lahko uporabimo **univerzalni model procesa**. Diagram univerzalnega modela procesa nam omogoča prepoznavo agentov in aktivnosti našega problema. Kaotično realnost s pomočjo tega modela opremimo z natančno opredeljenimi, po matematično, dobro definiranimi koncepti. Ti koncepti omogočajo razpravo, razmislek o posledicah in preverjanje ponovljivosti posledic odločitev agentov. Zato

lahko v skladu s Cynefin kategorijami odločitvenih miljejev rečemo, da s koncepti univerzalnega modela opremljena kaotična realnost postane kompleksen odločitveni milje.

Poglejmo, kako nam orodje Cynefin lahko pomaga pri odločanju ob vpeljavi novih tehnologij v podjetje. V kolikor vpeljujemo v podjetje tehnologijo na stopnji tehnološke zrelosti 8-9, bomo v enostavnem miljeju, saj je bil tehnološki sistem dokončan in preverjen bomo tehnologijo uporabljali preko infrastrukture, ki jo vzdržuje ponudnik te rešitve. V tem primeru uporabljamo proces zaznaj-kategoriziraj-reagiraj. Torej sledimo receptom ali navodilom, ki jih je pripravil ponudnik tehnologije. Z zniževanjem zrelosti tehnologije, ki jo želimo vpeljati v podjetje, bodo posledice dejanj ali odločitev vedno manj predvidljive. Če vpeljujemo tehnologijo, katere prototipi je bila potrjena ali demonstrirana v željenem okolju (TRL 5/6/7), bo podjetje moralo pripraviti strokovno analizo o izkušnji uporabe tehnologije v realnih procesih, da bo lahko predvidelo posledice izbrane odločitve na vse deležnike procesa. V tem primeru se nahajamo v zahtevnem miljeju, kjer uporabljamo proces zaznaj-analiziraj-reagiraj. Pri vpeljevanju tehnologij na srednji tehnološki stopnji zrelosti med okoli 4/3 ali 5/4 se bomo znašli v kompleksnem miljeju. Razvoj na tej stopnji namreč terja usklajevanje konceptov in vmesnikov med njimi, vzpostavljanje in opazovanje sodelovanja in reakcij med deli sistema ipd. To pomeni, da bo v podjetju potrebno pridobiti znanje, kako koncepte, ki so se razvili v tehnologijo povezati v enovit, delujoč sistem in s tem nadgraditi do vsaj TRL 6, ki bo omogočala nadaljnjo uporabo. Pridobljeno znanje bo pomagalo pri tem, da bodo posledice uporabe tehnologije in z njo povezanih odločitev postale predvidljive. V tem miljeju uporabljamo proces poskusi-opazuj-reagiraj. Ko se podjetje prvič spušča v razumevanje principov BAT tehnologij, bo vstopilo v kaotični milje, saj še nikoli ni bilo v tej situaciji. Spoznati bo moralo vrsto novih konceptov, povezanih z regulatornimi dokumenti in razpoložljivimi tehnologijami, ter te koncepte povezati s tistimi, ki jih že uporabljajo v svojih procesih. V tem primeru uporabimo proces ukrepaj-opazuj-reagiraj, ki nam omogoča, da odkrivamo, opredeljujemo, usklajujemo nove koncepte. Ti postanejo temelj stabilnosti, s katerim lahko pojasnujemo posledice odločitev ali dejanj.

Vsa omenjena orodja lahko apliciramo na več inovacij, ki podpirajo zeleni prehod, s področja fizike, ohranjanja biotske raznovrstnosti, gradbeništva in medicine.

2.2 Foresight in trajnosti razvoj

Foresight in trajnostni razvoj sta povezana že od začetka sedemdesetih let, ko se je prvič oblikoval koncept trajnostnega razvoja z napovednimi analizami, kot so Meadowsova poročila in različna poročila projekta Interfutures, Organizacije za gospodarsko sodelovanje in razvoj (OECD) (Meadows, 1972; Andersson, 2019). V hitro spreminjajočem se svetu je razmišljanje o prihodnosti vse pomembnejše. Napovedovanje, predvidevanje in oblikovanje scenarijev pa otežujeta negotovost in kompleksnost: od meteoroloških do političnih ali družbenih vidikov je razvoj kompleksnih sistemov mogoče predvideti le do določene mere. V obdobju okoljske krize so dolgoročne napovedi pogosto problematične in lahko vodijo v pesimizem (United Nations, 2023).

Pristopi teorije Foresight omogočajo aktivno vključevanje državljanov in deležnikov v razprave o prihodnjih trajnostnih načinih življenja. Ta participativna metoda spodbuja vključevanje in skupno odločanje, kar je ključno za razvoj trajnostnih praks v izobraževanju in širše (Mao et al., 2020). "Futures thinking" (razmišljanje o prihodnosti) in teorija Foresight sta tesno povezana koncepta, ki vključujeta predvidevanje in načrtovanje možnih prihodnjih scenarijev. "Futures thinking" razumemo kot sposobnost zamišljanja in premisleka o različnih možnih prihodnostih, medtem ko teorija Foresight definira strukturiran proces, ki to razmišljanje uporablja za oblikovanje strategij in sprejemanje odločitev (Fuller & Loogma, 2009). Rhisiart et al. (2015) trdijo, da uporaba Futures thinking v procesih teorije Foresight izboljšuje učenje in kognitivne sposobnosti, kar posameznikom in organizacijam omogoča boljše razumevanje in odzivanje na prihodnje izzive. Foresight procesi, podprti z uporabo Futures thinking, so ključni za strateško načrtovanje in upravljanje, zlasti pri reševanju kompleksnih vprašanj, kot so podnebne spremembe in trajnostni razvoj (Vervoort & Gupta, 2018; Bezold, 2010).

2.3 Izobraževanje za trajnostni razvoj

Pomembno je poudariti, da je izobraževanje po naravi usmerjeno v prihodnost, vendar je ta povezava pogosto implicitna (Poli, 2021). V izobraževanju o trajnosti pa je ta odnos bolj izrazit: na primer, evropski okvir trajnostnih kompetenc GreenComp izpostavlja "vizualizacijo trajnostnih prihodnosti" kot ključno trajnostno kompetenco (Laherto et al., 2023). Po definiciji kompetence vizualizacije

trajnostnih prihodnosti v okviru GreenComp to področje vključuje sistemsko in kritično razmišljanje, pismenost o prihodnosti, raziskovalno razmišljanje, oblikovanje problemov in politično avtonomijo. Po drugi strani pa je trajnost osrednje vprašanje tudi v literaturi o izobraževanju na področjih teorije Foresight (na primer Häggström & Schmidt, 2021).

Zelo je razširjeno prepričanje, da so takšne miselne spretnosti nujne: poročilo UNESCO (2017) o izobraževanju za cilje trajnostnega razvoja poudarja potrebo po sistemskem razmišljanju, predvidevanju, normativni refleksiji, sodelovanju, kritičnem razmišljanju, samozavedanju in reševanju problemov. Združujoč te kompetence UNESCO (2017) ugotavlja, da so za prihodnost potrebne miselne spretnosti tiste, ki razumejo kompleksnost, sprejemajo negotovost, ocenjujejo posledice, postavljajo pod vprašaj normativnost in sodelujejo pri ustvarjanju boljših rešitev za trajnostno izobraževanje (Hyypä et al., 2024).

2.4 Izobraževanje za Foresight

V luči prej omenjenega se zdita teorija Foresight in "Futures thinking" ključni orodji pri obravnavi trajnostnega razvoja v procesu izobraževanja, saj omogočata predstavo možnih prihodnosti in sprejemanje informiranih odločitev tako študentom, kot tudi profesorjem. Ta pristop poudarja participativne procese, ki vključujejo raznolike deležnike in s tem izboljšujejo izobraževalno izkušnjo z integracijo različnih perspektiv. Uporaba teorije Foresight v izobraževalnih okoljih izpostavlja pomen usklajevanja kurikulumu s cilji trajnostnega razvoja. Osebe teh ustanov izkazuje močno zavezanost k spodbujanju trajnostnega razvoja, kar nakazuje, da lahko izobraževalni okviri s pomočjo metodologij iz teorije Foresight izboljšajo svoj vpliv na družbo (Koivunen et al., 2024).

Do sedaj je bilo izobraževanje na področju teorije Foresight obravnavano skozi perspektivo razvijanja večšin za oblikovanje prihodnosti. Levrini et al. (2021) so proučevali vidike izobraževanja, usmerjenega v prihodnost, ki se osredotoča na organizacijo obstoječega znanja, imaginacijo prihodnosti ter dinamično in zavestno gibanje v prostoru in času prihodnosti (Tasquier et al., 2019). V okviru istega mednarodnega raziskovalnega projekta o poučevanju in razvoju sposobnosti razmišljanja o prihodnosti so Bol et al. (2023) oblikovali smernice za spodbujanje Futures thinking metod v razredu, ki vključujejo nenehno spreminjanje, refleksijo o

pomenu časa, sprejemanje negotovosti in dvoumnosti, spodbujanje dolgoročnega in systemskega razmišljanja ter radovednosti, razvijanje imaginacije in odprtosti misli, zavestno razumevanje vpliva odločitev ter aktivno sodelovanje pri soustvarjanju prihodnosti. Rasa et al. (2023) so nadalje raziskovali večšine razmišljanja o prihodnosti skozi prizmo tehnologij in avtonomije, pri čimer so primerjali statične in transformacijske prihodnosti ter proučevali, kako študenti dojemajo in obravnavajo kompleksne družbene spremembe v prihodnosti.

Dejstvo, mimo katerega ne moremo, je, da se v Podonavski regiji soočamo s pomanjkanjem znanja in strokovnjakov na področju foresighta, ki bi bili ustrezno usposobljeni za strateško načrtovanje in obvladovanje prihodnjih izzivov. Pomanjkanje sistematičnih pristopov k prepoznavanju trendov in oblikovanju dolgoročnih strategij ovira učinkovito odzivanje na spremembe ter omejuje razvoj inovativnih rešitev v regiji. S tega naslova zelo pozitivno iniciativo predstavlja projekt ForeDanube, ki ga vodi Univerza v Mariboru v sodelovanju z mednarodnimi partnerji (<https://interreg-danube.eu/projects/foredanube/about-us>). Cilj projekta je spodbujati ozaveščenost o foresight metodah ter krepitev zmogljivosti za strateško načrtovanje v regiji. V sklopu projekta bodo razviti izobraževalni programi in orodja, kar bo omogočilo bolj inovativno in trajnostno prihodnost regije.

3 Zelena in digitalna transformacija ter gospodarstvo

3.1 Vloga BAT tehnologij za zeleno in digitalno transformacijo gospodarstva

Rešitev in pomemben korak k uresničitvam ciljev in zavez evropskega zelenega dogovora predstavljajo tudi vpeljava najboljših razpoložljivih tehnik (Best Available Techniques, BAT) v vse gospodarske panoge. BAT so najučinkovitejše tehnološke rešitve, ki omogočajo doseganje celostnega varstva okolja ter so ekonomsko in tehnično razvite do stopnje, ko je njihova vpeljava v gospodarstvu izvedljiva. BAT so tako rešitve, ki s tehnološkimi in organizacijskimi ukrepi omogočajo zmanjšanje negativnega odtisa na okolje s karseda majhnimi finančnimi vložki (Dijkmans, 2020). BAT je utemeljen z BAT referenčnimi dokumenti, ki jih Gospodarska zbornica Slovenije definira kot zbrane informacije o stanju tehnik na določenem področju, ki so jih prispevali strokovnjaki iz industrije, predstavniki upravnih organov držav članic, raziskovalne ustanove in nevladne organizacije. Vsebina teh dokumentov je

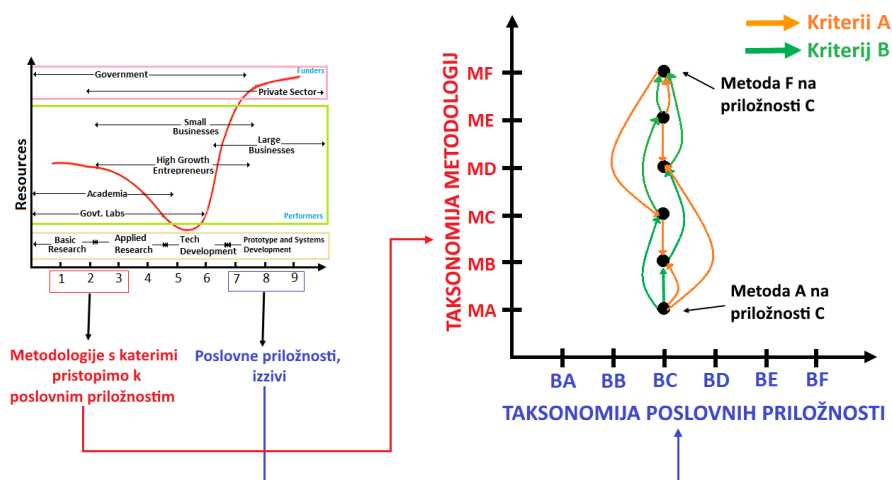
dinamična in se obnavlja približno vsakih 10 let, pri čemer se posodablja z novimi tehnikami in zajema vse širši nabor vidikov vplivov na okolje (SVO - Služba za varstvo okolja, n. d.). Obstajata dve vrsti BREF dokumentov, in sicer sektorski, ki je namenjen posameznim sektorjem, in horizontalen, ki ga uporablja več sektorjev (Laforest, 2014).

Uporaba BAT tehnologij za pridobitev okoljevarstvenih dovoljenj v državah članicah EU je obvezna. To soglasje sicer potrebujejo samo veliki onesnaževalci in je opredeljeno z Zakonom o varstvu okolja (ZVO-2, 2022). Ta pravi, da je okoljevarstveno dovoljenje potrebno pridobiti za obratovanje naprav ali za vsako večjo spremembo v obratovanju, če se v njej izvajajo dejavnosti, ki povzročajo emisije v zraku, vodi ali tleh in so zanje predpisane mejne vrednosti emisij (Volfand, 2018). Vpeljava BAT tehnologij v podjetje na začetku zahteva pregled in klasifikacijo vseh poslovnih priložnosti podjetja, kjer je uporaba BAT tehnologij možna oziroma analizo, če uporaba teh tehnologij podjetju prinesla pozitivne učinke. Ti učinki se lahko odražajo v optimiziranih procesih podjetja ali celo v večjih prihodkih ali nenazadnje v dobičku. Orodje, ki nam pri tem lahko pomaga, so učni prostori, ki nam omogočajo strukturiran pregled nad vsemi možnimi BAT tehnologijami, s katerimi se moramo spoznati. Učni prostori so strukture znanja, ki vsebujejo množici znanj in stanj ter zadostijo pogoju dostopnosti in konsistentnosti znanja (Falmagne & Doignon, 2010). Pogoj dostopnosti nam pove, da se vedno lahko priučimo manjkajočih znanj, da iz trenutnega stanja dosežemo zeleno stanje. Pogoj konsistentnosti pa nam pove, da se lahko vedno naučimo nekaj novega, tudi če znamo več.

V našem primeru bi učni prostor BAT tehnologij v množici znanj imel vse obstoječe BAT tehnologije, množica stanj pa vse možnosti, ki povedo, kako se spoznati z vsako izmed teh tehnologij. Ker pa naš cilj ni učenje vseh razpoložljivih BAT tehnologij, moramo za vpeljavo teh v podjetje imeti tudi učni prostor vseh poslovnih priložnosti, ki jih želimo nasloviti z BAT tehnologijami. V tem primeru lahko s pomočjo kriterijev, ki minimizirajo ali maksimizirajo rezultate izbranih metodologij ali tehnologij na izbranih poslovnih priložnostih, analiziramo učinek vpeljav izbranih BAT tehnologij v podjetje. Kot prikazano na desni strani slike 1, lahko naredimo produkt učnega prostora metodologij ali tehnologij in učnega prostora poslovnih priložnosti ter nanj za vsako poslovno priložnost apliciramo različne kriterije. Kadar se kakšna metodologija oziroma tehnologija ne more uporabiti na izbrani poslovni

priložnosti, bo to vidno iz rezultata, saj tega ne bo, torej nanj ne bomo mogli aplicirati izbranega kriterija. S pomočjo izbranih kriterijev lahko izberemo metodo oz. tehnologijo, ki je najbolj primerna za izbrano poslovno priložnost, na takšen način, da bo podjetje imelo pozitiven učinek z uvajanjem izbrane tehnologije.

Ob tem moramo imeti v mislih, da so tehnologije in metodologije navadno na nizkih stopnjah tehnološke zrelosti, medtem ko so poslovne priložnosti na visokih stopnjah tehnoloških zrelosti, kot je prikazano na sliki 1 na levi strani. Večino sredstev podjetja in države vlagajo v obe strani tako imenovane doline smrti, zato se moramo potruditi, da le to presežemo, če želimo te tehnologije uporabiti v podjetjih in investirati v njihov razvoj, da bodo prišle do višjih stopenj tehnološke zrelosti (Bokal & Goričan, 2017).



Slika 1: Dolina smrti med metodologijami na nizkih stopnjah tehnološke zrelosti in med poslovnimi priložnostmi na visokih stopnjah tehnoloških zrelosti

Vir: Bokal & Goričan, 2017

3.2 Foresight v gospodarstvu

V tem segmentu se osredotočamo na strateški Foresight, ki vključuje razumevanje prihodnosti in uporabo vpogledov, usmerjenih v prihodnost, za strateške dejavnosti organizacije in procese odločanja. Strateški Foresight pomeni opazovanje,

zaznavanje in zajemanje dejavnikov, ki bodo verjetno povzročili prihodnje spremembe, ter obravnavanje teh sprememb z določitvijo ustreznih organizacijskih odzivov (Iden et al., 2017). V splošnem strateški Foresight obsega šest korakov: (i) določitev obsega; (ii) zbiranje vhodnih podatkov; (iii) analiziranje signalov; (iv) interpretacijo informacij; (v) določanje ukrepov; in (vi) implementacijo rezultatov (Cook et al., 2014).

Strateški Foresight je ključno orodje za organizacije, ki si prizadevajo krmariti skozi kompleksnost trajnostnega razvoja s predvidevanjem prihodnjih izzivov in priložnosti. Ta pristop omogoča podjetjem in vladam sprejemanje informiranih odločitev, ki so usklajene s cilji trajnostnega razvoja. Haarhaus in Liening (2020) opredeljujeta strateški Foresight kot niz tehnik in aktivnosti, ki krepijo dinamične zmožnosti organizacij za obstanek v negotovih in spreminjajočih se okoljih.

Za reševanje problemov okoljskega upravljanja sta najpogosteje uporabljeni metodi Foresight-a skeniranje obzorja (angl. horizon scanning) in načrtovanje scenarijev(angl. scenario planning). Navadno se ti metodi uporabljata ločeno in ne kot del celovitega procesa strateškega Foresight-a, čeprav pogosto neformalno zajemata več kot enega od prej omenjenih šestih korakov strateškega Foresight-a (Cook et al., 2014).

Horizon scanning je definiran kot sistematično iskanje potencialnih groženj in priložnosti, ki so trenutno slabo prepoznane (Sutherland & Woodroof, 2009). V okviru literature o Foresight-u je metoda opisana kot orodje za zbiranje in organiziranje različnih tokov informacij za prepoznavanje nastajajočih vprašanj ter boljše razumevanje že identificiranih vprašanj (Amanatidou et al., 2012).

Scenario planning metoda je definirana kot "orodje za urejanje lastnega dojetja alternativnih prihodnjih okolij, v katerih bi se lahko odvijale odločitve" (Schwartz, 1997). Gre za orodje Foresight-a, ki se uporablja za interpretacijo informacij, pri čemer se opira na široko bazo znanja in jasno razumevanje dejavnikov sistema ter trendov, ki se vzpostavijo med procesom Foresight-a (Cook et al., 2014). To je sistematična metoda za ustvarjalno razmišljanje o dinamiki sistema, ki lahko privede do različnih možnih prihodnosti (Peterson et al., 2003) in kako te različne prihodnosti vplivajo na trenutne odločitve (Schoemaker, 1995).

Z uporabo teh orodij strateški Foresight pomaga spremljati obstoječe okoljske probleme, prepoznavati nastajajoče grožnje in preverjati odpornost obstoječe politike podjetja. Ker trajnost postaja sestavni del strateškega načrtovanja, se te metode vse pogosteje uporabljajo za izboljšanje procesa sprejemanja odločitev in dolgoročne krepitve zmogljivosti.

V študiji, ki sta jo izvedla Haarhaus in Liening (2020), je bilo ugotovljeno, da ima strateški Foresight pomemben vpliv na strateško fleksibilnost podjetja, kar je sposobnost organizacije, da se odzove na pomembne spremembe v svojem zunanjem okolju s prerazporeditvijo potrebnih virov. Tako lahko menedžerji, ki se intenzivno ukvarjajo s strateškim Foresight-om, povečajo prilagodljivost in odzivnost svojega podjetja s hitrim prepoznavanjem ter odzivanjem na spremembe v okolju. Poleg tega je bila tekom študije ugotovljena močna povezava med strateškim Foresight-om in racionalnostjo odločitev. Zato se zdi, da je strateški Foresight ustrezen pristop za obvladovanje naraščajoče dvoumnosti in kompleksnosti informacij, saj izboljšuje kakovost razprav in sprejemanja odločitev.

4 BAT inkubator

BAT inkubator je inovacija, ki jo je v sodelovanju s FNM UM razvilo podjetje DataBitLab d.o.o. Inovacija implementira in razvija zrelostni model, ki ocenjuje zrelost poslovnih procesov v kontekstu učinkovitosti in prizadevanj za podnebno nevtralnost, pri čemer črpa navdih iz zaveze EU k doseganju podnebne nevtralnosti do leta 2050. Zrelostni model tako podjetjem nudi vpogled v zrelost podjetij na področju zelene in digitalne preobrazbe ter samih poslovnih procesov, hkrati pa prepoznava povezavo med zrelostjo poslovnih procesov in trajnostnim razvojem za doseganje ciljev podnebne nevtralnosti. Razviti model, ki vključuje pet nivojev zrelosti in združuje različne standarde ISO, je bil preizkušen na pilotnem vzorcu 35 podjetij iz različnih sektorjev in velikosti. Vsako podjetje je bilo razvrščeno v enega od definiranih zrelostnih nivojev (Potrč et al., 2023). Ta zrelostni model se v procesih BAT inkubatorja uporabi kot osnova za identifikacijo poslovnih, tehnoloških in razvojno-raziskovalnih priložnosti, ki jih podjetju ponuja uvajanje najboljših tehnologij v poslovne procese.

4.1 Implemetacija Foresight-a za nadaljnji razvoj BAT inkubatorja

Razvoj BAT direktiv v prihodnosti bo odvisen tako od političnih strategij kot tudi od vodilnih organov v gospodarstvu. V nadaljnjem razvoju BAT inkubatorja bomo uporabili orodja teorije Foresight, da s pomočjo iskanja ravnovesja med interesi gospodarstvenikov in politikov predvidevamo stanje in razvoj BAT v prihodnosti. Vključitev Foresight-a v BAT inkubator bo omogočila proaktivno načrtovanje in razvoj najboljših razpoložljivih tehnik (BAT) na podlagi dolgoročnih trendov, scenarijev in tehnoloških inovacij. Pri identifikaciji ključnih megatrendov in disruptivnih tehnologij s ciljem prepoznavanja tržnih, okoljskih, tehnoloških in regulativnih trendov, ki bodo vplivali na BAT tehnologije, lahko uporabimo različne metode teorije Foresight, kot na primer Horizon scanning in Delphi metodo. Za razvoj prihodnjih scenarijev za industrijsko uporabo BAT tehnologij lahko poleg metode Horizon scanning uporabimo tudi načrtovanje na podlagi scenarijev (angl. Scenario-driven roadmapping) ali analizo navzkrižnega vpliva (angl. Cross-impact analysis). Foresight metode lahko poleg omenjenega implementiramo tudi na drugih stopnjah razvoja BAT inkubatorja, kot na primer testiranje in validacija inovativnih rešitev.

4.2 Tveganja in pasti nepremišljene implementacije zelenih tehnologij

BAT inkubator opozarja tudi na možne probleme prenačljene implementacije zelenih tehnologij. Konkretno si lahko ogledamo primer Taluma, ki je po implementaciji vrste zelenih inovacij za proizvodnjo aluminija (Talum d.d., 2024) zaradi neobvladljivih sprememb na trgu energentov postal nekonkurenčen, politično-poslovno okolje pa ni znalo izkoristiti zelene prednosti procesov podjetja, kar je vodilo v poslovno odločitev ukinitve proizvodnje primarnega aluminija. S tem je na izgubi tako lokalno gospodarstvo, ki je primorano aluminij pridobivati drugje,, kot tudi zeleni napredek, saj ima komercialno konkurenčen primarni aluminij bistveno višji ogljični odtis. Nenazadnje velike negativne posledice občutijo sami delavci, ki izgubijo zaposlitev. Primer nakazuje, da je potrebno zelene tehnologije uvajati ob temeljitem premisleku o poslovnih tveganjih tovrstnih procesov in sprotnem razvoju varovalk pred tovrstnimi tveganji

Kot drugi primer prenagljene in morda tudi preveč rigorozne implementacije zelene transformacije lahko omenimo primer cementarne Salonit Anhovo, ki je že dalj časa tarča kritik nevladnih organizacij zaradi onesnaževanja okolja. Za cementarne-sosežigalnice odpadkov s proizvodno zmogljivostjo, kot jo dosegajo v Anhovem, je Evropska komisija izdala priporočila o najboljših razpoložljivih tehnologijah BAT. Lokalni regulatorni procesi so dosegli, da je lokalna regulativa uzakonila delovanje sosežigalnic odpadkov po kazalnikih BAT za sežig odpadkov. Ob polnem zavedanju kompleksnosti problematike ne želimo polemizirati z zagotovo temeljito pretehtanimi argumenti, ki so pripeljali do tega rezultata. Gotovo pa je, da se v tem primeru ponuja priložnost za izboljšavo tehnoloških, komunikacijskih in razvojno-raziskovalnih procesov, ki bi pomagali preseči konflikt v skupnosti, ki po eni strani živi od podjetja, po drugi strani pa v okolju trpi posledice njegove dejavnosti. BAT inkubator želi ozaveščati o omenjenih problemih in jih presegati s pomočjo sodelovanja poslovne in akademske sfere, k čemur usmerjajo tudi ESRS standardi trajnostnega poročanja.

5 Zaključek

V prispevku smo predstavili različna znanstvena in strokovna orodja za pomoč podjetjem pri zelenem in digitalnem prehodu; zrelostni model TRL, taksonomijo miljejev odločanja Cynefin, univerzalni model procesa in teorijo Foresight-a. Ta znanstvena in strokovna orodja nam pomagajo pri obvladovanju kompleksnih situacij, predvidevanje prihodnjih razvojnih trendov in sprejemanje informiranih odločitev v vse bolj negotovem okolju. Z integracijo matematičnega razmišljanja s strateškim predvidevanjem izboljšujemo našo sposobnost reševanja raznolikih izzivov trajnostnega razvoja in digitalne preobrazbe.

Pomen teh pristopov je v njihovi zmožnosti povezovanja teorije in prakse. Teorija Foresight omogoča proaktivno načrtovanje, Cynefin nudi prefinjeno razumevanje različnih problematičnih domen, univerzalni procesni model pa zagotavlja sistematičen pristop k optimizaciji procesov. Skupaj tvorijo celovit nabor orodij za politike, raziskovalce in gospodarstvenike, ki si prizadevajo za trajnostno in tehnološko napredno prihodnost.

Učinkovitost omenjenih orodij temelji na zmožnosti prilaganja kontekstu in interdisciplinarnem sodelovanju. Prihodnje raziskave bi bile lahko usmerjene v integracijo teh okvirjev z novimi tehnologijami, kot so umetna inteligenca in napredna analitika podatkov, kar smo nakazali z inovacijo BAT inkubator.

Literatura

- Amanatidou, E., Butter, M., Carabias, V., Könnölä, T., Leis, M., Saritas, O., ... & Van Rij, V. (2012). On concepts and methods in horizon scanning: Lessons from initiating policy dialogues on emerging issues. *Science and Public Policy*, 39(2), 208-221.
- Andersson, J. (2019). The future of the Western world: the OECD and the Interfutures project. *Journal of Global History*, 14(1), 126-144.
- Bezold, C. (2010). Lessons from using scenarios for strategic foresight. *Technological Forecasting and Social Change*, 77, 1513-1518. <https://doi.org/10.1016/J.TECHFORE.2010.06.012>
- Bokal, D., & Gorican, A. (2017). Operations research as the bridge over technological valley of death. *SOR'17 Proceedings*, 73.
- Bokal, D., Salobir, U., Kremelj, V., Papič, I., Jaklič, K., Šmon, I., Kajzer, Š., Hrast, M. (2024). Vloga elektroenergetike v družbi. V: Šprajc, P. (ur.), et al. 43th International Conference on Organizational Science Development : Green and Digital Transition - Challenge or Opportunity : conference proceedings = 43. mednarodna konferenca o razvoju organizacijskih znanosti = konferenčni zbornik = zeleni in digitalni prehod - izziv ali priložnost. 43th International Conference on Organizational Science Development, March 20 - 22, 2024, Portorož. 1st ed. Maribor: University of Maribor, University Press, Str. 121-141, ilustr. ISBN 978-961-286-842-0. <https://press.um.si/index.php/ump/catalog/book/860>. [COBISS.SI-ID 200752131]
- Bol, E., Laherto, A., Levrini, O., Erduran, S., Conti, F., Tola, E., Troncoso, A., Tasquier, G., Rasa, T., & Pucetaite, R. (2023). Future-oriented science education manifesto. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.7519150>
- Cook, C. N., Inayatullah, S., Burgman, M. A., Sutherland, W. J., & Wintle, B. A. (2014). Strategic foresight: how planning for the unpredictable can improve environmental decision-making. *Trends in ecology & evolution*, 29(9), 531-541.
- Dijkmans, R. (2000). Methodology for selection of best available techniques (BAT) at the sector level. *Journal of Cleaner Production*, 8/1, 11-21. doi: 10.1016/S0959-6526(99)00308-X.
- EU Adaptation Strategy. (b.d.). https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/eu-adaptation-policy/strategy/index_html
- UNESCO. (2017). Education for Sustainable Development Goals : Learning Objectives. <https://www.unesco.org/en/articles/education-sustainable-development-goals-learning-objectives>
- European Commission: Directorate-General for Communication. (2022). Data Act : the path to the digital decade. Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2775/98413>.
- Falmagne, J. C., & Doignon, J. P. (2010). Learning spaces: Interdisciplinary applied mathematics. Springer Science & Business Media.
- Fic, P., Bregant, T., Perc, M., Gorican, A., Jakulin, A., Žibert, J., Zaplotnik, Ž., Batista, M., Leskovar, M., Stožer, A., Leskošek, B., & Bokal, D. (2021). COVID-19 vigilance: towards better risk assessment and communication during the next wave. In P. Šprajc, A. Žnidaršič, D. Maletič, D. Tomič, N. Petrovič, O. Arsenijević, U. Vincenzo, & Y. Ziegler (Eds.), 40th International Conference on Organizational Science Development: values, competencies and changes in organizations (pp. 199–217). University of Maribor, University Press. <https://doi.org/10.18690/978-961-286-442-2>

- French, S. (2017). Cynefin: uncertainty, small worlds and scenarios. *Journal of the Operational Research Society*, 66, 1635-1645.
- Fuller, T., & Loogma, K. (2009). Constructing futures: A social constructionist perspective on foresight methodology. *Futures*, 41, 71-79.
- Haarhaus, T., & Liening, A. (2020). Building dynamic capabilities to cope with environmental uncertainty: The role of strategic foresight. *Technological Forecasting and Social Change*, 155, 120033.
- Häggröm, M., & Schmidt, C. (2021). Futures literacy—to belong, participate and act!: an educational perspective. *Futures*, 132, 102813.
- Iden, J., Methlie, L. B., & Christensen, G. E. (2017). The nature of strategic foresight research: A systematic literature review. *Technological Forecasting and Social Change*, 116, 87-97.
- Koivunen, T., Konst, T., & Friman, M. (2024). Building a sustainable future: ideas and perceptions of university staff. *foresight*, 26(2), 241-252.
- Laforest, V. (2014). Assessment of emerging and innovative techniques considering best available technique performances. *Resources, Conservation and Recycling*, 92, 11-24. doi: 10.1016/j.resconrec.2014.08.009.
- Laherto, A., Rasa, T., Miani, L., Levrini, O., & Erduran, S. (2023). Future-Oriented Science Education Building Sustainability Competences: An Approach to the European GreenComp Framework. In *Science Curriculum for the Anthropocene, Volume 2: Curriculum Models for our Collective Future* (pp. 83-105). Cham: Springer International Publishing.
- Levrini, O., Tasquier, G., Barelli, E., Laherto, A., Palmgren, E., Branchetti, L., & Wilson, C. (2021). Recognition and operationalization of Future-Scaffolding Skills: Results from an empirical study of a teaching-learning module on climate change and futures thinking. *Science Education*, 105(2), 281–308. <https://doi.org/10.1002/sc.21612>
- Mao, C., Koide, R., & Akenji, L. (2020). Applying foresight to policy design for a long-term transition to sustainable lifestyles. *Sustainability*, 12(15), 6200.
- Peterson, G. D., Cumming, G. S., & Carpenter, S. R. (2003). Scenario planning: a tool for conservation in an uncertain world. *Conservation biology*, 17(2), 358-366.
- Poli, R. (2021). The challenges of futures literacy. *Futures*, 132, 102800. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.futures.2021.102800>
- Potrč, M., Tršinar, K., Kajzer, Š., Tertinek, Š., Martinc, U., Bokal, D. (2023). The maturity model for climate neutrality and business process optimization in Slovenian companies of the future. V: Drobne, S (ur.). et al. *SOR '23 : proceedings of the 17th International Symposium on Operational Research in Slovenia* : Bled, Slovenia, September 20-22, 2023. 1st electronic version. Ljubljana: Slovenian Society Informatika - Section for Operational Research, 2023. Str. 191-194. ISBN 978-961-6165-61-7. <https://drustvo-informatika.si/uploads/documents/6a1c2595-7d3f-4dd2-ab6c-9ed9b168c19d/SOR23Proceedings.pdf>. [COBISS.SI-ID 167281923]
- Rhisiart, M., Miller, R., & Brooks, S. (2015). Learning to use the future: developing foresight capabilities through scenario processes. *Technological Forecasting and Social Change*, 101, 124-133. <https://doi.org/10.1016/J.TECHFORE.2014.10.015>
- Schoemaker, P. J. (1995). Scenario planning: a tool for strategic thinking. MIT Sloan Management Review.
- Schwartz, P. (1997). *Art of the long view: planning for the future in an uncertain world*. John Wiley & Sons.
- Snowden, D. J., & Boone, M. E. (2007). A leader's framework for decision making. *Harvard business review*, 85(11), 68.
- Sutherland, W. J., & Woodroof, H. J. (2009). The need for environmental horizon scanning. *Trends in ecology & evolution*, 24(10), 523-527.
- SVO - Služba za varstvo okolja (n. d.). Povzeto po https://www.gzs.si/skupne_naloge/varstvo_okolja/vsebina/Emisije-iz-industrijskih-virov/Referen%C4%8Dni-dokumenti-najbolj%C5%A1ih-razpolo%C5%BEljivih-tehnologij.

- Talum d.d. Trajnost: Trajnostni razvoj in inovacije. CreativeLabDevelop.
<https://ebook.creativelabdevelop.eu/TALUM/Trajnost/TrajsnostiR/index.html>
- Tasquier, G., Branchetti, L., & Levrini, O. (2019). Frantic Standstill and Lack of Future: How Can Science Education Take Care of Students' Distopic Perceptions of Time? In E. McLoughlin, O. E. Finlayson, S. Erduran, & P. E. Childs (Eds.), *Bridging Research and Practice in Science Education: Selected Papers from the ESERA 2017 Conference* (pp. 205–224). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-17219-0_13
- Vervoort, J., & Gupta, A. (2018). Anticipating climate futures in a 1.5 °C era: the link between foresight and governance. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 31, 104-111. <https://doi.org/10.1016/J.COSUST.2018.01.004>
- Volfgang, J. (2018). Okoljevarstvena birokracija premalo pozna smernice BAT, stroka odrinjena – EOL 129/130. *Povzeto* 20. 1. 2025, iz <https://www.zelenaslovenija.si/esg/okoljevarstvena-birokracija-premalo-pozna-smernice-bat-stroka-odrinjena-eol-129-130/>
- World Meteorological Organization. (2023). *Provisional State of the Global Climate 2023*. United Nations. <https://www.un-ilibrary.org/content/books/9789213586891>
<https://doi.org/10.1016/J.FUTURES.2008.07.039>
- Zakon o varstvu okolja (ZVO-2) (2022). Pridobljeno 29. 1. 2025, iz <https://pisrs.si/pregledPredpisa?id=ZAKO8286>.