



Blaženje vpliva **PODNEBNIH SPREMEMB** na zdravje ranljivih skupin prebivalstva

Nevenka Gričar, Nevenka Ferfila,
Alenka Plemelj, Mirjam Ravljen



**BLAŽENJE VPLIVA PODNEBNIH SPREMENB NA
ZDRAVJE RANLJIVIH SKUPIN PREBIVALSTVA**

Visokošolski učbenik

Avtorice: viš. pred. mag. Nevenka Ferfila
viš. pred. mag. Nevenka Gričar
viš. pred. mag. Alenka Plemelj
pred. dr. Mirjam Ravljen

Recenzentki: izr. prof. dr. Mateja Dovjak
doc. dr. Alenka Oven

Lektorica: Urška Škvorc, prof. slo.

Oblikovalka: Barbara Kralj, PRELOM d. o. o.

Založila: Založba Univerza v Ljubljani

Za založnika: prof. dr. Gregor Majdič, rektor

Izdala: Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta

Za izdajatelja: doc. dr. Martina Oder, dekanja

Prva e-izdaja.

Publikacija je brezplačna.

Ljubljana, 2025



Za delo velja licenca Creative
Commons Priznanje avtorstva -
Deljenje pod enakimi pogoji

Publikacija je nastala v okviru projekta ULTRA 6.03., ki ga
sofinancirata Republika Slovenija, Ministrstvo za visoko šolstvo,
znanost in inovacije ter Evropska unija – NextGenerationEU.

Publikacija je dostopna v formatu PDF na: <https://ebooks.uni-lj.si/>

DOI: 10.55295/978-961-297-781-8

Katalogni zapis o publikaciji (CIP) pripravili v Narodni in
univerzitetni knjižnici v Ljubljani

COBISS.SI-ID 269473027

ISBN 978-961-297-781-8 (PDF)

KAZALO



UVOD	5
ZAHVALA	6
1. VPLIVI NA PODNEBNI SISTEM ZEMLJE IN PODNEBNE SPREMEMBE	7
1.1 Vreme in klima (podnebje)	7
1.2 Podnebni sistem Zemlje	8
1.3 Biogeokemijski krogi	8
1.4 Vplivi na podnebni sistem Zemlje	10
1.5 Izpusti toplogrednih plinov in učinek tople grede	11
1.6 Podnebne spremembe	13
1.7 Dokazi za vpliv človeka na podnebni sistem Zemlje	13
1.8 Posledice sprememb v podnebnem sistemu	15
1.9 Vpliv podnebnih sprememb na zdravje človeka	16
2. POVEZAVA MED NARAVNIMI VIRI, RASTJO ŠTEVILA PREBIVALSTVA, GOSPODARSKIM RAZVOJEM IN URBANIZACIJO	18
2.1 Rast svetovnega prebivalstva, gospodarski razvoj in omejenost naravnih virov	18
2.2 Posledice prekomernega izkoriščanja naravnih virov, urbanizacije in podnebnih sprememb	20
2.3 Urbani toplotni otoki	21
3. STANJE V SLOVENIJI	24
3.1 Vpliv podnebnih sprememb	24
3.2 Izpusti toplogrednih plinov in ponori CO ₂	24
3.3 Projekcije podnebnih sprememb za Slovenijo	25
3.4 Ukrepi za zmanjšanje izpustov toplogrednih plinov in omilitev vpliva podnebnih sprememb v Sloveniji	27

KAZALO

4.	OKOLJSKE TEHNOLOGIJE IN SONARAVNE REŠITVE ZA BLAŽENJE VPLIVA PODNEBNIH SPREMEMB	29
4.1	Okoljske tehnologije in okoljsko ter ekološko inženirstvo	29
4.2	Ekosistemske storitve	30
4.3	Sonaravne rešitve	32
4.4	Siva, zelena in modro-zelena infrastruktura	32
4.5	Primeri uporabe okoljskih tehnologij in sonaravnih rešitev za blaženje podnebnih sprememb v lokalnem urbanem okolju	34
5.	VPLIV METEOROLOŠKIH DEJAVNIKOV NA ČLOVEKOVO ZDRAVJE	40
5.1	Mehanizem vpliva visokih temperatur na človeško telo	40
5.2	Klinične oblike toplotnega stresa	43
6.	POMEN SENZORNE ODZIVNOSTI ZA DOBRO POČUTJE	45
6.1	Senzorna integracija oziroma senzorna predelava	45
6.2	Odgovor na stres in homeostaza	46
6.3	Senzorna preobremenitev in prikrajšanost starejših	48
6.4	Uporaba senzorne modulacije kot intervencija	49
6.5	Vrt in njegov vpliv na posameznika	53
7.	VRTNARJENJE ZA VSE: UNIVERZALNO OBLIKOVANJE IN ERGONOMIJA	60
7.1	Upoštevanje načel univerzalnega oblikovanja pri vrtnarjenju	61
7.2	Ergonomija vrtnarjenja	64
7.3	Prilagajanje prijema	67





UVOD

Nevenka Gričar in Nevenka Ferfila

V poročilu »Climate change as a threat to health and well-being in Europe: focus on heat and infectious diseases« Evropska agencija za okolje (EEA, 2022) navaja, da je »vključenost zdravstvenih delavcev v načrtovanje prilagajanja podnebnim spremembam na lokalni ravni nizka povsod po Evropi« in da je »za prilagajanje obstoječim in nastajajočim grožnjam za zdravje, ki izhajajo iz podnebnih sprememb, nujno potrebna boljša pripravljenost zdravstvenega sektorja, ki jo je mogoče doseči s krepitvijo ozaveščenosti, boljšim znanjem ter širšo vključenostjo delavcev na področju javnega zdravja in zdravstva«. Prvi korak k doseganju teh ciljev je vključevanje ustreznih vsebin v študijske programe bodočih zdravstvenih delavcev. Te vsebine morajo zajemati razumevanje mehanizmov nastanka podnebnih sprememb, fiziološkega odziva človeškega organizma na spremembe podnebja, možnosti senzorne modulacije teh odzivov ter ne nazadnje tudi tehnoloških in sonaravnih ukrepov za zmanjševanje intenzivnosti vplivov, ki so nam na voljo.

V okviru projekta »ULTRA – Univerza v Ljubljani za trajnostno družbo« smo na Zdravstveni fakulteti sodelovali v pilotnem projektu »Okoljske tehnologije za blaženje podnebnih sprememb in prilagajanje nanje« z namenom vnosa potrebnih vsebin v kurikulum strokovnih študijskih programov, ki jih izvajamo. Pripravili smo predmet, ki študentom omogoča pridobitev kompetenc za tvorno sodelovanje v procesu zviševanja pripravljenosti zdravstvenega sektorja na izzive, ki jih prinašajo podnebne spremembe. Predmet je bil namenjen študentom visokošolskih strokovnih študijskih programov delovna terapija, fizioterapija, ortotika in protetika ter zdravstvena nega, lahko pa služi tudi kot usmeritev v obravnavano tematiko vsem, ki se na svojem delovnem področju srečujejo z ranljivimi skupinami prebivalstva.

V sodelovanju z enim od ljubljanskih domov starejših občanov (DSO) smo oblikovali senzorični vrt. V fazi načrtovanja smo prvotni koncept senzoričnih vrtov nadgradili z vsebinami, ki bodo študentom ob praktičnem delu na kliničnih vajah pomagale pri razumevanju posledic podnebnih sprememb in možnosti za blažitev njihovih vplivov na ranljive skupine prebivalstva. Zasledovali smo dva osnovna cilja: (1) z umestitvijo elementov zelene infrastrukture v obstoječi vrt DSO pripraviti učno okolje, v katerem bodo študenti v praksi spoznavali koncepte uporabe sonaravnih tehnologij za blaženje podnebnih sprememb, in (2) vrt oblikovati po osnovnih načelih oblikovanja senzoričnih vrtov in se z izbiro rastlinskih vrst, prilagojenih višjim temperaturam, prilagoditi tudi podnebnim spremembam.

Pričujoči učbenik študentom ponuja učno gradivo, ki povezuje temeljne mehanizme podnebnega sistema z vplivi, ki jih te spremembe povzročajo na zdravje ranljivih skupin prebivalstva. Posebna pozornost je namenjena vlogi zdravstvenih delavcev pri razumevanju teh izzivov ter načrtovanju pristopov, ki podpirajo prilagajanje na spremenjene razmere.

Učbenik združuje teoretična znanja s področja podnebnih sprememb, urbanega okolja, senzorne modulacije, ergonomije vrtnarjenja in ekosistemskih pristopov ter jih dopolnjuje s primeri dobre prakse, ki so jih študenti spoznavali pri izvedbi predmeta Uporaba okoljskih pristopov za blaženje vpliva podnebnih sprememb na zdravje ranljivih skupin prebivalstva. V ospredju je razumevanje, da so učinkovite rešitve za blaženje vplivov podnebnih sprememb pogosto preproste, sonaravne in prilagojene potrebam dejanskih uporabnikov, zlasti starejših in kroničnih bolnikov.

Namen učbenika je zato trojen: (1) okrepiti razumevanje podnebnih procesov in njihovega vpliva na zdravje, (2) predstaviti okoljske tehnologije ter sonaravne rešitve, ki lahko izboljšajo odpornost lokalnih skupnosti, ter (3) študentom ponuditi orodja za kritično razmišljanje, načrtovanje in izvajanje strokovnih intervencij, ki prispevajo k višji kakovosti življenja ranljivih skupin v času podnebnih sprememb.

ZAHVALA

Visokošolski učbenik je nastal v okviru projekta Univerze v Ljubljani UL-TRA, ki sta ga sofinancirala Republika Slovenija, Ministrstvo za visoko šolstvo, znanost in inovacije, ter Evropska unija – NextGenerationEU.

Iskreno se zahvaljujemo vodji pilotnega projekta 6.03 – Okoljske tehnologije za blaženje podnebnih sprememb in prilagajanje nanje, Mihi Ravniku in njegovi desni roki Veroniki Simonovski za odlično koordinacijo vseh sodelujočih v projektu.

Hvala vsem kolegom iz sodelujočih članic (Biotehnične fakultete, Ekonomske fakultete, Fakultete za gradbeništvo in geodezijo, Fakultete za kemijo in kemijsko tehnologijo ter Fakultete za matematiko in fiziko) za prijetno sodelovanje v letih trajanja projekta.

Zahvaljujemo se direktorju DSO Šiška, Simonu Strgarju, in vsem njegovim sodelavkam ter sodelavcem, za pozitivno energijo in pripravljenost za sodelovanje od ideje do izvedbe senzoričnega vrta. Posebna zahvala gre vsem stanovalkam, ki so bile pripravljene deliti svoje življenjske izkušnje in sodelovati s študenti.

Katji Strgar, hvala za vse njene uporabne in strokovne nasvete pri načrtovanju in izbiri rastlin ter za neizmerni entuziazem pri iskanju najprimernejših rešitev ureditve senzoričnega vrta za stanovalce DSO.

Zahvaljujemo se vsem sodelavcem, ki so s svojim znanjem pomembno prispevali k uspešnosti projekta: Aleksu Turelu za zanesljivost, natančnost in vso tehnično podporo; Barbari Domajnko in Maticu Kavčiču za pripravo metodološkega dela evalvacije in Jožici Čehovin Zajc, ki je izvedla evalvacijo uspešnosti dela na projektu.

Hvala Barbari Babnik in Moniki Žigon iz Projektne pisarne Zdravstvene fakultete za potrpežljivost in vso strokovno ter organizacijsko podporo.

Posebna zahvala gre tudi študentom, ki so s svojo pozitivno energijo in sodelovanjem pomembno prispevali k izboljšavam predmeta.

Nenazadnje hvala recenzentkama Mateji Dovjak in Alenki Oven za natančen in hiter pregled učbenika.

Za lektoriranje se zahvaljujemo Urški Škvorc in za oblikovanje Barbari Kralj.



1

VPLIVI NA PODNEBNI SISTEM ZEMLJE IN PODNEBNE SPREMEMBE

NEVENKA FERFILA

1.1 VREME IN KLIMA (PODNEBJE)

Ko govorimo o podnebnih spremembah, moramo najprej pojasniti razliko med pojmom vreme in klima oziroma podnebje.

Vrême -éna s (é é) = stanje ozračja glede na temperaturo, vlago, oblačnost (Fran, n. d. a)

Klíma -e ž (ī) = povprečne vremenske razmere, značilne za določen kraj ali območje, podnebje (Fran, n. d. b)

Míkroklíma -e ž (î-ī) = značilne klimatske razmere na omejenem prostoru, na katere vplivajo okoliške grajene strukture, naravni elementi, npr. senčenje stavb, prisotnost vode (Fran, n. d. c)

Vreme

Izraz vreme opisuje trenutno stanje ozračja in njegove spremembe v krajšem časovnem obdobju – od nekaj ur do nekaj dni. Vreme natančneje opišemo s podatki o meritvah različnih spremenljivk: temperature, padavin, vlage, zračnega tlaka ter hitrosti in smeri gibanja vetra. Vreme opisujemo z izrazi, kot so sončno, oblačno, deževno, nevihtno ipd. (World Meteorological Organization, n. d. b).

Klima (podnebje) in mikroklima

Izraz klima ali podnebje opisuje povprečne vremenske razmere na določeni lokaciji (geografskem območju). Značilne klimatske (podnebne) razmere nekega okolja določimo s statistično obdelavo

podatkov o vremenskih pojavih v tem okolju v daljšem časovnem obdobju (tudi nekaj desetletij). Pri tem opazujemo in opisujemo predvsem povprečja, iščemo odklone in ekstreme ter ugotavljamo njihovo pogostost. Klimatologi na primer ugotavljajo, da so vročinski valovi v zadnjih letih pogostejši (World Meteorological Organization, n. d. a).

Z izrazom mikroklima opredelimo vreme in klimo lokalno, na točno določenem območju oziroma točno določeni točki merjenja (na primer ena merilna postaja, točno določen del mesta ipd.).

1.2 PODNEBNI SISTEM ZEMLJE

Podnebni sistem Zemlje je zelo kompleksen in ga sestavljajo naslednji podsistemi:

1. atmosfera – ozračje,
2. hidrosfera – oceani in celinske vode (reke, jezera),
3. kriosfera – območja z zamrznjeno vodo (sneg, morski led, ledeniki, permafrost),
4. litosfera – kopno in
5. biosfera – živi organizmi (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2001).

Navedeni podsistemi so v stalni medsebojni interakciji. Med njimi poteka intenzivna izmenjava energije, biomase, vode, ogljika, dušika, kisika in drugih elementov. Razumevanje sistema in medsebojnih odnosov v njem je ključno za razumevanje različnih vplivov na spremembe podnebja.

1.3 BIOGEOKEMIJSKI KROGI

Najprej je treba pojasniti besedo biogeokemijski. Sestavljena je iz naslednjih delov: »bio«, ki se nanaša na žive organizme (biosfera), »geo«, ki se nanaša na tla, vodo in zrak (litosfera, hidrosfera in atmosfera), ter »kemijsko«, ki se nanaša na kemijske elemente v navedenih podsistemi.

Biogeokemijski cikel (krog) = kroženje kemijskih elementov iz organizmov v fizično okolje ter nazaj v organizme (GEMET, n. d.).



Če želimo razumeti vplive podnebnih sprememb na ekosisteme in posledično na zdravje človeka, moramo poznati osnovne odnose med energijo, kemijskimi elementi in vodo, ki v naravi stalno krožijo. Te krožne procese imenujemo biogeokemijsko kroženje. Sončna energija je osnovni vir energije za ekosisteme. Potuje skozi njega, medtem ko hranila krožijo (RAZ:UM, 2014). Najpomembnejši kemijski

elementi, ki krožijo med sistemi, so ogljik, vodik, kisik, dušik in fosfor, saj so ključni za življenje na Zemlji. Zato najpogosteje govorimo prav o njihovem kroženju. Ti osnovni elementi prehajajo iz različnih podsistemov neživega okolja v biosfero in nato zaokrožijo svojo pot nazaj v neživo okolje. Živi organizmi za življenje in rast potrebujejo hranila iz vseh podsistemov ali sfer okolja: hidrosfere (prispeva vodo in s tem nujno potrebni vodik), litosfere (prispeva kalcij, žveplo, fosfor in druge elemente) ter atmosfere (prispeva kisik, dušik, ogljikov dioksid in druge pline).

Med mnogimi biogeokemijskimi krogi najpogosteje omenjamo predvsem krogotok ogljika, dušika, fosforja in vode. Za razumevanje nastanka podnebnih sprememb pa so posebej pomembni ogljikov in vodni krog ter njune povezave.

Krog ogljika

Krog ogljika je primer zapletenega biogeokemijskega kroženja, v katerem ogljik v obliki različnih spojin prehaja med atmosfero, biosfero, litosfero in hidrosfero. Večina ogljika na Zemlji je vezana v kamninah in fosilizirani organski snovi ter se iz njih sprošča le zelo počasi. Hidrosfera je največji aktivni rezervoar ogljika, saj omogoča hitro izmenjavo ogljikovega dioksida (CO_2) z atmosfero (Royal Meteorological Society, 2014).

Ogljik je osnovni element za vse žive organizme. Je gradnik velikih organskih molekul, ki so nujno potrebne za življenje. V prehranjevalno verigo prehaja iz atmosfere. Rastline in alge absorbirajo CO_2 iz zraka in s pomočjo fotosinteze v okolje sproščajo kisik, ogljik pa vgradijo v organske spojine. Ogljik je tudi glavni nosilec energije v bioloških sistemih. Del ogljika se v prehranjevalnih verigah vgrajuje v biomaso živih organizmov, del pa se zaradi celičnega dihanja kot CO_2 sprosti v zrak in tako vrne v atmosfero (Royal Meteorological Society, 2014). Del ogljika vsebujejo tudi odmrli organizmi. Mikroorganizmi v procesih ob prisotnosti kisika (aerobni procesi) razgradijo velike organske molekule odmrlih organizmov do CO_2 oziroma v odsotnosti kisika (anaerobni procesi) do metana (CH_4), ki se sproščata v atmosfero. Ob razgradnji organske snovi nastajajo tudi osnovni elementi, ki ostajajo v tleh in sedimentih (proces imenujemo mineralizacija) in se tako iz biosfere vrnejo v druge sfere okolja. Ti procesi poskrbijo tudi za ponovno vezavo ogljika v tleh.

Krog vode

Vodni krog opisuje kroženje vode med vsemi petimi podsistemi podnebnega sistema Zemlje (atmosfero, hidrosfero, kriosfero, litosfero in biosfero). Kroženje vode omogočajo različni procesi, kot so izhlapevanje (evaporacija), transpiracija (oddajanje vode skozi listne reže rastlin), kondenzacija, padavine, infiltracija, taljenje snega in ledu ter odtekanje.

Evapotranspiracija = prehajanje vode v obliki vodne pare z zemeljske površine in skozi listne reže rastlin v ozračje.

»Voda v tleh in v kamninah je vezana na različne načine, tako da sta njeno izhlapevanje in dostopnost za rastline različni. Rastline črpajo vodo iz tal, ta pa nato skozi listne reže rastline izhlapeva, tako da je celotna izguba vode na poraščenih tleh različna od tiste na neporaščenih. Rastline so poleg tega sposobne uravnati izgubo vode glede na svoje fiziološko stanje. Voda izhlapeva v zrak, s čimer pride do ohlajanja zaradi porabe latentne toplote izparevanja.« (Rakovec & Vrhovec, 2024)

Povezava med vodnim krogom in krogom ogljika je zapletena, saj vključuje tako fizikalne procese (izhlapevanje, kondenzacija, padavine) kot tudi kemijske procese (raztapljanje CO_2 v vodi, kemijsko preperevanje kamnin) in biološke procese (fotosinteza, dihanje, evapotranspiracija, tvorba biomase). Ključno je, da so vsi ti procesi v stalnem ravnotežju. Spremembe v enem od krogov (na primer večanje izpustov CO_2) vodijo do sprememb v drugem (na primer hitrejše kroženje vode v sistemu).

1.4 VPLIVI NA PODNEBNI SISTEM ZEMLJE

Podsistemi podnebnega sistema Zemlje so v stalni medsebojni interakciji. Med njimi poteka intenzivna izmenjava energije, mase, vode, ogljika, dušika, kisika in drugih elementov. Razumevanje sistema in medsebojnih odnosov njegovih podsistemov je ključno za razumevanje različnih vplivov na spremembo podnebja.

Vplive na podnebni sistem Zemlje lahko razdelimo v dve veliki skupini:

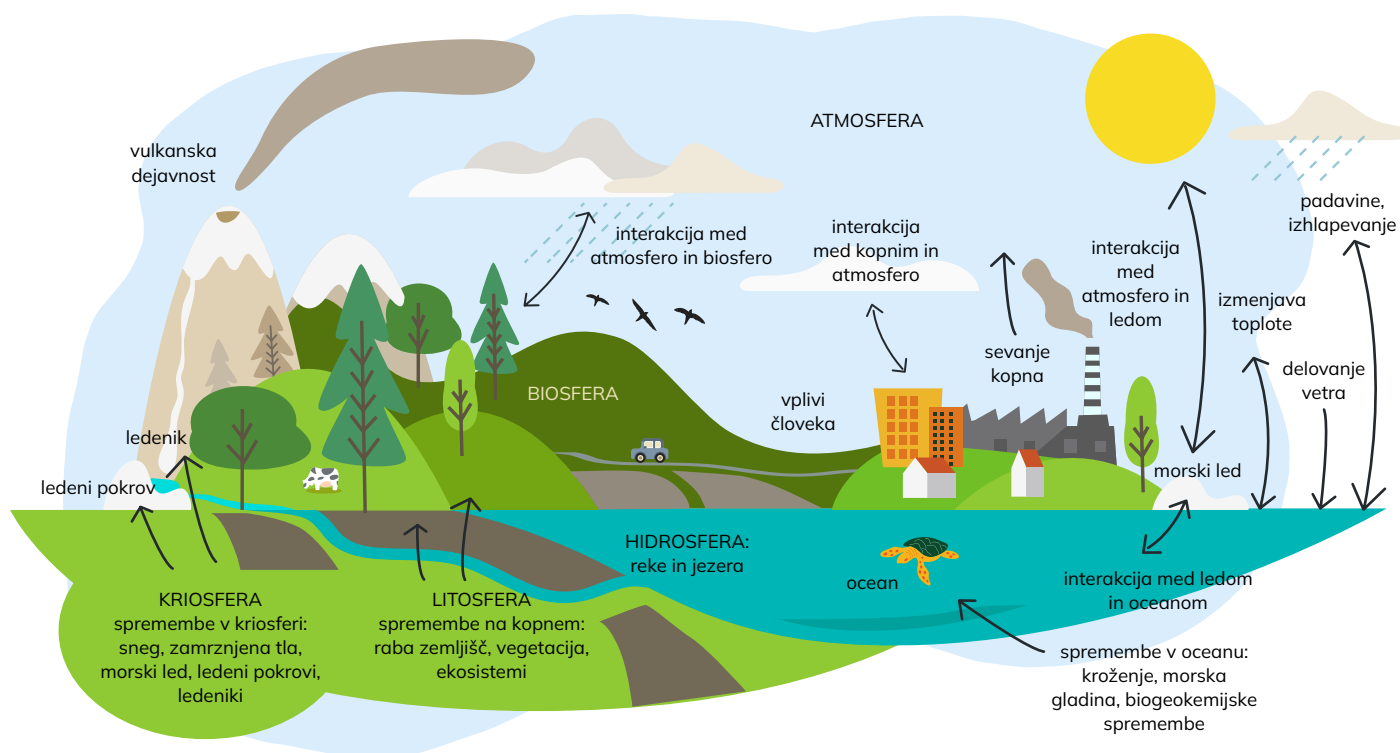
1. Prva skupina so dejavniki, ki izvirajo iz naravnih procesov in jih imenujemo naravni vplivi. Vplivajo na energijsko in masno bilanco celotnega podnebnega sistema ter razmerja med posameznimi podsistemi. Delimo jih na:
 - notranje dejavnike (na primer El Niño, interdekadna pacifiška oscilacija, atlantska multidekadna oscilacija) in
 - zunanje dejavnike (na primer spremembe krožnice in nagiba osi Zemlje, spremembe sončnega sevanja, vulkanski izbruhi, spremembe biogeokemijskih krogov) (Royal Meteorological Society, 2014; Ghil & Lucarini, 2020).
2. Druga skupina so dejavniki, ki jih povzroča človek in jih imenujemo antropogeni vplivi. Delimo jih na:
 - izpuste (emisije) toplogrednih plinov (na primer CO₂, CH₄, N₂O, vodna para),
 - izpuste aerosolov (črni ogljik, organski in drugi aerosoli) ter
 - spreminjanje lastnosti Zemljinega površja (degradacija in izsekavanje gozdov, urbanizacija, spremembe kmetijske rabe), kar vpliva na odbojnost površin, izhlapevanje vode in pregrevanje tal (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007; Ghil & Lucarini, 2020).

Slika 1 prikazuje interakcije med posameznimi podsistemi Zemljinega podnebnega sistema ter različnimi dejavniki, ki vplivajo nanj. Sončno sevanje je primarni vir energije, ki poganja celoten sistem.

Atmosfera je medij za prenos toplotne energije in različnih plinov (N₂, O₂, H₂O, CO₂, CH₄, N₂O itd.), hidrosfera akumulira toplotno energijo, ki se vrača v ozračje ter z izhlapevanjem prispeva k uravnavanju vodnega kroga. Kriosfera vpliva na planetarni albedo (odbojnost svetlobe na površju), saj se s taljenjem ledu zmanjšuje odbojnost površja ter pospešuje segrevanje.

Litosfera vpliva na razporeditev energije in vode, vulkanski izbruhi pa prispevajo k spremembam v atmosferi (na primer izpusti CO₂). Skozi biosfero poteka kroženje, na primer ogljika, dušika, kisika in vode. Živi organizmi vplivajo na izmenjavo toplotne energije, vode in sestavo ozračja ter tako povezujejo fizikalne, kemijske in biološke procese.

Poleg naravnih podsistemov Zemljinega podnebnega sistema so na sliki 1 prikazani tudi antropogeni viri, ki spreminjajo ravnovesje med posameznimi procesi v naravnih podsistemi predvsem z izpusti toplogrednih plinov (TGP), spremembami rabe tal in urbanizacijo. Te spremembe v zapletenem sistemu s številnimi povratnimi zankami med ozračjem, oceani, ledom in biosfero povzročajo motnje v stabilnosti podnebnega sistema (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007).



Slika 1: Shema interakcij med posameznimi podsistemi Zemljinega podnebnega sistema (vir: prirejeno po Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007, str. 104)

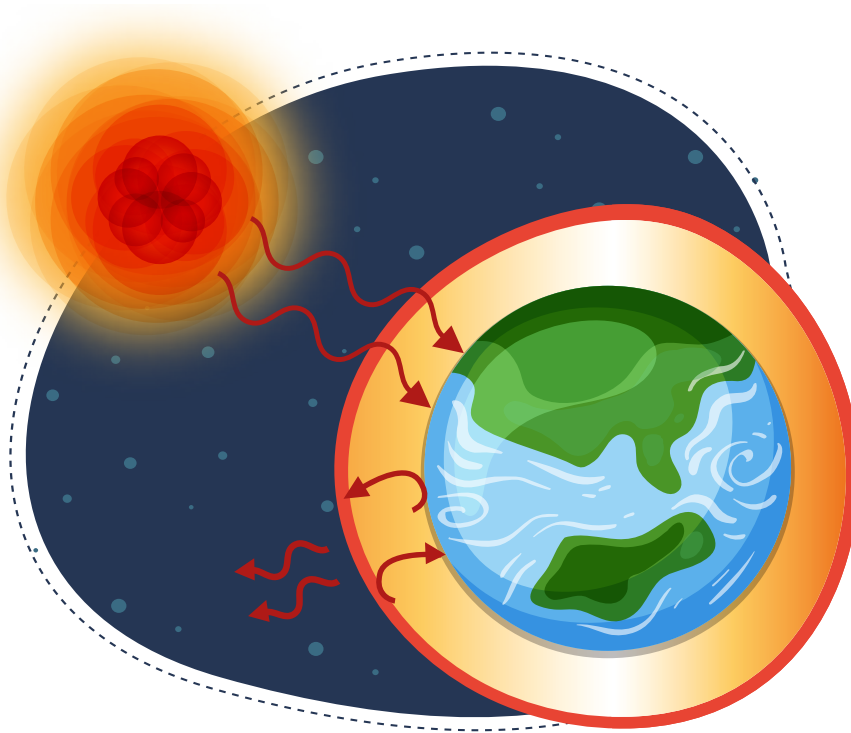
1.5 IZPUSTI TOPLOGREDNIH PLINOV IN UČINEK TOPLE GREDE

Najpomembnejši TGP v ozračju so:

- ogljikov dioksid (CO_2),
- vodna para (H_2O),
- metan (CH_4),
- didušikov oksid (N_2O),
- ozon (O_3) in
- fluorirani plini.



Izpuste TGP, tako naravne kot antropogene, štejemo za najpomembnejši vir, ki vpliva na globalno segrevanje. Približno tretjina sončnega sevanja se odbije v ozračju, preden doseže površje Zemlje. Del preostalega sevanja se absorbira v ozračju, večina pa prodre do površja, kjer se del odbije, del pa ga absorbirajo kopno in predvsem oceani, ki nato sevajo nazaj. TGP imajo sposobnost, da dolgovalovno sevanje, ki se odbije od Zemljinega površja, deloma vpijejo in ga namesto v vesolje izsevajo nazaj proti tlor. S tem se dodatno ogreje tako površje Zemlje kot tudi nekaj kilometrov debela plast ozračja ob tleh (Royal Meteorological Society, MetLink, 2014). Ta pojav dodatnega ogrevanja površja imenujemo tudi učinek tople grede in je prikazan na sliki 2.



Slika 2: Učinek tople grede

Povečana vsebnost TGP v ozračju povzroča globalno segrevanje. Primeri virov TGP, ki jih povzroča človek s svojim delovanjem, so:

- ogljikov dioksid (CO_2) nastaja pri zgorevanju fosilnih goriv (nafta, premoga in zemeljskega plina) v proizvodnji električne energije v termoelektrarnah, pri soproizvodnji toplotne in električne energije, v individualnih kuriščih, pri zgorevanju bencina in dizelskega goriva v vozilih ter v industrijskih procesih;
- vodna para (H_2O) nastaja predvsem pri izhlapevanju iz vodnih teles in evapotranspiraciji;
- metan (CH_4) nastaja v kmetijstvu (npr. riževa polja), živinoreji (predvsem v govedoreji), pri skladiščenju živinskih gnojil ter v procesih ravnanja z odpadki;
- didušikov oksid (N_2O) je značilen predvsem za izpuste iz prometa in kmetijske dejavnosti;
- ozon (O_3) nastaja v fotokemijskih reakcijah, v katere vstopajo onesnaževala iz prometa in industrije;
- fluorirani plini nastajajo v industrijskih procesih (European Environment Agency, 2024).

Dejavnosti, ki povzročajo največ izpustov TGP, so bile v Evropski uniji v letu 2022:

- proizvodnja električne energije in toplote (zgorevanje fosilnih goriv – premoga, nafte in zemeljskega plina je tudi v svetovnem merilu najpomembnejši vir izpustov TGP);
- promet (zgorevanje fosilnih goriv – bencina, dizelskega goriva in kerozina v cestnem, železniškem, pomorskem ter zračnem prometu);
- kmetijstvo (živinoreja, gojenje poljščin, ravnanje z gnojem in gnojevko);
- industrijski procesi in gradbeništvo (zgorevanje fosilnih goriv za pridobivanje energije v industrijskih obratih ter kemičnih in metalurških procesih);
- ravnanje z odpadki (European Environment Agency, 2024).

V obdobju med letoma 1990 in 2022 se v Evropski uniji kažejo trendi zniževanja izpustov TGP v nekaterih sektorjih (na primer pri proizvodnji električne energije in toplote ter v industrijskih procesih) in zviševanja v drugih (na primer promet ter hlajenje in prezračevanje) (European Environment Agency, 2024).

K povečanju vsebnosti CO₂ v ozračju in s tem porušitvi ravnotežja med viri in ponori CO₂ so največ prispevali zgorevanje fosilnih goriv in spremembe ekosistemov, ki jih povzroča človek. Vzrok za te spremembe sta predvsem izsekavanje gozdov in urbanizacija. S temi posegi v ekosisteme se zmanjšujejo njihove zmožnosti, da iz ozračja izločijo CO₂ in sicer s porabo CO₂ v procesu fotosinteze. Proces, ki omogočajo izločanje CO₂ iz ozračja, imenujemo ponori CO₂.

1.6 PODNEBNE SPREMEMBE

V obdobju od konca zadnje ledene dobe pred 10.000 leti do industrijske revolucije je bil podnebni sistem razmeroma stabilen. V tem času so bili naravni viri in ponori CO₂ v ravnotežju. Porušitev tega ravnotežja in posledični dvig globalne temperature lahko pripišemo povečani vsebnosti CO₂ (od industrijske revolucije naprej se je ta vsebnost povečala za približno 50 %) in drugih TGP v ozračju, kar je posledica človekovih dejavnosti. Naravni vzroki prispevajo zanemarljivo malo k spremembi globalne temperature v primerjavi s človeškimi aktivnostmi (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2021).

Od začetka 19. stoletja do danes se je globalna povprečna temperatura ozračja na površju Zemlje dvignila za več kot 1 °C (National Aeronautics and Space Administration, n. d. a). Mase oceanov, ki lahko akumulirajo velike količine toplotne energije, so razlog, da dvig globalne temperature zaostaja za dvigom vsebnosti CO₂ v ozračju. Zaradi te akumulirane energije v oceanih se bo temperatura površja Zemlje še naprej dvigala, tudi če se vrednosti TGP v ozračju ne bi več povečevale (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2021).

Spremembe v podnebnem sistemu se s povečevanjem globalne temperature stopnjujejo (na primer jakost in dolžina vročinskih valov in morskih vročinskih valov, padavin, kmetijskih suš ter delež intenzivnih tropskih ciklonov). Po predvidevanjih bodo enodnevne ekstremne padavine z vsako stopinjo dviga globalne temperature za približno 7 % obilnejše (Agencija Republike Slovenije za okolje, 2021).

1.7 DOKAZI ZA VPLIV ČLOVEKA NA PODNEBNI SISTEM ZEMLJE

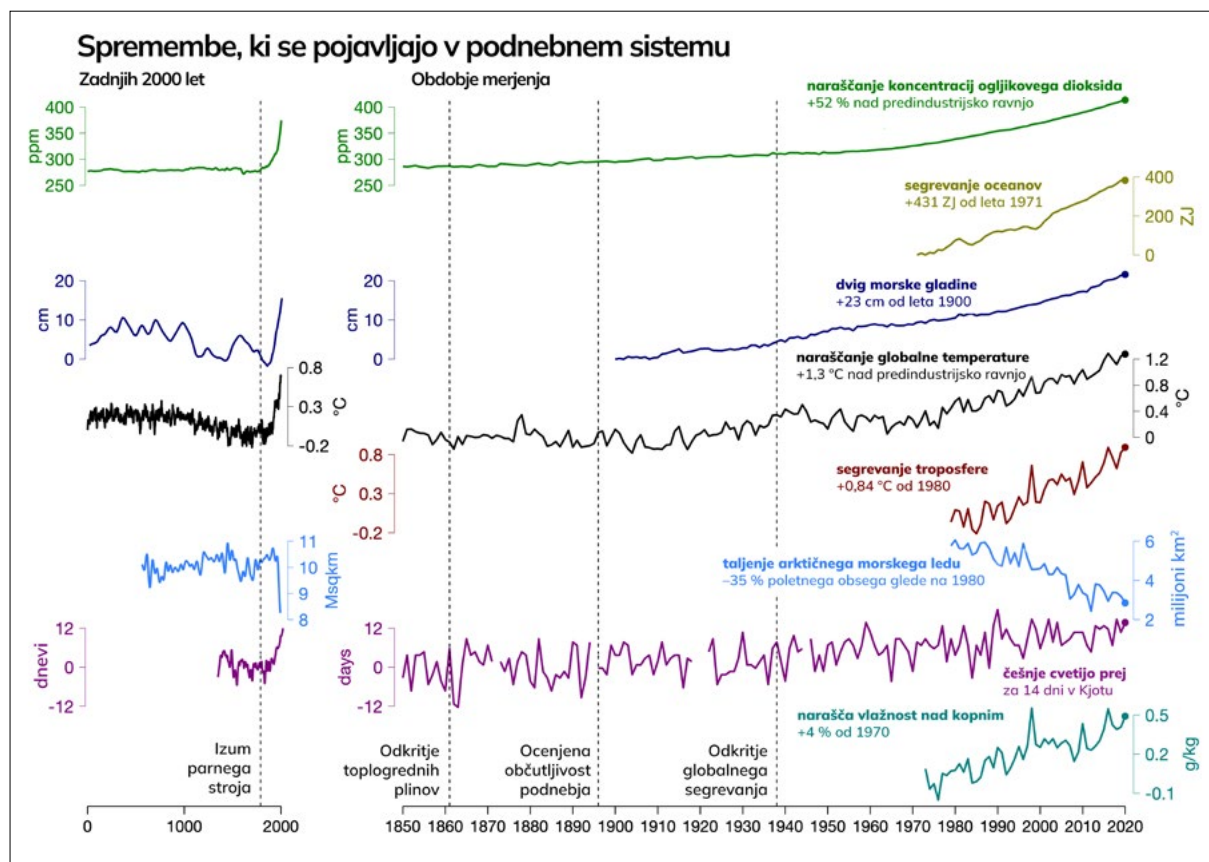
Z različnimi metodami in meritvami različnih podnebnih spremenljivk so znanstveniki verodostojno dokazali vpliv človeka na podnebni sistem. Povezavo med človekovimi dejavnostmi in spremembami podnebnega sistema Zemlje lahko ponazorimo s kazalniki, predstavljenimi na sliki 3, ki prikazuje ključne kazalnike sprememb v podnebnem sistemu Zemlje (atmosfera, hidrosfera in kriosfera) v zadnjih dveh tisočletjih. Zajema več neodvisnih podatkovnih virov (paleoklimatske in instrumentalne meritve ter satelitska opazovanja), ki dokazujejo, da so spremembe v temperaturi zraka, koncentraciji CO₂, temperaturi oceanov, dvigu morske gladine, obsegu morskega ledu in vlagi v zraku po letu 1850 neprimerljive z razmerami pred tem letom.



Paleoklimatske meritve

To so meritve, s katerimi v mehurčkih zraka, ujetih v ledu ledenikov, merimo vsebnost CO_2 . Z njimi smo dobili vpogled v stanje ozračja in podnebja v zgodovini Zemlje. Vsebnost CO_2 v času ledenih dob se je gibala okoli 200 delcev na milijon (ppm) in v zadnjih 800.000 letih nikoli ni za dlje časa presegla 300 ppm. Od industrijske revolucije naprej, še posebej od sredine 20. stoletja, pa je vsebnost CO_2 hitro naraščala. Leta 2013 je prvič presegla 400 ppm, predvsem zaradi izpustov, ki so posledica človekove dejavnosti (National Aeronautics and Space Administration, n. d. b).

Kot je jasno razvidno iz slike 3, so antropogeni vzroki po obsegu in hitrosti vpliva na podnebni sistem mnogo večji od naravnih vzrokov sprememb v preteklih stoletjih (Hawkins, 2024).



Slika 3: Spremembe podnebnega sistema Zemlje, ki dokazujejo vpliv človeka (Hawkins, E., 2024).

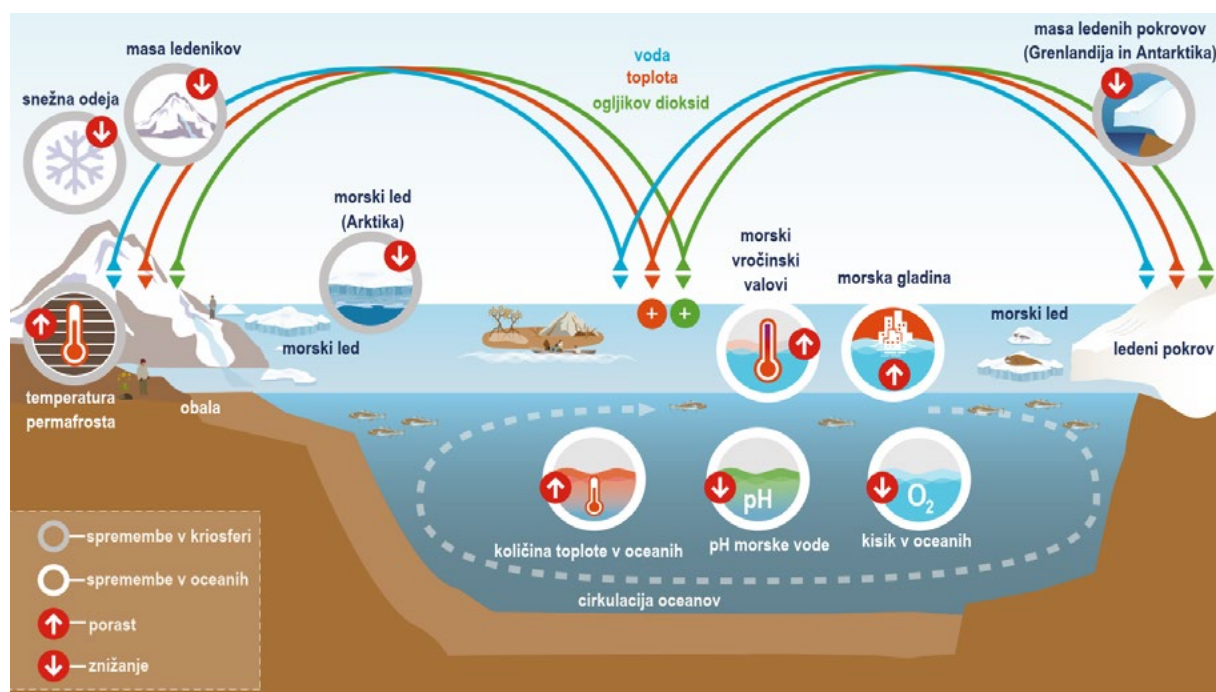
<https://ed-hawkins.github.io/climate-visuals/> (licenca CC BY 4.0)

1.8 POSLEDICE SPREMEMB V PODNEBNEM SISTEMU

Meritve in raziskave, ki jih izvajajo raziskovalci po vsem svetu, kažejo, da se povprečna globalna temperatura zvišuje. Višje temperature povzročajo povečano izhlapevanje vode, kar spreminja regionalne padavinske vzorce (vpliva na količine padavin – dežja in snega). Prav tako se povečujeta pogostost in intenzivnost izjemnih vremenskih pojavov (vročinski valovi, suše, neurja ipd.) (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2021).

Podnebni pasovi se zaradi povišanih temperatur pomikajo proti poloma na obeh poloblah in premikajo se meje rastlinskih pasov, zaradi česar se v zmernih podnebnih pasovih podaljšuje rastna sezona (Agencija Republike Slovenije za okolje, 2021). Priseljujejo se nove vrste (tudi tujerodne invazivne), ki so razmeram bolje prilagojene, in izrivajo stare. Ekosistemi se hitrim spremembam podnebja težko prilagajajo, zato se zmanjšuje biotska raznovrstnost. Posledica zmanjšanja biotske raznovrstnosti pa je lahko tudi zmanjšana dostopnost do zadostnih količin hrane zaradi pretrganja prehranjevalnih verig in izumiranja opraševalcev kmetijskih rastlin (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2012).

Najmočnejše podnebne spremembe vplivajo na kriosfero – ledeniki in kopenski ledeni pokrovi (na Grenlandiji in Antarktiki) se talijo, s čimer se zmanjšujejo količine zamrznjene celinske vode (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2019). Prav tako se zmanjšujejo površine zamrznjenih morij, in tali permafrost. Zaradi manjše površine morskega ledu oceani vpijajo več toplote, kar vodi do nadaljnjega ogrevanja (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2019). Na sliki 4 so prikazane zapletene povezave med kriosfero, hidrosfero in atmosfero na primeru oceanov.



Slika 4: Povezave med kriosfero, hidrosfero in atmosfero (Karba et al., 2021; prirejeno po: Intergovernmental Panel on Climate Change, 2019, str. 43)

Globalna povprečna gladina oceanov se je od začetka 20. stoletja dvignila za 20 cm (Agencija Republike Slovenije za okolje, 2021). Gladina morij narašča zaradi dveh vzrokov: večjih količin vode zaradi taljenja ledenikov in kopenskih ledenih pokrovov ter raztezanja vode zaradi povišanja temperature. Dvig gladine morja za večino svetovnih obalnih območij pomeni povečano tveganje poplav. Večina tropskih otokov in obalnih vele mest bo temu izpostavljena že pred letom 2050 (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2019). Za večino evropskih obal kaže, da gladina morja narašča za 3–4 cm v desetletju. Gladina morij se bo zaradi pozitivne povratne zanke dvigovala še dolgo časa in predvidoma hitreje kot danes (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2019).

Zaradi povišanih koncentracij CO_2 v ozračju se več CO_2 raztaplja tudi v morski vodi, kar povzroča znižanje pH. Hkrati višanje temperature oceanov povzroča manjšo topnost kisika v morski vodi. Posledice teh vplivov vodijo v spremembe morskih ekosistemov in zmanjšanje biotske raznovrstnosti (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2019).

Pogostejši ekstremni vremenski dogodki, pomanjkanje vode in hrane ter dvig gladine morij bodo prisilili ljudi v preseljevanje. Po predvidevanjih bodo okoljski begunci postali največja begunska skupina.

1.9 VPLIV PODNEBNIH SPREMEMB NA ZDRAVJE ČLOVEKA

Podnebne spremembe vplivajo na zdravje ljudi. Od različnih dejavnikov pa je odvisno, kako močan bo ta vpliv na posameznika. Najobčutljivejše so ranljive skupine prebivalstva – otroci, starejši, kronično bolni, tisti, ki živijo na območjih večjega tveganja, in revni (Hojs & Pohar, 2016).

Vplivi podnebnih sprememb na zdravje so zelo različni:

1. neposredni, ki povečajo tveganje za poškodbe, razvoj bolezni in smrt kot posledico vse pogostejših ekstremnih vremenskih dogodkov (vročinskih valov, neviht, neurij, poplav, suš, gozdnih požarov ipd.);
2. posredni, prek sprememb v življenjskem okolju človeka (povečano onesnaženje zraka, spremembe v pojavljanju nalezljivih bolezni, širjenje alergogenih vrst rastlin, glodavcev in insektov ipd.);
3. povezani z družbenimi spremembami (podnebno begunstvo, poslabšanje preskrbe s hrano in zdravstveno neoporečno vodo, večanje revščine, duševnih motenj itd.) (Hojs & Pohar, 2016).

Naraščajoče temperature in spremembe v padavinskih vzorcih bodo vplivale na proizvodnjo hrane in posledično povečale podhranjenost otrok v določenih delih sveta. Prav tako globalni dvig temperature vpliva na širjenje prenašalcev (komarjev, klopih ipd.) nekaterih bolezni v dele sveta, kjer jih v preteklosti niso poznali, ter povečuje tveganja širjenja tropskih bolezni tudi v zmernih podnebnih pasovih (Karba et al., 2021).

Po ocenah Svetovne zdravstvene organizacije (WHO) bodo med letoma 2030 in 2050 posledice podnebnih sprememb (zgoj zaradi podhranjenosti, malarije, črevesnih nalezljivih bolezni in vročinskega stresa) prispevale k 250.000 dodatnim smrtim na leto (World Health Organization, n. d.).



Literatura:

- Agencija Republike Slovenije za okolje. (2018). Ocena podnebnih sprememb v Sloveniji do konca 21. stoletja: Sintezno poročilo – prvi del.
- Agencija Republike Slovenije za okolje. (2021). Podnebne spremembe 2021: Fizikalne osnove in stanje v Sloveniji / Poročilo IPCC 2021, Povzetek za odločevalce z dodanim opisom stanja v Sloveniji.
- European Environment Agency. (2024). EEA/PUBL/2024/046: Annual European Union greenhouse gas inventory 1990–2022 and inventory document 2024. <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/annual-european-union-greenhouse-gas-inventory>
- GEMET: General Multilingual Environmental Thesaurus (n. d.) Biogeokemijski cikel. <https://www.eionet.europa.eu/gemet/si/concept/833>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2012): Potential Effects of Climate Change on Crop Pollination. https://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Biodiversity-pollination/Climate_Pollination_17_web_2_.pdf
- Fran: slovarji Inštituta za slovenski jezik Frana Ramovša ZRC SAZU. (n. d. a). Inštitut za slovenski jezik Frana Ramovša ZRC SAZU. <https://fran.si/iskanje?View=1&Query=vreme>
- Fran: slovarji Inštituta za slovenski jezik Frana Ramovša ZRC SAZU. (n. d. b). Inštitut za slovenski jezik Frana Ramovša ZRC SAZU. <https://fran.si/iskanje?View=1&Query=klima>
- Fran: slovarji Inštituta za slovenski jezik Frana Ramovša ZRC SAZU. (n. d. c). Inštitut za slovenski jezik Frana Ramovša ZRC SAZU. <https://isjfr.zrc-sazu.si/si/terminologisce/slovarji/urbanisticni/iskalnik?iztocnica=m%C3%ADkrokl%C3%ADma>
- Ghil, M. & Lucarini, V. The physics of climate variability and climate change. *Reviews of Modern Physics*. 92, 035002. <https://doi.org/10.1103/RevModPhys.92.035002>
- Hawkins, E. (2024). Changes emerging across the climate system – Last 2000 years. Climate Visuals. <https://ed-hawkins.github.io/climate-visuals/> (licenca CC BY 4.0).
- Hojš, A. & Pohar, M. (2016). *Podnebne razmere in zdravje v Sloveniji 2015*. Nacionalni inštitut za javno zdravje.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2001). The Climate System: an Overview. Cambridge University Press. <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/TAR-01.pdf>
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2007). Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/ar4_wg1_full_report-1.pdf
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2019): Special Report: Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate: Technical Summary Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157964.002>
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2021). Climate change 2021: The physical science basis, Summary for policy-makers, https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM.pdf
- Karba, R., Sonnenschein, J., & Gnezda, A. (2021). *Fizikalno ozadje podnebnih sprememb in njihove posledice za Slovenijo* (LIFE IP CARE4CLIMATE, LIFE17 IPC/SI/000007). Umanotera.
- (National Aeronautics and Space Administration, (n. d. a). Evidence. <https://climate.nasa.gov/evidence>
- National Aeronautics and Space Administration. (n. d. b) Paleoclimate Timeline. <https://science.nasa.gov/earth/multimedia/interactives/paleoclimate-timeline/>
- Rakovec, J. & Vrhovec, T. (2024). Osnove meteorologije za naravoslovce in tehnike. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko. <https://www.fmf.uni-lj.si/pub/OsnoveMeteorologije>
- RAZ:UM, Raziskovalno-razvojno in umetniško središče Univerze v Mariboru. (2014) Energetska pismenost – Osrednja načela in temeljne usmeritve za izobraževanje o energiji: različica 3.0, 2014. <https://www.en-lite.si/sredisce-za-ucenje/prirocnik-energetska-pismenost-osrednja-nacela-in-temeljne-usmeritve-za-izobrazevanje-o-energiji>
- Royal Meteorological Society, MetLink, (2014). Climate Change Updates: Updates for Science Teachers <https://www.metlink.org/resource/ipcc-updates-for-science-teachers/>
- Topla greda.(n. d.) https://www2.arnes.si/~o4osce/gradiva/geo/podnebnje/topla_greda.html
- World Health Organization. (n. d.). Climate change. https://www.who.int/health-topics/climate-change#tab=tab_1
- World Meteorological Organization, (n. d. a). Climate. <https://wmo.int/topics/weather>
- World Meteorological Organization, (n. d. b) Weather. <https://wmo.int/topics/weather>

2

POVEZAVA MED NARAVNIMI VIRI, RASTJO ŠTEVILA PREBIVALSTVA, GOSPODARSKIM RAZVOJEM IN URBANIZACIJO

NEVENKA FERFILA

2.1 RAST SVETOVNEGA PREBIVALSTVA, GOSPODARSKI RAZVOJ IN OMEJENOST NARAVNIH VIROV

Po podatkih Poročila Združenih narodov o svetovnih demografskih obetih iz leta 2017, ki podaja pregled globalnih demografskih trendov in projekcije za prihodnost, naj bi svetovno prebivalstvo s 7,6 milijarde ljudi do leta 2030 naraslo na 8,6 milijarde, do leta 2050 na 9,8 milijarde in do konca stoletja na 11,2 milijarde (United Nations, 2017). Trend nekoliko počasnejše rasti v prihodnosti bo predvidoma posledica nižje rodnosti, hkrati pa se podaljšuje tudi življenjska doba, kar povzroča staranje prebivalstva na globalni ravni. Staranje prebivalstva bo vplivalo na družbo, predvsem na sisteme zdravstvenega in socialnega varstva (United Nations, 2017).

Leta 2018 je 55 % svetovnega prebivalstva živelo v urbanih območjih, delež pa naj bi se do leta 2050 povečal na 68 %. Projekcije kažejo, da bo do leta 2050 najhitreje raslo število ljudi v urbanih območjih Azije in Afrike (United Nations, 2019). Leta 2018 je največ ljudi živelo v urbanih okoljih v: Severni Ameriki (82 %), Latinski Ameriki in na Karibih (81 %), v Evropi (74 %) in Oceaniji (68 %) (United Nations, 2019). Vsak osmi človek na svetu živi v velemestih z več kot 10 milijoni prebivalcev, vendar se kaže trend naraščanja predvsem manjših mest z manj kot milijonom prebivalcev. Globalno skoraj polovica ljudi, ki živijo v urbanih okoljih, prebiva v mestih z manj kot 500.000 prebivalci (United Nations, 2019).

Po zadnjih podatkih naj bi leta 2025 od 450 milijonov prebivalcev Evropske unije približno 75 % živelo v urbanem okolju in 25 % na podeželju (Evropska unija, 2025).

Pospešena urbanizacija povzroča pritisk na urbano infrastrukturo (povečan promet in raba energije ter pitne vode, večje količine odpadne vode), spremembo rabe zemljišč z intenzivno pozidavo, kar vpliva na mikroklimo (urbani toplotni otoki), zmanjšanje zelenih površin in povečanje nepropustnih površin (povečano tveganje poplav). Mesta po ocenah Medvladnega odbora za podnebne spremembe (2022) ključno prispevajo k podnebnim spremembam, saj so dejavnosti, ki se opravljajo v urbanih okoljih glavni vir izpustov TGP. Urbana območja so po ocenah raziskovalcev odgovorna za 70 % globalnih izpustov CO₂ (Medvladni odbor za podnebne spremembe, 2022). Razumevanje trendov urbanizacije je ključno za načrtovanje mestne infrastrukture in zagotavljanje osnovnih storitev ter kakovosti bivanja prebivalcev.

Izkoriščanje naravnih virov, katerih zaloge so omejene (fosilna goriva, mineralne surovine, biomasa, površinske in podzemne vode), je pomemben vir izpustov TGP, hkrati pa vpliva na degradacijo zemljišč, onesnaževanje vodnih virov in zmanjševanje biotske raznovrstnosti, kar vpliva na odpornost ekosistemov na podnebne spremembe (United Nations Environment Programme, 2019).

Rast števila prebivalstva zahteva stalno gospodarsko rast, kar pomeni povečano proizvodnjo, višjo porabo energije in virov ter praviloma večje izpuste TGP. Če gospodarski razvoj ni trajnostno naraven, neizogibno vodi v prekomerno porabo omejenih naravnih virov in posledično večje vplive na podnebni sistem.

Po definiciji Organizacije združenih narodov pomeni **trajnostni razvoj** »izkoreninjenje revščine, zmanjšanje neenakosti, spodbujanje trajnostnega upravljanja naravnih virov in ekosistemov ter trajnostno, vključujočo in pravično gospodarsko rast. Gre za razvoj, ki zadovoljuje potrebe sedanje generacije, ne da bi ogrozil zmožnost prihodnjih generacij, da zadovoljijo svoje potrebe.«

(Organizacija združenih narodov, Informacijska služba na Dunaju, n. d.).



Na vrhu Združenih narodov so leta 2015 svetovni voditelji sprejeli 17 ciljev trajnostnega razvoja (The Sustainable Development Goals oziroma SDGs), s katerimi so načrtali smer usklajevanja gospodarske rasti s socialno vključenostjo ter hkratnim obvladovanjem podnebnih sprememb in varstvom okolja do leta 2030 (Organizacija združenih narodov, n. d.). Dva od ciljev se neposredno posvečata prav razvoju urbanih območij (11. cilj: trajnostna mesta in skupnosti) in podnebnim spremembam (13. cilj: podnebni ukrepi). Na sliki 5 so predstavljeni vsi cilji trajnostnega razvoja.



Slika 5: 17 ciljev trajnostnega razvoja

(vir: https://unis.unvienna.org/unis/sl/topics/sustainable_development_goals.html)

Kaj se bo dogajalo s podnebjem v prihodnje, je odvisno predvsem od družbenega, gospodarskega in tehnološkega razvoja, naraščanja števila prebivalstva ter uspešnosti izvajanja dogovorjenih podnebnih politik in doseganja ciljev trajnostnega razvoja.

2.2 POSLEDICE PREKOMERNEGA IZKORIŠČANJA NARAVNIH VIROV, URBANIZACIJE IN PODNEBNIH SPREMEMB

Posledice prekomernega izkoriščanja naravnih virov, podnebnih sprememb in urbanizacije so močno prepletene in soodvisne. Urbanizacija in rast prebivalstva povečujeta potrebe po energiji in porabo virov, spreminjata rabo tal, povečujeta izpuste TGP in drugih onesnaževal ter zmanjšujeta odpornost ekosistemov. Prekomerno izkoriščanje naravnih virov povečuje izpuste TGP in drugih onesnaževal, kar prav tako pospešuje podnebne spremembe. Podnebne spremembe pa posledično povzročajo večje potrebe po energiji ter dodatno povečujejo ranljivost ekosistemov.

Medvladni odbor za podnebne spremembe (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC) je v svojem 6. poročilu (AR6) predstavil pet scenarijev družbeno-ekonomskega razvoja (od zelo majhnih oziroma celo negativnih neto izpustov do zelo velikih izpustov TGP) in njihovih predvidenih posledic do leta 2100. Po vseh scenarijih se bo globalna temperatura ozračja dvigovala vsaj do sredine 21. stoletja (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2021). Za konec stoletja po scenariju z zelo velikimi izpusti TGP predvideva dvig globalne temperature (glede na stanje pred industrijsko revolucijo) za 4,4 °C (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2021). Zaradi zviševanja globalne

temperature se večina sprememb v podnebnem sistemu krepi oziroma povečuje. Povečali se bosta pogostost in jakost vročinskih valov, kmetijskih suš površinskega sloja tal ter intenzivnih in obilnih padavin, medtem ko se bo zmanjševal obseg ledenikov, morskega ledu, snežnega pokrova in permafrosta (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2021). Vse to bo posledično vplivalo tudi na življenje ljudi, zlasti v urbanih okoljih.

2.3 URBANI TOPLOTNI OTOKI

Pritisk na nadaljnji razvoj mest vodi v vedno bolj strnjeno pozidavo in več neprepustnih površin, ki nadomeščajo zelene površine ter slabijo habitate, torej življenjski prostor različnih vrst. Hkrati narašča pritisk ekstremnih vremenskih pojavov, kot so neurja, poplave, vročinski valovi in suše, ki so posledica podnebnih sprememb. Zato lahko v mestih pričakujemo predvsem povišanje temperatur, spremenjene vodne razmere in posledične vplive na naravne habitate in biodiverzitetu v urbanem okolju. Vse to pomeni dodatno obremenitev za zdravje ljudi, ki je v urbanem okolju že tako močno ogroženo tudi zaradi onesnaženega zraka in drugih posledic degradacije okolja, kot sta hrup in svetlobno onesnaženje.

Izraz **urbani toplotni otok** označuje urbana območja, kjer stavbe, ceste in druga infrastruktura absorbirajo toplotno energijo ter jo nato oddajajo v okolje močnejše kot naravna krajina. Ta območja postanejo »otoki« z višjimi temperaturami v primerjavi z okolico.

(United States Environmental Protection Agency, 2025)



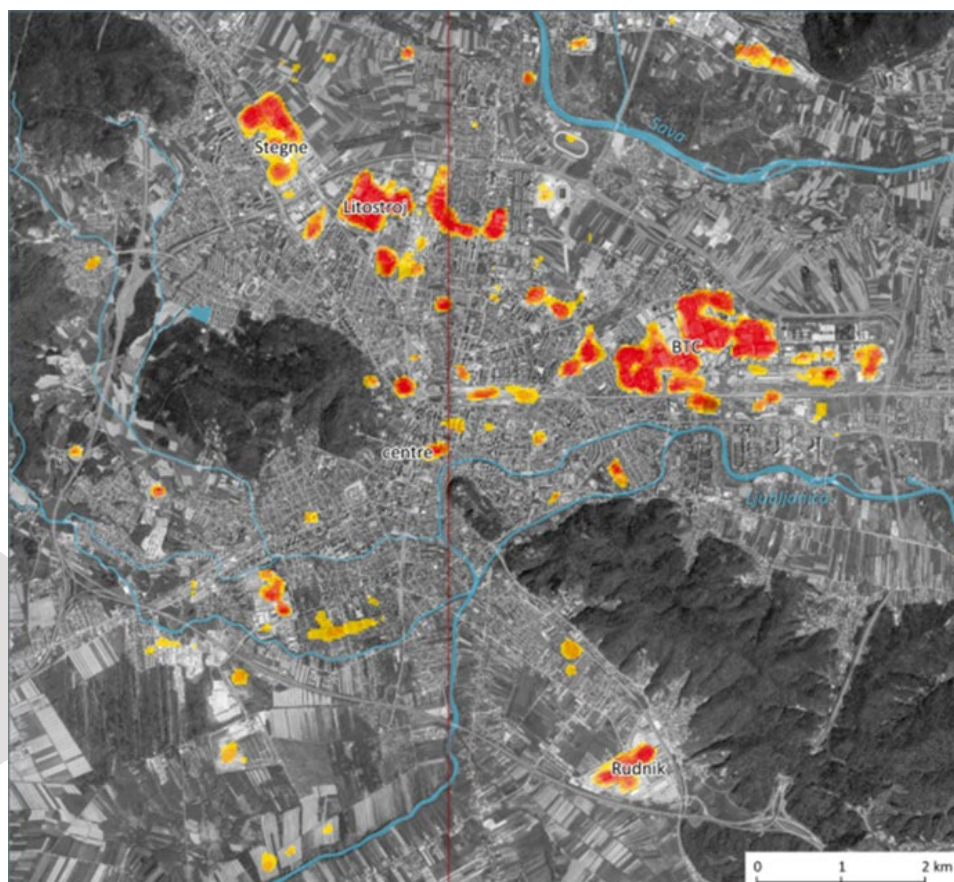
Značilnost urbanih območij je, da so večinoma intenzivno pozidana. Na razvoj urbanega toplotnega otoka vplivajo številni dejavniki, od termičnih in optičnih lastnosti uporabljenih gradbenih materialov, antropogenih virov toplote (ogrevanje in hlajenje stavb) in zmanjšanja obsega površin, ki omogočajo evapotranspiracijo pa do geometrije urbanega kanjona in učinka tople grede na nivoju mesta (Dovjak & Kunič, 2011). Materiali, kot sta beton in asfalt, uporabljeni v grajenem okolju za stavbe, cestno infrastrukturo in parkirne površine, absorbirajo in shranjujejo toplotno energijo sonca ter jo ob znižanju temperature ozračja (ko ni več sončnega obsevanja) oddajajo v okolico. Dimenzije stavb in razmiki med njimi v mestu ovirajo pretok zraka (vetra), zaradi česar se toplota še počasneje sprošča v okolico. To se vse odraža v segrevanju ozračja v mestih (Deilami et al., 2018; United States Environmental Protection Agency, 2025). Na intenzivno pozidanih območjih zato ohlajanje poteka počasneje, kar vpliva na zdravje (bolezenska stanja, ki so posledica povišanih temperatur) in kakovost bivanja (motnje spanja zaradi temperatur v tako imenovanih tropskih nočeh), pri čemer so ranljive skupine prebivalstva (na primer starejši, majhni otroci, kronično in akutno bolni ipd.) še posebej izpostavljene. Hkrati se povečuje raba energije za hlajenje, kar prispeva k dodatnemu sproščanju TGP in posledičnemu segrevanju ozračja (Deilami et al., 2018; United States Environmental Protection

Agency, 2025). Razlika v temperaturi ozračja med naravnim in urbanim okoljem je najopaznejša ponoči. V tabeli 1 so zbrani podatki o intenzivnosti toplotnega otoka v različnih mestih. Izraz intenzivnost toplotnega otoka pomeni največjo razliko med temperaturo zraka v središču mesta ter temperaturo zraka v naravnem okolju.

Tabela 1: Intenzivnost toplotnega otoka v večjih mestih (Dovjak & Kunič, 2011)

Mesto	Intenzivnost toplotnega otoka [°C]
New York, ZDA	2.9
Moskva, Rusija	3.0 – 3.5
Tokio, Japonska	3.0
Šanghaj, Kitajska	6.5
Atene, Grčija	6.5 – 15.0
London, Velika Britanija	8.0
Ljubljana	1.0 – 3.0

Na sliki 6 (Komac et al., 2016) so prikazana območja toplotnih otokov z dvema odstotkoma najvišjih izmerjenih temperatur v mestu Ljubljana, ki kažejo izrazito razliko med temperaturo v določenih območjih mesta (ožji center mesta, nakupovalna središča in industrijske cone) ter zelenimi površinami in območji z manj intenzivno pozidavo.



Slika 6: Toplotni otoki v Ljubljani (vir: Komac et al., 2016)

Literatura:

- Deilami, K., Kamruzzaman, M. & Liu, Y. (2018) Urban heat island effect: A systematic review of spatio-temporal factors, data, methods, and mitigation measures, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 67, 30–42. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2017.12.009>
- Dovjak, M. & Kunič, R. (2011). Reševanje problemov urbanega toplotnega otoka in velike rabe energije z ozelenjenimi konstrukcijskimi sklopi stavb. AR. *Arhitektura, raziskave*, 2011(2), 39–46.
- Evropska unija. (2025). Dejstva in podatki o Evropski uniji. https://european-union.europa.eu/principles-countries-history/facts-and-figures-european-union_sl
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2021). Climate change 2021: The physical science basis, Summary for policy-makers, https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM.pdf
- Medvladni odbor za podnebne spremembe. (2022). Podnebne spremembe 2022: Vplivi, prilagajanje in ranljivost. Povzetek za oblikovalce politike. https://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/publications/2023_12-IPCC_AR6_WGI_SummaryForPolicymakers23_VERZIJIA%20SLO.pdf
- Komac, B., Ciglič, R., Loose, A., Pavsek, M., Čermelj, S., Oštir, K., Kokalj, Ž. & Topole, M. (2016). Urban Heat Island in the Ljubljana City. https://doi.org/10.1007/978-3-319-10425-6_12
- Organizacija združenih narodov, Informacijska služba na Dunaju (n. d.). Cilji trajnostnega razvoja. https://unis.unvienna.org/unis/sl/topics/sustainable_development_goals.html
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2017). World Population Prospects 2017 – Data Booklet (ST/ESA/SER.A/401) https://www.un.org/development/desa/pd/sites/www.un.org/development/desa/pd/files/documents/2020/jan/un_2017_world_population_prospects-2017_revision_databooklet.pdf
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs. (2019). World Urbanization Prospects 2018. <https://doi.org/10.18356/b9e995fe-en>
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs. (n. d.). Sustainable development: The 17 Goals. <https://sdgs.un.org/goals>
- United Nations Environment Programme, International Resource Panel. (2019). Global Resources Outlook 2019: Natural Resources for the Future We Want. A Report of the International Resource Panel.
- United States Environmental Protection Agency. (2025). What Are Heat Islands? <https://www.epa.gov/heatislands/what-are-heat-islands>

3 STANJE V SLOVENIJI

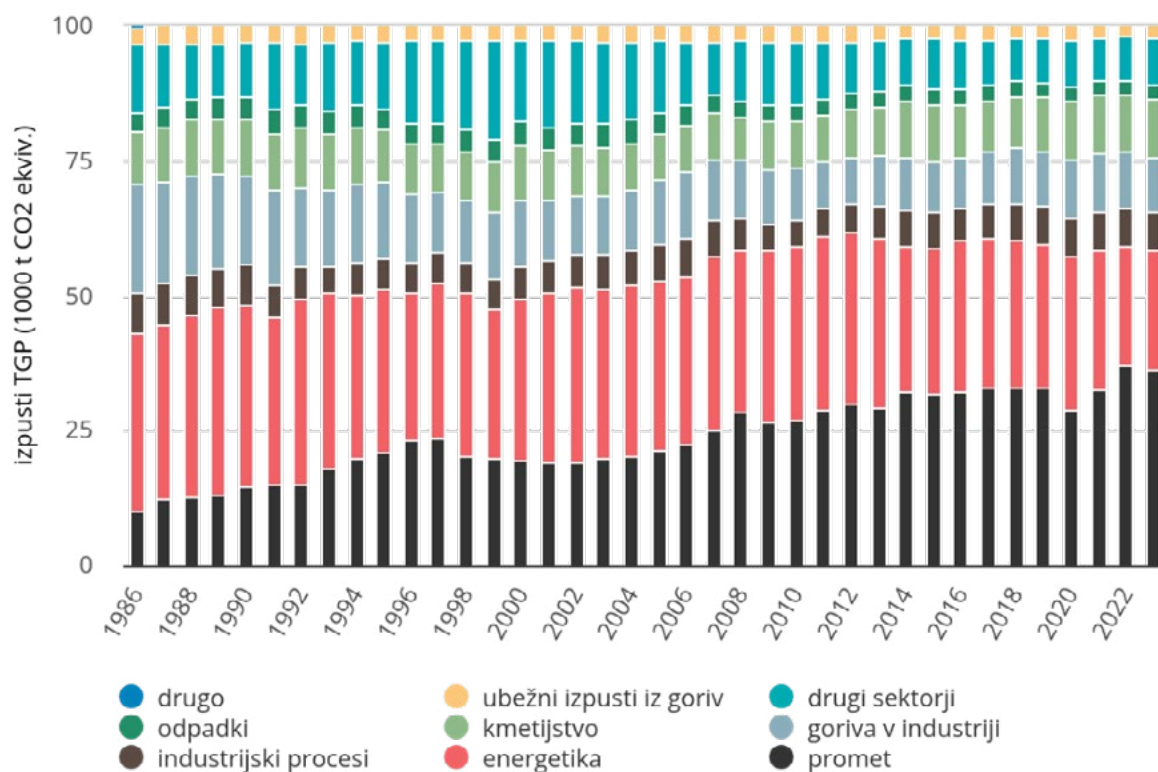
NEVENKA FERFILA

3.1 VPLIV PODNEBNIH SPREMEMB

V sinteznem poročilu Ocena podnebnih sprememb v Sloveniji do konca 21. stoletja (Agencija Republike Slovenije za okolje, 2018) avtorji poudarjajo, da v Sloveniji opažamo vpliv podnebnih sprememb predvsem v spremembah temperature zraka. V zadnjih desetletjih (1961–2011) ugotavljamo dvig povprečnih temperatur predvsem poleti in spomladi, nekoliko manj pa pozimi. Povečalo se je število vročih dni in tropskih noči (ko temperatura zraka ne pade pod 20 °C). Zaradi geografskih značilnosti se Slovenija segreva hitreje kot narašča globalna temperatura. Količina padavin se je v zahodnem delu države v zadnjih desetletjih zmanjšala za 15 %, v vzhodnem pa za 10 % (najbolj spomladi in poleti), po letu 2000 pa se količina padavin ponovno zvišuje. Izrazito se je znižala višina snežne odeje – v obdobju 1961–2011 za 55 % (Agencija Republike Slovenije za okolje, 2018). Povečalo se je trajanje sončnega obsevanja, kar skupaj s povišanjem temperatur povzroča povečanje izhlapevanja (v obdobju 1971–2012 za 20 %). Posledica vsega naštetega so spremembe v pretokih rek. Srednji pretoki rek se zmanjšujejo, predvsem spomladi in poleti. Hkrati pa se je zaradi intenzivnosti padavin povečala pogostost velikih pretokov in poplav. Zvišala se je temperatura površinskih in podzemnih voda ter morja, kar vpliva na stanje vodnih ekosistemov. Triglavski ledenik in ledenik pod Skuto izginjata (Agencija Republike Slovenije za okolje, 2018).

3.2 IZPUSTI TOPLOGREDNIH PLINOV IN PONORI CO₂

V letu 2018 so bili v Sloveniji največji povzročitelji izpustov TGP: promet (33,3 %), oskrba z energijo (29,7 %), industrija (17,2 %) in kmetijstvo (9,8 %) (Rezolucija o dolgoročni podnebni strategiji Slovenije do leta 2050, 2021). Iz podatkov, predstavljenih na sliki 7, je razviden jasen trend naraščanja izpustov v prometu ter zmanjševanja izpustov v proizvodnji energije in industriji (Agencija Republike Slovenije za okolje, 2025a).



Slika 7: Deleži letnih izpustov toplogrednih plinov po sektorjih v Sloveniji med letoma 1986 in 2023
(vir: Agencija Republike Slovenije za okolje, 2025)

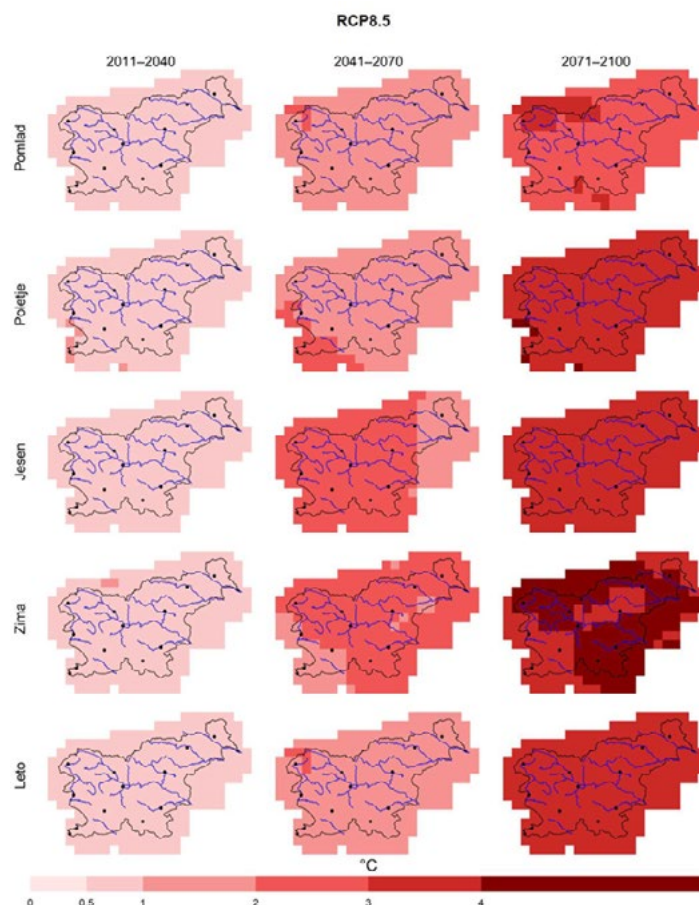
Razmerja med količinami izpustov, na primer CO₂, ki jih prispevajo posamezni sektorji, se skladno s spremembami v gospodarstvu in tehnologijah spreminjajo. Z zapiranjem ali prestrukturiranjem termoenergetskih objektov, ki za pridobivanje energije uporabljajo fosilna goriva, ter prehodom na obnovljive vire energije se prispevek sektorja oskrbe z energijo znižuje.

Na bilanco med izpusti in ponori CO₂ v Sloveniji močno vpliva tudi sprememba kakovosti slovenskih gozdov v zadnjem desetletju. Predvsem v obdobju 2014–2018 so se zaradi ekstremnih vremenskih pojavov (žledolom, vetrolomi) in posledičnega razširjanja škodljivcev zmanjšale lesne zaloge v gozdovih, s tem pa tudi ponori CO₂. Zaradi vsega naštetega so bili gozdovi v Sloveniji v tem obdobju celo neto vir izpustov CO₂ (Agencija Republike Slovenije za okolje, 2025b).

3.3 PROJEKCIJE PODNEBNIH SPREMEMB ZA SLOVENIJO

Projekcije podnebnih sprememb niso in ne morejo biti natančne napovedi prihodnosti. Pripravljene so kot simulirani odzivi podnebnega sistema glede na scenarije izpustov TGP. Scenariji izpustov TGP so oblikovani glede na predvidevanja o razvoju družbenih in gospodarskih dejavnikov (rast prebivalstva, tehnološki razvoj, sistem vrednot, politike omejevanja izpustov ipd.). Negotovosti izvirajo iz negotovosti scenarijev izpustov TGP, negotovosti simulacij podnebnih modelov in naravne

podnebne spremenljivosti. Pri Agenciji Republike Slovenije za okolje za pripravo projekcij podnebnih sprememb za Slovenijo uporabljajo tri scenarije: optimistični scenarij s hitrim in izrazitim blaženjem podnebnih sprememb (RCP2.6), zmerno optimistični scenarij (RCP4.5) in pesimistični scenarij z zelo visokimi izpusti toplogrednih plinov (RCP8.5). Rezultati simulacij kažejo na znaten dvig povprečne letne temperature zraka do konca 21. stoletja po vseh scenarijih na celotnem območju Slovenije in v vseh letnih časih. Prav tako se bosta po vseh scenarijih povečali število in trajanje vročinskih valov (Agencija Republike Slovenije za okolje, 2018).



Slika 8: Sprememba povprečne temperature zraka po meteoroloških letnih časih in za celo leto v treh projekcijskih obdobjih glede na obdobje 1981–2010 za pesimistični scenarij izpustov RCP8.5 (vir: Agencija Republike Slovenije za okolje, 2018)

Na sliki 8 so prikazani rezultati predvidenih sprememb povprečne temperature zraka po meteoroloških letnih časih in za celo leto v treh projekcijskih obdobjih do leta 2100 (glede na obdobje 1981–2010) za pesimistični scenarij izpustov RCP8.5.

Dvig temperature bo močno povečal toplotno obremenitev. Predvideno je tudi povečanje letnega števila vročih dni do konca stoletja v primeru:

- optimističnega scenarija izpustov – za približno 6 dni,
- zmerno optimističnega scenarija – za približno 11 dni,
- pesimističnega scenarija – za približno 27 dni.

Površinski sloj tal se bo ogreval skladno z dvigom temperature zraka, kar bo vplivalo na dolžino rastne dobe (spomladi se bo začela prej, jeseni končala pozneje). Zaradi premika rastlinskih pasov bo ogroženo preživetje nekaterih današnjih drevesnih vrst (smreka, jelka in bukev) ter pospešeno širjenje tujerodnih invazivnih vrst, ki so na spremembe bolje prilagojene (Agencija Republike Slovenije za okolje, 2018).

Količina padavin na letni ravni in predvsem pozimi se bo po vseh scenarijih že sredi ali konec 21. stoletja povečala, kar bo povečalo nevarnost poplav zaradi več zimskih padavin v obliki dežja. Hkrati pa manj snežnih padavin pomeni izgubo naravnega zadrževanja vode v obliki snežne odeje. Projekcije kažejo tudi, da se bodo povečale jakost in pogostost obilnih padavin ter jakost kratkotrajnih suš med posameznimi padavinskimi dogodki. Prišlo bo tudi do dviga gladine morja, kar bo vplivalo predvsem na obalna naselja ter cestno in železniško infrastrukturo. V optimističnem scenariju izpustov se predvideva dvig gladine morja za pol metra, v pesimističnem pa za dodaten meter do konca stoletja (Agencija Republike Slovenije za okolje, 2018).

3.4 UKREPI ZA ZMANJŠANJE IZPUSTOV TOPLOGREDNIH PLINOV IN OMILITEV VPLIVA PODNEBNIH SPREMENB V SLOVENIJI

Posodobljeni Celoviti nacionalni energetske in podnebni načrt Republike Slovenije (NEPN) (Vlada Republike Slovenije, 2024) za obdobje do leta 2030 (z dopolnitvijo do 2040) določa cilje in ukrepe, s katerimi bomo v Sloveniji izpolnili zahteve Uredbe EU 2018/1999 o upravljanju energetske unije in podnebnih ukrepov. Cilji, opredeljeni v NEPN, se posvečajo naslednjim področjem: razogljičenje (znižanje izpustov TGP) in prehod na obnovljive vire energije, energetska učinkovitost in varnost, notranji trg ter raziskave, inovacije in konkurenčnost. Ko govorimo o hitrem zmanjšanju izpustov TGP, je treba posebej izpostaviti:

- vlaganja v razvoj javnega prometa (na primer posodobitev železniške infrastrukture) in elektrifikacijo prometa (na primer v širitev mreže polnilnic), spodbujanje sprememb v mobilnosti (na primer delo od doma, deljena mobilnost);
- vlaganja v energetske samooskrbo (na primer izkoriščanje sončne energije) in energetske učinkovitost stavb (na primer izolacija, senčenje, prezračevalni sistemi) ob hkratnem spodbujanju uporabe nizkoogljičnih materialov (na primer les);
- ohranjanje mokrišč, gozdov in drugih ponorov CO₂ ter vlaganja v učinkovitejše odvodnjevanje in zadrževanje padavinske vode na urbanih območjih (na primer zbiralniki vode, zelene strehe, deževni vrtovi, urbana drevesa) ob hkratni ozelenitvi urbanih površin za zmanjšanje učinka toplotnega otoka;
- vlaganja v namakalne sisteme in vodne zbiralnike za kmetijstvo, gojenje rastlinskih vrst, odpornejših na nižjo raven vlage v tleh v rastni dobi, ter spodbujanje prestrukturiranja kmetijstva in sprememb prehranskih navad.

Navedeni ukrepi so del celotne strategije, opredeljene v NEPN (Vlada Republike Slovenije, 2024). Glede na jasno viden trend upadanja izpustov iz sektorjev proizvodnje energije in industrije bodo ti ukrepi zahtevali predvsem spremembe življenjskega sloga vseh prebivalcev Slovenije.



Literatura:

Agencija Republike Slovenije za okolje. (2018). Ocena podnebnih sprememb v Sloveniji do konca 21. stoletja: Sintezno poročilo – prvi del.

Agencija republike Slovenije za okolje. (2025a). Kazalci okolja v Sloveniji: Izpusti toplogrednih plinov [PB03]. <https://kazalci.arso.gov.si/sl/content/izpusti-toplogrednih-plinov-13>

Agencija Republike Slovenije za okolje. (2025b). Slovenia's National Inventory Report 2025: GHG emissions inventories 1986–2023.

Resolucija o Dolgoročni podnebni strategiji Slovenije do leta 2050 (ReDPS50) (2021). Uradni list RS, št.119/2021, 44/22 – ZVO-2 in 56/25 – PoZ.

Vlada Republike Slovenije. (2024). Posodobljeni celoviti nacionalni energetske in podnebni načrt Republike Slovenije <https://www.energetika-portal.si/dokumenti/strateski-razvojni-dokumenti/nacionalni-energetski-in-podnebni-nacr-2024/>

4 OKOLJSKE TEHNOLOGIJE IN SONARAVNE REŠITVE ZA BLAŽENJE VPLIVA PODNEBNIH SPREMEMB

NEVENKA FERFILA

V poročilu »Climate change as a threat to health and well-being in Europe: focus on heat and infectious diseases« Evropska agencija za okolje (European Environment Agency, 2022) ugotavlja, da lahko zdravstveni akcijski načrti, boljše načrtovanje grajenega okolja in ozelenitev urbanih območij prispevajo k boljši zaščiti najranljivejših skupin prebivalstva (European Environment Agency, 2022). Globalni trendi stalne gospodarske rasti, ki zahteva vedno več naravnih virov, v povezavi z naraščanjem svetovnega prebivalstva in dejstvom, da so naravni viri energentov, surovin in vode omejeni, so pripeljali do razvoja okoljskih tehnologij.

4.1 OKOLJSKE TEHNOLOGIJE IN OKOLJSKO TER EKOLOŠKO INŽENIRSTVO

Z uporabo okoljskih tehnologij želimo upočasniti porabo omejenih naravnih virov in hkrati omejiti negativne vplive človekovih dejavnosti na okolje. Izraz okoljske tehnologije se uporablja za veliko število zelo različnih tehnologij, ki se stalno razvijajo ter uporabljajo za omejevanje in preprečevanje različnih vplivov človeka na okolje in zdravje (Griessler Bulc, 2013).

Okoljske tehnologije (različne čistilne naprave za čiščenje onesnaženega zraka in odpadne vode, naprave za recikliranje odpadkov, biotehnologija ipd.) sodijo na področje okoljskega inženirstva (Griessler Bulc, 2013). Pristopi so tehnološki (čiščenje onesnaženja, sanacija, nadzor) in se uporabljajo predvsem za zmanjševanje negativnih vplivov človeka na okolje in zdravje.

Ekološko inženirstvo združuje ekološka načela z inženirskimi pristopi za oblikovanje trajnostnih ekosistemov. Pristopi so sistemski, s posnemanjem naravnih procesov in oblikovanjem ekosistemov, pogosto z minimalnimi tehničnimi rešitvami ali celo brez njih (obnova mokrišč, uporaba zelene in modro-zelene infrastrukture ipd.). Tak pristop je trajnosten; ne le odpravlja težave, temveč vzpostavlja sisteme, ki zahtevajo manj tehnološkega vzdrževanja in zagotavljajo več ekosistemskih storitev (glej podpoglavje 4.2).

Pri odločanju med okoljskim ali ekološkim pristopom moramo upoštevati več vidikov: vrsto in obseg vpliva na okolje, stanje okolja in možnosti za obnovo, umestitev v urbano ali naravno okolje, časovni in zakonodajni okvir, razpoložljive vire ter zahteve za vzdrževanje. Vse to z namenom oblikovanja rešitev, ki vodijo do boljše dolgoročne učinkovitosti in odpornosti sistemov (Griessler Bulc, 2013).

4.2 EKOSISTEMSKESKE STORITVE

Po definiciji izraz ekosistemske storitve (ecosystem services) opisuje vse koristi, ki jih ljudje pridobivamo iz naravnih ekosistemov. Z njim označujemo vse dodatne storitve (čiščenje vode, uravnavanje podnebja, estetska vrednost ipd.), ki nam jih poleg osnovnih virov za preživetje nudi narava (United Nations Economic Commission for Europe, n. d.). Millennium Ecosystem Assessment (2005) razvršča ekosistemske storitve v štiri glavne kategorije:

1. podporne storitve, ki opisujejo temeljne ekološke procese, ki omogočajo delovanje drugih ekosistemskih storitev (tvorba kisika, fotosinteza in primarna produkcija, kroženje hranil in vode, tvorba tal, zagotavljanje življenjskega prostora ipd.);
2. oskrbovalne storitve, ki jih predstavljajo proizvodi ekosistemov (pitna voda, hrana, energetski viri, mineralne surovine, zdravilne učinkovine ipd.);
3. uravnavne storitve predstavljajo procese, ki uravnavajo razmere v okolju (uravnavanje kakovosti vode, zraka in tal, vpliv na podnebje, preprečevanje erozije, preprečevanje širjenja bolezni, opraševanje rastlin, uravnavanje suš in poplav ipd.);
4. kulturne storitve, ki predstavljajo nematerialne koristi (pokrajinska vrednost ekosistemov – estetska funkcija, izobraževalna funkcija, možnost rekreacije, duhovna obogatitev ipd.).

Poznavanje koncepta ekosistemskih storitev je ključno za razvoj okoljskih politik, prostorsko načrtovanje in upravljanje naravnih virov, saj omogoča razumevanje povezave med ekološkimi procesi ter ekonomskimi in družbenimi koristmi. Služi tudi kot temelj za ekonomsko vrednotenje naravnega kapitala in finančno oceno vplivov človekovih posegov v ekosisteme (United States Environmental Protection Agency, 2025).

Primer: veliko mestno drevo kot vir ekosistemskih storitev. Drevo v urbanem prostoru deluje kot enota zelene infrastrukture in zagotavlja vse štiri opisane kategorije ekosistemskih storitev: podporne, oskrbovalne, uravnavne in kulturne. Hkrati hladi ozračje, filtrira zrak in vodo, zadržuje vodo in skladišči ogljik, zmanjšuje hrup, nudi habitat živalim in pomeni estetsko in psihološko dobrobit za prebivalce urbanega okolja. Njegove ekosistemske storitve so natančneje predstavljene v tabeli 2.



Tabela 2: Pregled ekosistemskih storitev drevesa (bukve) v urbanem prostoru (prirejeno po: Millenium Ecosystem Assessment, 2005; Bowler et al., 2010; Strohbach & Haase, 2012; Nowak et al., 2014; Berland et al., 2017; Haines-Young & Potschin, 2018)

Funkcija	Mehanizem	Korist za urbano okolje
Podporne storitve	fotosinteza	- tvorba kisika - ponor CO₂
	primarna produkcija ter kroženje hranil in vode	- bogatenje tal (prsti) - korenine povečujejo prevodnost tal
	zagotavljanje življenjskega prostora za ptice in žuželke	- biotska raznovrstnost - opraševanje
Oskrbovalne storitve	produkcija lesa	v urbanem okolju sekundarnega pomena
Uravnalne storitve Zniževanje temperature zraka in učinka toplotnega otoka	- senčenje krošnje - evapotranspiracija	- manj pregrevanja stavb in urbanih površin - hlajenje zraka - manj porabe energije za hlajenje prostorov - zniževanje bleščanja v sončnih dneh
Zadrževanje in filtracija padavinske vode	- prestrezanje na listih - zadrževanje v tleh	- počasnejši in manjši odtok padavinske vode v kanalizacijo - nižanje poplavne ogroženosti
Izboljšanje kakovosti zraka	adsorpcija in absorpcija delcev (prah, cvetni prah, spore gliv ipd.), SO₂, NO_x in O₃ z listno maso	manj vpliva na javno zdravje (nižja obolevnost) in posledično nižji stroški
Zadrževanje ogljika	akumulacija ogljika v lesu in tleh	blaženje podnebnih sprememb
Zniževanje hrupa	difuzija in absorpcija z listno maso	izboljšanje bivalnih razmer ob prometnicah in hrupni dejavnosti
Kulturne storitve Estetska in krajinska vrednost	senzorne zaznave in estetsko ugodje	- izboljšanje kakovosti prostora (vnos narave v urbani prostor) - prispevek barv, oblik, tekstur - mehčanje grobega videza grajenih struktur
Rekreacijska in psihološka funkcija	mirno okolje	- znižuje stres in izboljšuje kognitivne funkcije - nudi občutek zasebnosti in varnosti
Identiteta prostora	drevoredi, parki in posamezna drevesa	element urbane naravne dediščine

4.3 SONARAVNE REŠITVE

Na področje ekološkega inženirstva sodijo sonaravne rešitve ali na naravi temelječe rešitve, ki posnemajo naravne sisteme za doseganje inženirskih ciljev. Zajemajo ukrepe brez uporabe tehnologij ter ukrepe z uporabo tehnologij (Griessler Bulc, 2013; Langergraber et al., 2021). Po definiciji Evropske komisije (European Commission, 2022) sonaravne rešitve pomenijo »rešitve, ki jih navdihuje in podpira narava, so stroškovno učinkovite ter hkrati zagotavljajo okoljske, družbene in gospodarske koristi ter pomagajo graditi odpornost«. To pomeni posege, prilagojene lokalnim razmeram, ki omogočajo trajnostno rabo virov ter prinašajo v urbano okolje naravne elemente in procese.

Primeri sonaravnih rešitev z uporabo tehnologij (imenovane tudi ekotehnologije) so (Castellar et al., 2021):

- rastlinske čistilne naprave,
- vodni zadrževalniki,
- zelene stene in strehe,
- eko/bio plavalni bazeni,
- akvaponika (gojenje rib in zelenjave v zaprtem sistemu) itd.

Primeri sonaravnih rešitev brez uporabe tehnologij:

- revitalizacije vodotokov,
- sonaravna močvirja za blažitev onesnaženja,
- zasaditve obrežnih pasov za zaščito jezer,
- oblikovanje vegetacijskih pasov ob kmetijskih zemljiščih za zaščito pred spiranjem onesnaženja v vodotoke,
- zasaditev dreves itd. in grmovnic v urbanih okoljih (urbani sadovnjaki, vrtovi, parki) itd.



4.4 SIVA, ZELENA IN MODRO-ZELENA INFRASTRUKTURA

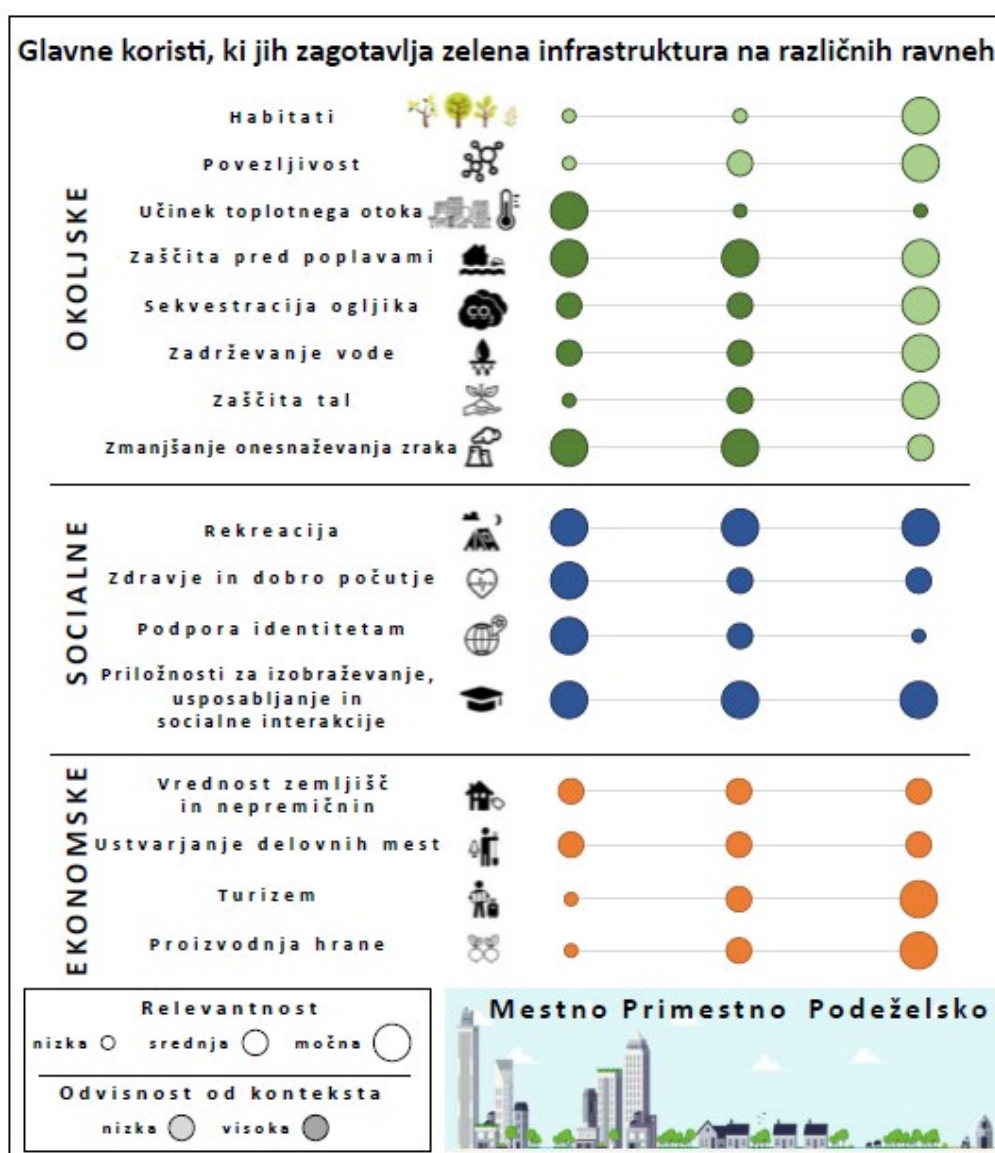
Siva infrastruktura (pogosto imenovana tudi inženirska infrastruktura) je izraz, ki se uporablja za opis tradicionalne grajene infrastrukture z običajno eno funkcijo (na primer zajem in odvodnjavanje padavinske vode, nasipi, kanalizacija, črpališča, čistilne naprave) (European Environment Agency, 2015). Materiali, uporabljeni za izvedbo teh objektov, so neprepustni, kar preprečuje infiltracijo in pospešuje odtok vode. Siva infrastruktura zato pogosto pospešeno odvaja padavinske vode od mesta nastanka do vodnih teles, kar lahko povzroči preobremenitev sistema, poplavljanje in posledično zmanjšanje ekosistemskih funkcij tega okolja. Tradicionalna siva infrastruktura je še vedno potrebna, lahko pa jo nadgradimo s sonaravnimi rešitvami.

Zelena infrastruktura je strateško načrtovana mreža naravnih in sonaravnih sistemov ter elementov, ki se načrtno vključujejo v prostorsko in infrastrukturno osnovo območij, da zagotavljajo ekosistemske storitve in izboljšujejo biodiverzitetu. Dopolnjuje ali nadomešča pa lahko tudi nekatere funkcije sive infrastrukture (European Commission, n. d.).

Zelena infrastruktura lahko zagotavlja več funkcij in koristi oziroma storitev na istem prostorskem območju: ekosistemske (na primer ohranjanje biotske raznovrstnosti, prilagajanje podnebnim spremembam z zmanjševanjem in upočasnjevanjem površinskega odtoka vode ter njeno infiltracijo, s čimer preprečuje poplave, uravnava mikroklimo in zmanjšuje učinek urbanega toplotnega otoka, ter ponori CO₂), družbene (na primer zagotavljanje zelenih površin in s tem možnosti za rekreacijo, boljše zdravje in dobro počutje) ter gospodarske (na primer zagotavljanje delovnih mest in dvig vrednosti nepremičnin).

Vključuje naravne elemente, kot so mestni gozdovi, travniki, linearne zasaditve (na primer drevoredi), posamezna drevesa in grajene elemente (na primer tunele za živali in prehode za ribe), ki omogočajo strukturno in funkcionalno povezljivost vrst in habitatov.

Ker se koncept modro-zelene infrastrukture šele razvija, so številni avtorji v preteklih letih funkcije sonaravnih rešitev opredelili pod pojmom zelena infrastruktura. Ta je lahko prisotna v mestnem, primestnem in podeželskem okolju. Koristi, ki jih prinaša v okolja in so jih opredelili leta 2019 v okviru projekta ESPON GRETA, so shematsko predstavljene na sliki 9.



Slika 9: Glavne koristi zelene infrastrukture (vir: ESPON GRETA, 2019)

Modro-zelena infrastruktura je izraz, s katerim opredeljujemo naravne in sonaravne (zato zelene) decentralizirane sisteme, namenjene upravljanju padavinskih voda (zato modre) v urbanih okoljih. Ti sistemi opravljajo širok nabor ekosistemskih storitev (Liao et al., 2017; Lamond & Everett, 2019; Radinja et al., 2021). Posnemajo naravne procese z namenom obvladovanja padavinskih voda na mestu nastanka in zagotavljanja kakovosti vode, blaženja urbanih toplotnih otokov, ohranjanja biodiverzitete ter ustvarjanja bolj zdravega bivalnega okolja.



Pri obvladovanju padavinskih voda v urbanem okolju prehajamo s konceptom modro-zelene infrastrukture iz linearnega sistema, kjer vso vodo speljemo po ceveh do odvodnika, v krožni sistem, kjer vodo vračamo nazaj v vodni krog s ponikanjem, izhlapevanjem in transpiracijo rastlin (Atanasova & Radinja, 2024).

Modro-zelena infrastruktura je lahko tudi učinkovita rešitev za zmanjševanje učinka urbanega toplotnega otoka. K temu prispeva predvsem s procesi senčenja, evapotranspiracije in ventilacije (Hayes et al., 2022). S senčenjem preprečuje segrevanje utrjenih površin in s tem zmanjšuje akumulacijo toplotne energije. Pri evapotranspiraciji izhlapeva voda (pri tem se za prehod iz tekočega v plinasto stanje porablja toplotna energija iz okolja) iz površine listov, debel in tal, zato se okolica modro-zelenih sistemov ohlaja.

4.5 PRIMERI UPORABE OKOLJSKIH TEHNOLOGIJ IN SONARAVNIH REŠITEV ZA BLAŽENJE PODNEBNIH SPREMEMB V LOKALNEM URBANEM OKOLJU

V nadaljevanju je opisanih nekaj primerov uporabe različnih enostavnih okoljskih in sonaravnih rešitev za blaženje sprememb v urbanem okolju.

Senčenje z različnimi nadstrešnicami in pergolami

Ozelenjene pergole in nadstrešnice so enostavne strukture, podprte s stebri, ki nudijo vzpenjavkam oporo za rast, omogočijo senčenje prostora pod njimi, zagotavljajo hlajenje z evapotranspiracijo in prispevajo k čiščenju zraka predvsem z odstranjevanjem prasnih delcev. Primera dveh različnih možnosti zasaditve vzpenjavk sta prikazana na slikah 10 in 11.





Slika 10 in 11: Sliki dveh različnih zasaditev ob pergolah v DSO (vir: Arhiv projekta, 2024)

Zajem in zbiranje padavinske vode

Zbiralniki padavinske vode so namenjeni predvsem zbiranju in shranjevanju padavinske vode s streh. Z njimi zmanjšamo hiter odtok vode s površin ob obilnih padavinah, jo zadržimo in lahko uporabimo za zalivanje rastlin v sušnih obdobjih. Zbiralniki so lahko podzemni ali nadzemni. To vodo lahko zaradi tveganj za zdravje (na primer onesnaženje z delci iz zraka, mikrobiološko onesnaženje) brez dodatnega čiščenja uporabljamo predvsem za zalivanje rastlin, ki jih ne uporabljamo za prehrano brez predhodne toplotne obdelave.

Prepustno tlakovanje utrjenih površin

Utrjene površine (predvsem parkirišča in površine za pešce) lahko namesto z asfaltom ali betonskimi tlaki utrdimo s prepustnimi tlaki. Ti omogočajo infiltracijo vode v tla in s tem zmanjšajo hitrost odtoka vode z utrjenih površin. Hkrati zadrževanje vode v tleh omogoča izhlapevanje ter s tem hlajenje utrjenih površin.



Deževni vrtovi (infiltracijske kotanje)

Deževni vrt je izraz za grajene kotanje, v katere se steka padavinska voda z okoliških utrjenih površin. Voda se zadrži v površinskem sloju in infiltrira v zemljo. Deževni vrt je zasajen z vlagoljubnimi rastlinami, ki hkrati čistijo padavinsko vodo. Nato voda prehaja v drenažni sloj, iz katerega se lahko odvaja ali ponika v okoliški teren. Na slikah 12 in 13 sta predstavljena pilotni deževni vrt na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani ter deževni vrt ob cestišču na Danskem.



Sliki 12 in 13: Sliki na novo zasajenega deževnega vrta na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo v Ljubljani ter že razrasle zasaditve na Danskem (vir: Arhiv projekta, 2025 in Darja Istenič, 2022)

Zelene stene in strehe

Zelene stene in strehe se v gradnji stavb vse pogostejše uporabljajo. Ob upoštevanju optimalne toplotne zaščite stavbnega ovoja izvedba zelene strehe ali stene še dodatno prispeva k toplotni učinkovitosti stavbe. Te zasaditve imajo torej poleg dodatne izolativne funkcije (zmanjšanje potrebe po energiji za hlajenje in ogrevanje), funkcije čiščenja zraka in zmanjšanja padavinskega odtoka tudi estetsko in biodiverzitetno vrednost. Rastline, ki jih izberemo za zasaditev, morajo biti skrbno izbrane in prilagojene specifičnim, pogosto celo ekstremnim pogojem (sliki 14 in 15).



Sliki 14 in 15: Zelena stena na Roški ulici v Ljubljani (vir: Damjan Slabe, 2025)

Urbana drevesa

Kot smo spoznali na primeru drevesa in njegovih ekosistemskih storitev v podpoglavju 4.2, imajo drevesa v urbanem okolju zelo različne funkcije. Zmanjšujejo hitrost odtoka padavin, z evapotranspiracijo hladijo zrak, senčijo površine, zmanjšujejo urbane toplotne otoke, čistijo zrak, znižujejo hrup, omogočajo večjo biodiverzitetu drugih organizmov in z estetskim učinkom prispevajo k boljšemu počutju prebivalcev (sliki 16 in 17).



Sliki 16 in 17: Veliki bukvi na Tržaški cesti in Prijateljevi ulici v Ljubljani (vir. Osebni arhiv avtorice, 2025)

Umeščanje vodnih teles in razprševanje meglice

Umeščanje vodnih teles v grajeno okolje, kot so ribniki in fontane, je pomembno, saj izhlapevanje vode hladi zrak in tako lokalno zmanjšuje učinek urbanega toplotnega otoka. Poleg tega imajo vodna telesa tudi estetsko funkcijo, ribniki pa nudijo okolje, ki omogoča večjo biodiverzitetu v lokalnem prostoru. Na sliki 18 je prikazana fontana, umeščena v vrt pred domom starejših občanov.

Na podoben način temperaturo zraka znižujejo tudi sistemi za razprševanje vodne meglice. Zelo drobne kapljice vode (meglica), ki se razpršijo v okolje, odvezemajo toploto iz zraka in izhlapevajo ter tako znižujejo temperaturo okoliškega zraka. Nameščamo jih lahko na terasah v zunanjem okolju in s tem uporabnikom zagotovimo prijetnejše okolje tudi v vročih mesecih. Pri občutljivih skupinah prebivalstva je ključnega pomena, da za razprševanje uporabljamo mikrobiološko neoporečno vodo.



Slika 18: Fontana v DSO (vir: Arhiv projekta, 2024)

Izbira rastlinskih vrst, prilagojenih na spremembe podnebja

Pri izbiri rastlinskih vrst za urbane zelene površine je treba upoštevati več vidikov. Pomembni so rastni pogoji (podnebje, osvetlitev, velikost prostora in količina razpoložljive vode), pričakovana velikost zrele rastline in njena življenjska doba, odpornost na bolezni in dovzetnost za škodljivce ter morebitna alergogenost in strupenost. Kot smo omenili v poglavju 3, sta za Slovenijo značilni smreka in bukev kot drevesni vrsti, ki se na podnebne spremembe slabo prilagajata. Zato je za prihodnje zasaditve treba izbrati vrste, ki so pri prilagajanju uspešnejše, hkrati pa paziti, da v okolje ne vnašamo tujerodne invazivne vrste. Upoštevati je treba tudi predvideno družbeno funkcijo načrtovanih zasaditev. Na otroških igriščih potrebujemo drugačno zasaditev kot v mestnem drevoredu, v domu starejših občanov pa so potrebe spet drugačne. Vse to je treba upoštevati pri načrtovanju.

Primer vrta v DSO v Ljubljani

V pilotnem projektu »Okoljske tehnologije za blaženje podnebnih sprememb in prilagajanje nanje« smo nadgradili funkcije že obstoječega vrta z namenom blaženja vplivov podnebnih sprememb na stanovalce DSO. Uporabili smo tako različne tehnološke (razprševanje meglice) in sonaravne rešitve, ki bodo z leti lahko omilile temperaturne obremenitve v najbolj soncu izpostavljenih delih vrta, kot tudi zasadili različne rastline, ki omogočajo senzorne izkušnje, preko katerih se lahko uravnava senzorna modulacija. Za zasaditev smo izbrali različne dišavnice, grmovnice z listi različnih tekstur (grobi, mehki, ostri ipd.) in barv (od rumene, oranžne, rdeče, zelene ipd.), drevesne vrste z različno barvo, obliko in velikostjo listov ter obliko krošenj, različne trave ter iglavce, ki se razlikujejo po ostrini bodic in barvnem videzu (od svetlo do temno zelene). Dodali smo zvočne elemente (zvončke) in ptičje hišice različnih barv. Na sliki 19 so prikazani ozelenjena pergola in na novo zasajena drevesa, ki smo jih umestili v najbolj toplotno obremenjeni del vrta.



Slika 19: Senzorični vrt v DSO (vir: STA, 2025)

Literatura:

- Atanasova, N. in Radinja, M. (2024). Inovativni pristopi za obvladovanje urbanega vodnega kroga. <https://sdzv-drustvo.si/novice/inovativni-pristopi-za-obvladovanje-urbanega-vodnega-kroga/>
- Berland, A., Shiflett, S.A., Shuster, W. D., Garmestani, A. S., Goddard, H. C., Herrmann, D. L. & Hopton, M. E. (2017) The role of trees in urban stormwater management, *Landscape and Urban Planning*, 162, 167–177. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2017.02.017>.
- Bowler, D. E., Buyung-Ali, L., Knight, T. M. & Pullin, A. S. (2010). Urban greening to cool towns and cities: A systematic review of the empirical evidence, *Landscape and Urban Planning*, 97(3), 147–155. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.05.006>.
- Griessler Bulc, T. (2013) *Okoljske tehnologije in ekoremediacije*. Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta. https://www.zf.uni-lj.si/images/stories/datoteke/Zalozba/Okoljske_tehnologije_in_ekoremediacije.pdf
- Castellar, J., Popartan, L., Pueyo-Ros, J., Atanasova, N., Langergraber, G., Säumel, I., Corominas, L., Comas, J., & Acuña, V. (2021). Nature-based solutions in the urban context: terminology, classification and scoring for urban challenges and ecosystem services. *The Science of the Total Environment*, 779, 146237. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146237>
- European Commission (n. d.) Green infrastructure. https://environment.ec.europa.eu/topics/nature-and-biodiversity/green-infrastructure_en
- European Commission (2022) Nature-based solutions. https://research-and-innovation.ec.europa.eu/research-area/environment/nature-based-solutions_en
- European Environment Agency. (2015). Zelena infrastruktura: boljše življenje z naravnimi rešitvami. <https://www.eea.europa.eu/sl/articles/zelena-infrastruktura-boljsje-zivljenje-z>
- European Environment Agency. (2022). EEA Report 7/2022. Climate change as a threat to health and well-being in Europe: focus on heat and infectious diseases.
- ESPON GRETA (2019) GRETA Briefing 1 // Odkrivanje zelene infrastrukture. <https://archive.espon.eu/sites/default/files/attachments/GRETA%20Briefing%201%20Slovene.pdf>
- Haines-Young, R. & Potschin-Young, M. (2018). Revision of the Common International Classification for Ecosystem Services (CICES V5.1): A Policy Brief. *One Ecosystem* 3: e27108. <https://doi.org/10.3897/oneeco.3.e27108>
- Harting, T., Mitchell, R., de Vries, S. & Frumkin, H. (2014). Nature and Health. *Annual Review of Public Health*, 35, 207–228. <https://doi.org/10.1146/annurev-pu-35-102115-200001>
- Hayes, A. T., Jandaghian, Z., Lacasse, M. A., Gaur, A., Lu, H., Laouadi, A., Ge, H. & Wang, L. (2022). Nature-based solutions (NBSs) to mitigate urban heat island (UHI) effects in Canadian cities. *Buildings*, 12(7), 925. <https://doi.org/10.3390/buildings12070925>
- Lamond, J. & Everett, G. (2019). Sustainable blue-green infrastructure: A social practice approach to understanding community preferences and stewardship. *Landscape and Urban Planning*, 191, 103639. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2019.103639>
- Langergraber, G., Castellar, J. a. C., Andersen, T. R., Andreucci, M., Baganz, G. F. M., Buttiglieri, G., Canet-Martí, A., Carvalho, P. N., Finger, D. C., Bulc, T. G., Junge, R., Megyesi, B., Milošević, D., Oral, H. V., Pearlmutter, D., Pineda-Martos, R., Pucher, B., Van Hullebusch, E. D., & Atanasova, N. (2021). Towards a Cross-Sectoral view of Nature-Based solutions for enabling circular cities. *Water*, 13(17), 2352. <https://doi.org/10.3390/w13172352>
- Liao, K. H., Deng, S. & Tan, P. (2017). Blue-green infrastructure: New frontier for sustainable urban stormwater management. In: P. Tan & C. Jim (Eds.), *Greening cities* (pp. 203–226). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-10-4113-6_10
- Millennium Ecosystem Assessment (2005). Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis. <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>
- Nowak, D. J., Hirabayashi, S., Bodine, A. & Greenfield, E. (2014). Tree and forest effects on air quality and human health in the United States, *Environmental Pollution*. 193, 119–129. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2014.05.028>.
- Radinja, M., Atanasova, N. & Zavodnik Lamovšek, A. (2021). Vodarski pogled na uvajanje modro-zelene infrastrukture v mestih. *Urbani Izziv – Urban Challenge*, 32(1), 28–39. <https://doi.org/10.5379/urbani-izziv-2021-32-01-003>
- Strohbach, M. W., Arnold, E. & Haase, D. (2012). The carbon footprint of urban green space – A life cycle approach. *Landscape and Urban Planning*, 104(2), 220–229. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.10.013>.
- United Nations Economic Commission for Europe. (n. d.). Ecosystem Services. <https://unece.org/ecosystem-services-0>
- United States Environmental Protection Agency. (2025). National Ecosystem Services Classification System: Framework Design and Policy Application. <https://www.epa.gov/eco-research/national-ecosystem-services-classification-system-framework-design-and-policy>

5 VPLIV METEOROLOŠKIH DEJAVNIKOV NA ČLOVEKOVO ZDRAVJE

MIRJAM RAVLJEN

Človeško telo je zelo občutljiv sistem, ki se mora nenehno prilagajati okoljskim spremembam. Dnevno smo izpostavljeni različnim meteorološkim dejavnikom, ki lahko pomembno vplivajo na zdravje. Previsoke temperature lahko povzročijo dehidracijo, vročinsko izčrpanost in vročinsko kap, prenizke temperature pa povečajo tveganje za podhladitev in ozeblino. Velike temperaturne spremembe obremenjujejo srčno-žilni sistem, kar ima lahko negativen vpliv predvsem na rizične skupine bolnikov. Tudi spremembe zračnega tlaka lahko vplivajo na počutje ljudi s srčno-žilnimi boleznimi. Nihanje zračnega tlaka je lahko povezano s pojavom glavobola, migrene in poslabšanjem bolečin v sklepih. Previsoka vlažnost otežuje znojenje in uravnavanje telesne temperature, prenizka vlažnost pa izsušuje sluznice in lahko povzroča draženje dihal. Vlažno okolje spodbuja rast plesni in drugih alergenov. Močan veter lahko poslabša alergije zaradi prenašanja cvetnega prahu, hitro premikajoč zrak pa pospešuje izgubo toplote telesa.

5.1 MEHANIZEM VPLIVA VISOKIH TEMPERATUR NA ČLOVEŠKO TELO

Termoregulacija je proces, s katerim telo vzdržuje notranjo temperaturo okoli 37 °C kljub spremembam v okolju.

Ob izpostavljenosti visokim temperaturam se v človeškem telesu aktivira kompleksen sistem termoregulacije. Proces se začne v hipotalamusu, glavnem termoregulacijskem centru, ki prek termoreceptorjev v koži, telesnem jedru in krvnem obtoku zaznava spremembe temperature ter ob pregrevanju sproži več mehanizmov za preprečevanje pregrevanja organizma.



Termoregulacijski odzivi

- Vazodilatacija perifernega žilja

Razširitev perifernih žil omogoča večji pretok krvi do površine telesa in s tem omogoča povečano oddajanje toplote v okolje preko sevanja in kondukcije. Koža postane topla in pordela.

Po drugi strani pa proces povzroči prerazporeditev krvi (do 60 % minutnega volumna krvi) od vitalnih organov k periferiji, kar zmanjšuje prekrvitev (hipoperfuzija) vitalnih organov, kot so možgani, ledvice in prebavila. Sprožijo se kompenzatorni mehanizmi za vzdrževanje perfuzije vitalnih organov.

- Znojenje

Znojenje je glavni mehanizem za odvajanje toplote v vročini. Z izhlapevanjem znoja iz površine kože se telo učinkovito hladi. V vlažnem okolju je ta proces manj učinkovit, saj zrak ne more sprejeti dodatne vlage, kar povečuje tveganje za pregrevanje.

Kardiovaskularni odzivi

Kardiovaskularni sistem igra ključno vlogo pri uravnavanju telesne temperature. Povečati mora svojo zmogljivost, kar povzroči večjo obremenitev srca. Pri ljudeh s kardiovaskularnimi boleznimi dolgotrajna velika temperaturna obremenitev lahko vodi v resne težave in celo srčni zastoj.

- Spremembe v cirkulaciji: Kažejo se kot povišan srčni utrip (za 10–30 utripov ob povišanju telesne temperature za 1 °C) ter povečanje minutnega volumna srca. Srce črpa več krvi, da zagotovi povečan pretok v kožo za hlajenje, kar povzroči dodatno obremenitev miokarda.
- Spremembe krvnega tlaka: Vazodilatacija in izguba tekočin znižata krvni tlak, kar vodi do hipotenzije in tveganja za kolaps.

Metabolični in celični odzivi

Spremembe v metabolizmu se kažejo v povečanju bazalnega metabolizma (za približno 13 % na vsako stopinjo povišane temperature), povečana je poraba kisika in pospešena je glikoliza.

Na celični ravni se dogajajo naslednje celične prilagoditve: sinteza proteinov toplotnega šoka (HSP), spremembe v celični membrani, možne so motnje v delovanju encimov.

Endokrini odzivi

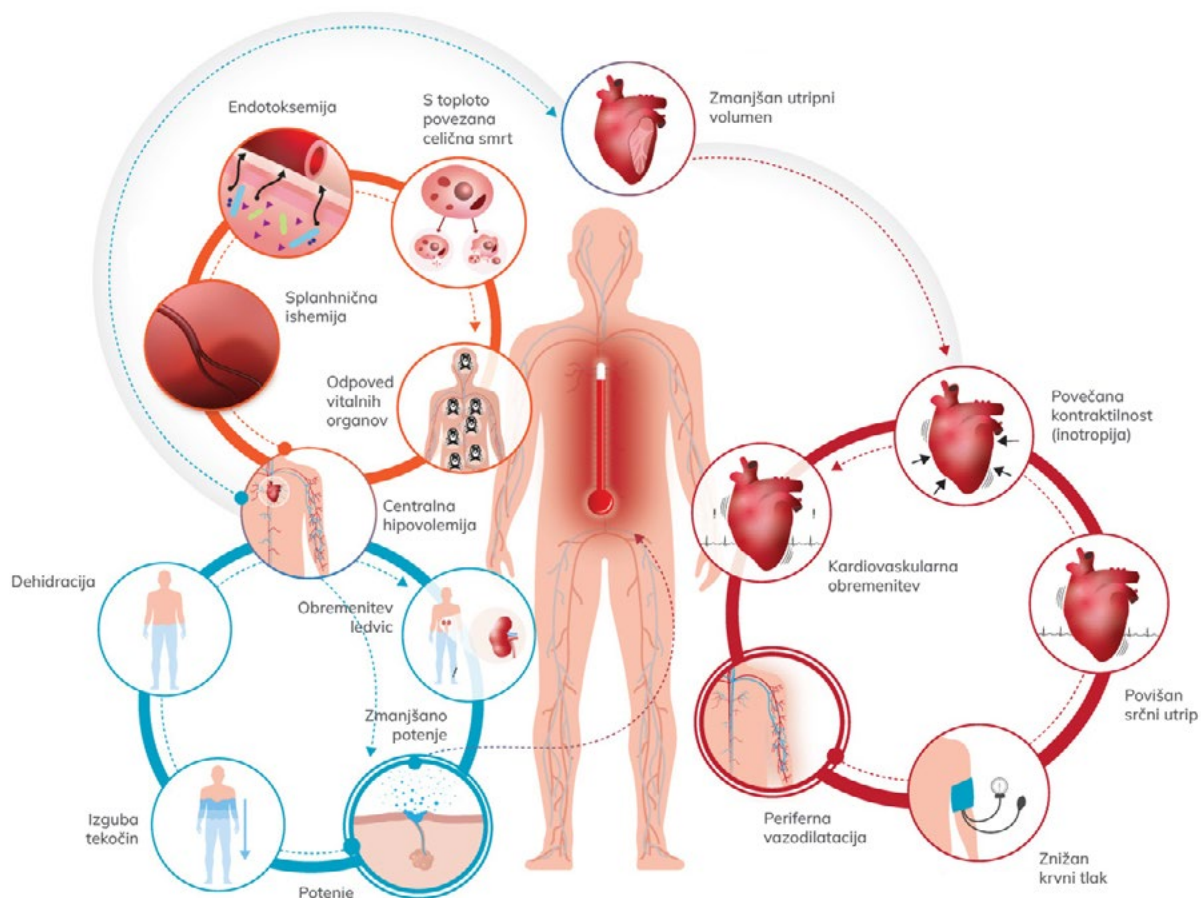
Nanašajo se na povečano izločanje aldosterona za zadrževanje natrija, povišano izločanje anti-diuretičnega hormona ter spremembe v izločanju ščitničnih hormonov.

Dolgotrajno potenje vodi v izgubo tekočin in elektrolitov (natrij, klorid, kalij). Če izguba tekočin presega vnos, pride do dehidracije, ki povzroči zmanjšano telesno zmogljivost, omotico in v skrajnih primerih tudi odpoved organov.

Tabela 3: Tekočinske, elektrolitske in acidobazne spremembe

Izguba tekočine z znojenjem: • 0,5–1,0 L/h, • do 2–3 L/h pri intenzivni aktivnosti.	Izhlapevanje znoja odvzame približno 0,6 kcal toplote na 1 gram znoja.	Izgube elektrolitov z znojenjem: • natrij: 20–60 mEq/L znoja, • kalij: 4–8 mEq/L znoja, • klorid: približno 30–40 mEq/L znoja.
--	--	--

Možne so spremembe v acidobaznem ravnovesju, kjer je zlasti povečano tveganje za razvoj metabolične acidoze zaradi mlečne kisline ter respiratorne alkalozе zaradi hiperventilacije.



Slika 20: Shematski prikaz fizioloških mehanizmov vpliva visokih temperatur na človeško telo (vir: Ebi et al., 2021)

Izpostavljenost visokim temperaturam v človeškem telesu sproži kompleksne termoregulacijske in patofiziološke odzive, katerih osnovni namen je odvajanje odvečne toplote. Kot je razvidno iz slike 20, je ključni mehanizem periferna vazodilatacija, pri kateri se razširijo žile v koži, kar omogoča večji prenos toplote iz telesnega jedra v okolje. Posledično pride do znižanja krvnega tlaka, kar dodatno obremeni kardiovaskularni sistem.

Zaradi periferne vazodilatacije se zmanjša venski povratek in polnilni tlak srca, kar vodi v znižanje utripnega volumna. Za vzdrževanje ustreznega minutnega volumna se povečata srčni utrip in kontraktilnost miokarda, kar pomeni izrazito kardiovaskularno obremenitev. Ti odzivi povečajo potrebo srčne mišice po kisiku in lahko pri posameznikih s predhodnimi boleznimi srca in ožilja vodijo v ishemijo miokarda ter povečano tveganje za akutne dogodke.

Sočasno se aktivira potenje, ki omogoča hlajenje telesa z izhlapevanjem znoja, vendar povzroči izgubo tekočin. Če tekočina ni ustrezno nadomeščena, pride do dehidracije in posledične centralne hipovolemije, kar dodatno zmanjša prekrvavitev vitalnih organov. Zmanjšan pretok krvi lahko povzroči obremenitev ledvic in zmanjšano zmožnost izločanja odpadnih snovi.

Zaradi prerazporeditve krvnega obtoka lahko nastane splahnjična ishemija, ki poveča prepustnost črevesne stene in povzroči endotoksemijo, kar sproži sistemski vnetni odziv. V kombinaciji z neposrednimi

učinki toplote lahko pride do s toploto povezane celične smrti in progresivne okvare več organskih sistemov.

Če izpostavljenost vročini traja dlje časa ali so obrambni mehanizmi telesa preobremenjeni, lahko ti procesi vodijo v odpoved kritičnih organov, kar predstavlja resno, življenjsko ogrožajoče stanje.

5.2 KLINIČNE OBLIKE TOPLOTNEGA STRESA

Pri dolgotrajni ali intenzivni izpostavljenosti vročini se telo ne more več učinkovito hladiti, kar vodi v različne oblike toplotnega stresa. Gre za spekter stanj, ki jih povzroča oslABLJENA ZMOŽNOST TELESA ZA URAVNAVANJE TEMPERATURE. Glavne klinične oblike vključujejo naslednja stanja:

Toplotni krči

- Nastanejo zaradi izgube natrija in vode z znojenjem, kar povzroči motnje v mišični kontrakciji.
- Pogostejše se pojavijo pri telesno aktivnih osebah v vročem okolju.
- Simptomi so boleči krči v mišicah, običajno v nogah, rokah ali trebuhu.

Toplotna izčrpanost

- Posledica dehidracije in zmanjšane krvnega volumna (hipovolemije). Srce mora delovati hitreje, da vzdržuje perfuzijo.
- Simptomi so utrujenost, šibkost, vrtoglavica, slabost, bruhanje, tahikardija in hipotenzija.
- Če se ne zdravi, lahko preide v toplotni udar.

Toplotni udar

- Najhujša oblika toplotnega stresa, pri kateri telesna temperatura preseže 40 °C. Je urgentno stanje, ki zahteva hitro zdravljenje.
- Simptomi so motnje zavesti, zmedenost, konvulzije in koma. Pojavita se lahko tudi vroča, suha koža (pri klasičnem toplotnem udaru) ali obilno znojenje (pri naporu).
- Patofiziologija – hipertermija poškoduje beljakovine in celične membrane, kar povzroči disfunkcijo organov, vključno z možgani, jetri, ledvicami in srcem.

Učinki povečanega toplotnega stresa na telo

Organi, ki so najbolj izpostavljeni ob visokih temperaturah, so možgani, ledvice, prebavila in jetra. Možgani so še posebej občutljivi na spremembe temperature. Pri hipertermiji lahko namreč pride do otekanja možganskega tkiva (cerebralni edem) in zmanjšanja pretoka krvi, kar vodi do nevroloških simptomov, kot so glavobol, zmedenost, konvulzije in koma. Dehidracija zmanjša perfuzijo ledvic, kar poveča tveganje za akutno ledvično odpoved. Poleg tega tudi elektrolitske motnje vplivajo na delovanje ledvic. Zmanjšan pretok krvi v prebavila lahko povzroči ishemijo črevesja, kar vodi do slabosti, bruhanja, diareje in vnetja. Hipertermija lahko povzroči poškodbo jeter zaradi vnetnih procesov in oksidativnega stresa.



Pri toplotnem udaru, najhujši obliki toplotnega stresa, pride do sproščanja citokinov, ki sprožijo sistemski vnetni odziv, podoben septičnemu šoku, pri čemer aktivacija vnetnih mediatorjev lahko poškoduje tkiva in krvne žile. Pojavijo se lahko diseminirana intravaskularna koagulacija (DIC), odpoved več organov in smrt.

Dodatni dejavniki tveganja

Nekatere skupine prebivalstva so dovzetnejše za škodljive učinke vročine. To so:

- Starejši – imajo slabšo termoregulacijo in zmanjšan občutek za žejo.
- Otroci – zaradi nerazvitosti termoregulacijskega sistema.
- Kronično bolni – zlasti bolniki z boleznimi srca ali ledvic in sladkorno boleznijo.
- Ljudje s prekomerno telesno težo – gre za slabše oddajanje toplote zaradi izolacijskega učinka maščobnega tkiva.
- Telesno aktivni – športniki in delavci na prostem zaradi fizičnega napora.

Preprečevanje

Poleg fizioloških procesov se človek na povišano temperaturo obremenitev lahko uspešno prilagodi z upoštevanjem nekaterimi vedenjskih ukrepov, kot so iskanje sence, zagotavljanje zadostne hidracije, nošenje lahkih, zračnih oblačil, uporaba senčil in prilagoditev telesne aktivnosti. Preventivne ukrepe je treba usmeriti zlasti v ozaveščanje o tem.

Zdravljenje

Če preventivni ukrepi ne zadostujejo in telo z omenjenimi mehanizmi ne zmore več kompenzirati povečane toplotne obremenitve, je potrebno zdravljenje. Pri toplotnih krčih se priporoča hidriranje z elektrolitskimi napitki. Toplotno izčrpanost zmanjšamo s premikom v hladen prostor, če je možno, svetujeta se hlajenje kože in oralna ali intravenska hidracija. Toplotni udar pa je urgentno stanje, ki zahteva intenzivno hlajenje (ledeni obkladki, potapljanje v hladno vodo) in ukrepe za stabilizacijo vitalnih funkcij.

Visoke temperature imajo širok spekter patofizioloških učinkov, ki lahko segajo od blagih motenj do življenjsko nevarnih stanj, kot je toplotni udar. Razumevanje teh mehanizmov in pravočasno ukrepanje sta ključna za preprečevanje zapletov in zmanjšanje smrtnosti.

Literatura:

- Ebi, K. L., Capon, A., Berry, P., Broderick, C., de Dear, R., Havenith, G., Honda, Y., Kovats, R. S., Ma, W., Malik, A., Morris, N. B., Roberts, D. C., Spector, J., Vanos, J. & Zander, K. (2021). Hot weather and heat extremes: Health risks. *The Lancet*, 398(10301), 698–708. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)01208-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)01208-3)
- Hall, J. E. & Guyton, A. C. (2021). *Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology* (14th ed.). Elsevier. <https://library.uniq.edu.iq/storage/books/file/Guyton%20and%20Hall%20Textbook%20of%20Medical%20Physiology/1671268744mpp.pdf>

6. POMEN SENZORNE ODZIVNOSTI ZA DOBRO POČUTJE

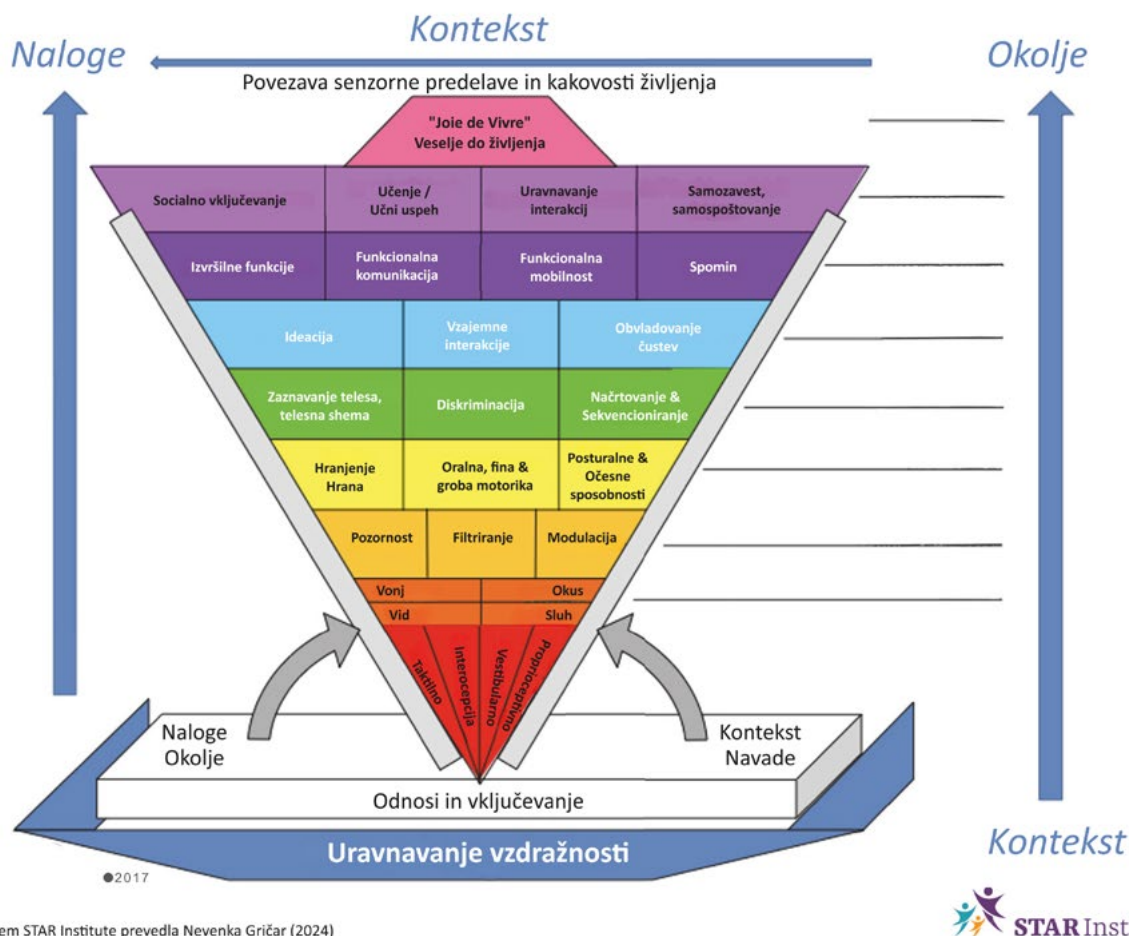
NEVENKA GRIČAR

6.1 SENZORNA INTEGRACIJA OZIROMA SENZORNA PREDELAVA

Senzorna integracija je nevrološki proces, ki nam pomaga organizirati senzorne zaznave iz lastnega telesa in okolja ter omogoča, da telo te informacije učinkovito uporabi v določenem okolju. Pomaga nam organizirati senzorne informacije za uporabo (Ayres, 1972; Bundy & Lane, 2020). Miller in sodelavci (Miller & Lane, 2000; Miller et al., 2007) so namesto senzorna integracija predlagali pojem **senzorna predelava**, saj menijo, da je ta pojem širši, in ga bomo uporabljali tudi v tem besedilu.

Interakcije dražljajev so kompleksne in za nas nujne, saj le tako lahko določeno situacijo hitro in avtomatično interpretiramo ter se nanjo odzovemo z učinkovitim prilagoditvenim odzivom. Prilagoditveni odzivi so osnova organiziranega vedenja in temelj za vključevanje v dejavnost in obvladovanje vsakodnevnih izzivov.

Pomemben del senzorne predelave je **senzorna modulacija**, ki se v strokovni literaturi uporablja tako za poimenovanje nevrološkega procesa kot za poimenovanje terapevtske intervencije. Senzorna modulacija kot nevrološki proces je sposobnost samoorganiziranja in uravnavanja odzivov na senzorne prilive. Prilagodi, spremeni kakovost in hitrost živčnega odziva na dražljaj, da se posameznik lahko osredotoči na najpomembnejše dogodke in situacije. Pomembna je za našo sposobnost vključevanja v vsakodnevne dejavnosti (Lane, 2020). Osrednji živčni sistem (OŽS) prilagaja odziv glede na stalne spremembe v notranjem in zunanjem okolju. Ta proces posamezniku omogoča hitro interpretacijo situacij in ustrezen odziv, kar je ključno za učinkovito delovanje v različnih okoljih. Torej je modulacija senzornih prilivov ključna pri vključevanju v dejavnosti in za blagostanje posameznika, kar predstavlja temelj tako nevrološkega delovanja kot tudi ciljno usmerjenih terapevtskih intervencij (shema 1). V nadaljevanju poglavja pa izraz senzorna modulacija uporabljamo tudi v pomenu terapevtske intervencije, ki pomeni zavestno in namensko uporabo senzoričnih dražljajev za podporo uravnavanju posameznikovega počutja, vedenja in delovanja.



Z dovoljenjem STAR Institute prevedla Nevenka Gričar (2024)



Shema 1: Povezava senzorne predelave in kakovosti življenja
(vir: STAR Institute for Sensory Processing, n.d.)

6.2 ODGOVOR NA STRES IN HOMEOSTAZA

Stresni odgovor se nanaša na fiziološke spremembe, ki nastopijo, ko doživimo stres ali grožnjo, ki je lahko resnična ali namišljena. Homeostaza se nanaša na fiziološke procese, ki se spreminjajo med pridobivanjem izkušenj. Stresni odgovor aktivira tri glavne komunikacijske sisteme, ki vplivajo na homeostazo: hotni živčni sistem, avtonomni živčni sistem (AŽS) in endokrini sistem. Skupno delovanje teh sistemov omogoča človeškemu organizmu odziv na resnične ali zaznane grožnje ter ohranjanje homeostaze.

AŽS združuje simpatični (SŽS) in parasimpatični živčni sistem (PŽS), ki sta pogosto omenjena v povezavi s stresnim odzivom in senzorno predelavo. SŽS se aktivira v stresnih situacijah in sproži spremembe, ki nam pomagajo pri učinkovitem odzivu na grožnje in nevarnosti, kot so hitrejše bitje srca, potenje, hitro dihanje, širjenje zenic in inhibicija gladkega mišičja v prebavnem sistemu. Aktivacija SŽS pogosto sproži mehanizem boja, bega ali zamrznitve.

PŽS ima zaviralno vlogo na SŽS, srčni utrip in dihanje ter je odgovoren za počitek, dobro prebavo in regeneracijo.

Pred tremi desetletji je Porges (2004, in Champagne, 2017) začel razvijati polivagalno teorijo, v kateri opisuje hierarhičen sistem strategij odzivanja na izzive oziroma stres, ki temelji na evoluciji živčnega sistema. Ta teorija predlaga bolj dinamično razumevanje vzorca modulacije vzdraženosti AŽS. Trije hierarhično organizirani pod sistemi AŽS vplivajo na bitje srca, stopnjo budnosti, sposobnost funkcionalne komunikacije in povezanosti z drugimi ter sposobnost odzivanja na zaznane grožnje.

Predlagal je metaforo okna tolerance, ki predstavlja območje, znotraj katerega posamezniki lahko modulirajo ali prilagajajo PŽS in SŽS, preden se sproži naslednja hierarhična stopnja – ventralni vagalni PŽS pred SŽS, ki mu sledi dorzalni vagalni PŽS. Ventralni vagalni PŽS zagotavlja podporo, potrebno za komunikacijo, ki je mirna, organizirana in fleksibilna. Če posameznik zazna nevarnost, ventralni vagalni sistem preglasi SŽS in dorzalni vagalni PŽS. Ljudje s kompleksno travmo, motnjami v duševnem zdravju in težavami s senzorno predelavo imajo pri tem težave, saj imajo nenehen občutek ogroženosti (tabela 4). Občutek ogroženosti se lahko pojavi tudi pri stanovalcih doma za starejše iz različnih razlogov: začetek bivanja v domu in s tem povezane spremembe, slabo počutje, medosebni odnosi ter različne okoliščine, povezane s podnebnimi spremembami.

Tabela 4: Vzorec vzdraženosti AŽS in povezava s senzorno modulacijo in lestvico okna tolerance (vir: Champagne, 2011)

10 9 8	Senzorno prevelik odziv <i>Simpatični ŽS (Porges, 1995)</i>	Povečanje hiperobčutljivosti in velikega odziva Velika previdnost, čustven odziv Izkrivljeno zaznavanje, vsiljene misli Psihomotorična agitacija Zmanjšanje fleksibilnosti (kognitivne ali čustvene) Zmanjšana sposobnost funkcionalne komunikacije Zmanjšana izvedba okupacije
7 6 5 4	Optimalni nivo odziva <i>Ventralni vagus (Porges, 1995)</i>	Povečana splošna prilagodljivost sistema Povečana splošna fleksibilnost sistema Povečana samoregulacija in funkcioniranje Povečana izvedba okupacije

Cilj: Povečati sistem fleksibilnosti (Ayres) in »okno tolerance (Siegel) za podporo prilagajanja, funkcionalnega vzorca izvedbe okupacije in okrevanje

3 2 1 0	Senzorno premajhen odziv <i>Dorzalni vagus (Porges, 1995)</i>	Zmanjšana, nizka ali oslABLJENA senzorna registracija/zaznavanje Zmanjšana energija; letargija, šibkost Umik/izogibanje Zmanjšana fleksibilnost/prožnost (kognitivna ali čustvena) Zmanjšana sposobnost funkcionalne komunikacije Zmanjšana izvedba okupacije
------------------	--	--

6.3 SENZORNA PREOBREMENITEV IN PRIKRAJŠANOST STAREJŠIH

S staranjem se zaznavanje, modulacija in prilagoditveni odziv spremenijo v vseh senzornih sistemih.

Z leti se zmanjšuje število **vestibularnih receptorjev**, kar vpliva na reakcijski čas, potreben za ohranjanje ravnotežja. Poleg upada števila receptorjev se zmanjšuje tudi število celic v malih možganih in višjih možganskih centrih, povezanih z ravnotežjem. Pri vzdrževanju ravnotežja sodelujejo vestibularni, proprioceptivni in vidni sistem. Zmožnost ohranjanja ravnotežja se s starostjo slabša, najočitnejši upad pa nastopi po 60. letu starosti. Zato se lahko pojavijo tesnoba, agitiranost in agresivnost, kadar se oseba nepričakovano premakne ali se počuti ogroženo med premikanjem in izvajanjem vsakodnevnih aktivnosti. Največji izziv predstavlja hoja v temi ali po neravni površini, kjer je nevarnost padcev visoka.

Na zaznavo **dotika** v starosti vplivata slaba prekrvavitev in zmanjšanje števila receptorjev v koži, kar se začne že po 50. letu starosti. Po 90. letu je v koži prisotna le tretjina prvotnega števila receptorjev. Spremembe v zaznavanju dotika vodijo k večjemu zanašanju na druge senzorne sisteme, kar je težava pri osebah s slabšim vidom. Če nastopi demenca, se lahko poslabša tudi sposobnost zaznavanja taktilnih dražljajev. Lahko imajo premočan odziv na taktilne dražljaje (npr. ne marajo mrzlih temperatur, določenih dotikov, določenih aktivnosti). Zmanjša se zaznavanje dražljajev iz **proprioceptorjev**, kar prispeva k slabšemu zavedanju telesa in varnosti med izvajanjem vsakodnevnih aktivnosti, transferji in gibanjem (večja nevarnost padcev, potrebujejo več vidne kontrole). Osebe z demenco so pogosto manj fizično aktivne, veliko sedijo ali ležijo, lahko so fizično ovirane, kar vodi v upad mišične mase in posledično slabše zavedanje telesa ter slabšo propriocepcijo. Zato jim moramo zagotoviti varno vsakodnevno gibanje.

Spremembe v zaznavi **sluha** se kažejo kot slabša diskriminacija jakosti zvoka, daljši reakcijski čas in zvišan prag za zaznavo slušnih dražljajev. Zato se pojavi slabše razumevanje ali nerazumevanje govora, kar vpliva na socialno-interakcijske spretnosti in manjšo vključenost v socialne situacije. Na slušno predelavo vplivajo tudi stresne situacije ali stanje strahu. Če se oseba počuti ogroženo, avtonomni živčni sistem izbere varnost. Ko se sprožijo mehanizmi boja, bega ali zamrznitve, lahko pride do postopnega ali nenadnega izklopa. Če osebi pomagamo, da se počuti varno, s tem umirimo avtonomni odziv telesa, kar vpliva tudi na boljše zaznavanje sluha in komunikacijo.

S staranjem se zmanjšuje število receptorjev v ustni in nosni votlini. Optimalni okoljski dejavniki prispevajo k ohranjanju zaznavanja **vonjev** in **okusov**. Voh se s starostjo slabša in je pri vsaj tretjini oseb, starejših od 80 let, odsoten. Receptorji v nosni sluznici po 90. letu starosti upadejo za 50 %, kar vpliva na zaznavo vonja, predvsem pri moških. Zmanjšano zaznavanje vonjev vpliva na slabše telesno počutje, kakovost življenja, uživanje hrane in varnost. Povezano je s povečanjem števila smrti pri starostnikih. Okus se s staranjem manj spreminja kot voh, zato so posebnosti najpogostejše povezane s spremembami okušalnega sistema. Te vplivajo na slabšo prepoznavo okusov v hrani in slabšo zaznavo hrane v ustih. Najprej upade zaznavanje slanega okusa, nato kislega in grenkega, najkasneje pa sladkega. Pri osebah z demenco se poleg običajnih sprememb, povezanih s staranjem, lahko pojavi še slabša koordinacija mišic ust, ki omogočajo varno in funkcionalno pitje, žvečenje in požiranje hrane. Pri nekaterih osebah pride do prevelikega odziva na dotike v ustih.

Zaznavanje občutkov iz **interoceptorjev** se po 50. letu zmanjšuje. Pri osebah z demenco je to še izraziteje, saj se zmanjša zavedanje sebe kot osebe, kar vodi tudi v zmanjšano zavedanje interoceptcije, nadzora impulzivnosti in sposobnosti samoregulacije. Spremeni se zaznavanje bolečine.

Bolečina ščiti telo pred poškodbami. Starostniki težje zaznavajo razlike med ledenim, mrzlim, toplim in vročim, kar lahko privede do poškodb, kot so opekline, omrzline, podhladitev ali pregretje telesa. To je v času segrevanja ozračja lahko še posebej nevarno. Čeprav je zaznavanje bolečine slabše, starejši pogosteje tožijo o bolečini kot mlajši. Domnevno je to posledica seštevanih učinkov bolečin, ki se hkrati pojavljajo na več telesnih mestih v starosti, upada zaviralnih mehanizmov ter močnejše čustveno-motivacijske sestavine. Pojavi se neprestana, kronična bolečina. Zaznavanje bolečine se lahko poveča v globoko ležečih tkivih, na površini (v koži) pa se zmanjša zaradi slabšega zaznavanja jakosti bolečine in počasnejšega prenosa dražljajev.

6.4 UPORABA SENZORNE MODULACIJE KOT INTERVENCIJA

Ko razmišljamo o tem, kako bi uporabljali občutke oziroma kako bi nas ti lahko podprli v vsakdanjem življenju, govorimo o intervenciji. »**Senzorna modulacija** je na dokazih temelječa in učinkovita terapevtska intervencija, ki posamezniku pomaga oblikovati osnovne spretnosti spoprijemanja s stresom, uravnavati čustva in izboljšati okupacijsko delovanje. Na kratko bi lahko rekli, da gre za spreminjanje lastnega počutja z uporabo svojih čutov in občutkov.« (Fitzgibbon & O'Sullivan, 2013, str. 8)

Fitzgibbon in O'Sullivan (2013) pojasnjujeta, da so za posameznikovo počutje pomembni (shema 2) čustva, fiziologija in pozornost (alertness – kako pozorni in zbrani smo, kadar opravljamo nalogo). **Senzorna modulacija** kot terapevtska intervencija lahko z namensko uporabo senzornih dražljajev vpliva na katero koli od teh dimenzij. Ko govorimo o fiziologiji, mislimo na mišično napetost, bolečino, slabost, interocepco in občutke. Senzorna modulacija kot terapevtska intervencija lahko vpliva na umirjenost, osredotočenost, občutek varnosti (utripajoče luči, dotiki v temi, nenavadni glasovi), prizemljenost (stanje, ko se počutimo povezani s telesom), spoprijemanje s potrebo po različnih substancah (kozarček vina nas sprosti, vendar pretirano hrepenenje po pijači ali prevelike količine niso koristne za naše počutje) ter spoprijemanje z žalostjo, bolečino in boleznijo (kadar ima nekdo bolečino, ga lahko na primer pomirimo z dotikom ali čajem), lahko je alternativa samopoškodovanju in pripomore k zadovoljstvu.



Shema 2: Kako se počutimo
(vir: Fitzgibbon & O'Sullivan, 2013, str. 29)

Hockenbury in Hockenbury (2007, in Fitzgibbon & O'Sullivan, 2013) navajata, da imajo čustva tri komponente:

- subjektivna izkušnja (kako razmišljamo o dogodku; ali me nenadno zaviranje razjezi);
- fiziološki odziv (kako se moje telo odzove na dogodek; na primer povečan pretok krvi v rokah, obrazu, povečano potenje);
- vedenjski ali ekspresivni odziv (kaj naredim; ali vpijem na voznika pred seboj, ki zavira).

Senzorna modulacija kot terapijska intervencija torej vpliva na vse tri komponente:

V okviru **subjektivne izkušnje** (kako razmišljamo o dogodku) lahko spremenimo svoje razmišljanje z ustvarjanjem novih senzornih dogodkov, ki spodbujajo novo razmišljanje. To oblikuje nova čustva. Nekaj primerov:

Predvajanje pomirjujoče glasbe po izbiri lahko ustvari nov dogodek in drugačna čustva. Če glasbo zaznamo kot zelo dobro, nam vzbudi občutke veselja in obudi spomine.

Vohanje zelišč lahko stanovalca doma za starejše spomni na dom in čas, ko je sam skrbel za vrt. Spomni se prijetnih dogodkov, povezanih s tem.

Senzorna modulacija lahko **spremeni fiziološki odziv** (kako se naše telo odzove na dogodke). Takšne spremembe so lahko posledica drugačnega fiziološkega odziva ali nastanka novega fiziološkega odziva. Nekaj primerov uporabe senzorne modulacije za spreminjanje telesnega odziva na dogodke: ko smo jezni, si umijemo roke s hladno vodo namesto z vročo; vonjanje različnih vonjev nas lahko prizemli in zmanjša disociacijo; guganje v gugalnem stolu lahko umiri razburjeno osebo z demenco.

Sprememba neobičajnih vedenjskih odzivov (kaj naredim) na različne situacije

Senzorna modulacija kot terapijska intervencija lahko ponudi alternativo vedenjskim odzivom. Pogosto vedenjski odziv na določena čustvena stanja povzroči neželjeno, škodljivo ali destruktivno vedenje, na primer samopoškodovanje, agresijo, kajenje, zlorabo drog ali uživanje prepovedanih snovi. Možgani povezujejo naše razmišljanje, fiziologijo in vedenje. Sprememba enega od teh dejavnikov lahko vodi do spremembe čustvenega stanja. Redna uporaba strategij senzorne modulacije ob pojavu določenega čustva lahko pomaga spreminjati fiziološki in vedenjski odziv, kar je temelj za razvoj novih navad.

Vzdraženost je stanje budnosti živčnega sistema. Za optimalno delovanje mora biti naš živčni sistem na optimalni ravni vzdraženosti. Vplivi senzornih dražljajev lahko vplivajo na vznemirjenost živčnega sistema in raven vzdraženosti posameznika. Vzdraženost je stanje živčnega sistema, ki opisuje, kako pozoren in buden je nekdo. Pojavi se s povečano živčno vznemirjenostjo in možganskim krvnim pretokom. Optimalna vzdraženost omogoča posamezniku, da je pozornejši na prihajajoče dražljaje, poveča pozornost in pomaga pri uravnavanju čustvenega odziva. Pozornost je sposobnost možganov, da se selektivno osredotočijo na najpomembnejše dogodke in predmete.

Nevrološki prag posameznika, ki je lahko visok ali nizek, vpliva na sposobnost obvladovanja dražljajev:

- Nizek senzorni prag – posameznik močneje reagira na dražljaje, kar lahko povzroči preobremenitev.
- Visok senzorni prag – posameznik dražljajev morda sploh ne zazna, kar lahko vodi v zmanjšano odzivnost in energijo.

V programu senzorne modulacije, ki ga je razvila Champagne (2011), se uporabljajo senzorne strategije za umirjanje – zniževanje vzdraženosti (angl. arousal) in dvigovanje vzdraženosti. Različni dražljaji na posameznih senzornih sistemih imajo različne učinke.

Strategije senzorne modulacije po senzornih sistemih in povezava z aktivnostmi

Senzorna modulacija kot terapevtska intervencija temelji na razumevanju, da lahko z načrtno uporabo dražljajev posameznih senzornih sistemov vplivamo na raven vzdraženosti, čustveno stanje, občutek varnosti in vključevanje v vsakodnevne aktivnosti. Pri starejših se zaradi starostnih sprememb in pogostih nevrodegenerativnih bolezni pragovi zaznavanja pogosto spremenijo: nekateri dražljaji so prešibki in jih ne zaznajo (visok prag), drugi pa so premočni in povzročijo preobremenitev (nizek prag). Zato je ključno, da terapevt dražljaje izbere ciljno in individualno, pri čemer upošteva tudi čas dneva, trenutni nivo utrujenosti, zdravstveno stanje ter okoljske dejavnike.

Taktilni dražljaji močno neposredno vplivajo na živčni sistem. Rahli, površinski, hitro spreminjajoči se dotiki (na primer božanje po koži, ščemenje, hiter stik materialov) pogosto povečajo vzdraženost, saj aktivirajo pozornost in lahko delujejo opozorilno. Pri starejših z nizkim taktilnim pragom lahko taki dražljaji hitro povzročijo nelagodje ali obrambne odzive. Nasprotno pa globoki, počasni, enakomerni pritiski (na primer objem, pritisk na ramena, težja odeja) običajno znižujejo vzdraženost, saj telesu dajejo občutek stabilnosti in varnosti.

Aktivnosti in strategije: uporaba težje odeje ali blazine v času nemira; masaža rok z losjonom; počasno krtačenje kože ali dlani; delo z zemljo, peskom ali toplimi materiali; zadržan, strukturiran dotik pri negi in oblačenju.

Proprioceptivni dražljaji so pri senzornem uravnavanju pogosto najvarnejši, saj večinoma organizem pomirjajo in strukturirajo. Močnejši mišično-sklepni pritiski, potiskanje, vlečenje in stiskanje običajno delujejo regulativno ter znižujejo prekomerno vzdraženost, pri osebah z nizkim nivojem budnosti pa lahko tudi povečajo vzdraženost, ker aktivirajo mišični tonus in orientacijo v telesu.



*Slika 21: Gospa sedi v gugalniku, pokrita s težko odejo, in posluša glasbo, ki jo pomirja.
(vir: Arhiv projekta, 2025)*



*Slika 22: Gospa okopava zeliščno gredo
(vir: Arhiv projekta, 2024)*

Aktivnosti in strategije: počasne raztezne vaje, vrtnarjenje (kopanje, presajanje, obrezovanje), prenašanje lažjih predmetov, stiskanje terapevtske žogice, gnetenje testa, uporaba elastik, počasno vstajanje in usedanje z oporo.

Vestibularni dražljaji so pri starejših občutljiv sistem, saj se s starostjo število receptorjev zmanjšuje in je nevarnost padcev večja. Hitri, nepričakovani, rotacijski ali nestabilni gibi običajno povečajo

vzdraženost in lahko sprožijo stresni odziv (zlasti pri osebah z demenco). Počasno, ritmično, predvidljivo gibanje pa praviloma znižuje vzdraženost ter deluje organizirajoče in pomirjajoče.

Aktivnosti in strategije: gugalni stol ali počasno zibanje, ritmična hoja po znani poti, lahno zibanje med sedenjem, ples ob počasni glasbi, vadba ravnotežja zanesljivo in varno (z oporo).

Vizualni dražljaji močno vplivajo na pozornost in stres. Močna svetloba, bleščanje, hitro utripanje ali vizualni kaos (veliko predmetov, nered, preveč barv ali vzorcev) povečujejo vzdraženost in lahko povzročijo dezorientacijo. Mehka, enakomerna svetloba, jasni kontrasti in vizualni red delujejo pomirjujoče ter podpirajo orientacijo v prostoru.

Aktivnosti in strategije: urejanje okolja (odstranjevanje nereda), uporaba toplih svetlobnih virov, opazovanje naravnih prizorov, zeliščni vrt z jasnimi barvami in oblikami.

Slušni dražljaji lahko zelo hitro vplivajo na avtonomni živčni sistem. Nenadni, močni, visoki ali nepredvidljivi zvoki običajno povečajo vzdraženost in sprožijo obrambno reakcijo. Ritmični, ponavljajoči se, znani zvoki (zlasti tisti, povezani s pozitivnimi spomini) pa zmanjšujejo vzdraženost in krepijo občutek varnosti.

Aktivnosti in strategije: predvajanje znane glasbe iz mladosti, petje, poslušanje zvokov narave (ptice, šumenje listja, voda), zmanjševanje hrupa naprav, voden govor z mirnim tonom.

Voh je tesno povezan z limbičnim sistemom, zato dražljaji pogosto hitro sprožijo čustva ali spomine. Močni, ostri, neznani vonji lahko dvignejo vzdraženost ali povzročijo odpor, medtem ko blagi, znani, prijetni vonji pogosto znižujejo vzdraženost, spodbujajo obujanje spominov in izboljšujejo razpoloženje.

Aktivnosti in strategije: uporaba dišavnic pri kuhanju ali čaju (meta, sivka, rožmarin); senzorične škatle z znanimi vonji; sprehod po vrtu z aromatičnimi rastlinami; previdna uporaba eteričnih olj (v nizkih koncentracijah).



*Slika 23: Rože zaradi svojih barv dvignejo vzdraženost in s tem pozornost
(vir: Arhiv projekta, 2025)*



*Slika 24: Gospa ob vohanju dišavnic obuja spomine
(vir: Arhiv projekta, 2025)*

Različni **okus**i lahko povečajo ali zmanjšajo vzdraženost. Hladni, kisli, močno začinjeni ali hrustljavi dražljaji pogosto povečajo vzdraženost in budnost. Topli, sladki ter ritmično ponavljajoči se oralni gibi (na primer počasno srkanje, žvečenje mehke hrane) pa zmanjšujejo vzdraženost. Pri starejših je treba upoštevati varnost požiranja in individualne prehranske omejitve.

Aktivnosti in strategije: počasno pitje tople pijače; žvečenje mehke ali rahlo hrustljave hrane, prilagojene ustni motoriki starejše osebe; okušanje znanih okusov; priprava enostavnih jedi ali napitkov.

Interocepcija omogoča zaznavo žeje, lakote, utrujenosti, bolečine, vročine in mraza. Pri starejših je ta zaznava pogosto oslABLJENA, zato lahko telo predolgo ostaja v neprijetnem stanju, kar deluje kot kronični stresor in povečuje vzdraženost. Senzorne strategije zato vključujejo pomoč pri prepoznavanju in uravnavanju notranjih stanj.

Aktivnosti in strategije: strukturirani odmori za pitje, opomniki za počitek, vodenje dihanja, preverjanje telesnega udobja (temperatura, oblačila, položaj), nežno raztezanje kot »reset« telesne napetosti.

Senzorna modulacija je lahko ustrezen način za spodbujanje stimulacije in deljenje pozitivnih misli o preteklosti, kar imenujemo obujanje spominov. Zelo uporabna je na področju skrbi za starejše, zlasti pri obravnavi oseb z Alzheimerjevo boleznijo, saj pomaga zmanjšati depresivnost in anksioznost, izboljša spomin ter poveča občutek umirjenosti in pripadnosti.

Obujanje spominov ima pozitiven učinek na razpoloženje zaradi posledično povečane živčne aktivnosti v bazalnih ganglijih. Bazalni gangliji prejemajo informacije neposredno iz limbičnega sistema. Zaradi te neposredne povezave se čustva in spomini sprožijo zelo hitro po zaznavi senzornega dražljaja (na primer vonj sveže pokošene trave – spomin na mladost; zvok oceana ali valov lahko takoj sproži občutek umirjenosti in sreče ter spomine na počitnice v otroštvu). Pogosto uporabljeni občutki pri obujanju spominov so: vid, zvok, okus, voh in dotik. Zato da bi bili učinkoviti, morajo biti znani, imeti pomen in nuditi zadovoljstvo posamezniku. Senzorični vrt je lahko ena izmed oblik, ki pomaga pri obujanju spominov.

6.5 VRT IN NJEGOV VPLIV NA POSAMEZNIKA

Terapevtski vrtovi omogočajo uporabnikom, ki bivajo v instituciji, stik z naravo, hkrati pa spodbujajo rehabilitacijo in pozitiven odnos do okrevanja, zmanjšujejo stres ter pomagajo izboljšati cikel budnosti in spanja (Detweiler, 2012). Za vključevanje v različne vsakodnevne aktivnosti mora imeti posameznik optimalno raven vzdraženosti. Pri uravnavanju te ravni lahko pomagajo senzorni dražljaji različnih modalitet. Terapevtsko okolje, ki vključuje znanje o terapevtskih vrtovih, hortikulturi in prostorih za uravnavanje senzorne modulacije, lahko uporabimo za osebe različnih starosti z oviranostjo ali brez nje. V sistematičnem pregledu literature (Gonzalez & Kirkevold, 2013) je bilo ugotovljeno, da imajo aktivnosti na senzornem vrtu potencial za izboljšanje dobrega počutja, vedenja, spanja in spalnih vzorcev oseb z demenco. Pri starejših uporabnikih ti vrtovi spodbujajo senzorično angažiranost in ponujajo priložnosti za aktivno zaznavanje okolja (Omar et al., 2022). Raziskave kažejo, da obiskovanje terapevtskih vrtov pri demenci pogosto vodi do zmanjšanja agitacije in izboljšanja kakovosti življenja (Collins et al., 2020; Murroni et al., 2021).

Specializirani terapevtski vrtovi imajo dolgo zgodovino, saj so se prve oblike terapevtskih vrtov pojavile na začetku 20. stoletja in so bile namenjene bolnikom s posebnimi potrebami, kot so bolniki z

rakom in bolniki z Alzheimerjevo boleznijo. Ti specializirani vrtovi predstavljajo namensko zasnovano okolje, ki spodbuja delovanje vseh človeških čutil.

Senzorni vrt ponuja različne senzorne izkušnje. Vrtnarjenje je univerzalna dejavnost, saj vključevanje vanjo ni odvisno od posameznikove izobrazbe, finančnega statusa ali kulturnega konteksta (Heliker et al., 2000). Champagne (2011) poudarja, da je razlika med senzornim in navadnim vrtom v tem, da je pri načrtovanju senzornega vrta večji poudarek na zagotavljanju različnih senzoričnih izkušenj – vidnih, vonjalnih, okušalnih, slušnih, taktilnih, vestibularnih in propioceptivnih. V nadaljevanju je nekaj primerov iz vrta, ki smo ga oblikovali pred izbranim DSO.

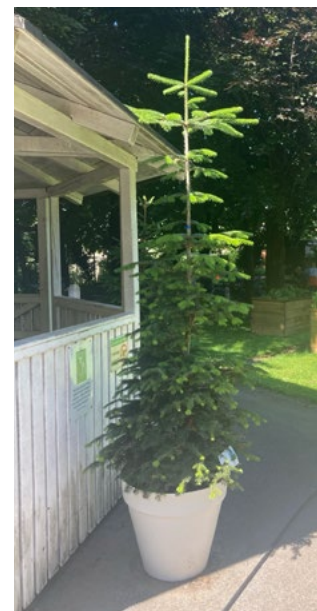


Slika 25 do 27: Različne barve cvetlic ali grmovnic (vir: Arhiv projekta, 2025)



Slika 28 do 30: Začimbe nudijo različne vonje, otipe in spomine (vir: Arhiv projekta, 2025)

Rezultati kvalitativne raziskave (Ferfila et al., 2024), v kateri smo s stanovalkami DSO izvedli fokusne skupine, so glede uporabe senzoričnega vrta potrdili pozitivne učinke takšnega okolja, saj je vir veselja, spominov na preteklost in povezanosti z naravo. Vrtnarjenje jim prinaša užitek in osebno zadovoljstvo, predvsem pri spremljanju sprememb v vrtu, hkrati pa jim ponuja prostor za emocionalno in socialno vključevanje, kjer lahko ponovno doživijo veselje do narave.



Slika 31: Iglavci nudijo taktilne dražljaje, v božično-novoletnem času pa možnost za okrasitev (vir: Arhiv projekta, 2025)

NAČRTOVANJE PROGRAMA SENZORNE MODULACIJE

Pri načrtovanju senzorne modulacije pri starejših terapevt izbere dražljaje glede na cilj:

- če želi dvigniti vzdraženost (apatičnost, utrujenost, pasivnost), uporabi kratke, rahlo intenzivnejše dražljaje (na primer rahli taktilni dotiki, ritmična glasba, hladnejši okusi, aktivnosti z gibanjem);
- če želi znižati vzdraženost (nemir, agitacija, anksioznost, preobremenitev), uporabi počasne, globlje, predvidljive in strukturirane dražljaje (na primer globok pritisk, počasno zibanje, znani vonji, naravni zvoki, urejeno vizualno okolje).

Tako senzorna modulacija postane most med telesnim doživljanjem in okupacijskim delovanjem, saj starejšemu omogoča, da je v stanju, kjer lahko varno, mirno in smiselno sodeluje v dejavnostih vsakdanjega življenja.

Za postavljanje delovnoterapevtskih ciljev, ki so skladni s posameznikovo ravniyo vzdraženosti, mora delovni terapevt pridobiti informacijo o tem, kako se vzdraženost spreminja čez dan ali teden. Tako lažje načrtujemo ustrezne senzorne strategije.

V literaturi najdemo različne možnosti za spremljanje vzdraženosti. V nadaljevanju bodo predstavljeni pripomočki, ki so za našo vsebino aktualnejši.

Champagne (2011) predlaga samoocenjevalno lestvico, na kateri posameznik označi, kakšna je njegova vzdraženost: od popolno mirnega do vznemirjenega.



Shema 3: Samoocenjevalna lestvica (vir: Champagne, 2011)

Vzdraženost lahko spremljamo preko opazovanja posameznikovega vedenja skozi dan (shema 4) ali teden (shema 5).

KRIVULJA VZDRAŽENOSTI SKOZI DAN

(Po Champagne, 2011 prilagodila Turel in Gričar)

Ime: _____

Datum opazovanja: _____ Opazovalec: _____

Zelo visok	10	
	9	
Visok	8	
	7	
	6	
Optimalen	5	
	4	
	3	
Nizek	2	
	1	
Zelo nizek	0	
Označite uro opazovanja		

Vzorec spanja:

Dodatna opažanje skozi dan:

Shema 4: Krivulja vzdraženosti skozi dan (po Champagne, 2011 priredila Turel in Gričar)

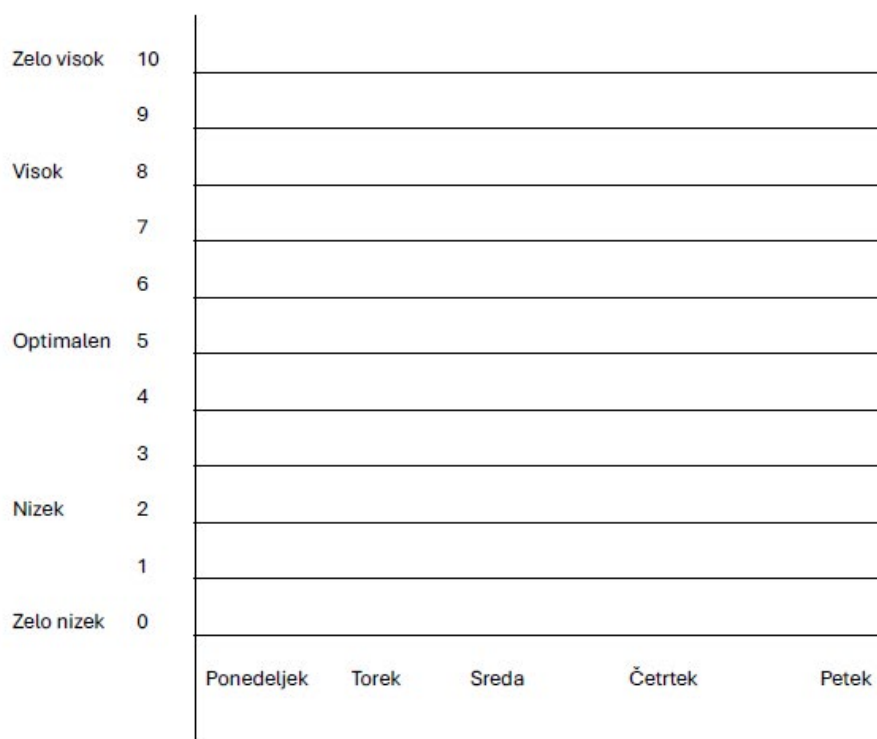
KRIVULJA VZDRAŽENOSTI ZA TEDEN

(Po Champagne, 2011 prilagodila Turel in Gričar)

Ime: _____

Datum opazovanja: _____

Opazovalec: _____



Vzorec spanja:

Dodatna opažanja (ali so bile posamezen dan kakšne posebne situacije – zlasti, če je bil nivo vzdržanosti prenizek ali previsok):

Shema 5: Krivulja vzdraženosti skozi dan (po Champagne, 2011 priredila Turel in Gričar)

Pri načrtovanju senzorne modulacije kot terapevtske intervencije pri starejših terapevt izbere dražljaje glede na cilj:

- če želi dvigniti vzdraženost (apatičnost, utrujenost, pasivnost), uporabi kratke, nekoliko intenzivnejše dražljaje (na primer rahli taktilni dotiki, ritmična glasba, hladnejši okusi, aktivnosti z gibanjem);
- če želi znižati vzdraženost (nemir, agitacija, anksioznost, preobremenitev), uporabi počasne, globlje, predvidljive in strukturirane dražljaje (na primer globok pritisk, počasno zibanje, znani vonji, naravni zvoki, urejeno vizualno okolje).

Merimo lahko tudi fiziološke parametre, kot so frekvenca srčnega utripa, arterijski krvni tlak, temperatura kože, elektrodermalna aktivnost ali kožna mikrocirkulacija, ki so povezani z aktivnostjo avtonomnega živčnega sistema in odražajo psihofiziološko stanje opazovane osebe. Ena najpogostejše uporabljenih metod za opazovanje aktivnosti človeške kože, ki meri spremembo električnih lastnosti kože ob večji aktivnosti, je merjenje električne aktivnosti (prevodnosti) kože. Merjenje elektrodermalne aktivnosti (EDA) povezujemo z delovanjem žlez znojnic, in sicer ekrinih žlez, ki se aktivirajo, ko je posameznik v stresu, razburjen, v bolečini ali navdušen (Geršak, 2013). Oba merilca smo uporabili pri stanovalcih v DSO, kjer smo s študenti izvajali klinične vaje. Merilce smo namestili med vključevanjem v aktivnosti na vrtu in/ali uporabo nekaterih senzornih strategij z namenom dvigovanja ali zniževanja vzdraženost.



Sliki 32 in 33: Primer merjenja EDA z merilnikom Shimmer in Biopac prstanom (vir: Arhiv projekta, 2025)

Podnebne spremembe vplivajo ne le na naravne in grajene sisteme, temveč tudi na senzorno okolje, ki ga doživljajo starejši ljudje. Vročinski valovi, suša, nenadna neurja, spremenjena mikroklima, povečana onesnaženost zraka in hrup iz okolja povzročajo izpostavljenost intenzivnejšim, pogostejšim in manj predvidljivim senzornim dražljajem.

Starejši imajo zaradi starostnih sprememb, kroničnih bolezni in kognitivnega upada spremenjeno senzorno modulacijo. Zaradi zmanjšanega števila receptorjev, počasnejše nevrološke obdelave informacij in oženja »okna tolerance« dražljaji iz okolja lažje povzročijo senzorno preobremenitev. Po-

višana temperatura, bleščanje, nenadni glasni zvoki neurij ali močnih vetrov ter spremembe v vlagi vplivajo na delovanje avtonomnega živčnega sistema, povečujejo občutek ogroženosti in povzročajo vedenjske spremembe, kot so vznemirjenost, izogibanje dejavnostim, agresivnost ali umik.

Zato postaja razumevanje sprememb v senzornem okolju pomemben del načrtovanja podpornega okolja za starejše. Sonaravne rešitve, opisane v prvem delu učbenika, kot so zelenje, senčenje, vodni elementi, izbira rastlinskih vrst ter zmanjševanje urbanega toplotnega otoka, niso pomembne le z vidika blaženja posledic podnebnih sprememb, temveč tudi kot strategije za podporo senzorne modulacije. Takšni elementi zmanjšujejo intenzivnost neprijetnih dražljajev in ustvarjajo okolje, ki spodbuja pomirjanje, orientacijo, občutek varnosti in pozitivno senzorno angažiranost.

Literatura

- Bundy, A. C. & Lane, S. J. (2020). Sensory integration: A. Jean Ayres' theory revisited. In A. C. Bundy & S. J. Lane (Eds.), *Sensory integration: theory and practice* (3rd ed., pp. 2–20). F.A. Davis company.
- Champagne, T. (2011). *Sensory Modulation & Environment: Essential Elements of Occupation* (3rd ed.). Pearson Clinical.
- Champagne, T. (2017). *Sensory modulation in dementia care: Assessment and activities for sensory-enriched care*. London, UK: Jessica Kingsley Publishers.
- Collins, H., Van Puymbroeck, M., Hawkins, B. L. & Vidotto, J. (2020). The impact of a sensory garden for people with dementia. *Therapeutic Recreation Journal*, 54(1), 48–63. <https://doi.org/10.18666/TRJ-2020-V54-I1-10077>
- Ferfila, N., Gričar, N., & Čehovin Zajc, J. (2024). Učno okolje senzoričnega vrta v domu starejših občanov. V M. Blažič (ur.), *Celostna obravnava pacienta* (str. 116–123). Založba Univerze; = University of Novo mesto Press. <https://www.zalozba-unm.si/index.php/press/catalog/view/73/145/264>
- Fitzgibbon, C. & O'Sullivan, J. (2018). *Sensory modulation: Resource Manual*.
- Lane, S. J. (2020). Sensory modulation functions and disorders. In A. C. Bundy & S. J. Lane (Eds.), *Sensory integration: theory and practice* (3rd ed., pp. 151–180). F.A. Davis company.
- Miller, L. J. & Lane, S. J. (2000, March). Toward a consensus in terminology in sensory integration theory and practice: Part 1: Taxonomy of neurophysiological processes. *Sensory Integration Special Interest Section Quarterly*.
- Miller, L. J., Anzalone, M. E., Lane, S. J., Cermak, S. A. & Osten, E. T. (2007). Concept evolution in sensory integration: A proposed nosology for diagnosis. *American Journal of Occupational Therapy*, 61(2), 135–140. <https://doi.org/10.5014/ajot.61.2.135>
- Murroni, M., Massa, E., Pau, M., Piludu, M. & Cocco, E. (2021). Effectiveness of therapeutic gardens for people with dementia: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(18), 9595. <https://doi.org/10.3390/ijerph18189595>
- Omar, Z. B., Shahar, S., Omar, A. & Ismail, N. (2022). Creating a sensory stimulation garden for older persons. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 100, 104659. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2022.104659>
- Sahibzada, S. U. & Arif, A. (2023). A qualitative therapeutic design approach for sensory garden design for people with dementia. *International Journal of Architecture, Engineering and Construction*, 12(2), 85–95. <https://doi.org/10.7492/IJA-EC.2023.01202>
- STAR Institute for Sensory Processing. (n.d.). STAR Pyramid [PDF]. https://sensoryhealth.org/sites/default/files/file-attachments/STAR_Pyramid_03.pdf

7

VRTNARJENJE ZA VSE: UNIVERZALNO OBLIKOVANJE IN ERGONOMIJA

ALENKA PLEMELJ MOHORIČ

Vrtnarjenje je pogosta dejavnost/okupacija, ki osebam prinaša številne koristi za zdravje in dobro počutje. Vrtnarjenje predstavlja telesno dejavnost in prispeva k splošni telesni kondiciji. Delo z zemljo, obrezovanje, sajenje, odstranjevanje plevela in druge naloge ohranjajo motorične spretnosti. Izboljšuje razpoloženje, stik z naravo in zemljo pa zmanjšuje stres. Preko skrbi za rastline pridelava lastne hrane in samooskrbnost omogočata občutek dosežka in zadovoljstvo. Načrtovanje in skrb za vrt spodbujata miselne procese in pomagata ohranjati kognitivne funkcije. Skupinsko vrtnarjenje ponuja priložnost za druženje in vzpostavitev novih stikov, redna in smiselna dejavnost pripeva k strukturi dneva in samoizpolnitvi. Te aktivnosti niso samo koristne, ampak tudi izjemno prijetne, kar lahko znatno obogati življenje posameznikov.



(vir: Fotografija je bila generirane po navodilih Plemelj z uporabo ChatGPT (Open AI, 2025))

Delovna terapija je usmerjena na izvedbo pomembnih dejavnosti in socialno vključenost posameznika, ne glede na njegove zmožnosti. Za omogočanje vključenosti in izvajanja vrtnarjenja vsem osebam je ključno univerzalno oblikovanje. Koncept univerzalnega oblikovanja se je razvijal skladno s sprejemanjem pravic za invalidne oziroma ovirane osebe v zasnovi gradnje, nato pripomočkov in deloval v smeri vključevanja vseh, ne glede na starost, zmanjšano zmožnost in različnost.

Eden prvih pomembnih dokumentov, ki je opozoril na pravice invalidov, je bila Konvencija o pravicah invalidov. Generalna skupščina Združenih narodov jo je sprejela 13. decembra 2006 skupaj z Izbirnim protokolom h Konvenciji o pravicah invalidov. Slovenija je konvencijo in njen izbirni protokol sprejela leta 2008 kot Zakon o ratifikaciji Konvencije o pravicah invalidov. S tem dejanjem se je naša država zavezala, da bo posebej spoštovala in uresničevala človekove pravice invalidov v skladu s splošnimi načeli in obveznostmi za zagotavljanje prostega dostopa. V zvezi z urbanizmom in prostorskim načrtovanjem je generalna skupščina Združenih narodov v letu 2015 sprejela pomemben dokument z naslovom Spremenimo svet: agenda za trajnostni razvoj do leta 2030. Med njimi sta za problematiko funkcionalne oviranosti najbolj relevantna 10. in 11. cilj. Prvi se nanaša na pravice invalidov in njihovo vključevanje v družbo, drugi pa na konkretno zagotavljanje prostega dostopa v bivalnem okolju, ki vključuje tudi zagotavljanje splošnega dostopa do varnih, odprtih in dostopnih zelenih in javnih površin, zlasti za ženske in otroke, starejše ter invalide. Prizadevanja invalidnih oseb so pripeljala do sprejetja zakonodaje o univerzalni gradnji, v Sloveniji je bil leta 2018 sprejet Pravilnik o univerzalni gradnji.

»Univerzalno oblikovanje je način za ustvarjanje izdelkov in okolij, ki so uporabni za vse, ne glede na starost ali sposobnosti. Univerzalno oblikovanje lahko opredelimo kot oblikovanje izdelkov in okolij, ki jih bodo v največji meri uporabljali vsi ljudje. V tej definiciji so zajete različne potrebe oseb različnih starosti, telesnih dimenzij in zmanjšanih zmožnosti. Univerzalno oblikovanje je pomembno za oblikovanje okolij, kot so hiše, poslovne stavbe, hoteli, restavracije, parki, ulice, urbanistično načrtovanje, bazeni, poti, zgodovinske znamenitosti, muzeji, razstave, dvorane, spletne strani, komunikacije, oblikovanje izdelkov, storitve in politike.« (CAOT, n. d.)

Univerzalno načrtovanje oziroma oblikovanje je v svoji filozofiji komplementarno s filozofijo delovne terapije, saj omogoča vključevanje v dejavnost vsem oziroma različnim posameznikom. Podpira ergonomsko izvajanje kar pomeni izvedbo dejavnosti v fizioloških položajih v vseh segmentih telesa. Poznavanje fizioloških položajev je ključno za vse, ki se ukvarjajo z univerzalnim načrtovanjem, saj le tako lahko oblikujemo okolja, orodja in pripomočke, za čim manjšo stopnjo obremenitve.

7.1 UPOŠTEVANJE NAČEL UNIVERZALNEGA OBLIKOVANJA PRI VRTNARJENJU

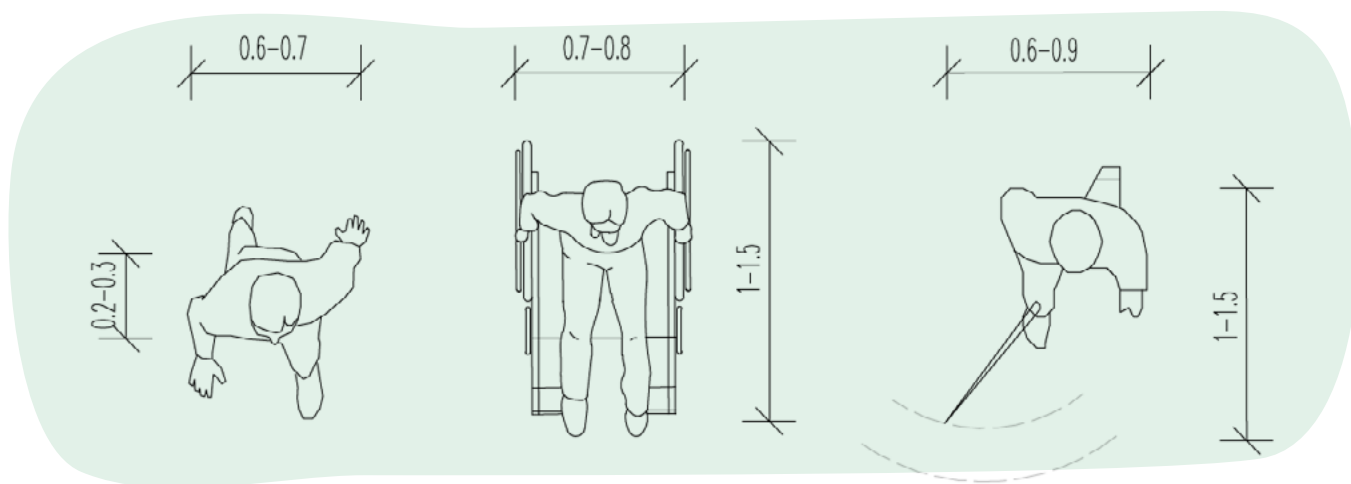
Koncept univerzalnega vrtnarjenja je razvil Stephen Cantu, glavni vrtnar UC iz San Diego v Kaliforniji. Doživel je nesrečo na delovnem mestu, ki mu je za vedno spremenila življenje. Od takrat je za mobilnost uporabljal invalidski voziček. Prizadeval si je prepoznati in odpraviti ovire pri vrtnarjenju, saj je preprosto izhajal iz izhodišča »vrtnarjenje je vrtnarjenje«. Rastline je sadil v različne oblike posod, dvignjene od tal, dostopne z vseh strani, vključil viseče posode, vertikalne zasaditve in posebne oblike zabojev na balkonskih ograjah. Vrtnarjenje je s svojimi predavanji skušal približati na prijazen, udoben in lahkoten način različnim osebam.

Univerzalno oblikovanje zagotavlja prijazen, vključujoč vrt. Z vključitvijo naslednjih sedmih načel ima univerzalni vrt gredice, delovno površino, poti in funkcije, v katerih lahko uživajo vsi, naj bodo invalidi ali ne. Teh sedem načel je:

- pravična uporaba,
- prilagodljivost pri uporabi,
- preprosta, intuitivna uporaba,
- zaznavne informacije,
- toleranca do napak,
- majhen fizični napor,
- velikost in prostor za pristop in uporabo.

Zagotavljanje dostopnosti je ključno za pravično uporabo vrta, zagotoviti moramo dostopne poti, parke, gredice. Ustrezno urejene, odcedne in dovolj široke poti z utrjenimi podlagami zagotavljajo gibanje z različnimi pripomočki: invalidskimi vozički, hoduljami. Pomembno je, da poti vključujejo informacije za slepe in slabovidne, priporoča se talno taktilni vodilni sistem za glavne poti ali druge teksture in naravne elemente, ki služijo kot orientacija za gibanje. Poti naj vsem zagotavljajo samostojno gibanje in orientacijo, pri čemer grajeni in premični elementi ne smejo predstavljati ovire pri gibanju.

Prikazujemo nekaj ključnih informacij za načrtovanje domačega vrta ali vrta v sklopu javnih zgradb, kot so na primer domovi za starejše. Pri načrtovanju poti izhajamo iz dinamične antropometrije, ki upošteva dimenzije telesa pri gibanju oseb z njihovimi pripomočki, na primer invalidskim vozičkom ali belo palico. Na sliki 33 prikazujemo minimalne zahteve za širino poti, izraženo v metrih, pri gibanju z različnimi pripomočki.



Slika 33: Širina pešpoti pri hoji, vožnji z invalidskim vozičkom in gibanju z belo palico

Minimalna širina dvosmerne poti je 1,8 m, vključevati mora obračališča za osebe z invalidskim vozičkom v radiju najmanj 1,5 m. Poti naj bodo ravne, če je naklon poševne poti večji od 1 : 20 (5 %), veljajo specifikacije za klančine.

Dostopen vrt omogoča vključevanje in uživanje v vrtu vsem osebam, vsakdo naj ima možnost uživati v tem, kar rastline ponujajo. Pravična uporaba naj bi vključevala možnost izvajanja aktivnosti za vse. Omeniti velja pomen in zdravilne učinke vrta za osebo z demenco, zato je dostopnost prvi pogoj za zagotavljanje vključenosti. Zagotavljanje dostopnosti do rastlin omogočajo tudi

različne oblike vertikalnih vrtov, kar prikazuje slika 34. Hidroponski vertikalni sistemi, prikazani na sliki 35, omogočajo vključevanje oseb na invalidskih vozičkih, primerni so za notranje prostore, tudi za domove starejših.



Slika 34: Prikaz horizontalne saditve

Slika 35: Primer hidroponskega sistema

(vir: ilustracije so bile generirane po navodilih Plemelj z uporabo ChatGPT (Open AI, 2025))

Omogočiti moramo dostop do vode in enostavno ravnanje s pipami za dotok vode. Priporoča se različne avtomatske načine zalivanja, saj to oviranim osebam močno olajša skrb za rastline. Voda je tudi odličen senzorni element, ki deluje privlačno in sproščujoče. Ob poteh se priporočajo razne udobne klopi za počitek. Če je le možno, umestimo v vrt tudi dostopno stranišče.

V sklopu univerzalnega oblikovanja je ključna tudi dostopnost do informacij na usmerjevalnih ali informacijskih tablah. Dostopnost informacij zagotavljamo tudi preko spletnih strani. Spletna mesta morajo biti dostopna skladno s standardi dostopnosti, kar vključuje zapise v obliki lahkega branja, glasovna sporočila in znakovni jezik.

Dvignjene grede omogočajo uporabo različnim skupinam: otrokom, osebam na vozičku in starejšim. Pomembno je, da omogočimo ergonomsko izvedbo, kar pomeni, da so grede za osebe na vozičku oblikovane lijakasto, da se oseba lahko zapelje do njih in namesti pravokotno na gredo, kar zagotavlja lahek doseg. Umestimo različne oblike in višine gred, da lahko zagotovimo pravično uporabo in prilagodljivost. Slika 36 prikazuje lepo urejeno lijakasto visoko gredo z lahkimi dosegi, vendar ne omogoča lahkotnega gibanja z vozičkom, saj je greda postavljena na prodno površino, kar pri pomikanju vozička povzroča preveč upora. Na sliki 37 je greda umeščena na asfaltno površino, ustrezno dvignjena od tal in primerna za uporabnike invalidskih vozičkov, vendar v celoti ne zagotavlja optimalnega dosega.



Slika 36: Visoka greda z optimalnim dosegom invalidskih vozičkov (vir: Fotografija je bila generirane po navodilih Plemelj z uporabo ChatGPT (Open AI, 2025))



Slika 37: Visoka greda za uporabnike invalidskih vozičkov (vir: Arhiv projekta, 2025)

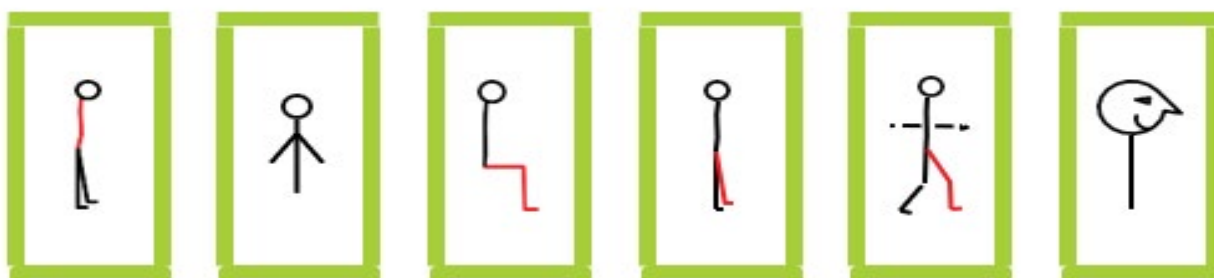
Visoke grede v obliki polnih dvignjenih zabojev ne upoštevajo načel univerzalnega oblikovanja v celoti, saj osebi na invalidskem vozičku ne omogočajo izvedbo aktivnosti v lahkih dosegih in fizioloških položajih. Možen je le dostop od strani, kar pomeni zasuk in zvijanje hrbtenice.

Zasnova vrta mora biti preprosta in razumljiva vsem. Pomembno je posredovanje informacij, na primer v univerzalnih podobah, umestitev zvočnih informacij in informacij v braillovi pisavi. Prisotna je toleranca do napak, ker je v univerzalnem oblikovanju težko slediti vključevanju za vse, saj na primer robnik poti predstavlja orientacijo za slepo osebo, lahko pa je ovira za gibalno ovirano osebo. Majhen fizičen napor je ključen pri premagovanju ovir, na primer naklona poti, in uporabi pripomočkov za izvajanje aktivnosti.

7.2 ERGONOMIJA VRTNARJENJA

Univerzalno načrtovanje oziroma oblikovanje je v svoji filozofiji komplementarno s filozofijo delovne terapije, saj omogoča vključevanje v dejavnost vsem oziroma različnim posameznikom. Podpira ergonomsko izvajanje dejavnosti, kar pomeni izvedbo dejavnosti v fizioloških položajih v vseh segmentih telesa. Poznavanje fizioloških položajev je ključno za vse, ki se ukvarjajo z načrtovanjem vrta in vrtnih orodij, le tako lahko oblikujemo okolje, in pripomočke na način izvedbe s čim manjšo stopnjo obremenitve na telo.

Fiziološke položaje pri izvajanju dejavnosti prikazujemo na sliki 38, na mednarodni ravni jih označujemo z zeleno barvo. Hrbtenica je vzravnana, v obliki dvojnega S, zgornje okončine so ob telesu. Spodnje okončine so iztegnjene, v širini bokov, teža je na obeh nogah, lahko se premikajo kot pri hoji. Vrat oziroma glava je zravnana.



Slika 38: Fiziološki položaji telesa (vir: Arhiv avtorice)

Ergonomska načela vključujejo fiziološke položaje, dobro oblikovana orodja pa upoštevajo ergonomska načela. Poznamo dvanajst ergonomskih načel:

- Bodi pozoren na osebo (antropometrija).
- Delaj v nevtralnem položaju.
- Pravilno dviguj in prenašaj bremena.
- Ohranaj vse na dosegu roke.
- Delaj na primerni višini.
- Zmanjšaj ponavljajoče delo.
- Zmanjšaj statično delo.
- Zmanjšaj pritisk na točke telesa.
- Omogoči dovolj prostora.
- Gibaj, telovadi in se raztezaj.
- Ohranaj udobno delovno okolje.
- Zmanjšaj stres.



V nadaljevanju predstavljamo nekaj osnov ergonomije vrtnarjenja.

Pred vsako telesno dejavnostjo, tudi pred vrtnarjenjem se je dobro ogreti in poskrbeti za vnos tekočine. Med izvajanjem vrtnarskih opravil delamo krajše odmore in raztezne vaje. Čudovito raztezanje je lahko uporaba veje bližnjega drevesa, s katero pustimo gravitaciji, da nam sprostí hrbtenico. Če tega zaradi slabše mišične moči v zgornjih okončinah ne zmoremo v celoti, se pri raztezanju rahlo dotikajmo tal. Zavedati se moramo, da je za ohranjanje telesa vedno najboljša naslednja pozicija, zato večkrat menjamo položaje telesa. Vsakih 30 minut si privoščimo raztezanje, da bomo preprečili utrujenost in ohranili vitalnost. Vrtnarjenje je lahko odlična telesna dejavnost, s katero krepimo svoje mišice, če se zavedamo osnovnih zakonitosti biomehanike gibanja.

Pri vseh opravilih smo pozorni, da hrbtenico ohranjamo ravno, v njenem fiziološkem položaju, je ne upogibamo in krivimo v tako imenovan položaj C, še manj pa upogibamo in zvijamo hkrati. Nepravilna drža hrbtenice povzroča utrujenost, lahko je tudi razlog za poškodbe. Kadar izvajamo dosege do rastlin neposredno na zemlji, uporabimo globok počep. Noge postavimo v velik razkorak, jih upognemo v kolenih, razširimo, medenico nagnemo, hrbtenico pa ohranjamo ravno. Pri pobiranju rastlin iz zemlje smo s stopali trdno v stiku s tlemi, kolena v počepu razpremo, medenico nagnemo, hrbtenico pa ohranjamo ravno. Pazimo, da doseg rastlin z rokami ne presega razdalje med našimi koleni, saj sicer hrbtenico zvijamo. Z rokami se ne iztegujemo preveč, temveč upoštevamo načelo lahkega dosega. Morda si lahko za boljše razumevanje priključimo položaj nosečnice pri nabiranju regrata.

Stopala so v celoti dobro v stiku s podlago, počepnemo tako široko, da nam je še udobno. Ta položaj varuje hrbtenico, povzroča pa velike obremenitve v spodnjih okončinah, kar večini starejših predstavlja oviro. Zato pri opravilih, kot so grabljenje, motikanje, okopavanje in rahljanje zemlje uporabljamo dolge, teleskopsko nastavljive ročaje, ki nam omogočajo doseganje zemlje brez upogibanja hrbtenice. V nadaljevanju na slikah 39 in 40 predstavljamo nekaj primerov orodja z nastavljivimi dolžinami iz lahkih materialov. Pomembno je, da so držala oblikovana po obliki roke, okrogla ali ovalna, prijetna na otip in enostavna za čiščenje.

Večino sklanjanja preusmerimo na boke, kolena in gležnje. Kolena nam predstavljajo vzvode, po katerih prizanašamo hrbtenici. Če izvajamo dejavnosti, ki imajo za orodje daljše držalo, kot so na primer lopata, grablje, motika in metla, moramo biti pozorni na nekaj osnovnih zakonitosti. Poleg nastavljive dolžine orodja, ki preprečuje odvečno sklanjanje, je pomemba, da dosege omogočamo s koraki in ne s sklanjanjem. Orodja s teleskopskimi ročaji (na primer baterijski obrezovalniki trave) preprečujejo sklanjanje, omogočajo pa delo tudi uporabnikom invalidskih vozičkov.



Slika 39 in 40: Nastavljive dolžine držal orodja za delo na vrtu

(vir: slika 39 generirana po navodilih Plemelj z uporabo Photoshopa, slika 40 arhiv projekta, 2025)

Ročaj orodja mora biti oblikovan tako, da omogoča, da so zgornji udi čim bližje ob telesu. Ukrivljena oblika ročajev ohranja nadlahti ob telesu ter predstavlja manj rotacije in manj pritiska na sklepe zapestja. Na sliki 41 je prikazano delo z lopato. Zapis je povzet po predstavitvi lopate EFEKT na spletni strani <https://efekt-tools.eu/5-zlatih-nasvetov-kako-zmanjsati-moznosti-poskodbe-hrbta-na-vrtu-2/>. Prva oseba predstavlja delo z navadnim ravnim ročajem pri delu z grabljami ali lopato. Druga oseba predstavlja ročaj iz lažjega materiala v obliki loka, da so ramena v nevtralnem položaju. Lok ročaja omogoča, da se oseba vedno obdrži na določeni višini, pri priklanjaju se ne preobremeni. Pri samem prijemu kot zapestja na ročaju ostane v naravnem položaju. Ročaj je na koncu rahlo zavihan navzdol, da nas ne ovira pri prehodu iz položaja v položaj. Lopata, ki je namenjena kidanju snega, ima zajemalni (spodnji) del, oblikovan po principu hidrodinamike. S premišljenim pozicioniranjem ojačitev, ki so hkrati tudi usmerjevalniki snega, se ta porazdeli in tako se posledično lopata ne zvrta okoli zapestja.



Slika 41: Položaji dela z lopato

(vir: ilustracije so bile generirane po navodilih Plemelj z uporabo ChatGPT (Open AI, 2025))

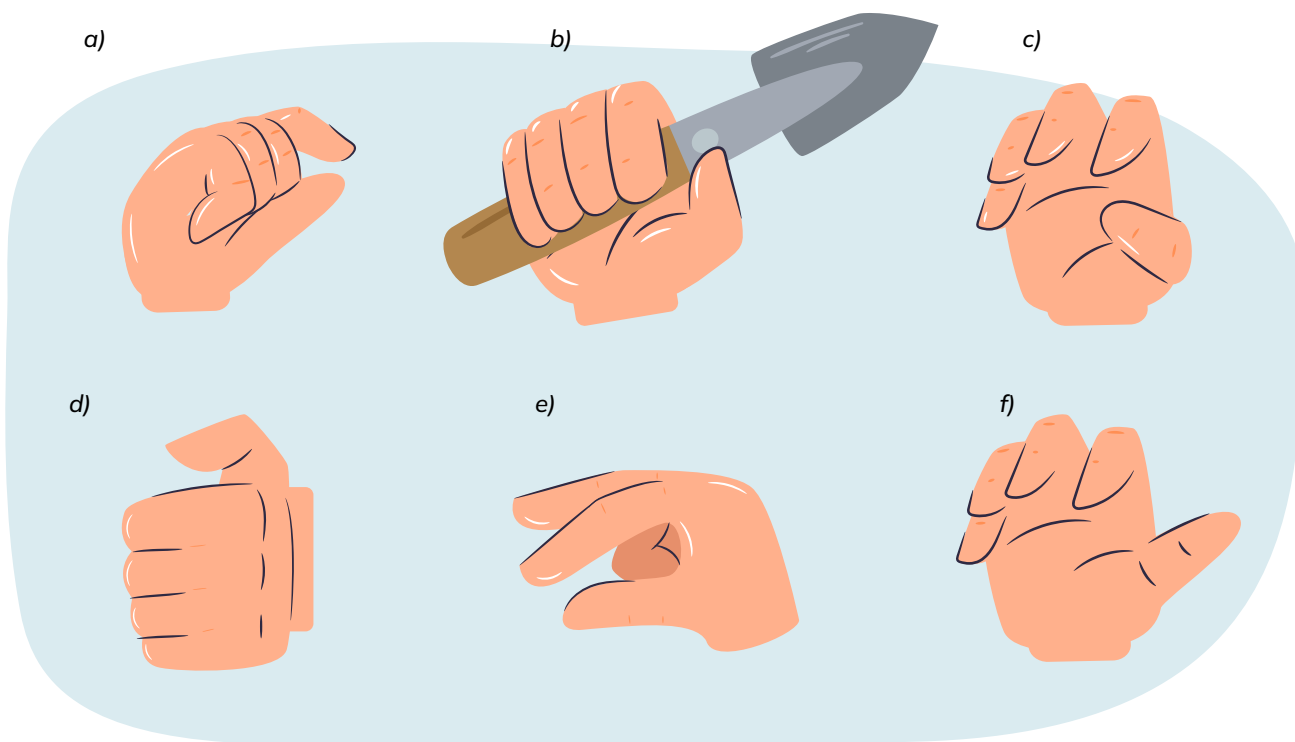
Kadar delamo kleče, podložimo kolena s ščitniki za kolena ali uporabimo razne vrečke, da zaščitimo kolena. Mnogo bolje je, da klečanje nadomestimo z uporabo nizkega vrtnarskega stolčka za sedenje.

Nošenje bremen (vreče prsti itd.) lahko zaradi prevelikih obremenitev na hrbtenico privede do poškodb, zato je pomembno, da breme pred dvigom ocenimo. Če je le možno, se izognimo nošenju z uporabo raznih vozičkov. Kadar se dvigovanju ne moremo izogniti, hrbtenico ohranimo čim bolj ravno in uporabimo predvsem moč stegenskih mišic. Za doseganje in odlaganje bremen hrbtenice ne smemo hkrati upogibati in zasukati.

7.3 PRILAGAJANJE PRIJEMA

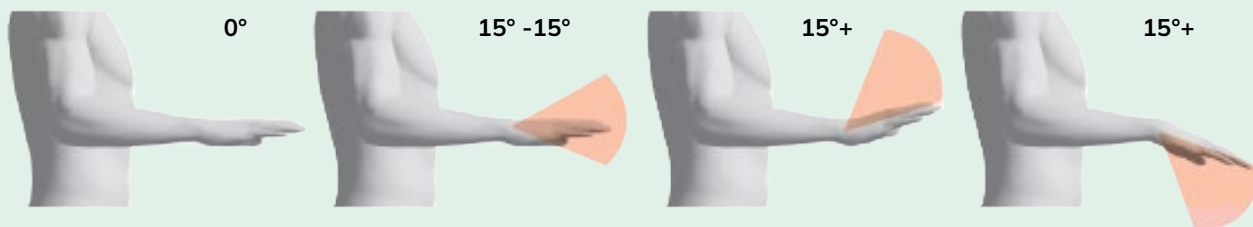
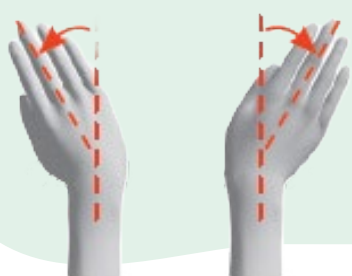
Roka je človeku najpomembnejše orodje, kar omogočajo predvsem zelo gibljivi sklepi v roki, saj se palec in drugi prsti lahko premikajo neodvisno. Morda je to celo najpomembnejše gibanje človeškega telesa, saj predstavlja ravnanje z mnogimi predmeti iz okolja in izvedbo številnih dejavnosti. Prijem je definiran kot uporaba ustrezne sile roke na objekt z namenom opraviti določeno nalogo znotraj določenih omejitev. To silo uravnavajo mišice roke, ki jih ves čas nadzorujejo ustrezni centri v možganih. Možgani dobivajo dinamično povratno informacijo vida in proprioreceptorjev v mišicah in tetivah, da lahko prilagajajo silo prstov na predmet.

Na sposobnost prijemanja vpliva sposobnost upravljanja sile prstov, ki vpliva na stabilnost prijetega predmeta in spretnost pri nadaljnji manipulaciji s tem predmetom. Na stabilnost prijema vpliva tudi položaj predmeta v roki, na osnovi katerega lahko klasificiramo različne prijeme. V grobem delimo prijeme na grobe in fine prijeme. Pri grobem prijemu predmet objemajo z ene strani prsti in dlan, v kateri je predmet fiksiran, z druge strani pa palec z nasprotno silo pritiska predmet k drugim prstom in v dlan. Predmet je stabilen in močno fiksiran. Prijeme glede na obliko in velikost predmeta, ki ga držimo, delimo po različnih avtorjih: pincetni prijem za majhne predmete, cilindrični prijem za predmete valjaste oblike, sferični prijem za predmete kroglaste oblike, lateralni prijem za ploščate predmete, trojni prijem za manjše predmete valjaste oblike in prijem kljuge za dvigovanje ali vlečenje, kar prikazuje slika 42.



*Slika 42: Prijeme po različnih avtorjih delimo na obliko in velikost predmeta, ki ga držimo: a – pincetni prijem, b – cilindrični prijem, c – sferični prijem, d –lateralni prijem, e – trojni prijem, f –prijem kljuge
(vir: ilustracije po navodilih Plemelj, Freepik)*

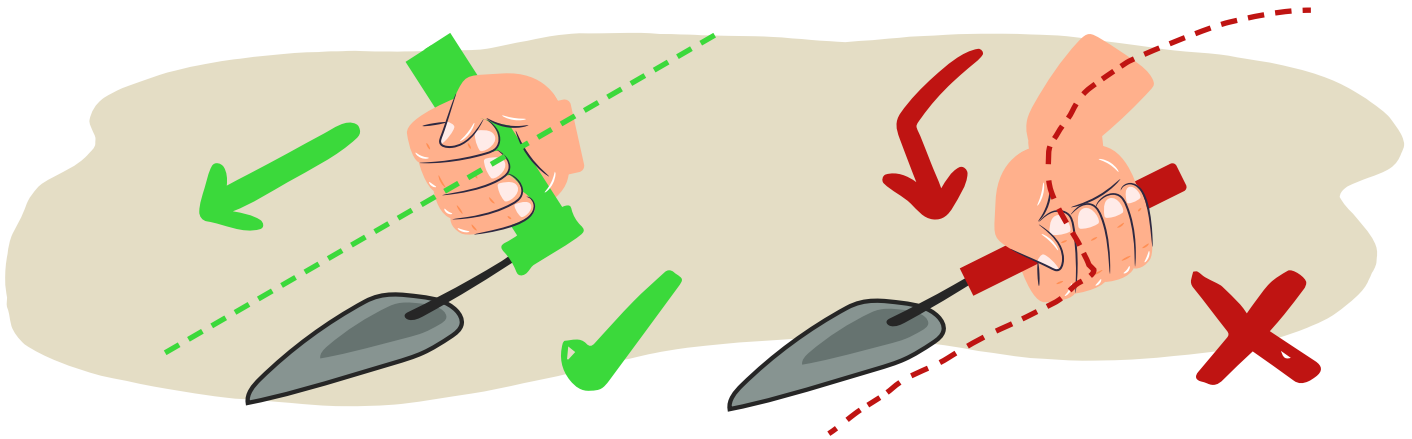
Za uporabo pripomočkov pri vrtnarjenju uporabljamo predvsem predmete, ki nas vodijo v cilindrični ali sferični prijem, saj ta prijema zagotavljata največ moči in stabilnosti. Pomembno je ohranjanje roke v fiziološkem položaju, kar zmanjšuje obremenitve in pritiske na sklepe. Literatura o človeški anatomiji in biomehaniki je poudarila pomen nevtralne drže zapestja pri uporabi rok in ročnega orodja. Na sliki 43 prikazujemo odmike roke od njenih fizioloških položajev.

FLEKSIJA ZAPESTJA**ODMIK ZAPESTJA****ZASUK ZAPESTJA**

Slika 43: Nevtralni položaj zapestja in odmiki
(vir: Arhiv avtorice)

Nevtralna drža zapestja se doseže, ko je roka poravnana s podlaktjo in uporablja minimalno ulnarno ali radialno odstopanje ter minimalno palmarno fleksijo ali dorzalno fleksijo. Izogibamo se ekstremnim držam zapestja. Ekstremne drže so opredelili kot odstopanje ulne, večje od 45° od nevtralnega položaja in katero koli radialno odstopanje; palmarno fleksijo, večjo od 30°; dorzalno fleksijo, večjo od 15° od nevtralnega položaja. Mišična moč je največja pri delu v in iz nevtralnih položajev. Tudi ekstremne drže, kot je upogibanje prstov v kombinaciji s palmarno fleksijo zapestja, obremenjujejo kite in vezivno tkivo ter zmanjšujejo silo prijema.

Zato ergonomska orodja izhajajo iz osnov prijemanja in pomagajo mišicam roke zmanjšati obremenitev ter ohranjati zapestje v nevtralnem položaju. V industriji vrtnarskega orodja ni jasnih standardov, kaj pomeni oznaka ergonomsko orodje. Številni pripomočki so označeni kot ergonomski. Potrebna je kritična presoja, kaj je v resnici ergonomsko. Orodje naj se dobro prilega zapestju. Avtorji predlagajo, naj bo premer ročaja od 3,5 do 5 cm, dolžina ročaja naj ustreza 95 percentilom širine roke, kar je približno 10 cm. Ročaj mora biti oblikovan tako, da zagotavlja največji stik med površino roke in ročaja, s čimer se sile enakomerno porazdelijo. Levi del slike 44 prikazuje zadebeljen ročaj, ki omogoča držanje pripomočka v nevtralnem položaju zapestja, mehki in nedrseči materiali dodatno omogočajo stabilnost. Desni del slike 44 prikazuje cilindrični prijem, kjer je zapestje v fleksiji, kar povzroča utesnitev. Roka je odmaknjena od sredinske lege, zato je prijem manj stabilen in izgublja moč.



Slika 44: Postavitev ročaja za delo na vrtu
(vir: ilustracije so bile generirane po navodilih Plemelj, Freepik)

Zaradi različnih vzrokov (na primer možganska kap, tetrapareza, mišična distrofija, revmatoidni artritis) je prijem lahko oslavljen ali nefunkcionalen, takrat uporabimo različne prilagoditve. Osnovna načela pri izbiri orodja za osebe z oslabljenim prijemom so:

- podpora mišicam in neuporaba sile (orodje mora omogočati uporabo brez močnega stiska, na primer škarje za obrezovanje z dodano vzmetjo);
- uporaba drugih delov zgornje okončine, na primer podlaket, rama, lahko celo trup;
- zmanjšanje teže in trenja (lahki materiali, na primer aluminij, plastika);
- stabilnost in varnost (orodje naj ne zdrsne, omogoča naj dobro kontrolo nad gibanjem);
- prilagodljivost (orodje naj se da pritrditi ali odstraniti z eno roko).

Ključno je, da prijem vrtnarskega orodja lahko prilagodimo na različne načine, na orodje dodamo različne manšete ali podporno držalo. Takšno ponudbo lahko vidimo na različnih spletnih straneh, npr. <https://eazyhold.com/products/senior-men>. Na sliki 45 prikazujemo večnamensko prilagodljivo manšeto iz silikona, ki omogoča lažji, bolj nadzorovan prijem ali lahko nadomesti prijem in prenaša gibanje na podlaket s fleksijo in ekstenzijo komolca. Pritrdimo jo lahko na različna orodja, material pa je enostaven za čiščenje.



Slika 45: Silikonska manšeta
(Vir: ilustracija generirane po navodilih Plemelj, z uporabo Photoshopa)

Na slikah 46 in 47 prikazujemo plastično podporno držalo, nameščeno na aluminijasto palico, ta se pritrdi na različne vrste orodja. Omogoča, da se pri vrtnarskih dejavnostih uporablja moč podlakti, kar zmanjša obremenitev roke in zapestja. Sila se prenese na podlaket ali ramo.



*Slika 46 in 47: Plastično podporno držalo na aluminijasti palici
(vir: Arhiv projekta, 2025)*

Namenske rokavice za fiksiranje vrtnarskega orodja uporabljamo, kadar prijem ni možen. Najbolj poznane in široko uporabne so tako imenovane »aktivne rokavice« (angl. *active hands*), prikazane na slikah 48 in 49. S sprijemnimi trakovi okoli zapestja in okrog prstov umestimo rokavico, med zgornjo in spodnjo stran rokavice, ki objameta hrbtišče roke in prste, pa fiksiramo držalo pripomočka. Prijem lahko nadomestimo tudi s podporno tehnologijo, na primer z robotsko roko, kar v praksi pri vrtnarjenju redkeje zasledimo.



*Slika 48 in 49: Uporaba rokavice za stabilizacijo pripomočka
(Arhiv projekta, 2025)*

Vrtnarjenje je priljubljena prostočasna dejavnost za mnoge ljudi. Naloga delovnih terapevtov in drugih strokovnjakov je, da podajajo priporočila za izboljšanje posameznikovih zmožnosti pravilne uporabe vrtnega orodja in zmanjšanje morebitnih negativnih učinkov njegove uporabe. Številna načela, ki jih delovni terapevti že uporabljajo, so uporabna tudi za vrtnarjenje, npr. varčevanje z energijo, zaščita sklepov. Univerzalno vrtnarjenje tako ni le dostopno, temveč tudi terapevtsko, varno in kakovostno življenjsko okolje, ki spodbuja zdravje, samostojnost in dobro počutje vseh, tudi invalidnih oseb in starejših.

Literatura

- Occupational Therapy Association. (2020). *Occupational therapy practice framework: Domain and process* (4th ed.).
- Elton, E., & Nicolee, C. A. (2019). *Designing inclusive products for everyday environments: The effects of everyday cold temperatures on older adults' dexterity*. Figshare. <https://hdl.handle.net/2134/9909>
- Kacjan Žgajnar, K., & Plemelj Mohorič, A. (2025). *Izbrana poglavja iz ergonomije: Univerzitetni učbenik za študente zdravstvenih ved* (3. izd.). Zdravstvena fakulteta.
- Lee, D. K. S., Ng, P. K., Jee, K. S., Tan, Y. H., & Leong, M. P. (2014). A review of ergonomic tools and apparatus for the ageing population. In *Proceedings of the International Integrated Engineering Summit*. Batu Pahat, Johor, Malezija.
- Mace, R. (n. d.). *Universal design: Definition and principles*. The Center for Universal Design, North Carolina State University. <https://universaldesign.org/definition>
- OpenAI. (2025). *ChatGPT* [za generiranje ilustracij]. <https://chat.openai.com>
- Sanford, J. A. (2012). *Universal design as a rehabilitation strategy*. Springer Publishing Company.
- Sckrabulis, K. R. (2023). *An accessible garden for CDS: Facilitating participation, building skills, and raising awareness* (Capstone project, št. 19). https://scholarworks.wmich.edu/capstone_projects/19
- Thomas-Kersting, C., & Miller, W. (2023). *Gardens are for everyone: Ideas for accessible gardening*. Oregon State University. <https://extension.oregonstate.edu/catalog/pub/em-9403-gardens-are-everyone>
- Thompson, R. (2018). Gardening for health: A regular dose of gardening. *Clinical Medicine*, 18(3), 201–205. <https://doi.org/10.7861/clinmedicine.18-3-201>
- Tebben, A. B., & Thomas, J. J. (2004). Trowels labeled ergonomic versus standard design: Preferences and effects on wrist range of motion during a gardening occupation. *American Journal of Occupational Therapy*, 58, 317–322. <https://doi.org/10.5014/ajot.58.3.317>
- Universal and inclusive design*. (n. d.). Canadian Association of Occupational Therapists. <https://caot.ca/document/8480/Universal%20and%20Inclusive%20Design%20EN.pdf>
- Efekt Tools. (n. d.). <https://efekt-tools.eu/>

