

UDK: 551.583:69

DOI: 10.5379/urbani-izziv-2020-31-01-004

Prejeto: 25. marec 2020

Sprejeto: 19. maj 2020

Živa KRISTL
Coline SENIOR
Alenka TEMELJOTOV SALAJ

Ključni izzivi prilagajanja podnebnim spremembam v gradbenem sektorju

Članek obravnava poglobitve izzive v zvezi z odpornostjo proti podnebnim spremembam z vidika stavbnega sektorja, kot so sheme prilagajanja podnebnim spremembam, energetska učinkovitost in ukrepi za blaženje teh sprememb. Izzivi so ovrednoteni glede na najnovejše stanje razvoja področja, raziskovalni interes in regulativna vprašanja, pri čemer se pri pregledu znanstvene literature presoja napredek in opredeljujejo raziskovalne vrzeli. Pregled literature nakazuje, da se odpornost proti podnebnim spremembam večinoma nanaša na večje sisteme, na ravni stavb pa se to področje šele razvija. Eden od glavnih ugotovljenih izzivov je pomanjkljiv institucionalni odziv. V številnih objavah je mogoče zaznati, da sta nujna prilagoditev politik in razvoj zakonodaje, ki ju včasih zavirajo negotova predvidevanja o podnebnih spremembah. Za-

konodaja EU trenutno delno pokriva področji učinkovite rabe virov in podnebnih sprememb v stavbnem sektorju, nacionalna zakonodaja pa pri tem nekoliko zaostaja. Takšne razmere lahko zmanjšajo konkurenčnost nacionalnega stavbnega sektorja, kar lahko povzroči zaostajanje za opredeljenimi trajnostnimi cilji. S finančnega vidika so manjše kratkoročne investicije dražje, saj odlašanje s posegi v temeljito trajnostno prenovo stavb povzroča večja tveganja. Pristojni organi se trenutno odločajo med hitrimi in zapoznelimi ukrepi, uravnoteženjem stroškov zgodnjega ukrepanja in vzajemnimi stroški zamud.

Ključne besede: stavbe, podnebne spremembe, odpornost proti podnebnim spremembam, gospodarstvo, prilagajanje podnebnim spremembam

1 Uvod

Glede na znanstvene dokaze se podnebne spremembe precej hitreje razvijajo zaradi človeške dejavnosti (ARSO, 2018). Od konca 19. stoletja se je temperatura zraka na Zemlji zvišala za 0,8 °C, v zadnjih 25 letih pa se je zviševala za 0,2 °C na desetletje (UKCP, 2009; Svetovna meteorološka organizacija, 2018). Na sedanji ravni ukrepov se bo glede na predindustrijsko dobo globalna povprečna temperatura do konca stoletja zvišala za več kot 4 °C (OZN, 2018) in podobno se bo zgodilo tudi v Sloveniji (Bertalanč idr., 2018). To bo imelo resne posledice za grajeno okolje. Globalna povprečna temperatura se bo glede na predindustrijsko dobo zvišala za več kot 3 °C (OZN, 2018) tudi, če se uvedejo nekateri blažilni ukrepi, kar bo povzročilo nove zahteve in nove načine rabe stavb. Globalno segrevanje že vpliva na grajeno okolje z izzivi na ravni porabe energije in sistemov oskrbe z energijo (Olonscheck idr., 2011; Wang in Chen, 2014; Pérez-Andreu idr., 2018). Zaradi segrevanja oceanov se viša površinska temperatura, narašča morska gladina, spreminjajo se vzorci morskih tokov (Ministrstvo za okolje in prostor, 2018; Svetovna meteorološka organizacija, 2017) in gosto poseljena priobalna območja so izpostavljena poplavljanju (UNEP, 2018). Od leta 1950 narašča tudi pogostost izrednih vremenskih dogodkov, kar prispeva k precejšnji škodi v grajenem okolju (IPCC, 2012, 2014; Dolinar idr., 2014; ARSO, 2018; Bertalanč idr., 2018). Učinki urbanega toplotnega otoka na lokalni ravni dodatno višajo zunanjo temperaturo in povzročajo pregrevanje stavb (Wandl in van der Hoeven, 2018; Kaplan, 2019). Zato je ključno, da se sprejmejo ostrejši ukrepi za blažitev podnebnih sprememb in prilagajanje grajenega okolja, sicer sprememb v prihodnjih desetletjih ne bo mogoče omejiti na obvladljivo raven.

Zaradi rasti prebivalstva število stanovanjskih stavb v svetu narašča. Te stavbe imajo tudi prednostno vlogo pri blažitvi podnebnih sprememb, predvsem zaradi velikega deleža emisij CO₂, velikih možnosti za varčevanje z energijo in naraščajočih zahtev glede ugodja stanovalcev (Andrić idr., 2019; Dino in Akgül, 2019). Rezultati ukrepov, uvedenih v preteklih letih, so delno že vidni. V EU je k absolutnemu zmanjšanju emisij največ prispeval gradbeni sektor. Čeprav se večina držav članic trenutno ne približuje vsem ciljem trajnostnega razvoja iz Agende 2030, vse nameravajo doseči največje zmanjšanje emisij prav v gradbenem sektorju. Razlogi za tak pristop so razpoložljivost primernih tehnologij za zmanjšanje porabe energije in vključevanje obnovljivih virov energije v stavbe (EEA, 2019). To pomeni, da se bodo trajnostni ukrepi v stavbnem sektorju v prihodnje stopnjevali.

Namen članka je proučiti pristope prilagajanja podnebnim spremembam v stavbnem sektorju. Mnogi raziskovalci na-

mreč menijo, da imajo velik potencial za zmanjševanje emisij toplogrednih plinov. Za obravnavanje vplivov podnebnih sprememb in strategij za blažitev teh sprememb so najpomembnejši: upravljavski pristopi za prilagajanje podnebnim spremembam, izboljšanje odpornosti v urbanih območjih in blažitveni pristopi na ravni stavb. Pri tem je ključen pristop, ki temelji na interdisciplinarni in celoviti obravnavi (Kristl idr., 2019). Trenutno se odločitve mnogokrat sprejemajo na podlagi zadevnega vpliva vpletenih deležnikov in zahtev, ki jih je treba izpolniti. V prihodnje pa bodo morali načrtovalci in nosilci odločanja pripraviti in prilagoditi pristope k problemom, metode ukrepanja, razpoložljive vire in morebitne postopke odločanja (Gohari idr., 2020). Članek zajema sistematičen pregled literature, ki obravnava tri glavne teme prilagajanja podnebnim spremembam v stavbnem sektorju: ukrepe upravljanja ter prilagajanje urbanih območij in prilagajanje stavb. Literatura je pregledana na podlagi najnovejšega stanja na področju raziskav, raziskovalnega pomena in regulatornih vprašanj, ki z različnih vidikov omogočajo vrednotenje napredka, opredeljujejo vrzeli v raziskavah in zagotavljajo nadaljnje usmeritve. Pregled in opredelitev glavnih izzivov omogočata dobro izhodišče za nadaljnje raziskave na tem področju.

2 Raziskovalni načrt

Sistematični pregled literature (Punch, 2014) poteka kot postopen proces, v katerem se posamezne sestavine postopoma združujejo v celoto. V prvem koraku so proučena ločena področja upravljanja, urbana območja in stavbe, v nadaljevanju pa se navzkrižno kombinirajo s trajnostnimi pristopi in ukrepi za blažitev podnebnih sprememb. Ta metoda omogoča, da se obravnavana literatura analizira z različnih stališč ter da se proučijo problemi, ki na splošni ravni niso upoštevani in bi lahko ostali neobravnavani. Da bi vključili čim več pomembnih informacij, smo pregledali številne vire, ki se nanašajo na tematiko stavb in podnebnih sprememb. Pregled je zajel razne vire literature (monografije, članke, študije, poročila o projektih, smernice, statistične podatke, direktive, standarde, predpise itd.) in raziskovalna področja, na primer strategije prilagajanja podnebnim spremembam (strateške dokumente, predpise), energetska učinkovitost v spreminjajočih se podnebnih spremembah (metode in izračune) ter odpornost proti podnebnim spremembam in finančno breme (vplive na sisteme in stavbe).

Znanstveni članki so bili izbrani iz več znanstvenih podatkovnih zbirk (npr. Science Direct, World Wide Science, Emerald). Obravnavane so bile recenzirane objave med letoma 2000 in 2020 v angleškem jeziku. Za iskanje so bile uporabljene naslednje osnovne ključne besede: *climate change*, *climate change strategy*, *climate adaptation*, *climate mitigation* in *cli-*

Preglednica 1: Število zadetkov in ustreznih študij vsebine na nekaterih kombiniranih temah

Iskanje besed	Podatkovna zbirka	Zadetki	Naslov + KB	Povzetek	Članek
Climate change	Science direct	78.938	321	16	8
	World wide science	1.430	370	18	9
Urban	Emerald	5.289	26	4	2
	Science direct	30.034	76	7	3
Climate mitigation	World wide science	897	128	6	3
	Emerald	2.088	52	0	0
City	Science direct	23.638	116	8	7
	World wide science	1.394	151	5	5
Climate adaptation	Emerald	1.862	2	0	0
	Science direct	13.545	5	5	5
Building	World wide science	1.013	25	7	6
	Emerald	1.354	0	0	0
Climate resilience	Science direct	78.268	117	5	3
	World wide science	1.038	87	4	2
Energy	Emerald	13.922	27	2	2
	Science direct				
Climate change strategy	World wide science				
	Emerald				
Policy					

mate resilience, te so bile kombinirane s ključnimi besedami *building, urban, city, real estate, energy use, energy retrofitting, energy efficiency, heating, cooling, management* in *financial*. Primeri kombinacij osnovnih ključnih besed, uporabljenih pri iskanju, in njihovi ustreznosti rezultati so navedeni v preglednici 1: v stolpcu (1) Iskana beseda je navedeno, katera besedna kombinacija je uporabljena za izvajanje iskanja, v stolpcu (2) Podatkovna zbirka je navedena zbirka podatkov, ki se uporablja za iskanje, v stolpcu (3) Zadetek je navedeno število najdenih rezultatov iskanja, v stolpcu (4) Naslov + KB je navedeno, koliko zadetkov, ki so bili pregledani, sestavljajo naslovi in ključne besede, ki so vsebinsko pomembne, v stolpcu (5) Povzetek je navedeno, koliko vsebin povzetkov se uvršča v kontekst pregleda, v stolpcu (6) Članek pa je navedeno, koliko člankov je ustreznih glede vsebine, pomembne za pregled. Za iskanje pravnih in standardizacijskih virov so bili uporabljeni spletni iskalniki. Enako velja za druge ustrezne spletne vire projektnih informacij in pravnih dokumentov, ki so bili preiskani ročno.

V začetni fazi je bilo na splošno veliko zadetkov (Preglednica 1). Kjer je bilo mogoče, je bilo iskanje v zbirki podatkov nastavljeno na iskanje člankov glede na ustreznost in leto objave. V nadaljevanju iskanja z izbranimi kombinacijami ključnih besed je bilo težje najti ustrezno število člankov z visoko pomembnostjo, zlasti na področju odpornosti proti podnebnim spremembam/energije in prilagajanja podnebnim spremembam/stavbnega sektorja. To je bilo precej presenetljivo, saj je število člankov na področju rabe energije v stavbah in podobnih tem v literaturi zelo veliko. Da bi našli najnovejše publikacije, je bila v tej fazi v nekaterih primerih uporabljena metoda snežne kepe (Wohlin, 2014). Izbrani članki so bili pregledani z vidika ustreznosti ključnih besed ali izrazov. V

nadaljevanju je mnogo kombinacij ključnih besed dalo precej zadetkov, vendar je v večini primerov le nekaj začetnih strani dalo ustrezne rezultate. Poleg tega so nekatere zbirke podatkov proizvedle zelo podobne rezultate, kar je zmanjšalo potrebo po nenehni uporabi vseh podatkovnih zbirk. Zmanjšanje števila in filtriranje člankov sta bila izvedena na podlagi naslova članka, ključnih besed, povzetka ali vsebine. Končna izbira je temeljila na raziskovalnih tematikah, navedenih v uvodu. Rezultat preiskave je precej študij in drugih publikacij, izmed katerih jih je bilo več kot 200 izbranih za podrobnejši pregled. Po proučitvi njihove pomembnosti in uporabnosti je bil rezultat nadaljnje izbire več kot 80 virov, ki so bili uporabljeni pri pregledu literature v tem članku. Izbrani članki so bili obravnavani z vidika treh pristopov k prilagajanju podnebnim spremembam: ukrepi upravljanja, urbana območja in stavbe.

3 Pregled pristopov prilagajanja podnebnim spremembam

3.1 Ukrepi upravljanja

V prilagoditvenih procesih imajo ključno vlogo oblasti. Te nato vplivajo na deležnike: od nacionalnih institucij, lokalnih akterjev, nevladnih organizacij, svetovalnih družb, raziskovalcev do zavarovalnic (Torabi idr., 2018). Sistem deluje na podlagi strateških in regulativnih dokumentov, ki se uporabljajo v procesih odločanja. V tem kontekstu je eden od najpomembnejših mednarodnih sporazumov na svetovni ravni Pariški sporazum, COP 21 (2015), ki je izhodišče za pripravo politik. Pregled ranljivosti zaradi podnebnih sprememb in prilagoditvene pripravljenosti v 192 državah članicah OZN, ki sta ga pripravila

Sarkodie in Strezov (2019), kaže, da so razvite države v svoje razvojne agende že integrirale načrte in politike za prilagajanje podnebnim spremembam. Zaradi močnega gospodarskega, upravljaljskega in družbenega prilagajanja so tudi manj ranljive za podnebne spremembe kot države v razvoju. Eden od sklepov pregleda je, da morajo razvite države s svojim znanjem pomagati državam v razvoju. Poleg tega je za krepitev odpornosti proti podnebnim spremembam potrebna tudi mednarodna finančna pomoč.

Da se zagotovi polno izvajanje na ekosistemih temelječih pristopov prilagajanja podnebnim spremembam, je na ravni EU strategija prilagajanja (Evropska komisija, 2013a) usmerjena v nadaljnjo pripravo smernic za organe upravljanja, civilno družbo, zasebni sektor in posameznike, ki delajo na področju varovanja okolja. Po konferenci COP 21 je Evropski svet izjavil, da »sporazum ostaja temelj svetovnih prizadevanj za učinkovito obvladovanje podnebnih sprememb in ni več predmet pogajanj« (Evropski svet, 2017: 6). EU je imela pomembno vlogo tudi v procesu, ki je privedel do sprejetja Agende 2030 za trajnostni razvoj (OZN, 2015). Sprejeta je bila skupna izjava o vzpostavitvi enotnega okvira za razvojne politike in izvajanje programa do leta 2030 (Svet EU, 2017). Najnovejši tovrstni dokument je Evropski zeleni dogovor (Evropska komisija, 2019b), katerega cilj je, da bi bila Evropa do leta 2050 prva podnebno nevtralna celina. Čedalje večje zavedanje o vplivu urbanih območij na strategije prilagajanja podnebnim spremembam in njihovo blažitev je spodbudilo, da so bile sprejete številne politične sheme (Pasimeni idr., 2019). Evropski parlament je sprejel zavezo o ogljični nevtralnosti do leta 2050 (Evropska komisija, 2018a) in države članice EU pozval, naj pripravijo nacionalne energetske in podnebne načrte ter podnebne politike. Prvotna različica slovenskega podnebnega načrta (Vlada RS, 2019) je bila grajana zaradi pomanjkanja ambicij (Evropska komisija, 2019a; Zgonik, 2019), vendar je v končni različici vlada okrepila zavezo in cilje zastavila nekoliko pogumneje (Vlada RS, 2020). Slovenska vlada je sprejela tudi Odlok o programu porabe sredstev Sklada za podnebne spremembe v obdobju 2020–2023 (Ur. l. RS, št. 14/20). Na lokalni ravni pa Konvencija županov za podnebne spremembe in energijo (2019) povezuje mesta, ki so se zavezala k doseganju podnebnih in energetskih ciljev EU.

Različne napovedi kažejo, da bo cena vztrajanja pri zdajšnjem vzorcu delovanja veliko višja od pravočasnega in dovolj obsežnega odziva. V Sternovem poročilu (2007) je zapisano, da bi bili skupni stroški in tveganja zaradi podnebnih sprememb enakovredni izgubi vsaj 5 % letnega svetovnega BDP. Trenutne napovedi se niso pomembneje spremenile. V državah srednje in južne Evrope, vključno s Slovenijo, naj bi gospodarske izgube v zadnji tretjini 21. stoletja po sedanji stopnji prilagajanja podnebnim spremembam, presegle 4 % letnega BDP (Evropska

komisija, 2018b). Hitro razogljichenje energetskega sistema in zmanjšanje porabe naravnih virov zahtevata 1 % do 2 % svetovnega letnega BDP (Evropska komisija, 2018b; IPCC, 2018). Ob upoštevanju negotovosti dejavnikov vpliva je takšna ocena približna, vendar ni omejena le na podnebne spremembe, pogostost izrednih vremenskih dogodkov in nihanja cen energije. Ne glede na to, ali ima znanost prav ali ne, bodo nekajdesetletne naložbe v zmanjšanje emisij v obsegu 1 % BDP v vsakem primeru imele pozitiven učinek.

Tako imenovane neobžalovane strategije (UNEP in UNFCCC, 2001: 50) lahko zmanjšajo stroške podnebnih sprememb in delujejo kot pomemben ukrep, tako gospodarsko kot okoljsko. Lahko so priložnost za odpravo nepopolnosti trga in ustvarjanje novih koristi z večjo industrijsko konkurenčnostjo pri doseganju energetske učinkovitosti. Po mnenju več avtorjev je zmanjševanje ogljičnega odtisa najučinkovitejši ukrep za blažitev podnebnih sprememb (Nordhaus, 2017; Freire-González, 2018). V okviru zelene davčne reforme je treba obravnavati davek na ogljik, ki naj bi se po pričakovanih povečeval. Čeprav se določanje cen emisij ogljika lahko uporabi za številne pomembne namene, globalna zaveza zahteva, da se prizna tudi ključna vloga instrumentov, ki niso vezani na ceno emisij ogljika (Tvinnereim in Mehling, 2018).

Na ravni stavb je najpomembnejše merilo blažitve podnebnih sprememb večja energetska učinkovitost obstoječih stavb. Ekonomske ocene ukrepov za energetske prenovne tradicionalno temeljijo na obsegu naložb in zmanjšanju stroškov energije. Razen na institucionalni ravni (Evropska komisija, 2012) se pri vrednotenju naložb v energetske prenovne prihodnje finančne koristi blažitve podnebnih sprememb na projektni ravni le redko upoštevajo. Nydahl idr. (2019) poudarjajo, da lahko vrednotenje različnih ukrepov energetske prenovne postane finančno dobra naložba, če so v analizo vključeni zmanjšani prihodnji stroški blažitve emisij toplogrednih plinov v življenjskem ciklu. Temeljijo lahko na standardih, na primer oSIST prEN 17472 (Slovenski inštitut za standardizacijo, 2020), ali shemah, kot je na primer orodje Level(s) (Dodd idr., 2017). Zato bi morali naložbeni procesi spodbujati ravnovesje med finančnim, poslovnim in družbenim rezultatom ter dobrim počutjem prebivalcev v skupnosti (Boge idr., 2018; Salaj idr., 2018). Poleg tega so potrebni zanesljivejši modeli, ki bi se razvili iz modela vlaganja le v stavbo v model vlaganja v socialno varnost in regionalni razvoj (Temeljotov Salaj idr., 2011).

Zgornje navedbe kažejo, da bo blažitev podnebnih sprememb verjetno povzročila manjšo porabo energije, večje prihranke in spremembo uveljavljenih preferenc potrošnikov (IPCC, 2014). Spremembe bodo vplivale tudi na delež dohodka, ki ga bodo uporabniki ali posamezna gospodinjstva po-

rabili za ogrevanje in hlajenje stavb. Clarke in sodelavci (2018) ugotavljajo, da velik del študij o družbenogospodarskih in energetskih sistemih obravnava statistično gospodarsko razmerje med podnebnimi spremenljivkami in porabo energije. Trdijo, da je tak splošni pristop, ki temelji na podatkih za pretekla obdobja, omejen glede predvidevanja prihodnjih sprememb energetskih sistemov. Posebej zahteven je izračun vpliva porabe energije na delež porabljenega dohodka v gospodinjstvih. Po Olonscheckovi in sodelavcih (2011) se bo neto globalna poraba energetskih virov povečala za 0,1 %, če se bo temperatura zvišala za 2 °C. Če bodo uporabniki poskušali ohraniti enako raven toplotnega ugodja v stanovanjih, bodo morali porabiti dodaten delež dohodkov za energijo (Clarke idr., 2018). Nadzor nad porabo energije s težnjo po energetski neodvisnosti ima lahko zelo velik vpliv na ekonomski položaj gospodinjstev. To zagotavlja manjšo odvisnost energetskih potrošnikov od nestanovitnega trga v smislu pomanjkanja fosilnih virov energije. Poleg tega lahko pomeni pomembno geopolitično prednost v svetu, kjer so dobavitelji naftnih ogljikovodikov močno politično razdeljeni.

3.2 Urbana območja

Na splošno se vplivi podnebnih sprememb v urbanih območjih kažejo kot vremenski dogodki, ki vplivajo na temelje urbanih sistemov (prebivalstvo, grajeno okolje in infrastruktura). Posledice so lahko fizične (npr. poškodbe objektov) in/ali družbenoekonomske (npr. izguba dohodka, vplivi na zdravje) (Wandl in van der Hoeven, 2018). Pretekli izredni vremenski dogodki so izpostavili predvsem ranljivost večjih urbanih območij z velikim številom prebivalcev in kompleksno infrastrukturo. Čeprav je odpornost proti podnebnim spremembam lahko povezana z najpomembnejšimi prednostnimi nalogami mestnih oblasti, kot sta gospodarska rast in socialna blaginja, se procesi prilagajanja v večini urbanih območij odvijajo zelo počasi (Carter idr., 2015).

To ni presenetljivo. Odpornost proti podnebnim spremembam je ključni koncept, vendar je v okviru mest to zapleten proces, ki vključuje številne dejavnike (Torabi idr., 2018). Glede na prepletenost urbanih sistemov je težko natančno določiti učinke podnebnih sprememb na nekatere sektorje in sisteme, saj so posledice pogosto obsežnejše, kot je vidno na prvi pogled (Carter idr., 2015). Po Rastandehu (2015) analiza alternativnih podnebnih scenarijev zagotavlja dobro izhodišče za proučevanje verjetnih vplivov blažitenvenih strategij na prihodnji razvoj v spreminjajočih se razmerah. Ta pristop je lahko ključni politični instrument za vključevanje podnebnih sprememb v procese odločanja. Vendar je potrebnih več metodologij in tehnik za preoblikovanje teh napovedi v realistične razvojne vzorce. Na primer, Truong in sodelavci (2018) predlagajo nov model za izbiro naložb v prilagajanje podnebnim spremem-

bam, ki upošteva nezanesljivost napovedi. Avtorji ugotavljajo, da navedeni okvir močno poveča vrednost prilagoditvenih naložb v primerjavi s prejšnjimi praksami. Pri tem je pomembno zlasti, da se upošteva ustrezno zaporedje naložb, ki ohranja prožnost naložb v negotovih razmerah na področju podnebnih sprememb. Mata in sodelavci (2019) so v svoji celoviti študiji v okviru petih scenarijev podnebnih sprememb izračunali različne potenciale zmanjšanja porabe energije in stroškov, ki nastanejo pri različnih ukrepih varčevanja z energijo. Pri tem so primerjali negotovost zaradi podnebnih sprememb z drugimi negotovostmi, kot so na primer omejitve popisa emisij in razvoj energetskega sistema. Ugotavljajo, da finančna učinkovitost ukrepov energetske prenove stavb pogosto temelji na relativnem razmerju med letno naložbo in potencialom privarčevane energije. Pri teh izračunih imajo prihodnje podnebne razmere manj odločilno vlogo. Ukrepi, ki vplivajo predvsem na porabo energije za ogrevanje, so bolj robustni kot spremembe rabe električne energije. Menijo, da je treba strategije za energetske prenove stavb prednostno osredotočiti na varčevanje z energijo in v mobilizacijo investicij, ki na podlagi sedanjega tehnološko-gospodarskega vidika niso nujno donosne.

Rezultata temeljitega in *čimprejšnjega* razogljčenja gradbenega sektorja bosta zmanjšano povpraševanje po energiji in širša poraba obnovljivih virov energije (Evropski parlament in Svet, 2018). Energetske prenove stavb so torej okoljsko in stroškovno učinkovit pristop. Bunten in Kahn (2017) pa vendarle verjameta, da lahko trajnost nepremičninskega kapitala ovira prilagajanje podnebnim spremembam. V primeru takšnega stanja Dafermos in sodelavci (2018) predlagajo oceno posledic podnebnih sprememb na finančno stabilnost z analizo vrednosti finančnih sredstev ter finančnega položaja podjetij in bank. Ob proučevanju globalnih podatkov za obdobje 2016-2120 ugotavljajo, da lahko podnebne spremembe postopno zmanjšajo likvidnost podjetij zaradi uničenja kapitala in posledičnega zmanjšanja dobičkov. To lahko privede do višje stopnje utaj in tako negativno vpliva na finančni in nefinančni sektor. Škoda zaradi posledic podnebnih sprememb lahko spodbudi selitev kapitala, kar lahko povzroči postopen padec cen delnic prizadetih podjetij. Finančna nestabilnost zaradi podnebnih sprememb lahko negativno vpliva tudi na posojila. Poleg tega lahko nekatere posledice kratkoročnih ukrepov privedejo do naraščanja gospodarskih in socialnih težav v prihodnosti (Champagne in Aktas, 2016).

Matko in sodelavci (2016) ugotavljajo še, da uvedba metod, ki omogočajo oceno tveganj, vpliva na zmanjšanje škode zaradi izrednih vremenskih dogodkov. Dober primer takega pristopa je študija Pasimenijeve in sodelavcev (2019), ki analizirajo sinergijo med ukrepi prilagajanja in blažitve na ravni mest v Italiji in Španiji (prilagoditev mest ter zdravje, promet, infrastruktura in energija). Ukrepi za upravljanje mest so bili

opredeljeni kot mehki (osredotočeni na okoljske informacije), sivi (osredotočeni na stavbe) in zeleni (osredotočeni na rešitve, ki temeljijo na naravi). Skupna primerjalna analiza kaže, da so bili v načrtovanje lokalnih energetskih, okoljskih in podnebnih prilagoditev v velikih in srednjih italijanskih mestih uporabljeni predvsem mehki (52 %) in zeleni (28 %) ukrepi. To je v skladu s sporočilom Evropske komisije (2013b), v katerem beremo, da so zeleni pristopi eno od najbolj uporabljanih, gospodarsko trajnostnih in učinkovitih orodij za boj proti vplivom podnebnih sprememb. Nekatere probleme blažitve in prilagoditve podnebnim spremembam je mogoče reševati tudi z uporabo zelene infrastrukture (npr. z izkoriščanjem prednosti biotske raznovrstnosti in raznih ekosistemov), ki se vse pogosteje izvaja (Ravnikar in Goličnik Marušić, 2019), vendar je treba sočasno uvajati tudi ukrepe na ravni stavb.

Prilagoditve (zelena infrastruktura) vplivajo na zdravje (čistejši zrak, boljša kakovost vode, manj bolezni) in socialne stike (krepitev občutka pripadnosti skupnosti, zmanjšanje občutka izključenosti), ki omogočajo fizične, psihološke, čustvene in družbeno-gospodarske koristi, povezovanje urbanih in podeželskih območij ter ustvarjajo privlačno okolje za življenje in delo ter krepitev regionalnega in urbanega razvoja (Evropska komisija, 2013b). Učinkovitost zasnove in lokalno podnebno odpornost lahko spremljajo kazalniki stopnje prilaganja. Kot primer takšnega pristopa je mogoče omeniti projekt osmih azijskih mest, v katerem je bil ustanovljen skupni konceptualni okvir, v katerem so posamezna mesta izvedla lokalni prilagoditveni postopek (Tyler idr., 2016). Carter in sodelavci (2015) menijo, da bodo prilagoditveni procesi uspešni, če bodo večdimenzionalni in sinergijski kot so mesta sama, z blažitvenimi strategijami, vgrajenimi v jedro načrtovanja in upravljanja mest.

3.3 Stavbe

Pregled literature na temo podnebnih sprememb in stavb kaže, da gradbeni sektor pomeni pomemben potencial za blažitev podnebnih sprememb in doseganje ciljev trajnostnega razvoja (Andrić idr., 2019; Kristl, 2019). Vendar tudi stavba, prilagojena podnebnim spremembam, ni dober izraz (Gryning idr., 2017). Trenutno pregledana literatura ni izčrpna in se večinoma nanaša na splošne zakonodajne ravni in strategije načrtovanja. Ugotovitve so deloma zelo splošne zato niso primerne za uporabo v dejanskih razmerah. Poleg tega je specifične vplive podnebnih sprememb na stavbe precej težko opredeliti, saj so odvisni od lokalnih razmer. Zelo uporabna je študija Antonopoulosove in sodelavcev (2019), ki ugotavlja, da je vpliv urbanih mikroklim na porabo energije odvisen od lokalnih temperaturnih razlik in mikrotermalnih anomalij ter krajevnih in družbenih razlik. To ustreza rezultatom pregleda literature na področju rabe energije, iz katerih je razvidno, da

lahko pojav toplotnega otoka za 19 % poveča porabo energije za hlajenje in za 18,7 % zmanjša porabo energije za ogrevanje (Li idr., 2019). Opozoriti je treba, da razpoložljive študije večinoma obravnavajo vplive podnebnih sprememb na porabo energije v stavbah, emisije toplogrednih plinov in toplotno ugodje (Kershaw idr., 2011; Olonscheck idr., 2011; de Wilde in Coley, 2012; Esteves, 2014; Wang in Chen, 2014). V večini primerov dokazujejo, da bo v prihodnje vzorec rabe energije precej spremenjen in da pretekli podnebni podatki niso primerni za natančno oceno energijske učinkovitosti stavb v prihodnosti (Farah idr., 2019). Tudi študija (Dolinar idr., 2010), ki obravnava nizkoenergijsko stavbo v dveh tipičnih podnebnih v Sloveniji, predalpskem in sredozemskem, napoveduje povišanje temperature od +1 °C do +3 °C in povečanje sončnega sevanja od +3 % do +6 %. V predalpski regiji bi se zato poraba energije za ogrevanje zmanjšala za 6 % do 25 %, v obalni regiji pa sprememba ne bi bila tako velika. Te informacije so koristne, saj je iz njih razvidno, da ugodna konfiguracija stavbe omogoča precejšnje zmanjšanje porabe energije za ogrevanje. Vendar bi se v primerjavi z obstoječim stanjem v predalpski regiji poraba energije za hlajenje povečala za približno šestkrat, v obalni regiji pa za približno dvakrat.

Enako številne druge študije napovedujejo, da se lahko delež porabe energije za ogrevanje in hlajenje v primerjavi s sedanjimi razmerami pomembno spremeni. Verjetno se bo spremenila tudi struktura energetskih virov, pričakuje se zlasti precejšnje zmanjšanje porabe tradicionalnih energijskih virov za ogrevanje stavb (Clarke idr., 2018). Ena nedavnih študij napoveduje, da se bo letna poraba energije za ogrevanje zmanjšala za 21 %–22 %, za hlajenje pa povečala za 29 %–31 %. Kombinirana poraba energije za ogrevanje in hlajenje se bo v primerjavi s sedanjo porabo energije zmanjšala za 4 %–5 % (Farah idr., 2019). Poleg tega bodo temperaturne skrajnosti pomembno vplivale na delovanje stavb. Predhodni rezultati, ki temeljijo na energijskih simulacijah, kažejo, da se bo v prihodnosti pojavljalo precejšnje pregrevanje stavb, kar bo močno vplivalo na porabo energije za hlajenje stavb in/ali udobje prebivalcev (Dino in Akgül, 2019). Ocenjuje se, da bo relativna variacija največje obremenitve hlajenja v bližnjih prihodnjih ekstremnih razmerah do 28,5 % večja kot v tipičnih razmerah (Moazami idr., 2019a, 2019b). Energijske robustnosti stavb torej ni mogoče presojati izključno na podlagi tipičnih prihodnjih razmer.

Številne študije kažejo tudi precejšnje razlike med hladnejšim in toplejšim podnebjem. Zmanjšanje števila ogrevalnih ur v hladnejših podnebnih je skoraj zanemarljivo, zmanjšanje tega števila ur v toplejših podnebnih pa je lahko pomembno (za 0,8 % oziroma 43 % ogrevalnih ur v letu 2050 v primerjavi z letom 2010 za srednji podnebni scenarij) (Andrić idr., 2017). To pomeni, da se lahko potreba po energiji za ogrevanje zmanj-

ša, pregrevanje pa se lahko okrepi, zlasti v stavbah, načrtovanih za zdajšnje zmerne podnebne razmere (Košir idr., 2018). To se ujema z izsledki študije (Weng, 2017), ki obravnava toplotno ugodje v stanovanjskih stavbah v Združenem kraljestvu, z uporabo podnebnih scenarijev za leta 2030, 2050 in 2080. Do leta 2050 bo mogoče pregrevanje stavb preprečevati z intenzivnim prezračevanjem, pozneje pa se lahko uporablja tudi nočno prezračevanje. Vendar ima pasivno hlajenje svoje meje, zato bo treba od leta 2080 uporabljati kombinacijo senčenja in umetnega hlajenja. V Severni Evropi se prilagajanje podnebnim spremembam nanaša predvsem na boljšo odpornost proti vlagi zaradi pričakovanega povečanja padavin in rahlega zvišanja temperatur (Lisø idr., 2017). To pomeni, da bo treba obravnavati predvsem tipična gradbeno-fizikalna vprašanja, kot sta hidroizolacija in difuzija vodne pare skozi stavbni ovoj (Grynning idr., 2017). Ob upoštevanju podnebnih sprememb je treba pristop dobro toplotno izoliranih stavb v zmernih podnebnih vnovično proučiti. V toplejših podnebnih se bo v vseh podnebnih scenarijih poraba energije za ogrevanje verjetno zmanjšala, potreba po hlajenju in tveganje pregrevanja pa se bosta močno povečala. Ukrepi, kot so naravno in mehansko prezračevanje, bodo imeli majhen vpliv, toplotna izolacija in zmanjšanje infiltracije pa bosta imela večji vpliv na porabo energije (Pérez-Andreu idr., 2018). Poleg tega Bruno in sodelavci (2017) poudarjajo, da se dobro izolirane stavbe v toplejših podnebnih pogosto pregrevajo vse leto, in predlagajo temeljito obravnavo geometrije stavbe in koncepta stavbnega ovoja. Poleg tega je pomembno, da so na odprtinah nameščena senčila in da se uporablja nočno prezračevanje (Bleich idr., 2016). Obenem se priporoča skrbna študija osončnosti (Košir idr., 2014).

Nekateri deležniki že obravnavajo različne možnosti prilagajanja, kot sta iskanje alternativnih lokacij in izpopolnjeno vzdrževanje obstoječega stavbnega fonda. Vendar ta ukrepa nista dovolj celovita, da bi učinkovito ublažila vse posledice podnebnih sprememb (Bunten in Kahn, 2017), kot sta na primer učinek toplotnega otoka in odpornost prebivalcev. Predvsem pa je treba zagotoviti, da negativni vplivi in bremena, ki so posledica podnebnih sprememb, ne bodo vplivali na nove stavbe in da bo mogoče zlahka popraviti škodo, nastalo zaradi izrednih vremenskih dogodkov (Champagne in Aktas, 2016). V zvezi z obstoječimi stavbami je treba razviti ustrezne in podnebno prilagojene ukrepe za upravljanje in vzdrževanje stavb, vključno z načrti za izboljšanje in nadgradnjo obstoječih sistemov (Grynning idr., 2017). Poleg tega nekateri avtorji menijo, da je treba nemudoma začeti pripravljati multidisciplinarnе ukrepe za blažitev posledic podnebnih sprememb z integriranjem inženirskih in družbeno-okoljskih vidikov (Pisello idr., 2017). Podpora odločanju za zmanjšanje tveganj in podnebne ranljivosti v grajenem okolju mora biti univerzal-

na, sestavljena iz nacionalnih gradbenih aktov, nacionalnih in mednarodnih standardov, certifikacijskih shem in smernic za načrtovanje (Lisø idr., 2017).

4 Razprava

Vplivi podnebnih sprememb so številni in se kažejo v naravnem in grajenem okolju. Ker imajo stavbe in infrastruktura dolgo življenjsko dobo, niso podnebju izpostavljeni le v času gradnje, temveč tudi v desetletjih svojega delovanja. Pri prilagajanju podnebnim spremembam je torej smiselno obravnavati nove in obstoječe stavbe. Pregled literature dokazuje, da imajo tri obravnavana področja (regulativni ukrepi, urbano okolje in stavbe) velik potencial za blažitev podnebnih sprememb. Področja se lahko upoštevajo tudi kot tri ravni ukrepov, ki morajo biti medsebojno usklajene, sicer ne bodo imele zelenega učinka. Ugotavljamo, da kljub pomembnemu napredku na raziskovanem področju ni veliko celovitih študij, ki bi se ukvarjale z izbranimi vprašanji. Zlasti je mogoče opredeliti tri ključne izzive, na katere se bo treba v prihodnjih letih bolj osredotočiti: pomanjkanje specifičnih strategij prilagajanja podnebnim spremembam, napovedovanje porabe energije v spreminjajočih se podnebnih razmerah in odpornost proti podnebnim spremembam s posebnim poudarkom na finančnem bremenu.

Pomanjkljiv institucionalni odziv je osrednji izziv. Številne študije trdijo, da je priprava politik in zakonodaje ključna, vendar jo včasih ovirajo nezanesljive napovedi glede podnebnih sprememb. To se kaže v neenakomerni pripravljenosti različnih ravni upravljanja. V mnogih razvitih državah so izzivi podnebnih sprememb že vključeni v strateške razvojne dokumente, medtem, ko so infrastruktura in gradbeni predpisi prilagojeni prejšnjim podnebnim vzorcem, metodologije presojanja za daljša prihodnja obdobja pa se šele razvijajo. Ne zadostni podatki o posledicah podnebnih sprememb in s tem povezana nezanesljivost napovedi otežujejo tudi izbiro prilagoditvenih ukrepov.

Na ravni urbanih območij je izziv precejšnja kompleksnost, zaradi česar je prilagoditev le eden od izzivov, s katerimi se načrtovalci in odločevalci srečujejo vsakodnevno. Zaradi tega procesi prilagajanja mnogokrat napredujejo zelo počasi, kar zmanjšuje konkurenčnost sektorja in povečuje zaostanke pri doseganju trajnostnih ciljev. Kot primerna strategija za ujanje prilagoditvenih in blažilnih shem so večkrat predlagane rešitve, ki temeljijo na naravi. Kljub temu so nekateri strateški dokumenti, ki so podlaga za nadaljnji razvoj okoljskih politik, že pripravljene. Dodatno je treba povečati število raziskav, s katerimi bi pridobili ustrezen obseg informacij za uporabo pri pripravi nadaljnjih prilagoditvenih strategij.

Na ravni stavb še ni jasnih smernic za prilaganje podnebnim spremembam, čeprav so standardi za trajnostno vrednotenje stavb že v pripravi in je že razvit skupni okvir EU za temeljne kazalnike trajnostnosti. Poleg tega je Evropska komisija vzpostavila pomembno raziskovalno shemo (Horizont 2020), ki podpira razvoj podnebnega modeliranja, metod in standardov, izboljšanja razumevanja ekonomije podnebnih sprememb, razvoj tehnoloških možnosti in strategij za izboljšanje kakovosti zraka in zmanjšanje ogljičnega odtisa evropskih mest ter vzpostavljanje podnebnih mrež. Te dejavnosti imajo velik potencial za smotnejšo uveljavitev podnebnih smernic v prihodnosti. Na ravni novih stavb so bili na primer za začetek leta 2021 opredeljeni jasni cilji za nZEB (Evropski parlament in Svet, 2010), na področju obstoječih stavb pa so bile podprte naložbe v energetske prenovne (Evropski parlament in Svet, 2018). Ti ukrepi že kažejo rezultate. Vendar se področje odpornosti proti podnebnim spremembam na ravni stavb še vedno razvija. Podatki nakazujejo, da bo treba v razvitih državah, kjer je bila večina stavb zgrajena pred letom 1980, pozornost še naprej namenjati oblikovanju ustreznih smernic za prenovno obstoječega stavbnega fonda, prilagojenega prihodnjim podnebnim razmeram. Delovanje stavb bo v prihodnosti verjetno odvisno od kombinacije energijskih virov, ki bo drugačna od današnje, saj bodo globalno segrevanje in lokalna temperaturna odstopanja močno vplivali na porabo energije. V državah v razvoju s hitro rastjo mest se je treba osredotočiti na strategije in razvoj okoljskih politik.

Na finančnem področju so takojšnji manjši ukrepi ocenjeni kot dražji, saj odlašanje z večjimi trajnostno naravnanimi naložbami lahko povzroči povečano tveganje in posledično večje dolgoročne stroške. Ocenjuje se, da bodo skupni stroški zaradi podnebnih sprememb precej višji od stroškov ukrepanja za zmanjšanje emisij toplogrednih plinov (Stern, 2007). Vpliv se lahko pokaže tako v rezultatih gospodarstva doma in v tujini kot v mednarodnih trgovskih tokovih (IPCC, 2014; Nacionalni inštitut za javno zdravje, 2016; Svetovna meteorološka organizacija, 2018). To pomeni, da bodo morali uporabniki ali posamezna gospodinjstva čedalje več prihodkov namenjati za stroške energije, kar bi morale organe spodbuditi, da postopno uvedejo spremembe v načrtovanju in postopkih evalvacije. Prihodnje finančne koristi omejevanja podnebnih sprememb se pri vrednotenju naložb za energijsko prenovno trenutno redko upoštevajo. Izbira med hitrim ali zapoznelim ukrepanjem, s katero se spoprijemajo organi, mora temeljiti na ravnovesju med finančnimi stroški zgodnjega ukrepanja (kot je tveganje predčasnega umika nekaterih še vedno uporabnih kapitalskih zalog) in vzajemnih stroškov zamude. Prelaganje večjih naložb na poznejši čas obsega tudi tveganje prehitrih odločitev o manj kakovostnih naložbah z uporabo trenutnih modelov visoko emisijske naložbene opreme. Če zmanjšanje emisij naglo po-

stane absolutna prednostna naloga, bo predčasno končanje teh naložb zelo drago. Zgodnje ukrepanje ob tem omogoča tudi večjo dolgoročno prožnost naložb za približevanje stabilizaciji koncentracij toplogrednih plinov v ozračju.

5 Sklep

Sistemi v svetu se bodo morali prilagajati podnebnim spremembam, krožnim gospodarskim procesom, starajočemu se prebivalstvu, urbanizaciji, priseljevanju in ranljivi infrastrukturi. To pomeni, da bodo morale prihodnje strategije za povečanje konkurenčnosti gradbenega sektorja vključevati nove okoljske, gospodarske in socialne pristope, ki tvorijo tudi tri glavne stebre trajnostnega razvoja. Čeprav strokovnjaki čedalje bolj podpirajo oprijemljive ukrepe za blažitev podnebnih sprememb, je javnost le na splošno naklonjena prilagoditvenim procesom. Podnebne spremembe bodo neizogibno vplivale na trenutni življenjski slog in kakovost življenja. Ob tem postaja vse bolj jasno, da bodo na posameznih področjih potrebne precejšnje finančne naložbe. Zato je treba okrepiti ozaveščanje in informativne kampanje o prilagoditvenih strategijah ter o vplivu podnebnih sprememb na življenje in družbo. Podnebno nevtralnost je mogoče doseči le s preobrazbo zdajšnjih družbeno-tehničnih struktur, vključno z energetskimi in urbani sistemi (EEA, 2019). Te informacije so ključne za pripravo konkretnih ukrepov, s katerimi se bodo obravnavali prihajajoči izzivi podnebnih sprememb v stavbnem sektorju.

Živa Kristl

Nova univerza, Evropska pravna fakulteta, Nova Gorica, Slovenija
E-naslov: ziva.kristl@epf.nova-uni.si

Coline Senior

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (Norveška Univerza za znanost in tehnologijo), Trondheim, Norveška
E-naslov: coline.senior@ntnu.no

Alenka Temeljotov Salaj

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (Norveška Univerza za znanost in tehnologijo), Trondheim, Norveška
E-naslov: alenka.temeljotov-salaj@ntnu.no

Viri in literatura

Andrić, I., Koc, M., in Al-Ghamdi, S. G. (2019): A review of climate change implications for built environment: Impacts, mitigation measures and associated challenges in developed and developing countries. *Journal of Cleaner Production*, 211, str. 83–102.
DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.11.128

Andrić, I., Pina, A., Ferrão, P., Fournier, J., in Le Corre, O. (2017): The impact of climate change on building heat demand in different climate types. *Energy and Buildings*, 149, str. 225–234.
DOI: 10.1016/j.enbuild.2017.05.047

- Antonopoulos, C., Trusty, A., in Shandas, V. (2019): The role of building characteristics, demographics, and urban heat islands in shaping residential energy use. *City and Environment Interactions*, 3, str. 100021. DOI: 10.1016/j.cacint.2020.100021
- ARSO (2018): *Podnebna spremenljivost Slovenije v obdobju 1961–2011, povzetek*. Ministrstvo za okolje in prostor. Agencija Republike Slovenije za okolje. Dostopno na: meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/.../PSSbrosura_spread_SLO.pdf (sneto 21. 2. 2020).
- Bertalančič, R., Dolinar, M., Draksler, A., Honzak, L., Kobold, M., Kozjek, K., idr. (2018): *Ocena podnebnih sprememb v Sloveniji do konca 21. stoletja. Sintezno poročilo – prvi del*. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija RS za okolje.
- Blecich, P., Franković, M., in Kristl, Ž. (2016): Energy retrofit of the Krsan Castle: from sustainable to responsible design: a case study. *Energy and buildings*, 122, str. 23–33. DOI: 10.1016/j.enbuild.2016.04.011
- Boge, K., Salaj, A., Bjørberg, S., in Larssen, A. (2018): Failing to plan – planning to fail: How early phase planning can improve buildings' lifetime value creation. *Facilities*, 36(1/2), str. 49–75. DOI: <https://doi.org/10.1108/F-03-2017-0039>
- Bruno, R., Arcuri, N., in Carpino, C. (2017): Study of innovative solutions of the building envelope for passive houses in Mediterranean areas. *Energy Procedia*, 140, str. 80–92. DOI: 10.1016/j.egypro.2017.11.125
- Bunten, D., in Kahn, M. E. (2017): Optimal real estate capital durability and localized climate change disaster risk. *Journal of Housing Economics*, 36, str. 1–7. DOI: 10.1016/j.jhe.2017.01.004
- Carter, J., Cavan, G., Connelly, A., Guy, S., Handley, J., Kazmierczak, A. (2015): Climate change and the city. Building capacity for urban adaptation. *Progress in Planning*, 95, str. 1–66.
- Champagne, C. L., in Aktas, C. B. (2016): Assessing the Resilience of LEED Certified Green Buildings. *Procedia Engineering*, 145, str. 380–387. DOI: 10.1016/j.proeng.2016.04.095
- Clarke, L., Eom, J., Hodson Marten, E., Horowitz, R., Kyle, P., Link, R., idr. (2018): Effects of long-term climate change on global building energy expenditures. *Energy Economics*, 72, str. 667–677.
- COP 21 (2015): *Paris Agreement*. Adopted at the 21st session of the United Nations Conference of the Parties to the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), Pariz, december 2015. Dostopno na: <https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/109r01.pdf> (sneto: 21. 2. 2020).
- Dafermos, Y., Nikolaidi, M., in Galanis, G. (2018): Climate change, financial stability and monetary policy. *Ecological Economics*, 152, str. 219–234. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2018.05.011
- de Wilde, P., in Coley, D. (2012): The implications of a changing climate for buildings. *Building and Environment*, 55, str. 1–7. DOI: 10.1016/j.buildenv.2012.03.014
- Dino, I. G., in Akgül, C. M. (2019): Impact of climate change on the existing residential building stock in Turkey: An analysis on energy use, greenhouse gas emissions and occupant comfort. *Renewable Energy*, 141, str. 828–846. DOI: 10.1016/j.renene.2019.03.150
- Dodd, N., Cordella, M., Traverso, M., in Donatello, S. (2017): *Level(s) – A common EU framework of core sustainability indicators for office and residential buildings – part 1 and 2*. JRC technical reports. Brussels, Publications Office of the European Union. Dostopno na: http://susproc.jrc.ec.europa.eu/Efficient_Buildings/docs/170816_Levels_EU_framework_of_building_indicators_Parts.pdf (sneto 11. 5. 2020).
- Dolinar, M., Vidrih, B., Kajfež-Bogataj, L., in Medved, S. (2010): Predicted changes in energy demands for heating and cooling due to climate change. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 35(1–2), str. 100–106. DOI: 10.1016/j.pce.2010.03.003
- Dolinar, M., Vertačnik, G., Bertalančič, R., Dvoršek, D., Nadbath, M., Gartner, D., idr. (2014): *Podnebne spremembe v Sloveniji, Podnebne podlage za pripravo ocene tveganj in priložnosti, ki jih podnebne spremembe prinašajo za Slovenijo, 1. poročilo (različica 2)*. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor RS.
- EEA (2019): *Trends and projections in Europe 2019: Tracking progress towards Europe's climate and energy targets*. Luxembourg. Dostopno na: <https://www.eea.europa.eu/publications/trends-and-projections-in-europe-1> (sneto 21. 2. 2020).
- Esteves, L. S. (2014): Managed realignment. A viable long-term coastal management strategy? *Springer Briefs in Environmental Science*. New York, Springer. DOI: 10.1007/978-94-017-9029-1
- Evropska komisija (2012): *Delegirana uredba Komisije (EU) št. 244/2012 z dne 16. januarja 2012 o dopolnitvi Direktive 2010/31/EU Evropskega parlamenta in Sveta o energetske učinkovitosti stavb z določitvijo primerjalnega metodološkega okvira za izračunavanje stroškovno optimalnih ravnih za minimalne zahteve glede energetske učinkovitosti stavb in elementov stavb*. Dostopno na: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:32012R0244> (sneto 11. 5. 2020).
- Evropska komisija (2013a): *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European economic and social committee and the Committee of the regions: An EU Strategy on adaptation to climate change* (COM(2013) 216 final). Dostopno na: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52013DC0216&qid=1593164710810&from=SL> (sneto: 21. 2. 2020).
- Evropska komisija (2013b): *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European economic and social committee and the Committee of the regions: Green infrastructure - Enhancing Europe's natural capital* (COM(2013) 249 final). Dostopno na: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52013DC0249&qid=1593164909303&from=EN> (sneto: 21. 2. 2020).
- Evropska komisija (2018a): *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European economic and social committee and the Committee of the regions and the European investment bank: A Clean Planet for all A European strategic long-term vision for a prosperous, modern, competitive and climate neutral economy* (COM(2018) 773 final). Dostopno na: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52018DC0773&qid=1593165345481&from=EN> (sneto: 21. 2. 2020).
- Evropska komisija (2018b): *The economic impact of climate change*. Dostopno na: https://ec.europa.eu/jrc/sites/jrcsh/files/task_14_economic_integration_final_v3.pdf (sneto 21. 2. 2020).
- Evropska komisija (2019a): *Commission Recommendation of 18.6.2019 on the draft integrated National Energy and Climate Plan of Slovenia covering the period 2021-2030* (SWD(2019) 271 final). Dostopno na: https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/si_rec_en.pdf (sneto 21. 2. 2020).
- Evropska komisija (2019b): *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European economic and social committee and the Committee of the regions: The European Green Deal* (COM(2019) 640 final). Dostopno na: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/T/HTML/?uri=CELEX:52019DC0640&qid=1593165192897&from=EN> (sneto: 21. 2. 2020).
- Evropska komisija (2020): *Fighting and adapting to climate change*. Dostopno na: <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/fighting-and-adapting-climate-change-1>. (sneto 11. 5. 2020).
- EEA (2019): *Trends and projections in Europe 2019: Tracking progress towards Europe's climate and energy targets*. European Environment Agency Report 15. Dostopno na: <https://www.eea.europa.eu/publications/trends-and-projections-in-europe-1> (sneto 21. 2. 2020).

- Evropski parlament in Svet (2010): Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings (recast). Dostopno na: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1593628243477&uri=CELEX:02010L0031-20181224> (sneto: 21. 2. 2020).
- Evropski parlament in Svet (2018): *Directive (EU) 2018/844 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 2010/31/EU on the energy performance of buildings and Directive 2012/27/EU on energy efficiency*. Dostopno na: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32018L0844> (sneto 21. 2. 2020).
- Evropski svet (2017): *European Council meeting (22 and 23 June 2017) – Conclusions* (EUCO 8/17). Dostopno na: <https://www.consilium.europa.eu/media/23985/22-23-euco-final-conclusions.pdf> (sneto 21. 2. 2020).
- Farah, S., Whaley, D., Saman, W., in Boland, J. W. (2019): Integrating climate change into meteorological weather data for building energy simulation. *Energy and Buildings*, 183, str. 749–760. DOI: 10.1016/j.enbuild.2018.11.045
- Freire-González, J. (2018): Environmental taxation and the double dividend hypothesis in CGE modelling literature: A critical review. *Journal of Policy Modelling*, 40, str. 194–223. DOI: 10.1016/j.jpolmod.2017.11.002
- Gohari, S., Baer, D., Nielsen, B. F., Gilcher, E., in Situmorang, W. Z. (2020): Prevailing approaches and practices of citizen participation in smart city projects: Lessons from Trondheim, Norway. *Infrastructures*, 5(4). DOI: 10.3390/infrastructures5040036
- Grynning, S., Waernes, E., Kvande, T., in Time, B. (2017): Climate adaptation of buildings through MOM- and upgrading - State of the art and research needs. *Energy Procedia*, 132, str. 622–627. DOI: 10.1016/j.egypro.2017.09.693
- IPCC (2012): *Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation*. Special report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, Cambridge University Press.
- IPCC (2014): Summary for policymakers. V: Edenhofer, O., idr. (ur.): *Climate change 2014: Mitigation of climate change*. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, Cambridge University Press.
- IPCC (2018): *Global warming of 1.5°C; Special report*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Kaplan, G. (2019): Evaluating the roles of green and built-up areas in reducing a surface urban heat island using remote sensing data. *Urbani izziv*, 30(2), str. 105–112. DOI: 10.5379/urbani-izziv-en-2019-30-02-004
- Kershaw, T., Eames, M., in Coley, D. (2011) Assessing the risk of climate change for buildings: A comparison between multi-year and probabilistic reference year simulations, *Building and Environment*, 46(6), str. 1303-1308. DOI: 10.1016/j.buildenv.2010.12.018
- Konvencija županov za podnebne spremembe in energijo (2019): *Together towards sustainable, climate-resilient and vibrant cities*. Dostopno na: <http://www.energy-cities.eu/covenant-of-mayors-for-climate-and-energy?page=article> (sneto 20. 5. 2019).
- Košir, M., Capeluto, I. G., Krainer, A., in Kristl, Ž. (2014): Solar potential in existing urban layouts: critical overview of the existing building stock in Slovenian context. *Energy policy*, 69(10), str. 443–456. DOI: 10.1016/j.enpol.2014.01.045
- Košir, M., Gostiša, T., in Kristl, Ž. (2018): Influence of architectural building envelope characteristics on energy performance in Central European climatic conditions. *Journal of Building Engineering*, 15, str. 278–288. DOI: 10.1016/j.jobee.2017.11.023
- Kristl, Ž. (2019): *Trajnostni vidiki stanovanjske gradnje*. Nova Gorica, Nova univerza, Evropska pravna fakulteta.
- Kristl, Ž., Temeljotov-Salaj, A., in Rouboutsos, A. (2019): Sustainability and universal design aspects in heritage building refurbishment. *Facilities*. DOI: 10.1108/f-07-2018-0081
- Li, X., Zhou, Y., Yu, S., Jia, G., Li, H., in Li, W. (2019): Urban heat island impacts on building energy consumption: a review of approaches and findings. *Energy*, 174, str. 407–419. DOI: 10.1016/j.energy.2019.02.183.
- Lisø, K. R., Kvande, T., in Time, B. (2017): Climate adaptation framework for moisture-resilient buildings in Norway. *Energy Procedia*, 132, str. 628–633. DOI: 10.1016/j.egypro.2017.09.698
- Mata, E., Wanemark, J., Nik, V. M., in Sasic Kalagasidis, A. (2019): Economic feasibility of building retrofitting mitigation potentials: Climate change uncertainties for Swedish cities. *Applied Energy*, 242, str. 1022v1035. DOI: 10.1016/j.apenergy.2019.03.042
- Matko, M., Golobič, M., in Kontić, B. (2016): Vključevanje rezultatov ocene tveganja zaradi izrednih vremenskih dogodkov v prostorsko načrtovanje elektroenergetske infrastrukture. *Urbani izziv*, 27(1), str. 9–26. DOI: 10.5379/urbani-izziv-2016-27-01-001
- Moazami, A., Nik, V. M., Carlucci, S., in Geving, S. (2019a): Impacts of future weather data typology on building energy performance – Investigating long-term patterns of climate change and extreme weather conditions. *Applied Energy*, 238, str. 696–720. DOI: 10.1016/j.apenergy.2019.01.085
- Moazami, A., Carlucci, S., Nik, V. M., in Geving, S. (2019b): Towards climate robust buildings: An innovative method for designing buildings with robust energy performance under climate change. *Energy and Buildings*, 202, str. 109378. DOI: 10.1016/j.enbuild.2019.109378
- Ministrstvo za okolje in prostor (2018): *Prilaganje podnebnim spremembam*. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor. Dostopno na: http://www.mop.gov.si/si/delovna_podrocja/podnebne_spremembe/prilaganje_podnebnim_spremembam/ (sneto 21. 2. 2020).
- Nacionalni inštitut za javno zdravje (2016): *Podnebne spremembe in zdravje v Sloveniji 2015*. Ljubljana, Nacionalni inštitut za javno zdravje.
- Nordhaus, W. D. (2017): Revisiting the social cost of carbon. *Proceedings of the National Academy of Sciences of USA*, 114, str. 1518–1523.
- Nydahl, H., Andersson, S., Åstrand, A. P., in Olofsson, T. (2019): Future climate induced cost when assessing building refurbishment performance. *Energy and Buildings*, 203, str. 109428. DOI: 10.1016/j.enbuild.2019.109428
- Odlok o Programu porabe sredstev Sklada za podnebne spremembe v obdobju 2020–2023*. Uradni list Republike Slovenije, št. 14/20. Ljubljana. Dostopno na: <http://pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=ODLO1993> (sneto: 10. 3. 2020).
- Olonscheck, M., Holsten, A., in Kropp, J. P. (2011): Heating and cooling energy demand and related emissions of the German residential building stock under climate change. *Energy Policy*, 39, str. 4795–4806. DOI: 10.1016/j.enpol.2011.06.041
- OZN (2015): *Transforming our world: the 2030 – Agenda for Sustainable Development – Resolution*. Adopted by the General Assembly. Dostopno na: http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E (sneto 25. 4. 2018).
- Slovenski inštitut za standardizacijo (2020): *Trajnostnost gradbenih objektov – Ocenjevanje trajnostnosti gradbenih inženirskih objektov – Računske metode* (oSIST prEN 17472:2020). Ljubljana, Slovenski inštitut za standardizacijo.
- Pasimeni, M. R., Valente, D., Zurlini, G., in Petrosillo, I. (2019): The interplay between urban mitigation and adaptation strategies to face climate change in two European countries. *Environmental Science & Policy*, 95, str. 20–27. DOI: 10.1016/j.envsci.2019.02.002

- Pérez-Andreu, V., Aparicio-Fernández, C., Martínez-Ibernón, A., in Vivancos, J. L. (2018): Impact of climate change on heating and cooling energy demand in a residential building in a Mediterranean climate. *Energy*, 165(A), str. 63–74. DOI: 10.1016/j.energy.2018.09.015
- Pisello, A. L., Rosso, F., Castaldo, V., Piselli, C., Fabiani, C., Cotana, F. (2017): The role of building occupants' education in their resilience to climate-change related events. *Energy and Buildings*, 154, str. 217–231. DOI: 10.1016/j.enbuild.2017.08.024
- Punch, K. F. (2014): *Introduction to social research*. Thousand Oaks, CA, SAGE Publications.
- Rastandeh, A. (2015): Izzivi in potenciali uporabe alternativnih prihodnosti pokrajin v obdobju podnebnih sprememb: pregled literature in raziskava. *Urbani izziv*, 26(2), str. 11–30. DOI: 10.5379/urbani-izziv-2015-26-02-001
- Ravnikar, Ž., in Goličnik Marušič, B. (2019): Na naravi temelječe rešitve: predstavitev projekta. Connecting nature. *Urbani izziv*, 30(1), str. 72–74.
- Salaj, A., Roumboutsos, A., Verlič, P., in Grum, B. (2018): Land value capture strategies in PPP—what can FM learn from it? *Facilities*, 36(1/2), str. 24–36. DOI: 10.1108/f-03-2017-0033
- Sarkodie, S. A., in Strezov, V. (2019): Economic, social and governance adaptation readiness for mitigation of climate change vulnerability: Evidence from 192 countries. *Science of the Total Environment*, 656, str. 150–164. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.11.349
- Stern, N. (2007): *The economics of climate change: The Stern review*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Svet EU (2017): *Joint statement by the Council and the representatives of the governments of the Member States meeting within the Council, the European Parliament and the Commission: The new European consensus on development: 'Our world, our dignity, our future'*. Dostopno na: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:42017Y0630\(01\)&from=EN](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:42017Y0630(01)&from=EN) (sneto 21. 2. 2020).
- Svetovna meteorološka organizacija (2017): *Statement on the state of the global climate in 2017*. Ženeva, World meteorological organization.
- Temeljotov Salaj, A., Jančar, J., Štritof-Brus, M., in Trpin, G. (2011): The development of the real estate investment fund for the purpose of regional development. *Lex Localis, Journal of Local Self-Government*, 9(3), str. 265–281. DOI: 10.4335/9.3.265-281(2011)
- Torabi, E., Dedekorkut-Howes, A., in Howes, M. (2018): Adapting or maladapting. Building resilience to climate-related disasters in coastal cities. *Cities*, 72, del B, str. 295–309. DOI: 10.1016/j.cities.2017.09.008
- Truong, C., Trück, S., in Mathew, S. (2018): Managing risks from climate impacted hazards – The value of investment flexibility under uncertainty. *European Journal of Operational Research*, 269(1), str. 132–145. DOI: 10.1016/j.ejor.2017.07.012
- Tvinnereim, E., in Mehling, M. (2018): Carbon pricing and deep decarbonisation. *Energy Policy*, 121, str. 185–189. DOI: 10.1016/j.enpol.2018.06.020
- Tyler, S., Nugraha, E., Nguyen, H., Nguyen, N., Sari, A., Thinpanga, P., idr. (2016): Indicators of urban climate resilience. A contextual approach. *Environmental Science & Policy*, 66, str. 420–426.
- UKCP (2009): *UK climate projections user interface*. UK climate projects. Dostopno na: <http://ukclimateprojections.metoffice.gov.uk/> (sneto 21. 2. 2020).
- UNEP (2018): *Emissions gap report*. United Nations Environment Programme. Dostopno na: http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/26895/EGR2018_FullReport_EN.pdf (sneto 21. 2. 2020).
- UNEP in UNFCCC (2001): *Climate change: Information kit*. Dostopno na: <https://unfccc.int/resource/iuckit/cckit2001en.pdf> (sneto 21. 2. 2020).
- Vlada RS (2019): *Celoviti nacionalni energetske in podnebni načrt Republike Slovenije*. Verzija 4.0. Dostopno na: https://www.energetika-portal.si/fileadmin/dokumenti/publikacije/nepn/dokumenti/nepn_osnutek_avg_2019.pdf (sneto 21. 2. 2020).
- Vlada RS (2020): *Celoviti nacionalni energetske in podnebni načrt Republike Slovenije*. Dostopno na: https://www.energetika-portal.si/fileadmin/dokumenti/publikacije/nepn/dokumenti/nepn_5.0_final_feb-2020.pdf (sneto 11. 5. 2020).
- Wandl, A., in van der Hoeven, F. (2018) Hotterdam: Mapping the social, morphological, and land-use dimensions of the Rotterdam urban heat island. *Urbani izziv*, 29(1), str. 58–72. DOI: 10.5379/urbani-izziv-en-2018-29-01-001
- Wang, H., in Chen, Q. (2014): Impact of climate change heating and cooling energy use in buildings in the United States. *Energy and Buildings*, 82, str. 428–436. DOI: 10.1016/j.enbuild.2014.07.034
- Weng, K. (2017): Performance of UK dwellings in projected future climates. *Energy Procedia*, 105, str. 3727–3732. DOI: 10.1016/j.egypro.2017.03.864
- Wohlin, C. (2014): Guidelines for snowballing in systematic literature studies and a replication in software engineering. V: *EASE '14: Proceedings of the 18th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering*, članek št. 38, str. 1–10. DOI: 10.1145/2601248.2601268
- Zgonik, S. (2019): Odprto pismo slovenskih znanstvenikov. *Mladina*. Dostopno na: <https://www.mladina.si/194097/slovenski-znanstveniki-o-podnebnih-spremembah-nasa-moralna-in-eticna-dolznost-je-pozvati-k-ukr/> (sneto 21. 2. 2020).