

Hitrejši prehod v podnebno nevtralno družbo z izkoriščanjem potenciala lesa v okviru zelenega javnega naročanja



Projekt CRP V4- 2270

Naslov projekta:

Hitrejši prehod v podnebno nevtralnno družbo z izkoriščanjem potenciala lesa v okviru zelenega javnega naročanja

Obdobje trajanja projekta od 1.10.2022 do 30.09.2023

Seznam sodelujočih organizacij

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta
Gozdarski inštitut Slovenije
Zavod za gradbeništvo Slovenije
CBD gradbeno in poslovno projektiranje d.o.o.

Avtorji poročila:

Boštjan Lesar, Miha Humar, Katja Malovrh Rebec, Patricija Ostruh, Tomaž Pazlar, Andrijana Sever Škapin
Rožle Repič, Peter Prislán, Špela Ščap, Bruno Dujič, Jaka Brezočnik

Oktober, 2023

Povzetek vsebinskega poročila

Naravni gradbeni materiali so pomemben vzvod za pospešitev zelenega prehoda. Za zmanjšanje emisij ogljika je treba z aktivnim in trajnostnim gospodarjenjem z gozdovi v EU in Sloveniji spodbujati povečanje deleža lesa v gradbeništvu. Gradnja javnih stavb z velikim deležem lesa je lahko glavni promotor kakovostne lesene gradnje tudi v zasebnem sektorju. Preverili smo kakšni so investicijski potenciali zelenih javnih naročil in preverili kakšne so možnosti predelave lesa za proizvodnjo polizdelkov za uporabo v gradnji z lesom. V nadaljevanju so predstavljene primerjalne prednosti lesene gradnje. Pričakujemo, da bo napredna, večnadstropna lesena gradnja prinesla nove poslovne priložnosti tako za lesno kot gradbeno industrijo, povečala učinkovitost virov pri gradbenih postopkih in uporabi hiš ter izboljšala počutje graditeljev in uporabnikov prostorov. Les je zaradi dobre obdelanosti in dobrih mehanskih lastnosti idealen material za izdelavo prefabriciranih izdelkov, predvsem bivanjskih objektov. Pripravili smo izračune in primerjali okoljske odtise treh vrtcev, ki so bili prvotno projektirani kot klasično zidani objekti ter cenovni vidik materialov. Vrtci so različno veliki in imajo različne zasnove. Leseni vrtci oziroma njihovi prizidki v naši študiji predstavljajo med 52 in 65 % teže njihovih zidanih različic. Primerjali smo potencialne okoljskih odtisov izračunanih s pomočjo metode LCA za primer klasične in lesene gradnje in rezultate preračunali tako na celotno zgradbo, kot tudi na 1t gradbenega materiala vgrajenega v posamezni vrtec. Pri potencialu globalnega segrevanja preračunanega za celotni vrtec opazimo, da je jasna prednost lesenih vrtcev vidna tako v primeru, če upoštevamo pri računu tudi biogeni del CO₂, kot tudi če ga ne. Sekvestracija oziroma absorpcija atmosferskega CO₂ med fotosintezo rastlin, ki ga trajno uskladišči v lesu torej ni edini razlog za boljše odtise. Izračunali smo tudi ostale okoljske parametre. Pomembno je poudariti tudi, da je celotna ocena trajnostnosti lesa kot gradbenega materiala odvisna tudi od dejavnikov, kot so nabavne prakse, gospodarjenje z gozdovi, specifične obdelave proti škodljivcem in gnitjem ter učinkovitost gradbenih procesov. Pregledali smo stanje in ureditve zelenega javnega naročanja v primerljivih državah ter naredili primerjavo s Slovenijo. V nadaljevanju smo pregledali veljavna merila zelenega javnega naročanja ter podali ugotovitve za morebitne spremembe.

Uvod

Predmet poročila v nadaljevanju so rezultati pridobljeni v okviru projekta CPR 2022 (V4-2270), ki jih razpisuje ARIS (Javna agencija za znanstvenoraziskovalno in inovacijsko dejavnost Republike Slovenije) z naslovom Hitrejši prehod v podnebno nevtralno družbo z izkoriščanjem potenciala lesa v okviru zelenega javnega naročanja. Skozi projekt smo zasledovali naslednje cilje;

- zbrati podatke investicijskega potenciala ZeJN za gradnjo in obnovo objektov na državni ravni,
- zbrati podatke investicijskega potenciala ZJN za gradnjo in obnovo objektov na lokalni ravni (občine),
- izvesti pregled trenutnega stanja deležnikov v gozdno-lesni verigi, ki se opirajo na lesno gradnjo, skupaj z njihovimi proizvodnimi kapacitetami,
- na podlagi identificiranih potreb v okviru pregleda podatkov na državni in lokalni ravni opredeliti vrzeli v proizvodnih verigah,
- identificirati ključne prednosti lesene gradnje,
- določiti volumen ključnih materialov v klasično grajenem in lesenem objektu,
- na podlagi analize stanja oceniti primernost implementacije postopkov spodbujanja trajnostnih pristopov pri investicijah,
- opredeliti smernice za nadgradnjo zelenega javnega naročanja s poudarkom na projektiranju in gradnji stavb,

- izračunati razlike med posameznimi glavnimi okoljskimi odtisi za oba tipa gradnje,
- izračunati cenovni vidik obeh pristopov h gradnji,
- zagotovitev učinkovitega kroženja informacij znotraj konzorcija, s financerji (MGRT in ARRS) ter kakovostno poročanje o rezultatih,
- usklajevanje razširjanja informacij skozi objave v znanstvenih revijah, strokovnih revijah in z aktivnim nastopanjem na konferencah, seminarjih, znanstvenih/ strokovnih srečanjih in delavnicah,
- splošna promocija gradnje z lesom oz. ozaveščanje investorjev,
- upravljanje z viri na projektu na profesionalen in učinkovit način,
- priprava celostne ocene rezultatov in doseženih ciljev, uvesti problematiko projekta v relevantne strateške projektne dokumente, kot so na primer Strategija Pametne Specializacije: Pametne zgradbe in dom z lesno verigo; Okvirni program za prehod v krožno gospodarstvo.

Kot je razvidno iz zgoraj opisanih ciljev je projekt namenjen splošnemu pregledu uredbe o ZeJN, zbiranjem podatkov investicij na področju gradenj, ki se nanašajo na omenjeno uredbo in primerjavi lesene ter klasične gradnje, saj je eden izmed ciljev uredbe o ZeJN količina vgrajenega lesa, ki znaša 30% oz. 10% ob določenih predpostavkah.

Rezultati in dosežki raziskovalnega projekta

Rezultati in dosežki so predstavljeni po posameznih delovnih sklopih projektne aktivnosti.

Identifikacija investicijskega potenciala v ZeJN (DS1)

Scenariji podnebnih sprememb kažejo trend dvigovanja povprečnih letnih temperatur zraka, ter spremembe v letni razporeditvi padavin. Vsako od zadnjih treh desetletij je bilo toplejše od vseh predhodnih. V zadnjih desetih letih beležimo posamezna leta z najvišjo letno povprečno temperaturo, odkar v Sloveniji sistematično spremljamo vremenske podatke. Poleg tega smo vse pogostejše priča vedno intenzivnejšim ekstremnim vremenskim dogodkom: izredni padavinski dogodki, žledu, viharjem, toči itd. Znanstveniki kljub prizadevanju številnih posameznikov menijo, da skoraj zagotovo ne bomo dosegli cilja Pariškega sporazuma o omejitvi dviga globalne temperature znatno pod 2 °C do leta 2050 v primerjavi s predindustrijsko dobo. To pomeni, da lahko v prihodnosti pričakujemo še večje in bolj izražene spremembe podnebja. Kot je dobro znano na zviševanje globalne temperature predvsem vplivajo toplogredni plini, ki nastajajo pri porabi fosilnih goriv.

Pri proizvodnji klasičnih gradbenih materialov kot so opeka, beton, jeklo aluminij se porabi mnogo več energije kot pri proizvodnji materialov in izdelkov na osnovi lesa (Churkina in sod. 2020). Poleg tega je ob pravilnem načrtovanju razgradnja lesenih objektov enostavnejša večino lesa je možno ponovno uporabiti za proizvodnjo novih materialov in kompozitov na osnovi lesa v skrajnem primeru, pa tudi za energijo (Churkina in sod. 2020).

Gradnja javnih stavb z velikim deležem lesa je lahko glavni promotor kakovostne lesene gradnje tudi v zasebnem sektorju. Enako meni tudi Evropski ekonomsko socialni odbor, ki poziva države članice EU naj povečajo uporabo lesa v javnih stavbah, ki je pod povprečjem, saj javni sektor s svojim ravnanjem postavlja zgled drugim (Kolbe, 2023). Od več kot 5 mld EUR oddanih javnih naročil v Sloveniji v letu

2020 je bil velik delež vezan na gradnjo in obnovo javnih stavb. Če se osredotočimo zgolj na zelena javna naročila, delež oddanih naročil za gradnjo v letu 2020 je znašal dobrih 45 % (SURS, 2021) in dobrih 54 % v letu 2021 (SURS, 2022). Menimo, da bi bilo možno z nadgrajeno shemo zelenega javnega naročanja, dodatno spodbuditi predelavo in uporabo lesa v stavbah, kar bi prispevalo k hitrejšemu in učinkovitejšemu prehodu v podnebno nevtralno družbo.

Investicijski potencial zelenih javnih naročil (ZeJN) na nivoju države in lokalnih skupnosti

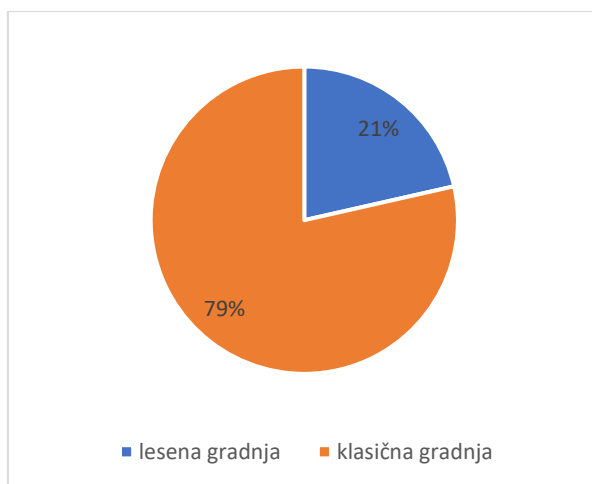
V okviru CRP projekta z naslovom »Hitrejši prehod v podnebno nevtralno družbo z izkoriščanjem potenciala lesa v okviru zelenega javnega naročanja« smo med drugim preverjali investicijski potencial zelenih javnih naročil na področju gradnje in obnove stavb na državni in lokalni ravni. Izvedli smo pregled investicijskega potenciala ZeJN za gradnjo in obnovo stavb, ki jih načrtujejo državni organi in lokalne skupnosti oziroma občine. V okviru te naloge smo pripravili spletni vprašalnik in zaprosili oddelke za investicije na posameznih državnih organih in občinah za izpolnitev vprašalnika. Zanimal nas je investicijski potencial v gradnjo in obnovo stavb za naslednje 5 letno investicijsko obdobje. Spraševali smo po vseh tipih gradnje (klasična zidna, betonska, ali lesena), saj menimo da je možno marsikateri objekt, ki je načrtovan v klasični ali betonski gradnji izvesti v lesni izvedbi. Ker les ni primeren za nizke gradnje po teh investicijah nismo spraševali. Vse potencialne investitorje smo povprašali po naslednjih podatkih; naziv stavbe, namen uporabe stavbe, predviden material osnovne konstrukcije, znesek, nato tlorisna površina ter leto začetka investicije.

Po investicijskem potencialu ZeJN na državni ravni smo povprašali vsa ministrstva. Prejeli smo odgovore vseh ministrstev, vendar investicije v gradnjo in obnovo stavb načrtujejo Ministrstvo za obrambo, Ministrstvo za vzgojo in izobraževanje, Ministrstvo za visoko šolstvo znanost in inovacije in Ministrstvo za pravosodje. V ostalih ministrstvih takšnih investicij po naših pridobljenih informacijah ne izvajajo. V naslednjem 5 letnem obdobju vsa omenjena ministrstva nameravajo investirati v stavbe dobre 203 milijone evrov. Največje investicije so predvidene na MVZI, kjer je načrtovana novogradnja medicinske in veterinarske fakultete Univerze v Ljubljani ter Center znanosti. MORS večinoma načrtuje nastanitvene objekte. Ministrstvo za pravosodje pa gradnjo dveh sodišč. Iz ministrstev smo pridobili tudi informacije tudi o načrtovanih materialnih nosilnih konstrukcij. Kot je razvidno iz slike 1 ministrstva nameravajo v 79 % graditi v klasični gradnji in 21 % z lesno nosilno konstrukcijo. Z leseno nosilno konstrukcijo je predvidena gradnja Inštituta za hrano, gradnja Centra za semenarstvo, drevesničarstvo in varstvo gozdov ter krepitev biodiverzitete in Center znanosti. Ocenjujemo da bi bilo možno tudi večino preostalih predvidenih investicij ministrstev izvesti v lesni gradnji.

Preglednica 1: Načrtovane investicije ministrstev v prihodnjih 5 letih

Ministrstvo	Št. objektov	Vrednost	Površina (m²)
MORS	3	12.600.000,00 €	8050
MVZI	5	180.537.563,29 €	1300*
MP	2	10.260.000,00 €	8279
Skupna vsota	10	203.397.563,29 €	29329

*Dostopni le delni podatki o površini posameznih investicij



Slika 1: Delež investiciji na državnem nivoju predviden v klasični in leseni gradnji

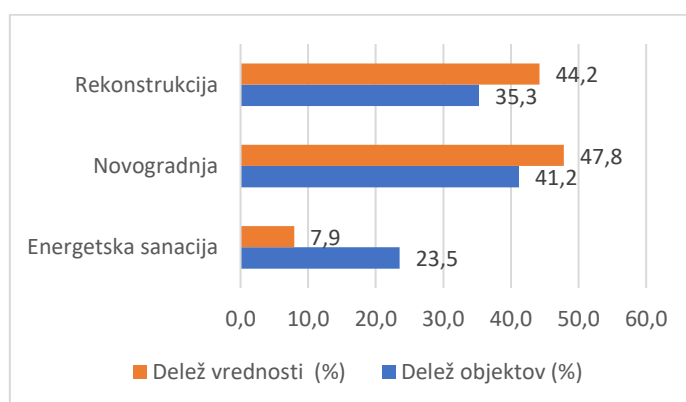
Na lokalni ravni večino javnih investicij izpeljejo občine. V ta namen smo kontaktirali vseh 212 občin. Žal je bil odziv relativno slab. Prejeli smo odgovore iz 34 občin v katerih po statističnih podatkih živi 414.154 prebivalcev, kar skupno predstavlja slabih 20 % prebivalcev Slovenije (SURS, 2023). Glede na to da smo prejeli le omejeno število odgovorov o investicijskem potencialu občin smo naredili tudi projekcijo investicijskega potenciala na lokalni ravni za celotno državo. Projekcijo za Slovenijo smo naredili na podlagi števila prebivalcev živečih v občinah od katerih smo prejeli odgovore in skupnega števila prebivalcev živečih v Sloveniji. Poleg tega je potrebno poudariti da občine niso razpolagale z vsemi razpoložljivimi informacijami, v nekaterih primerih manjkajo vrednosti investicij in neto površine objektov. Ker nismo načrtno izbirali reprezentativnega vzorca slovenskih občin, ampak smo zbrali le informacije tistih občin, ki so nam same posredovale podatke se lahko vrednosti investicij nekoliko razlikujejo glede na realno stanje. Vendar menimo, da so ti podatki za okvirne napovedi dovolj natančne za določitev investicijskega potenciala ZeJN. Poudariti je še potrebno da smo vse podatke zbrali pred avgustovskimi poplavami, zato bo lahko prišlo še dodatnih odstopanj, oziroma se bodo nekatere investicije najverjetneje zamaknile za določeno časovno obdobje.

Občine so nam posredovale podatke za investicije z začetkom izvajanja projektov že v letu 2023 in letu 2024, medtem ko za nadaljnja leta še nimajo jasnih načrtov za investicije. V letih od 2025 do 2027 smo zbrali zgolj 17 načrtovanih investicij od skupno 68 planiranih. Na lokalni ravni po številu objektov in predvideni investicijski vrednosti so stavbe, ki služijo za drug namen. V to kategorijo smo uvrstili predvsem poslovno stanovanjske objekte, mrliške vežice, občinske stavbe... Po investicijski vrednosti sledijo vzgojno izobraževalni zavodi. Sledijo investicije v zdravstvene domove in športne dvorane. V manjši meri pa so predvidene investicije v kulturne ustanove ter stavbe za terciarno izobraževanje. Na lokalni ravni smo zbrali za 156.908.792 EUR investicij od tega je 133.800.000 predviden začetek investicij v letih 2023 in 2024. Na nivoju celotne države bi to pomenilo skupno 798.111.864 EUR investicij v gradnjo javnih objektov (preglednica 2). Oziroma če preračunamo na leto to pomeni 260 mio EUR investicij. Vendar to niso zgolj investicije v novogradnje ampak tudi energetske sanacije in rekonstrukcije objektov. Za novogradnje predvideno slabo polovico vrednosti investiciji oziroma 40 % objektov. Na lokalni ravni načrtujejo veliko vlaganj v prenove oziroma rekonstrukcije objektov več kot 44 % vrednosti. Slabih 8 % pa nameravajo investirati v energetske sanacije objektov. Pri energetske sanaciji gre za veliko nižje zneske glede na posamezen objekt, saj predstavlja kar dobrih 23 % predlaganega števila objektov (Slika 2). Povprečna ocenjena vrednost investicij za vse pridobljene projekte znaša 1850 EUR na kvadratni meter.

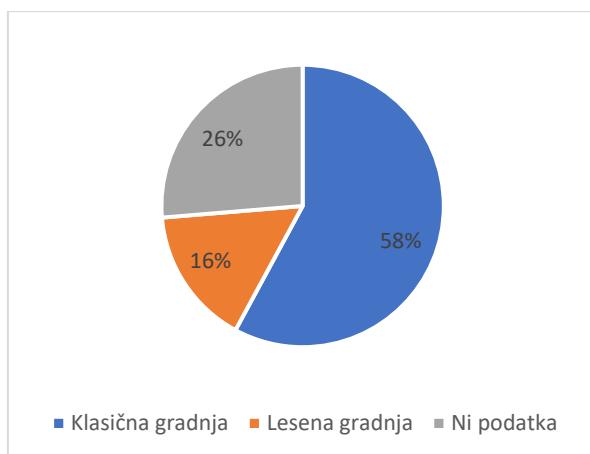
Največ lesa in drugih ligno-celuloznih materialov lahko uporabimo pri rekonstrukcijah in novogradnjah objektov. Zato imata ta dva tipa tudi največ potenciala za lesno industrijo v zelenih javnih naročilih. Občine načrtujejo približno 16 % delež lesene gradnje pri novogradnjah (Slika 3). Poudariti je potrebno za pri velikem deležu investicij v novogradnje se investitorji še niso odločili za tip gradnje izbirajo med klasično ali lesno gradnjo. Odločitev je v veliki meri odvisna od različnih spodbud npr. spodbude Eko sklada. Velika možnost uporabe lesa je tudi pri raznih rekonstrukcijah objektov predvsem tedaj ko rekonstrukcije vsebujejo tudi dodano širitev objektov na primer prizidek ali nadzidava. Les je še posebej primeren pri nadvišanju objektov saj so lesene konstrukcije lahke.

Preglednica 2: Pregled investicijskega potenciala zelenih javnih naročil na lokalni ravni

Namen stavbe	Podatki iz ankete			Projekcija za Slovenijo		
	Št. objektov	Vrednost	Površina (m ²)	Št. objektov	Vrednost	Površina (m ²)
Poslovno stanovanjski in drugi	18	60.127.153,23 €	25238	92	305.834.960,48 €	128370
Kulturna ustanova	5	4.406.110,02 €	3561	25	22.411.546,37 €	18113
Prizidek šoli	2	3.500.000,00 €	300	10	17.802.644,96 €	1526
Prizidek vrtcu	1	1.617.981,29 €	578	5	8.229.813,28 €	2940
Šola (osnovna, srednja)	9	27.071.605,86 €	20245	46	137.698.910,79 €	102976
Športna dvorana	6	12.777.821,00 €	5747	31	64.994.003,05 €	29232
Vrtec	10	24.509.466,07 €	8407	51	124.666.663,63 €	42762
Zdravstvena ustanova	10	21.652.947,42 €	20309	51	110.137.067,24 €	103301
Turistični objekt	5	1.245.707,63 €	1674	25	6.336.254,48 €	8512
Skupaj	66	156.908.792,52 €	86058	336	798.111.864,29 €	437732



Slika 2: Delež vrednosti in delež števila objektov predvidenih za energetska sanacija, novogradnjo in rekonstrukcijo objektov



Slika 3: Predviden delež investicij v lesno in klasično gradnjo na lokalni ravni za novogradnje

V zadnjem obdobju je bilo v leseni gradnji največ zgrajenih vrtcev in nekaj manjšega šol. Podatke o investicijah v te objekte smo pridobili tudi na Ministrstvu za vzgojo in izobraževanje. Podatki so pridobljeni iz razpisa za sofinanciranje investicij v vrtcih in osnovnem šolstvu v RS v proračunskem obdobju 2021-2024 (Razpis 2021). Za sofinanciranje je bilo izbranih 126 projektov (55 v vrtce + 71 v osnovno šolstvo), v skupni vrednosti 114.4 mio EUR sofinancerskih sredstev. Skupna vrednost prijavljenih projektov je znašala 178,5 mio EUR od tega 65,5 mio EUR investicij v vrtce in 113 mio EUR v osnovno šolstvo. V sofinanciranih primerih gre za rekonstrukcije dozidave ali novogradnje objektov. Če primerjamo podatke iz poročila o razpisu in projiciranih vrednosti investicij na slovenskem nivoju, ki smo jih pridobil od občin kaže na zelo podobno število objektov, ki so potencial za zeleno javno naročanje (142). Vendar skoraj še enkrat višji je znesek za planirane investicije v vrtce in šole iz naše ankete (353 mio EUR). Menimo da so vzroki za takšno odstopanje v zneskih, ker so se v tem obdobju gradbena del močno podražila, poleg tega je večino projektov iz ankete še v idejnih fazah, kjer še ni natančnih ocen investicij. Poleg tega smo v anketi vključili daljše časovno obdobje.

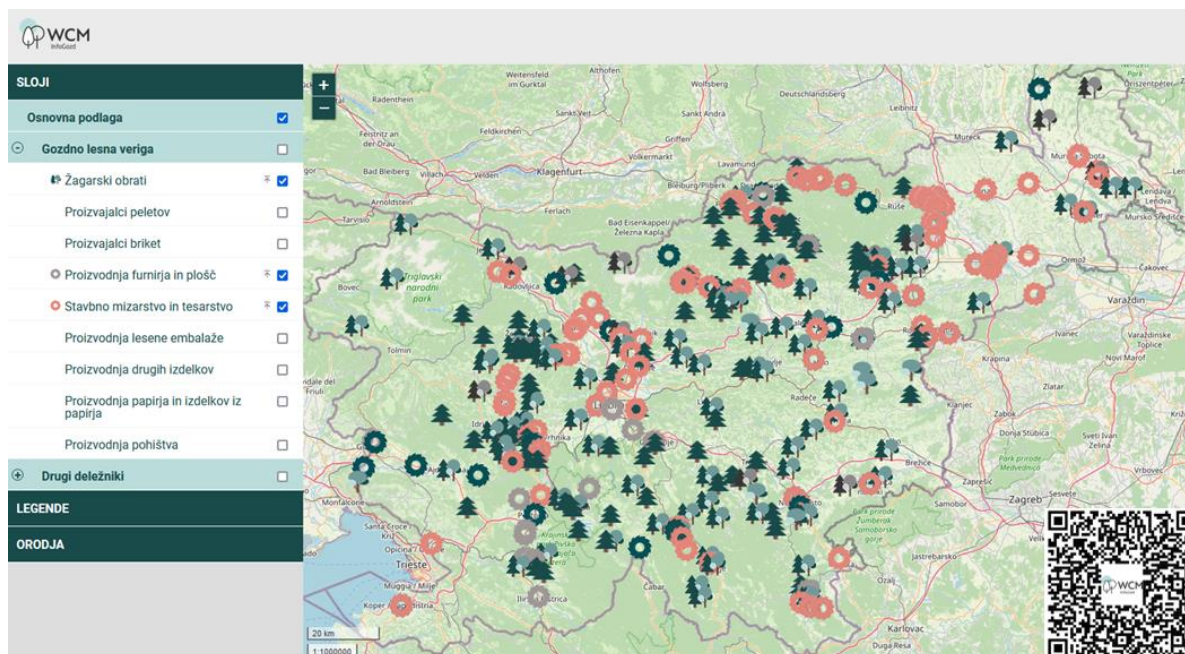
Ne glede na vse menimo, da je v ZeJN še veliko manevrskega prostora v številnih projektih kjer bi bilo možno uporabiti les in druge lignocelulozne materiale. V statističnem poročilu (SURS, 2021) navajajo da naročniki še vedno v skoraj 90 % naročil kot edino merilo uporabljajo ekonomsko najugodnejše ponudbe. Medtem ko uporaba drugih meril povečuje zapletenost oziroma zahtevnost naročila, kar za mnoge, predvsem manjše naročnike pomeni preveliko obremenitev: navedeno lahko kaže tudi na potrebo po povečanju prizadevanj za dvig pristojnosti in spodbujanje javnih uslužbencev za boljše naročanje.

Ponudba in identifikacija potreb na Slovenskem trgu (DS2)

Posnetek stanja ponudbe na slovenskem trgu

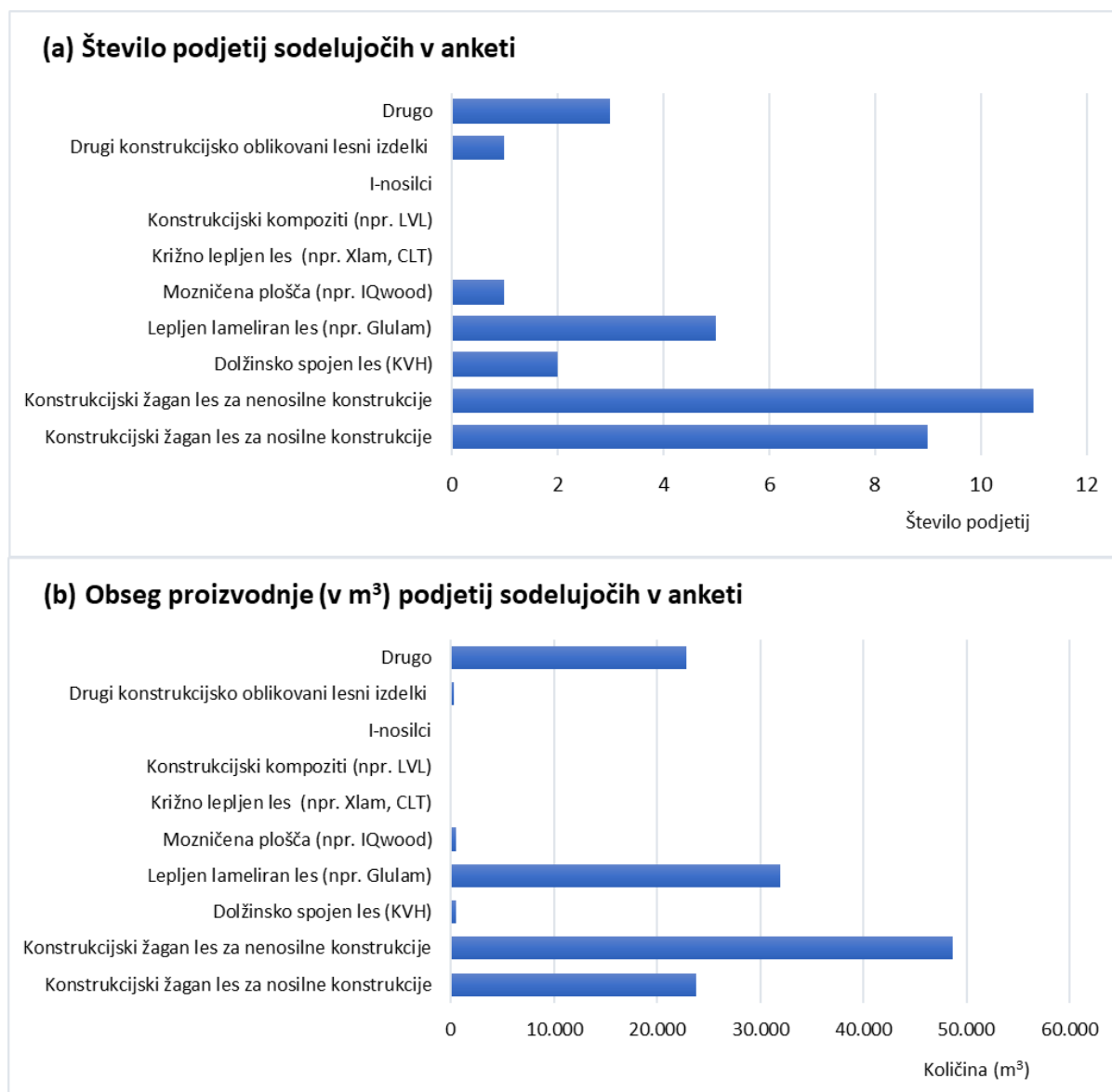
Na podlagi podatkovne baze AJPES in baz Gozdarskega inštituta Slovenije (GIS), smo posodobili seznam deležnikov, ki so potencialno del verige vrednosti lesene gradnje. Iz podatkovne baze AJPES smo pridobili seznam podjetij, ki se ukvarja z dejavnostjo C16.100 (Žaganje, skobljanje in impregniranje lesa) in C16.230 (Stavbno mizarstvo in tesarstvo). Zaradi velikega števila podjetij smo se omejili na poslovne subjekte s 5 ali več zaposlenimi. Podatkovno bazo smo dopolnili z rezultati popisa žagarskih obratov, ki smo ga na GIS opravili v letu 2020, kjer smo poslovne subjekte povprašali tudi po količini proizvodnje konstrukcijskega lesa. Bazo smo dodatno dopolnili še s seznamom podjetij, ki so za

konstrukcijski les pridobili znak CE. Na takšen način smo identificirali 235 poslovnih subjektov, ki so potencialni deležniki v gozdno-lesni verigi lesene gradnje. Na podlagi posodobljene podatkovne baze smo pripravili interaktivni zemljevid z označenimi poslovnimi subjekti, ki se ukvarjajo z zgoraj omenjenimi dejavnostmi. Interaktivni zemljevid je na voljo na spletnem portalu WCM Info Gozd.



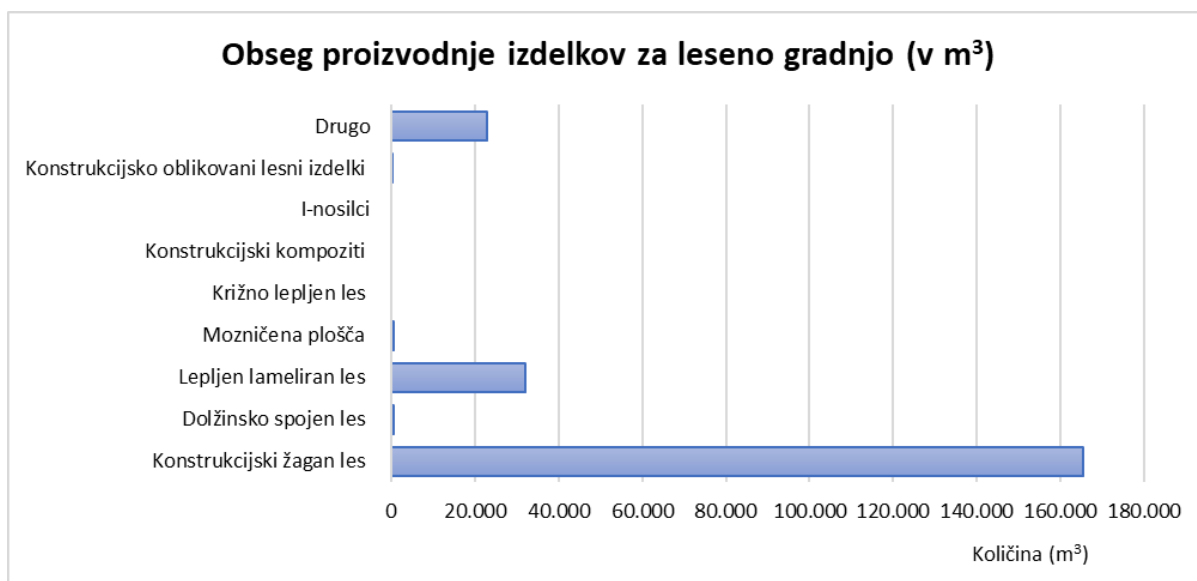
Slika 4: Interaktivni zemljevid deležnikov gozdno-lesnih verig (<https://wcm.gozdis.si>).

Poslovnim subjektom iz pripravljenega seznama smo v juniju 2023 posredovali spletni anketni vprašalnik, z vprašanji o vrsti ter količini proizvodov, ki se uporabljajo za lesno gradnjo (npr. konstrukcijski žagan les, lameliran lepljen les, križno lepljen les ali podobni proizvodi ter konstrukcijske kompozite). Na anketo se je odzvalo 17 od 235 poslovnih subjektov, od tega so vključena tudi podjetja, ki so po količinskem obsegu proizvodnje izdelkov za leseno gradnjo pomembna za slovenski prostor. Od sodelujočih v anketi, 11 podjetij proizvaja konstrukcijski žagan les za nenosilne konstrukcije (npr. deske, letve), 9 podjetij proizvaja konstrukcijski žagan les za nosilne konstrukcije (npr. tramove), 5 podjetij proizvaja lepljen lameliran les, 3 podjetja so navedla druge proizvode (npr. lesene montažne hiše, lesene obloge), skupno 6 podjetij pa proizvaja dolžinsko spojen les, mozničene plošče, ter druge konstrukcijsko oblikovane lesne izdelke (slika 5a). Podjetja, ki so se odzvala na vprašalnik so v letu 2022 skupno proizvedla 128.686 m³ proizvodov; t.j. 72.495 m³ konstrukcijskega lesa, 31.970 m³ lepljenega lameliranega lesa, 22.831 m³ drugih izdelkov (npr. lesene montažne hiše, lesene obloge—in skupno 1.390 m³ ostalih spremljanih proizvodov (slika 5b).



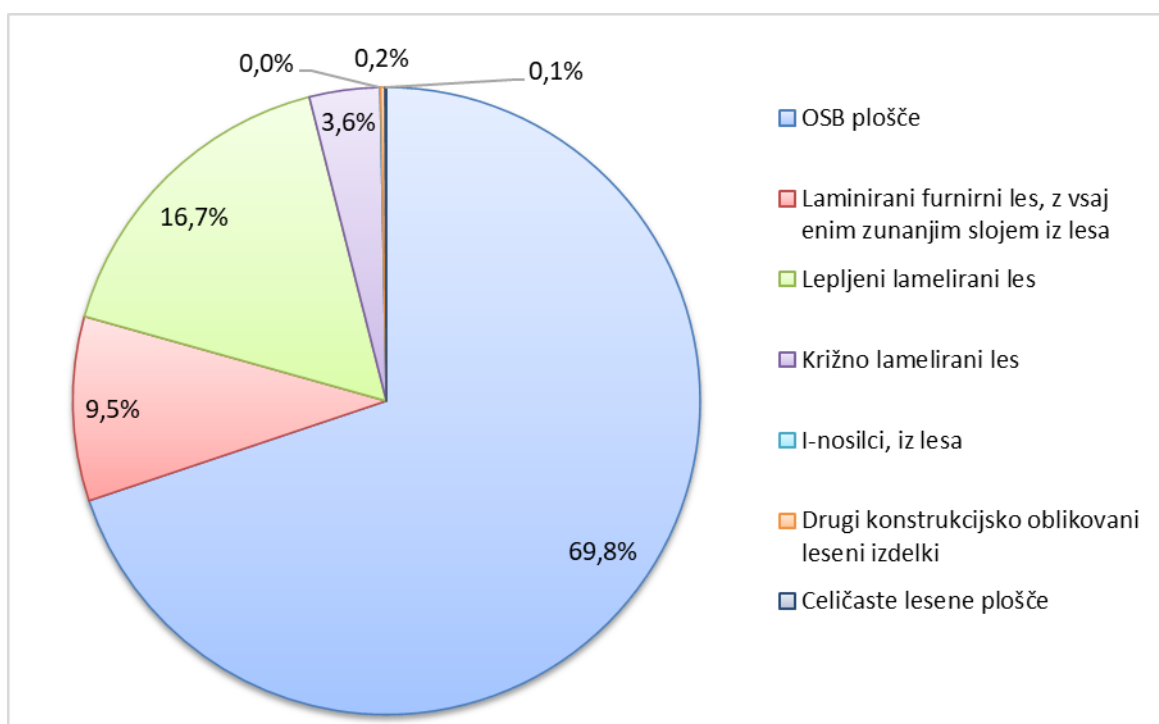
Slika 5: Rezultati ankete med proizvajalci izdelkov za leseno gradnjo (n = 17)

V obširni raziskavi med žagarskimi obrati, ki smo jo opravili v letu 2020 je 159 sodelujočih podjetij proizvedlo 633.894 m³ različnih žagarskih proizvodov. Z 88 % prevladujejo proizvodi iz skupine drevesnih vrst iglavcev, kjer količinsko prevladuje proizvodnja standardnega žaganega lesa, in sicer z 68 % (oz. 379.490 m³). S 24 % sledi proizvodnja konstrukcijskega žaganega lesa iglavcev. Le 12 % vseh proizvodov je izdelanih iz lesa listavcev, kjer enako kot pri iglavcih prevladuje standardni žagan les (67 % oz. 49.358 m³). Nekoliko več kot polovica (52 %) anketirancev, ki so sodelovali pri tem sklopu vprašanj, je odgovorila, da žagan les uporabijo za nadaljnjo predelavo v okviru lastnega podjetja. Iz žaganega lesa največkrat proizvajajo lesno embalažo in polizdelke (npr. elemente, lesne kompozitne plošče, opaže, bruna) (Ščap in sod. 2021). K podatkom pridobljenimi s pomočjo ankete smo priključili še podatke iz ankete leta 2020 in tako skupna proizvodnja izdelkov za leseno gradnjo znaša 222.000 m³, od tega s 75 % prevladuje konstrukcijski žagan les (slika 6).



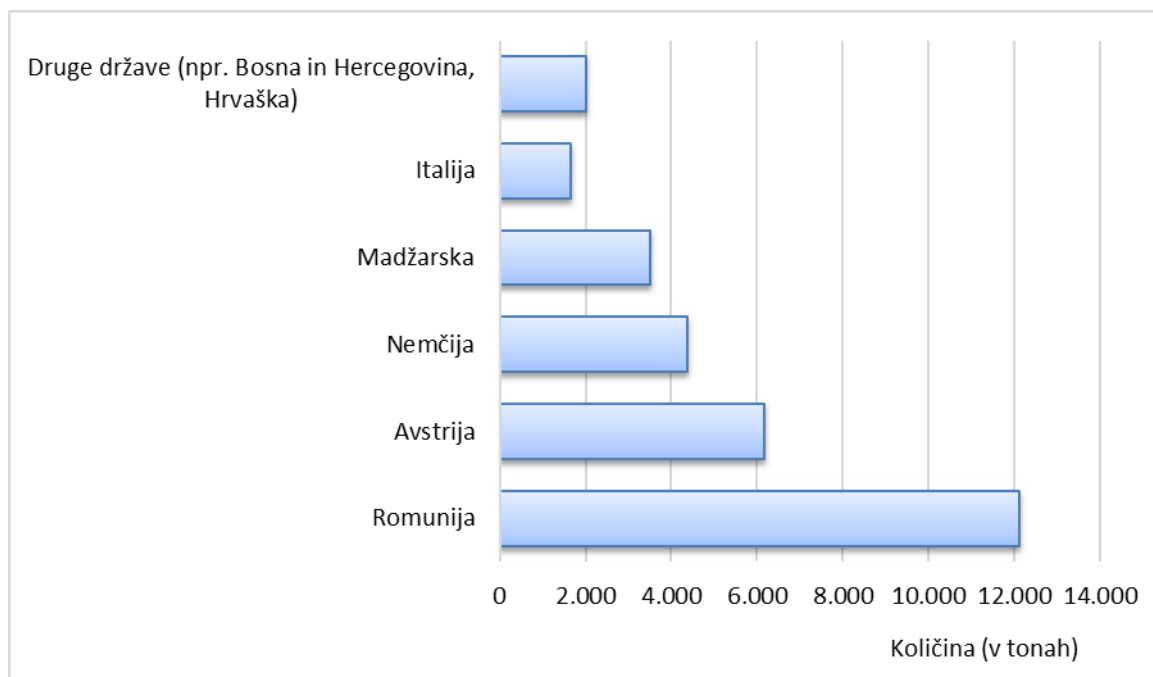
Slika 6: Rezultati dveh anket (2023 in 2020) med proizvajalci izdelkov za leseno gradnjo (n = 77)

Iz podatkovne zbirke Statističnega urada RS (SURS, baza Si-Stat) smo zbrali tudi podatke o uvozu polproizvodov, ki se uporabljajo v leseni gradnji (npr . OSB plošče, laminirani furnirni les, lepljeni lamelirani les, križno lamelirani les, I-nosilci, drugi konstrukcijsko oblikovani leseni izdelki in celičaste lesene plošče). Analize so bile narejene za leto 2022 po pripadajočih šifrah Kombinirane nomenklature (KN). V letu 2022 je uvoz obravnavanih lesnih polproizvodov znašal 29.848 ton, od tega z 70 % prevladuje uvoz OSB plošč, z 17 % sledi uvoz lepljenega laminiranega lesa (glulam), 10 % predstavlja laminirani furnirni les, z vsaj enim zunanjim slojem iz lesa. Količine uvoza ostalih obravnavanih proizvodov so majhne (slika 7).



Slika 7: Struktura uvoza obravnavanih polproizvodov namenjenih za leseno gradnjo v letu 2022 (vir: SURS, 2023)

Največ polproizvodov, ki se uporabljajo v leseni gradnji, smo v letu 2022 uvozili iz Romunije (41 %), sledi Avstrija (21 %), Nemčija (15 %) in Madžarska (12 %) (slika 8).



Slika 8: Smeri in količine (izražene v tonah) uvoza obravnavanih polproizvodov namenjenih za leseno gradnjo po državah v letu 2022 (vir: SURS, 2023)

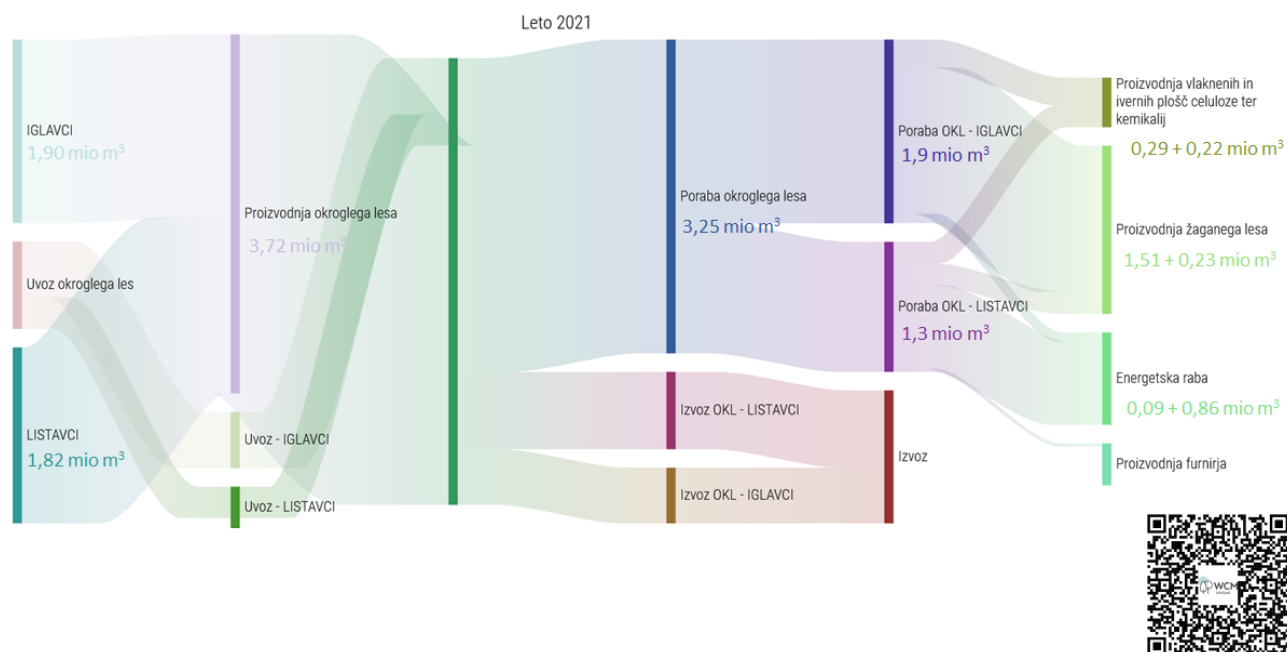
Potenciali lesne industrije za pokrivanje potreb države in lokalnih skupnosti

Proizvodnja okroglega lesa v letu 2021 je znašala 3,7 milijona neto m³ brez skorje; od tega je bilo 1,9 milijona m³ iglavcev in 1,8 milijona m³ listavcev. Poraba okroglega lesa iglavcev je v letu 2021 znašala 1,90 milijona m³, največ so predelala podjetja v industriji žaganega lesa in furnirja (1,51 milijona m³), z 0,29 milijona m³ sledi poraba v industriji lesnih kompozitov in mehanske celuloze. Poraba okroglega lesa listavcev je v letu 2021 znašala 1,35 milijona m³, od tega se je 64 % porabilo za energetske namene, 0,26 milijona m³ so predelali žagarski obrati in furnirnice, 0,22 milijona m³ pa industrije lesnih kompozitov, mehanske celuloze in kemikalij (Ščap in sod., 2022) (Slika 9).

Iz rezultatov obsežne raziskave med žagarskimi obrati po Sloveniji, ki jo je Gozdarski inštitut Slovenije opravil leta 2020, lahko ocenimo, da letna proizvodna zmogljivost znaša okrog 1,32 milijona m³ žaganega lesa, kar je dobrih 10 % več od proizvodnje v letu 2022. Proizvodnja lesnih izdelkov primarne lesnopredelovalne industrije v Sloveniji v zadnjih letih narašča, najbolj izrazit vzpon je značilen za žagan les (Faostat, 2023). Statističnih podatkov o količinskem obsegu polproizvodov namenjenih za leseno gradnjo Slovenija ne spremlja sistematično, zato je o kratkoročnih in dolgoročnih trendih gibanja poslovanja tega sektorja lesnopredelovalne panoge težko sklepati.

Pregled verig vrednosti v slovenskem gozdno-lesnem biogospodarstvu, ki so jo izvedli Straže in sod. (2023), kaže šibke ali nepovezane člene v primarnih verigah, kot je "Žagan les", "Furnir" ali "Lesni kompoziti". Številnih proizvodov ali polproizvodov (npr. OSB plošče, križno lepljen les, slojnatega furniranega lesa - LVL) v Sloveniji namreč ne proizvajamo oz. jih proizvajamo v omejenem obsegu in jih je zato potrebno uvažati.

Podatki kažejo, da bi lahko bil les iz slovenskih gozdov bolje izkoriščen. Hibo predstavljajo vrzeli v posameznih delih gozdno lesne verige, predvsem v primarni predelavi lesa, zaradi katerih je potrebno določne proizvode uvažati iz tujine.



Slika 9: Tokovi okroglega lesa v Sloveniji v letu 2021 (wcm.gozdis.si)

Primerjava klasične in lesene gradnje (DS3)

Uvod

Podnebne spremembe so trenutno najbolj pereč svetovni problem. Te spremembe zahtevajo ukrepanje na več nivojih, tudi na področju gradbeništva, ki povzroča znaten delež emisij (Churkina et al., 2020; Crawford & Cadorel, 2017). Pomen ukrepanja na področju gradbeništva je nakazan tudi s cilji trajnostnega razvoja ZN (UN, 2023). Ker je les obnovljiv material z relativno nizko vsebnostjo fosilnega ogljika, imajo lesene konstrukcije v primerjavi z drugimi gradbenimi materiali ugodne podnebne učinke (Geng et al., 2017). Gradnja z lesom ima močno tradicijo po vsem svetu in tudi v Sloveniji. Prefabrikacija posameznih modulov se zelo pogosto uporablja pri gradnji manjših stanovanjskih stavb (Jussila et al., 2022). Po drugi strani, tudi potenciali pri večnadstropnih lesenih objektih še niso v celoti izkoriščeni (Kim et al., 2023).

Prefabrikacija in industrializacija gradbenih postopkov sta bili v gradbeništvu poudarjeni že od začetka 21. stoletja. V tem obdobju so v sektor vstopili leseni inženirski kompoziti, ki lahko v veliki meri nadomestijo beton in jeklo, kot na primer križno lepljene plošče (CLT), slojnat furnirni les (LVL), dolžinsko spojen les, lamelirani lepljeni nosilci ... Razmah inženirskih lesnih kompozitov je skupaj s posodobljenimi gradbenimi predpisi o varstvu pred požarom omogočil nedavno povečanje uporabe lesa v Evropi in gradnjo višjih lesenih stavb kot pred tem. Renesanso lesene gradnje je mogoče pripisati tudi večji okoljski ozaveščenosti naročnikov, nizkim stroškom, hitrejši gradnji, pozitivnim okoljskim vplivom in atraktivnemu estetskemu videzu zgradb (Jussila et al., 2022).

Spremembe na področju trajnostnega-sonaravnega razvoja v gradbenem sektorju od proizvajalcev (npr. projektantov, arhitektov, inženirjev ...) že v fazi načrtovanja zahtevajo razvoj novih zmogljivosti, ki

omogočajo upoštevanje trajnostnih vidikov življenjskega cikla. Poleg tega morajo potrošniki sprejeti rešitve (materiale in tehnologije), razvite za trajnostne spremembe v sektorju stanovanjske gradnje. Strokovnjaki iz sektorja ne smejo narobe razumeti pričakovanj potrošnikov glede stanovanj. Investitorji lahko na primer napačno pričakujejo, da bodo potrošniki pripravljeni plačati višje cene za to, da bodo imeli dom v leseni večnadstropni stavbi, čeprav ni vedno tako (Harju & Lahtinen, 2022). Uporaba lesa v večnadstropnih stanovanjskih stavbah je v skladu z okoljsko trajnostjo tudi priložnost za tehnološke, gospodarske in družbene inovacije. Na primer, tehnične in ekonomske koristi je mogoče pridobiti s prefabrikacijo modulov zunaj gradbišča in uporabo gradbenih rešitev z enostavno popravljivostjo, medtem ko družbene koristi odpirajo vprašanja, kot so estetika bivalnih prostorov in dobro počutje v stanovanju (Lähtinen et al., 2021). Na splošno potrošniki iz bolj gozdnatih dežel laže in bolj odprto sprejemajo gradnjo z lesom in bivanja v lesenih hišah, kot potrošniki iz dežel, kjer je gozda manj (Harju & Lahtinen, 2022).

Prednosti bivanja v lesenih objektih

Sodobni način življenja določa, da ljudje večino časa preživimo v zaprtih prostorih. Številne študije so pokazale, da bivanjsko okolje vpliva na zdravje in dobro počutje prebivalcev. Zaradi tega je ustvarjanje zdravega in prijetnega bivanjskega okolja prednostna naloga projektantov. Opravljenih je bilo veliko študij o bivanjskih in delovnih okoljih ter o vplivih lesa v življenjskem okolju na učinkovitost zaposlenih, fiziološke in psihološke odzive. Les ima kot naraven, trajnostni gradbeni material, pozitivne učinke na ljudi. Uporaba lesa v notranjih okoljih ima pozitiven vpliv na stanovalce, zlasti glede kazalnikov človekovega stresa. Rezultati opazovanj o vplivu lesa v bivanjskem okolju na ljudi lahko povzamemo v dveh zaključkih: (1) Ugotovili so, da so si preference do lesa podobne in da imamo ljudje raje les kot druge materiale, ker je naraven. (2) Stik z lesom povzroča pozitivne občutke. Vizualna stimulacija uporabnikov prostorov z belo jekleno ploščo povzroča negativne odzive in pogosto zbuja občutek depresije, med tem ko les pomirja in zbuja pozitivna čustva. Pri delu v okolju, kjer je prisoten les, je manjši pojav izgorelosti. Analiza povezave med teksturo lesa in njegovo barvo je pokazala, da imata rdeča in rumena barva močnejši odboj infrardeče (IR) svetlobe, kar pri ljudeh povzroči toplejši občutek ob pogledu na lesene izdelke (Zhang et al., 2016). Poleg tega je treba upoštevati, da je toplotno ugodje v lesenih objektih primernejše. Uporabniki prostorov se pri nižjih temperaturah v prostoru počutijo prijetneje, kot v klasično grajenih objektih, kar vodi tudi v prihranke energije (Ni et al., 2023).

K dobremu počutju veliko prispevajo tudi lahko hlapne spojine, ki izhajajo iz lesa predvsem v prvih letih uporabe. Predvsem les iglavcev je bogat s hlapnimi ekstraktivi, predvsem terpeni in aldehidi. V lesu bora in smreke ključno vlogo igrajo α -pinen, β -pinen, limonen in 3-karen. Terpeni se nahajajo predvsem v smoli, med tem, ko se aldehidi sproščajo predvsem z oksidacijo nenasičenih maščobnih kislin. V borovini je teh spojin več, kot v smrekovini. Na naše dobro počutje v največji meri vplivajo monoterpeni, če njihova koncentracija v zraku ne presega 13 mg/m^3 . Kakorkoli, v nobeni od analiziranih lesenih stavb, se niso niti približali tej koncentraciji. Terpeni delujejo pozitivno na človeški imunski sistem, izboljšajo delovanje živčnega sistema, delujejo sproščujoče, znižujejo frekvenco srčnega utripa in delujejo pomirjujoče (Alapieti et al., 2020). To lastnost lesa, zelo dobro tržijo Avstrijski mizarji, pri trženju pohištva iz lesa cemprina.

Les v bivanjskem in delovnem okolju pripomore tudi k uravnavanju relativne zračne vlage. Prenizka relativna zračna vlaga povzroča težave s sluznico, previsoka relativna zračna vlaga pa se odraža v težavah s plesnimi. Ciljana relativna zračna vlažnost v bivanjskih okoljih je med 40 % in 60 %. Les kot higroskopičen material, absorbira vlagu, ko se relativna vlažnost zraka v prostoru poveča, in oddajajo vlagu nazaj v notranji zrak, ko se relativna vlažnost zraka zmanjša. Za blaženje dnevnih nihanj ravni relativne vlažnosti v notranjem okolju lahko les in na lesu osnovani materiali pomagajo nadzorovati

vlažnost zraka v prostoru z zmanjšanjem največjih nihanj, s čimer se skrajšajo obdobja z zelo visoko in zelo nizko relativno vlažnostjo (Alapieti et al., 2020).

Baktericiden učinek lesenih površin

Higienske lastnosti notranjih površin so posebej pomembne v nekaterih okoljih, kot so zdravstvene ustanove, šole in vrtci. Razumevanje mikrobnih lastnosti materialov je pomembno za preprečevanje širjenja okužb preko onesnaženih površin. Novejše študije kažejo, da ima les antibakterijske lastnosti. Antibakterijske lastnosti lesa so preučevali zlasti z vidika živilske industrije in ugotovili, da več vrst lesa zavira preživetje bakterij, bistveno bolj kot sintetični polimeri (plastika). Vendar antibakterijske lastnosti med lesovi različnih drevesnih vrst močno nihajo. Močna antibakterijska aktivnost je bila ugotovljena pri lesu rdečega bora in evropskem hrastu. Les evropskega macesna in smreke ima tudi nekaj antibakterijskega potenciala, vendar manj izrazit, kot je opaženo pri borovini in hrastovini. Poleg tega je bilo vsaj omejeno antibakterijsko delovanje ugotovljeno tudi pri drugih vrstah, vključno z jesenom, jesenom, gabrom, bukvijo, brezo, orehom, češnjo, javorjem in črnim orehom (Alapieti et al., 2020; Tomičić et al., 2020).

Poraba energije

Praviloma je treba lesene zgradbe manj ogrevati, kot klasično grajene stavbe. V leseni stavbi se uporabniki počutijo prijetno že pri 18 do 20° C, za razliko od klasično grajenih stavb, kjer mora biti temperatura za doseganje enakega bivalnega ugodja višja (od 22 do 24° C). Pri opisani temperaturni razliki lahko privarčujemo okoli 5 % energije, potrebne za ogrevanje. Poleg tega so pri nižji temperaturi v prostoru, temperaturne razlike med posameznimi deli stavb manjše, manj je toplotnih mostov in temperaturnih razlik med tlemi, stenami in pohištvom, kar zmanjšuje verjetnost pojava plesni (Arumägi & Kalamees, 2020; Premrov et al., 2017).

Leseni objekti imajo nekoliko slabšo toplotno kapacitivnost, ki jo lahko izboljšamo z uporabo nekoliko gostejših toplotnih izolacij. Na koncu je treba upoštevati tudi dejstvo, da se za gradnjo lesenih objektov porabi manj energije. Les je eden redkih materialov, ki a predelavo ne zahteva visokih temperatur, kot preostali gradbeni materiali (cement, jeklo, steklo ...). Zato je v lesene objekte vgrajene manj sive energije. Energijsko učinkovita gradnja tako ne pomeni nujno odrekanju bivanjskega udobja, temveč ga praviloma lahko celo izboljša.

Obnašanje lesenih stavb v primeru potresa

Lahke konstrukcije na splošno veljajo kot potresno odporne konstrukcije, vendar kljub temu zahtevajo pozornost projektantov. Potresna odpornost lesenih stavb, kot tudi drugih zgradb, je odvisna od lokacije objekta, tlorisne zasnove, višine, dimenzij posameznih elementov, vrste uporabljenih materialov, kakovosti veznih sredstev, kakovosti projektiranja in kakovosti izvedbe. Manjša masa lesene konstrukcije povzroči manjše vztrajnostne sile na nosilno konstrukcijo. Masa lesene hiše je od 4 do 5 krat manjša od mase klasično grajene hiše. Te sile se razporedijo na veliko število konstrukcijskih sklopov in stikov. Če so elementi pravilno dimenzionirani, se zato lesena stavba skoraj zanesljivo ne bo porušila. Pri nesimetričnih arhitekturnih zasnovah, ki so značilne za sodobne lesene objekte, lahko pride do neusklajenega odziva celotne konstrukcije. Obnašanje lesenih konstrukcij v primeru potresa lahko močno izboljšamo z uporabo križno lepljenih plošč za medetažne plošče. Te ustvarijo zelo togo medetažno konstrukcijo (Dujč & Žarnić, 2009). Če so lesene stavbe zgrajene po veljavnih standardih in predpisih, se les v primerjavi z betonom ali jeklom celo boljše odreže v primeru potresa. Zaradi manjše mase se lesena hiša na potres zelo dobro odziva.

Odpornost na požar

Večnadstropno leseno gradnjo so desetletja ovirali požarni predpisi, ki so nastali zaradi požarov v mestih v 19. stoletju in na začetku 20. stoletja. S podpore javne politike so bile izvedene spremembe gradbenih predpisov, kar je okrepilo tudi vse večje družbeno zanimanje za trajnostno urbanizacijo (Lähtinen et al., 2021). Les je kot organska snov gorljiv material. Vendar če je lesena konstrukcija pravilno dimenzionirana, lahko zagotovimo solidno požarno odpornost. Ustrezno načrtovana lesena konstrukcija, lahko preseže tudi požarno odpornost jekla in armiranega betona. Požarno odpornost lesa lahko še izboljšamo z uporabo ognje zadrževalnih sredstev, kar je pogosto nuja v javnih objektih (Makovicka et al., 2020; White & Dienerberger, 2010). Toplotna prevodnost lesa je zelo nizka, saj les deluje kot izolator. Po drugi strani beton in jeklo bolj prevajata toploto. Poleg tega za razliko od lesa, nezaščitenemu jeklu mehanske lastnosti hitro upadajo s temperaturo. Pri temperaturi okoli 230°C upogibna trdnost upade za 25 %, pri 500°C se prepolovi, pri 750°C ima jeklo samo še 10 % upogibne trdnosti. Upadanje trdnosti pri betonskih konstrukcijah je še hitrejše. Na dobro požarno odpornost vpliva po-oglenitev površine. Pooglenela površina deluje kot toplotni izolator in upočasnjuje segrevanje lesa pod po-oglenelo plastjo. Pooglenitev lahko pospešimo z uporabo ognje-zadrževalnih premazov. Zato les tudi po požaru praviloma ohrani dobršen del mehanskih lastnosti. Znan je primer iz Term Čatež, kjer so po požaru ostrejša ponovno uporabili več kot 90 % lesene konstrukcije izdelane iz dolžinsko in debelinsko spojenega lesa (lepljeni lamelirani nosilci).

Obnašanje lesenih objektov v poplavih

V obdobju po poplavih se številni lastniki sprašujejo, ali so leseni objekti bolj ali manj izpostavljeni poplavam. Izkazalo se je, da je obnova lesenih hiš običajno maj problematična, kot obnova stavb iz mineralnih gradbenih materialov z izjemo vodotesnih betonskih konstrukcij. V lesni gradnji se najpogosteje uporablja tehnično sušen smrekov les. Zaradi slabe permeabilnosti smrekovega lesa voda v les prodira počasi in zato ne prodre globoko. Odstranjevanje namočene izolacije pri lesenih objektih je lažje, kot pri klasično grajenih stavbah. Preostalo konstrukcijo je nato mogoče relativno enostavno posušiti. Konstrukcijska lepila, ki se uporabljajo v lesni gradnji so preizkušena in morajo izkazati visoko odpornost na vodo. Tako ni nevarnosti, da bi ob poplavnih dogodkih popustila.

Boljši izkoristek časa in prostora

Vedno bolj pomembna prednost lesenih hiš je hitrost gradnje. Pri zidanju in betoniranju je ena od osnovnih sestavin voda. Ta mora med posameznimi fazami gradnje izhlapeti iz zidov in tlakov klasično grajenih objektov. Z izjemo temeljne plošče in estrihov se pri gradnji lesenih hiš praktično ne uporablja vode, kar izjemno pospeši potek gradnje. Zato je gradnja tudi bistveno bolj čista. Konstrukcijski deli hiše so praviloma izdelani že v tovarni in izvajalec na gradbišču hišo le sestavi. S tem je hiša izdelana bolj natančno in bolj kakovostno kot zidana stavba. Zato je napak pri lesenih hišah manj. Takšna hiša je do strehe postavljena že v nekaj dneh, tako da se je v leseno hišo možno vseliti že v nekaj mesecih. Zaradi dobre toplotne izolativnosti lesa in sodobnih izolacijskih materialov, ki se uporabljajo v lesni gradnji, je uporabna površina lesenih stavb, pri istih zunanjih merah stavbe, za približno 10 % večja. S tem še izboljšamo ekonomiko lesene gradnje. Ta prednost je še posebej pomembna, če gradimo na manjši površini, kjer šteje vsak kvadratni meter.

Vloga lesenih objektov v luči blaženja podnebnih sprememb

Gradbeni sektor je eden največjih porabnikov energije in naravnih virov na svetu ter eden največjih povzročiteljev emisij toplogrednih plinov, zlasti ogljika (Crawford & Cadorel, 2017). Poleg tega je grajeno okolje odgovorno za veliko količino onesnaževal, ki se sproščajo v okolje, ter velike količine

odpadkov. V prihodnosti se bodo zaradi predvidenega naraščanja in urbanizacije svetovnega prebivalstva povečale zahteve po novih stanovanjskih in poslovnih stavbah ter infrastrukturi. Večja proizvodnja jekla, cementa in drugih industrijskih gradbenih materialov bo povzročila velike količine emisij toplogrednih plinov. Pričakovati je, da bo v naslednjih 40 letih zaradi gradbenih dejavnosti po vsem svetu nastalo približno 415 Gt CO₂ (Tupenaite et al., 2023). Gradbeni materiali pomembno vplivajo na okoljsko učinkovitost stavbe. Kljub temu, da so bile dosežene znatne izboljšave pri delovanju stavb, imamo še vedno veliko priložnosti za izboljšanje njihove okoljske učinkovitosti, zlasti s skrbno izbiro materialov. Vpliv materialov na delovanje stavbe, kot je poraba energije, je dobro dokumentiran in je sestavni del najboljše prakse načrtovanja stavb (Crawford & Cadorel, 2017).

Zato je treba nujno poiskati okolju prijazne rešitve za načrtovanje in gradnjo stavb nove generacije. Ena od možnosti, je zamenjava tradicionalnih industrijskih gradbenih materialov, kot sta jeklo ali beton, z naravnimi lesenimi ali na lesu osnovanimi materiali. Uporaba lesa v gradbeništvu ima zaradi shranjevanja ogljika in manjših emisij CO₂ v času proizvodnje, gradnje in uporabe materiala med drugimi bistvenimi prednostmi manjši vpliv na okolje in pozitivno prispeva k blaženju podnebnih sprememb. Zaradi teh prednosti znanstveniki in praktiki namenjajo lesu kot gradbenemu materialu in razvoju večnadstropne lesene gradnje v ZDA, Kanadi, na Kitajskem, v Evropi in drugih državah, veliko pozornosti.

Z uporabo lesa (v pogojih odgovornega gozdarstva), ki je naravni ponor ogljika, bi se lahko gradbeni sektor izognil znatnim emisijam toplogrednih plinov, povezanim z netrajnostno uporabo materialov. Poleg tega bi lahko leseni elementi v življenjski dobi stavbe še naprej shranjevali CO₂. Primerjava okoljskega vpliva lesene stavbe iz križno lepljenih plošč in klasično grajene betonske stavbe je pokazala, da bi globalno lahko prihranili 14 % do 31 % emisij toplogrednih plinov, oziroma za 13 % do 22 % zmanjšali potencial globalnega segrevanja (GWP), če bi za gradnjo stanovanjskih in poslovnih zgradb, ter ostalih infrastrukturnih objektov uporabili razpoložljiv les ob upoštevanju zaščite biodiverzitete, varstva habitatov in zaščite ogroženih območij. Poleg tega je analiza obratovanja pokazala znatne prihranke pri rabi energije in toplogrednih plinov v fazi obratovanja stavbe iz križno lepljenih plošč (Crawford & Cadorel, 2017; Oliver et al., 2014).

Na podlagi številnih objavljenih študij je mogoče zaključiti, da les kot gradbeni material povzroča manjše emisije CO₂ in ima zato najmanjši vpliv na okolje v primerjavi s tradicionalnim betonom, jeklom in drugimi materiali. Poleg tega je vgrajena energija pri leseni gradnji bistveno nižja v primerjavi z gradbenimi konstrukcijami, izvedenimi z anorganskimi materiali. Do prihrankov pri rabi energije in sproščanju toplogrednih plinov pride tako v času gradnje, kot tudi v času obratovanja.

Krožno gospodarstvo

Lesene konstrukcije imajo velik potencial pri iskanju rešitev za spodbujanje trajnostne gradbene miselnosti. Gozdno-lesna proizvodna veriga, od rasti drevesa, stopnje ko se les uporabi, do razgradnje in recikliranja lesa kot gradbenega materiala, predstavlja popolnoma zaprt snovni krog, če zanemarimo emisije, povezane s sečnjo in obdelavo lesa. Poleg tega je les sposoben v veliki meri shraniti ogljikov dioksid, ki ga drevo akumulira v fazi rasti drevesa. Ker polovico lesne mase sestavlja ogljik. Vendar je les omejen vir in trenutno se precejšen del predelane surovine, ki konča v sekundarnih tokovih, uporabi kot energent. S koncem življenjske dobe, npr. z zgorevanjem ali preprosto z razkrojem, se shranjeni ogljikov dioksid ponovno sprosti v ozračje. Da bi povečali že obstoječe količine konstrukcij, izdelanih iz lesa in lesnih proizvodov, je treba razviti dodatne strategije. Možni načini za izboljšanje učinkovitosti naravnih materialov in uporabe surovin so: (1) optimizacija gradbene strukture glede na zahteve, (2)

uporaba sekundarnih tokov za izdelavo gradbenih elementov in (3) vzpostavitev krožnega gospodarstva, ki podaljšuje življenjsko dobo lesa in lesnih proizvodov (Kromoser et al., 2022).

Za razstavljanje, recikliranje in ponovno uporabo lesenih gradbenih elementov obstajajo različne strategije. Optimalna strategija ravnanja z odsluženim lesom je ponovna uporaba stavbe brez razstavljanja, ki ji sledi ponovna uporaba celotnih gradbenih elementov. V naslednjem koraku na ravni materiala je treba dati prednost možnostim nadaljnje uporabe z mletjem oziroma dezintegracijo in ponovnim stiskanjem teh gradnikov v lesne kompozite (Medved & Jambrečković, 2000), preden se les v zadnjem koraku, po več stopnjah, uporabi v energetske namene (Kromoser et al., 2022).

Po odstranitvi objekta v prihodnosti je možno lesen objekt v veliki meri reciklirati, kar je bistvo trajnostne gradnje, torej da objekt v celotni življenjski dobi pusti čim manjši oz. celo ničlen negativen vpliv na okolju. Ravno te naravne lastnosti in neoporečnost lesa so njegove bistvene prednosti v sodobni družbi, ki stopa na poti trajnostnemu razvoju.

Zaključki (DS3)

Pričakujemo, da bo napredna, večnadstropna lesena gradnja prinesla nove poslovne priložnosti tako za lesno kot gradbeno industrijo, povečala učinkovitost virov pri gradbenih postopkih in uporabi hiš ter izboljšala počutje graditeljev in uporabnikov prostorov. Zaradi industrializiranih procesov (npr. prefabrikacija, proizvodnja zunaj gradbišča), lahko lesena gradnja prenove celoten gradbeni sektor, če bodo podjetja imela zmogljivosti za prilagoditev svojih strategij, da bi izpolnila spremenljiva pričakovanja v poslovnem okolju. Les je zaradi dobre obdelavnosti in dobrih mehanskih lastnosti idealen material za izdelavo prefabriciranih izdelkov, predvsem bivanjskih objektov.

Smernice za nadgradnjo ZJN (DS4)

Uvod

Doseganje ekonomske učinkovitosti je eden izmed osnovnih ciljev javnega naročanja, to je pisno sklenjenih odplačnih pogodbe med enim ali več gospodarskimi subjekti ter enim ali več naročniki, katere predmet je izvedba gradenj, dobava blaga ali izvajanje storitev (ZJN-3, 2022). Vendar pa izključno ekonomski vidiki vsekakor ne bi smeli biti edini kriteriji izbire, saj imajo javna naročila lahko številne pozitivne učinke na državo in družbo, posredno pa predstavljajo tudi učinkovit način reševanja ključnih izzivov politike kot so učinkovita poraba javnih sredstev, gospodarska rast in zagotavljanje delovnih mest, inovacije, enakovredni dostop do trga, preprečevanje korupcije ter tudi okoljsko in družbeno trajnostno rast.

Človeštvo uporablja naravne vire in s tem povzroča okoljsko škodo v takšni meri, da se bodo viri iztrošili oz. jih ne bo mogoče ohraniti v nedogled. Trend naraščanja potrošnje virov poleg njihovega iztrošenja lahko povzroči številne okoljske in zdravstvene težave, hkrati pa ogrozi gospodarsko rast. Poleg raziskav, ki potekajo na področju čistejših in učinkovitejših tehnologij je smiselno vplivati na vzorce potrošnje v družbi z namenom zmanjšanja vplivov na okolje in na ohranitev gospodarske rasti (Pilko, 2022).

Z regulacijo javnega naročanja, ki ne bo usmerjeno le k ekonomiki temveč tudi k varovanju okolja, se lahko doseže sinergijske učinke: takšna javna naročila lahko spodbujajo razvoj, hkrati pa dolgoročno zagotovijo finančne prihranke (CIRCABC, 2023). V splošnem se zelena javna naročila lahko opredeli kot pomembno orodje, ki je namenjeno doseganju ciljev okoljske politike, predvsem v povezavi s podnebnimi spremembami, porabo virov in trajnostno potrošnjo ter proizvodnjo: z opredeljenim procesom naročanja blaga, storitev in gradenj se želi doseči manjši vpliv na okolje ter enako ali boljše

funkcionalnostjo v celotnem življenjskem ciklu v primerjavi z blagom, storitvami in gradnjami z enako primarno funkcijo.

Zelena javna naročila v Evropi

Z t.i. Rimsko pogodbo je bila leta 1957 ustanovljena Evropska gospodarska skupnost, ki formalno predstavlja enotni trg, ki temelji na prostem pretoku blaga, oseb, storitev in kapitala. Sama javna naročila v prvotni pogodbi niso bila opredeljena, vendar se ocenjuje, da je bila odprava trgovinskih ovir in pa ustvarjanje prostega trga predstavljala pravno podlago in utemeljitev evropskega prava o javnih naročilih (Czarnezki, 2019).

V razvoju evropskega pravnega okvirja na področju javnega naročanja predstavlja Maastricht-ska pogodba (1997) naslednji razvojni korak. (Hojč, 2021). Podobno kot na ostalih področjih je tudi področje javnega naročanja v Evropski uniji pravno formalno urejeno z direktivami in podpornimi mehanizmi. Odsotnost regulative za področje javnega naročanja pomeni, da so posamezne države članice same dolžne implementirati določila direktiv v nacionalno zakonodajo. Vsebinsko oz. formalno je v direktivah EU zajet tudi Sporazum o vladnih nabavah svetovne trgovinske organizacije (Pilko, 2022).

Formalno je javno naročanje postalo del evropskih direktiv v letu 2004 (Direktiva 2004/18/ES), pridevnik zeleno pa je pridobilo s direktivo 2014/24/EU. Direktive iz leta 2014 (2014/24/EU, 2014/25/EU in 2014/25/EU) formalno uvajajo principe povečanja učinkovitosti javne porabe v smislu doseganja najbolj ustreznega razmerja med ceno in kakovostjo, z istočasno podporo skupnim družbenim ciljem – varstvu okolja, učinkovitosti rabe energije in virov, blaženju podnebnih sprememb, spodbujanju inovacij, zaposlovanja, zdravja in socialnih sprememb. Direktive predlagajo analizo življenjskega cikla, okoljsko označevanje in tudi sankcije kot orodja za implementacijo v praksi (Czarnezki, 2019). Poleg direktiv pravna ureditev javnih naročil temelji tudi na praksah sodišč Evropske unije od katerih ključno sodbo predstavlja zadeva C-513/99 Concordia Bus, kjer je bila s sodbo potrjena izbira ponudnika vozil z nižjimi emisijami in ne z najnižjo ceno (Hojč, 2021). Ocenjuje se, da je vrednost javnih naročil v Evropski uniji ca 18 % bruto družbenega proizvoda, kar predstavlja priložnost za uveljavitev okoljevarstvenih, socialnih / zdravstvenih ekonomskih in tudi političnih koristi.

Zelena javna naročanja je opredeljeno v Sporočilu Komisije Evropskemu parlamentu, Svetu in Evropskemu ekonomsko-socialnemu odboru in Odboru regij: Javna naročila za boljše okolje so postopek, po katerem organi javnega sektorja naročajo storitve, blago in gradnje, ki imajo v svojem življenjskem slogu manjši vpliv na okolje v primerjavi z blagom, storitvami in gradnjo z isto funkcijo, ki bi jih javni organi sicer naročali. Evropska komisija z direktivami opredeljuje, da je zeleno javno naročanje prostovoljno, kar pomeni, da lahko vsaka država članica določi obseg do katerega bo implementirala zeleno javno naročanje v svoj pravni red. Evropska komisija si sicer prizadeva za uskladitev meril z namenom preprečitve zmanjšanja konkurence ter tudi zmanjšanje upravnega bremena tako izvajalcem javnega naročanja kot gospodarskim subjektom (Evropska komisija, 2008).

Kot pripomoček k hitrejši in učinkovitejši implementaciji zelenih javnih naročil je evropska Komisija, natančneje Generalni direktorat za okolje, zasnoval spletni priročnik za usposabljanje (Evropska komisija, 2023): Z neposredno povezavo na javni del portala Evropske komisije za deljenje informacij CIRCABC (2003) je podan nabor informacij o zelenem javnem naročanju. Podrobneje so predstavljeni različni pristopi k implementacij, po modulih pa so dodatno obravnavana posamezna področja javnega naročanja, v modulu 7.6 je npr. predstavljeno projektiranje, gradnja in upravljanje poslovnih zgradb.

Sistematični pregled po posameznih evropskih državah razkriva relativno velike razkorake v principih in stopnji implementacije zelenega javnega naročanja (CIRCABC, 2023) - za vsako državo članico je sistematično predstavljen politični okvir (odgovorna institucija, nacionalna strategija, cilji), zakonodajni okvir (priporočila, uredba(e),...) in pa področja implementacija. Izkušnje z implementacijo zelenih javnih naročil v posameznih evropskih državah so glede na različne pristope in stopnje implementacije različne, na tem mestu navajamo le najzanimivejše oz. za ožje področje gradbeništva najbolj relevantne zaključke:

- Za zelena javna naročila so praviloma zadolžena posamezna ministrstva (Estonija, Hrvaška, Italija, Latvija, Romunija) ali več ministrstev (Avstrija, Francija, Nemčija, Češka) ponekod tudi na regionalnem nivoju (Belgija, Španija), naloge pa so lahko delegirane agencijam za javno naročanje (Avstrija, Bolgarija, Poljska, Švedska), ki so običajno zadolžene tudi za informiranje oz. izobraževanje deležnikov oz. navedene aktivnosti delegirajo. V splošnem večje število vpletenih predstavlja kompleksnejši proces a hkrati tudi celovitejšo naslavljanje / obravnavanje problematike.
- Na osnovi evropskih direktiv so države članice pripravile nacionalne strategije, izjeme so redke (Estonija, Luksemburg, Romunija). Strategije se razlikujejo, saj imajo posamezne države različno implementirajo okoljske cilje (emisije toplogrednih plinov, energetska učinkovitost, poraba vode,...), v odvisnosti od naravnih virov, obstoječega stanja, stopnja razvoje družbe, kulturnih razlik in ostalih dejavnikov.
- Sama implementacija temelji na strateških dokumentih, postopki javnega naročanja pa so opredeljeni v nacionalnih, regionalnih (deželnih) zakonih in / ali uredbah.
- Zelena javna naročila v večini evropskih držav v veliki meri slonijo na predlogih evropske komisije, le v določenih državah v omejenem obsegu (Avstrija, Češka, Irska) ali manjšem obsegu (Norveška), razen v Nemčiji.
- Zelena javna naročila po evropskih državah obsegajo širok nabor blaga in storitev: večina držav je že vključila gradbeništvo, tako visoko in nizko gradnjo, nekatere sicer v manjšem obsegu (Bolgarija) oz. so kriteriji še v pripravi (Češka).
- Nizka ozaveščenost deležnikov vključujoč nezadostna izobraževanja predstavljata poleg preobremenjenosti državnih organov poglavitni oviri za implementacijo tudi v bolj razvitih gospodarstvih (Nemčija), v manj razvitih gospodarstvih pa tudi nejasna zakonodaja in politika, nesistematičnost, izkrivljenost konkurence, pomanjkanje znanja, finančne omejitve, zaupanje med deležniki in tudi nezadostno izvrševanje sankcij (Romunija).
- Zlasti v Skandinaviji (Finska, Švedska) predstavljajo primeri preteklih praks pomembno vodilo pri pripravi javnih naročil, predvsem v izogib pravnim konfliktom.
- Nekdaj glavni kriterij najnižje cene je v nekaterih evropskih državah (Poljska) odločilen le še v desetini primerov javnega naročanja (Kozik in sod, 2016). Kljub temu še vedno višje izhodiščne cene predstavljajo poglavitno oviro pri implementaciji četudi se višje nabavne cene zelenega blaga in storitev dolgoročno izravnavajo z nižjimi stroški obratovanja, vzdrževanja ali odstranitve oz. reciklaže.
- Postopek JN lahko vodijo za to ustrezno izobražene / pooblaščne osebe (Hrvaška).
- Različne države različno ponderirajo posamezne vidike: (i.) okoljevarstveni vidiki - učinkovita raba energije, recikliranje, odpadki, obnovljivi viri energije, emisije toplogrednih plinov... ii.) socialne / zdravstvene koristi, iii.) ekonomske koristi, iv.) politične koristi. Izziv v praksi

predstavlja tudi možnost natančnega ocenjevanja in preverjanja informacij, ki jih ponudniki predložijo kot odgovor na okoljska merila.

- Najpogosteje uporabljen kriterij pri ZeJN v gradbeništvu v Nemčiji je učinkovita raba energije, medtem ko drugi kriteriji, kot je recikliranje, upravljanje z odpadki in uporaba obnovljivih virov energije niso pogosto zajeti v razpise. LCA in LCC sta bila uporabljena v manj kot 30% vseh zelenih naročil (Chiappinelli in sod., 2019).
- Praktično vse evropske države ocenjujejo, da so izobraževanja (obvezna – npr. Danska), klasična in na elektronskih platformah, na različnih nivojih, za vse vključene deležnike bistvene za uspešno implementacijo ZJN, nekatere države pripravljajo mesečna glasila (Italija), organizirajo tudi letne konference (Avstrija, Romunija, Švedska), izpostavlja pa se neposredni kontakt z odgovornimi državnimi organi (npr. na Finskem, Švedskem tudi brezplačna pomoč).
- Implementacija zelenih javnih naročil lahko temelji na zaupanju in sodelovanju, vendar se pojavlja tudi potreba po zunanji kontroli in sankcijah. Kontrolne organe so predvidele praktično vse države, vzpostavljeni pa so tudi drugi mehanizmi za identifikacijo stanja oz. oceno potreb – npr ankete (Belgija, Hrvaška, Francija,), individualne študije (Švedska) ter splošne študije (Nemčija, Švedska). Na Norveškem se še posebej izpostavlja spremljanje splošnih koristi za družbo kot celoto.
- V veliki večini članice vsakoletno pripravijo poročilo oz. pregled o (zelenem) javnem naročanju s kazalniki o uspešnosti postopkov oz. o doseženih ciljih. Na podlagi ugotovitev pregledov države sprejemajo usmeritve, trenutni trendi nakazujejo povečanje oz. ponderiranje okoljskih meril, zmanjšanje emisij toplogrednih plinov ali pa implementacijo zahtevnejših oz. natančnejših metod dokazovanja okoljske in druge sprejemljivosti.
- Skoraj enotno mnenje je, da se bodo vzporedno z okoljskimi deklaracijami proizvodov (EPD) na osnovi analiz LCA uveljavile tudi sistemi certificiranja trajnostnih stavb, ki temelji na vrednotenju okoljske, ekonomske in družbene kakovosti stavb (DGNB, BREEAM, LEED, ...). Tako recimo na Norveškem že nekaj let stremijo k temu, da bi bile vse stavbe BREEAM certificirane (Kjendseth Wiik in sod., 2020).

Zelena javna naročila v Sloveniji

Področje javnih naročil v Sloveniji je urejeno z Zakonom o javnem naročanju (ZJN-3, 2022), področje javnih zelenih naročil pa z Uredbo o zelenem javnem naročanju (Uradni list RS, št. 51/17, 64/19 in 121/21) (ZeJN, 2021). Za razliko od predhodne ureditve uredba ne določa več obveznih okoljskih zahtev, temveč so v 6. členu določeni **okoljski vidiki** (i.) energijska učinkovitost in uporaba obnovljivih oziroma drugih alternativnih virov energije; ii.) učinkovita in ponovna raba vode; iii.) učinkovita raba virov; iv.) preprečevanje nevarnosti za zdravje ali okolje zlasti onesnaževanje zraka, voda in tal ter zmanjševanje biotske raznovrstnosti; v.) ponovna raba sekundarnih surovin in izdelkov ter preprečevanje ter zmanjševanje nastajanja odpadkov, vključno zaradi daljše življenjske dobe blaga in gradnje; vi.) spodbujanje uporabe proizvodov, ki se lahko večkrat uporabijo, namesto takih za enkratno uporabo, spodbujanje popravil, priprave in predelave odsluženih izdelkov in odpadkov za ponovno uporabo ter recikliranje), ter tudi **konkretni cilji** (navedenih je skupno 30 ciljev), ki jih mora doseči v vsakem postopku javnega naročanja za predmete iz 4. člena uredbe. Uredba po zadnji novelaciji v letu 2022 določa 22 predmetov javnega naročanja (tabela 1) za katere so v uredbi določeni tudi okoljski vidiki in cilji zelenega javnega naročanja, pri čemer se izpostavlja tudi izjeme. S primeri okoljskih zahtev in meril pri zelenem javnem naročanju v splošnem zakonodajalec asistira naročnikom, konkretno ožje področje gradbeništva (brez notranje opreme zgradb) relevantno za to projektno nalogo pa naslavlja stenske plošče (P12), projektiranje in gradnja poslovnih in upravnih stavb (P14), projektiranje obnove

oz. izvedbe obnove ceste, stavbno pohištvo (P21) in protihrupne ograje (P22). Z dopolnitvijo Uredbe o zelenem javnem naročanju v letu 2021 je poleg poslovnih in upravnih stavb (CC-SI 122 - stavbe javne uprav, banke, pošte, zavarovalnice, konferenčne stavbe, idr.) upoštevanje okoljskih ciljev razširjeno še na stavbe splošnega družbenega pomena CC-SI 126 – stavbe za kulturo, razvedrilo, šport, izobraževanje (izjema so bolnišnice in klinike) ter stanovanjske stavbe za posebne družbene skupine (oskrbovana stanovanja, domovi za starejše osebe, študentski domovi (CC-SI 113)). Delež javnih naročil v gradbeništvu v letu 2022 v Sloveniji predstavljajo največji delež javnih naročil skoraj 70 % ZeJN (MJU 2023), podatki o oddanih javnih naročilih so zbrani na portalu »Elektronsko javno naročanje«, javna naročila so v bazo dodana in razvrščena na podlagi šifrantov. Velja izpostaviti, da se število oz. vrednost ZJN na področju gradnje povečuje, tako številčno kot vrednostno: v 2020 465 naročil (vrednostno 45,5%), v 2021 619 naročil (vrednostno 54 % ZJN)) in v 2022 657 naročil (vrednostno 70 % ZJN).

Tabela 1: Pregled stanja na področju zelenega javnega naročanja v Sloveniji (CIRCABC, 2023)

Politični okvir	Institucije odgovorne za implementacijo GGP	Ministrstvo za naravne vire in prostor / Ministrstvo za javno upravo
	Veljavna nacionalna strategija ZJN: pretekla Nacionalni akcijski načrt: sprejet 5/2009 Zadnja posodobitev ZJN: 2022	pretekla sprejet 5/2009 2022
	Cilji ZJN	ZJN obvezno za 22 skupin proizvodov (dodano stavbno pohištvo in protihrupne ograje) 6. člen Uredbe ZJN določa okoljske vidike in cilje zelenega javnega naročanja
	Povezave z ostalimi relevantnimi politikami	ZJN predstavlja prioriteto v Kažipotu prehoda v zeleno gospodarstvo ZJN predstavlja eno meril programa za zmanjševanja toplogrednih izpustov
Pravni okvir		Uredba o zelenem javnem naročanju (ZJN-3, 2022)
Implementacija	Razvoj kriterijev ZJN na nacionalni ravni	DA
	Ali so nacionalni kriterij ZJN zasnovani na evropskih	DA, v veliki meri
	Cilji ZJN	ZJN obvezno za 22 skupin proizvodov (dodano stavbno pohištvo in protihrupne ograje) 6. člen Uredbe ZJN določa okoljske vidike in cilje zelenega javnega naročanja
	Povezave z ostalimi relevantnimi politikami	ZJN predstavlja prioriteto v Kažipotu prehoda v zeleno gospodarstvo ZJN predstavlja eno meril programa za zmanjševanja toplogrednih izpustov
	Skupine proizvodov, za katere so bile razvite nacionalne smernice / kriteriji	P1: Električna energija P2: Živila in gostinske storitve P3: Tekstilni izdelki P4: Pisarniški papir in higienski papirnati izdelki P5: Elektronska pisarniška oprema P6: Televizorji P7: Hladilniki, zamrzovalniki in njihove kombinacije, pralni stroji, pomivalni stroji, sušilni stroji, sesalniki in klimatske naprave P8: Pohištvo P9: Grelniki vode, grelniki prostora in njihove kombinacije ter hranilniki tople vode P10: Sanitarne armature P11: Stranišča na splakovanje in pisoarji P12: Stenske plošče P12: Stenske plošče P13: Projektiranje in gradnja poslovnih in upravnih stavb P14: Projektiranje obnove oziroma izvedba obnove cest P15: Vozila za cestni prevoz in storitve prevoza P16: Pnevmatike P17: Električne sijalke in svetilke ter razsvetljava v notranjih prostorih P18: Cestna razsvetljava in prometna signalizacija P19: Čistila, storitve čiščenja in storitve pranja perila P20: Vrtnarske storitve, kmetijski in drugi izdelki ter oprema in stroji za vrtnarjenje P21: Stavbno pohištvo P22: Protihrupne cestne ograje
	Skupine proizvodov, za katere so evropske smernice ZJN priporočljive	/
Nadzor	Spremljanje/ nadzor - izvedba	Letno statistično poročilo, splošni nadzor javnega naročanja (sistem el. naročanja)
	Spremljanje/ nadzor – kdo, kaj	V letu 2022 opravljen nadzor s poudarkom na učinkih ZJN – delež, zmanjšanja emisij toplogrednih plinov ekonomskih in socialnih učinkov
	Spremljanje/ nadzor – rezultati	Letno statistično poročilo, nadzor nad izvrševanjem vrši Inšpektorat za kmetijstvo, gozdarstvo, lov in ribištvo

V navedenih primerih okoljskih meril so navedeni tudi minimalni specifični deleži uporabe lesa ali lesnih tvoriv v in sicer pohištvo v obsegu vsaj 70 % prostornine izdelka; uporaba vsaj 10 % recikliranega lesa pri proizvodnji stenskih plošč; delež lesa v stavbnem pohištvo vsaj 80 % volumna vgrajenega materiala in delež lesa ali lesnih tvoriv v stavbah znaša najmanj 30 % prostornine vgrajenih materialov

(brez notranje opreme, plošče pritlične etaže in pod njo ležečih konstrukcij) pri stavbnem pohištvu najmanj 80 % prostornine (brez stekla in stavbnega okovja) pri protihrupnih cestnih ograjah pa je delež 54 %, razen če predpisi, nameni uporabe, krajevna arhitekturna topologija ali prostorski akt tega ne dovoljujejo (ZJN-3, 2022). Pri projektiranju in gradnji poslovnih in upravnih stavb se lahko namesto predpisanega deleža materialov iz lesa in lesnih tvoriv okoljska sprejemljivost dokazuje s katerim od priznanih sistemov gradnje in certificiranje trajnostne gradnje, kot so npr. DGNB, BREEAM, LEED, kar je primerljivo z ostalimi na tem področju naprednimi evropskimi državami.

Podobno kot v ostalih evropskih državah tudi v Sloveniji tečejo različne aktivnosti za doseganje okoljskih ciljev, to je učinkovitega prehoda v nizko ogljično družbo, kar je tudi poglavitni cilj projekta CARE4CLIMATE (<https://www.care4climate.si/sl>). V okviru projekta je bila izdelana podrobna analiza učinkov zelenega javnega naročanja v Republiki Sloveniji (Lakić in sod, 2022). Študija navaja:

- V letu 2020 ZJN v Sloveniji po vrednosti predstavljala skoraj 20 % vseh javnih naročil.
- Vrednost ZJN vrednostno ni upadlo, je pa številčno- kar se gradnje tiče iz 536 v letu 2018 na 181 v letu 2020, število se je povečalo v 2021 na 619 (vrednostno 54 % ZJN)) in v 2022 na 657 (vrednostno 70 % ZJN).
- Za področje projektiranja in/ali izvedbe gradnje so identificirani naslednji učinki:
 - o Okoljski: izpusti CO₂, poraba energije, poraba vode, uporaba lesa, kvaliteta zraka, kvaliteta bivanjskega okolja.
 - o Ekonomski: prihranki, konkurenčnost, inovativnost, zaposlitve, povezovanje podjetij, optimizacija dobavnih verig.
 - o Družbeni: zaposlovanjem delovni pogoji, učinki na porazdelitev prihodkov, družbeno zaščito in vključenost, upravljanje sodelovanje, dobra uprava, javno zdravje, varnost in zdravstveni sistem, kultura, vpliv v drugih (tretjih) državah.
- Pri projektiranju in/ali izvedbe gradnje zahteva po deležu lesa (30 %) v razpisnih pogojih ni vedno podana, zahteva po naprednih sistemih certificirane gradnje ni bila zahtevana v nobenem primeru.
- V splošnem je gradnja z lesom dražja od tradicionalne gradnje in neposrednih prihrankov ne dosežemo (kar potrjujejo tudi zaključki te študije), dodatni vzroki za ne izpostavljanje rabe lesa, identificirani z anketo pa so tudi premalo znanja in izkušenj s strani projektantov in arhitektov, kompleksnost, dolgi dobavni roki proizvodov iz lesa, pomanjkanje izvajalcev, skrb pred vzdrževanjem in življenjsko dobo ter tudi lobiranje izvajalcev klasičnih gradenj.
- Dolgoročno se izkazuje da ima uporaba lesa pri gradnji zelo velik ekonomski učinek na celotno verigo lesnih dejavnosti, saj je gradnja hitrejša in hkrati podpiramo krožno gospodarstvo in rabo nizko ogljičnih materialov, s čimer – z ustrezno izbiro materialov in dobaviteljev podpiramo domač vir in spodbujamo domačo dejavnost in podjetja.

Zaključki (DS4)

Na podlagi pregleda domače in tuje literature, individualnih razgovorov z deležniki v procesu (zelenega) javnega naročanja in ostalih v okviru projektne naloge izvedenih aktivnosti se zaključuje:

- Smernice za javno naročanje gradnje, izdaja 1.2 (marec 2023), Uredbo o zelenem javnem naročanju navaja le enkrat in sicer v referencah pravnih podlag. Deležniki bi si želeli podobnih nazornih in uporabniku prijaznih gradiv in izobraževanja in ustrezno podporo tudi glede Uredbe ZeJN, saj so človeški viri pri deležnikih omejeni, zlasti pri manjših deležnikih (npr. majhni subjekti zavezani k ZJN - občine, manjša projektantska oz. gradbena podjetja, ipd).

- Glede na to, da javna naročila v gradbeništvu predstavljajo največji delež javnih naročil (v letu 2022 skoraj 70 % ZeJN) bi bilo smiselno opredeliti dodatne okoljske zahteve in merila oz. razširiti uporabo obstoječih.
- Glede na pridobljene izkušnje, študije (npr. projekt Care4climate) in tudi glede na določila same uredbe ZeJN bi bilo smiselno v prihodnjem letu pričakovati nadgraditve okoljskih zahtev in meril in vključitev dodatnih primerov (npr. talne obloge,...).
- Pojasniti bi bilo treba posamezne nejasnosti pri opredelitvi zahtev pri projektiranju in gradnji poslovnih in upravnih stavb (pri praktičnih primerih se namreč pojavlja le navedba po zahtevi po upoštevanju temeljnih okoljskih zahtev iz uredbo ZeJN).
- Razširitev področja uporabe pri projektiranju in gradnji poslovnih in upravnih stavb tudi na stanovanjske stavbe (gradnja za javna sredstva).
- Pri pripravi okoljskih zahtev in meril je treba odpraviti nedoslednosti / nasprotja glede zakonodaje o dajanju gradbenih proizvodov na trg in gradnje (npr. tehnične zahteve / kriteriji za znova uporabljen gradbeni les, tehnične zahteve pri uporabi lesa za reciklažo).
- Priporočila se re-formulacija in podrobnejša opredelitev primera okoljskih zahtev in meril za stenske plošče (P12) in sicer v obliki splošne razširitve na obloge (stenske in stropne, vključujoč masivne lesene obloge), ter podrobnejša / opredelitev zahtev glede ponovne uporabe materialov oz. njihove reciklaže.
- Posplošena določila za projektiranje in gradnjo poslovnih in upravnih stavb (P14) so v splošnem primerna tudi za načrtovaje objektov vzgoje in izobraževanja, pri čemer se potencialne predmete javnega naročanja lahko razširili na specifične proizvode / dele objektov npr. talne obloge (primerno tudi za poslovne in upravne stavbe), opremo zunanjih igrišč / igrala, ograje, ipd.
- Deležniki pričakujejo, da se učinki ZeJN spremljajo in vrednotijo - ne le zgolj z številom oz. deležem, pogodbene vrednosti ter deležu skupnih javnih naročil.
- Ne glede na zavezanost avtorjev te študije lesu ter tudi na trenutna določila uredbe o ZeJN je le les izpostavljen kot edini (obnovljivi) gradbeni material, čeprav bi - vsaj po posameznih lastnostih - ta atribut pripisali tudi nekaterim drugim materialom.
- Dolgoročno bo namesto opredelitev uporabe posameznih materialov oz. specifikacije predmetov koncept zelenega javnega naročanja temeljil na celostnih gradbenih rešitvah prijaznih do okolja. V splošnem razvoj novih proizvodov rezultira v varčnih in ekološko sprejemljivejših proizvodih z manjšim ogljičnim odtisom, zlasti če ti izhajajo iz lokalnega okolja. Volumska opredelitev deleža naravnih materialov zato ni strokovno povsem utemeljeni pristop pri naslavljanju zelenega oz. trajnostnega javnega naročanja, priporočen in dolgoročno pričakovan bi bil celovitejši pristop pri izbiri proizvodov z manjšim vplivom na okolje. Trenutna ureditev oz. poenostavitev izvira iz časovnih obdobj, ko metodologije in orodja niso bila razvita do te mere da bi omogočala izbiro proizvodov z manjšim vplivom na okolje.
- Do vzpostavitve poenoteni kriterijev oz. metodologij, ki bodo temeljile na okoljskih deklaracijah proizvodov (ker so le-te objektivne (temeljijo na LCA), verodostojne, nevtralne, primerljive, okoljsko usmerjene, odprte – za vse proizvode / storitve in deležnike), LCA, LCC, velja razvijati tudi obstoječi koncept s širitvijo specifičnih primerov okoljskih primerov in zahtev. Na osnovi pregleda izkušenj pri uvajanju ZJN in zaradi kompleksnosti teh metod prehod na nove metodologije namreč ne bo trivialen in bo zahteval daljše časovno obdobje

uvajanja. Smiselno je, da se v prihodnosti poleg okoljskih vplivov bolj izpostavi tudi ostala dva stebra trajnostnega razvoja, gospodarskega in socialnega.

Ovrednotenje ekonomskih in okoljskih učinkov novega modela ZJN (DS5)

Povzetek

V Sloveniji pri vpeljevanju trajnostnega gradbeništva poleg digitalizacije ključno vlogo igrajo javna naročila, kjer investitorji, kot so javne institucije in organizacije, ki jih vodi javni interes, na letni ravni izpeljejo za skoraj 6 milijard evrov javnih naročil (podatek za leto 2022), od tega več kot 1,27 milijarde evrov samo za gradnje. Uredba o zelenem javnem naročanju (Uradni list RS, št. 51/17, 64/19 in 121/21) vpeljana 2017 uveljavlja ukrepe za zmanjšanje emisij CO₂, povečanje energetske učinkovitosti, zmanjšanje količine odpadkov, povečanje uporabe recikliranih materialov in spodbujanje uporabe lesa. S celostnim pristopom spodbuja harmonično delovno okolje, uvaja naprave za varčevanje z vodo ter spodbuja zeleno mobilnost in gradnjo zelenih streh. Eden od ciljev v ZeJN je vključiti vsaj 30 % lesa ali izdelkov na osnovi lesa v prostornino grajenih objektov. Izračunali in primerjali smo okoljske odtise treh vrtecev, ki so bili prvotno projektirani kot klasično zidani objekti ter cenovni vidik materialov. Vrtci so različno veliki in imajo različne zasnove. Leseni vrtci oziroma njihovi prizidki v naši študiji predstavljajo med 52 in 65 % teže njihovih zidanih različic. Izračune okoljskih odtisov smo naredili na podlagi projektantskih popisov, kjer smo imeli dostop do količin vseh relevantnih gradbenih materialov za obe izvedbi vseh treh vrtecev. V obravnavi nismo upoštevali izračunanih vrednosti obratovalnih stroškov in okoljskih potencialov po koncu uporabe materialov vgrajenih v objekte, kar je tudi možno zajeti v LCA. Primerjali smo potencialne okoljske odtise izračunanih s pomočjo metode LCA za primer klasične in lesene gradnje in rezultate preračunali tako na celotno zgradbo, kot tudi na 1t gradbenega materiala vgrajenega v posamezni vrtec. Pri potencialu globalnega segrevanja preračunanega za celotni vrtec opazamo, da je jasna prednost lesenih vrtecev vidna tako v primeru, če upoštevamo pri računu tudi biogeni del CO₂, kot tudi če ga ne. Sekvestracija oziroma absorpcija atmosferskega CO₂ med fotosintezo rastlin, ki ga trajno uskladišči v lesu torej ni edini razlog za boljše odtise. Izračunali smo tudi ostale okoljske parametre in sicer: potencial izčrpanja abiotskih virov za elemente in ločeno za fosilne vire, potencial za zakisovanje, potencial za pojavljanje presežnih hranil, ekotoksičnost za sladkovodne organizme, toksičnost za ljudi, ekotoksičnost za morske vodne organizme, potencial za tanjšanje ozonskega plašča, potencial za nastajanje fotokemičnega ozona ter ekotoksičnost za kopno. Iz ocene ostalih okoljskih parametrov je razvidno, da v večini primerov lesena gradnja povzroči manjše odtise, kot klasična masivna, so pa nekateri okoljski parametri, kjer to ne drži. Pozorni moramo biti na primer pri okoljskem odtisu ekotoksičnost za sladkovodne sisteme, kjer imajo vse verzije pručavenih lesenih objektov slabše okoljske odtise od masivnih. Pomembno je poudariti tudi, da je celotna ocena trajnostnosti lesa kot gradbenega materiala odvisna tudi od dejavnikov, kot so nabavne prakse, gospodarjenje z gozdovi, specifične obdelave proti škodljivcem in trohnenju ter učinkovitost gradbenih procesov. Poleg tega imajo lokalni kontekst in predpisi pomembno vlogo pri določanju splošne izbire gradbenega materiala. Če povzamemo, čeprav imajo lesene zgradbe določene trajnostne prednosti pred betonom, mora izbira med obema materialoma temeljiti na celoviti oceni različnih okoljskih, gospodarskih in družbenih dejavnikov, specifičnih za vsak projekt. Podajanje okoljskih odtisov na 1 t zgradbe ali podajanje le posameznega odtisa, kot je recimo potencial za globalno segrevanje, ni primerno.

Opis problema in ciljev

Globalne podnebne spremembe po svetu povzročajo vse več vremenskih nesreč, kot so suše, poplave, orkani itd. (Furtak in Wolinska, 2023). Če se bo povprečna globalna temperatura v naslednjem stoletju dvignila za 2 °C, se lahko pogostost ekstremnih vremenskih pojavov še poveča. Kako bodo te podnebne spremembe vplivale na posamezne države je odvisno od ranljivosti posamezne države. Države z močnim gospodarstvom, se lahko hitreje prilagajajo tem spremembam, medtem ko revnejše države se bodo še težje spopadale z ekstremnimi vremenskimi razmerami (Yang in Hamori, 2023).

V prihodnosti bodo tako potrebne velike spremembe na vseh ravneh družbe, katere bodo pripomogle k boju proti podnebnim spremembam. Eden glavnih dokumentov na evropski ravni, ki definira področje podnebnih sprememb in ciljev za zmanjšanje izpustov emisij je Pariški sporazum (Pariški sporazum, 2016). Glavni cilj Pariškega sporazuma je doseči podnebno nevtrarno gospodarstvo in družbo do leta 2050. Pariški sporazum so podpisale in ratificirale vse članice Evropske unije, tudi Slovenija (Evropski svet in svet Evropske unije, 2023).

Za doseganje ciljev pariškega sporazuma bodo pomembno vlogo igrale tudi spremembe v gradbenem sektorju. Iz poročilo UNEP-a (United Nations Environment Programme) iz leta 2022, je razvidno da gradbeni sektor porabi 30 % globalne energije in je odgovoren za 27 % svetovnih emisij. Če bi želeli doseči brezogljivo gospodarstvo do leta 2050, bi se morale emisije zmanjšati za kar 98 % glede na raven iz leta 2020 (United Nations Environment Programme, 2022).

V gradbenem sektorju v Sloveniji pomemben del investicij predstavljajo tako imenovana javna naročila. Zavezanci za javno naročanje so "organi Republike Slovenije, organi samoupravnih lokalnih skupnosti in druge osebe javnega prava" (.....), med zavezance tudi sodijo;

- javni skladi, javne agencije, javni zavodi in javni gospodarski zavodi,
- "druge pravne osebe, ki so ustanovljene s posebnim namenom, da zadovoljujejo potrebe splošnega interesa, ki niso industrijske ali poslovne narave, ter so večinsko financirane od državnih ali lokalnih organov oziroma drugih oseb javnega prava ali so pod njihovim upravljavskim nadzorom",
- "javna podjetja, ki opravljajo dejavnosti na infrastrukturnem področju, in drugi subjekti, ki opravljajo dejavnosti na infrastrukturnem področju in so od državnega organa prejeli posebne ali izključne pravice",
- "osebe, ki sicer niso zavezanci za javno naročanje, če gre za naročila, ki jih subvencionirajo ali sofinancirajo naročniki in so izpolnjeni pogoji iz 23. člena Zakona o javnem naročanju".

V letu 2020 je bilo oddanih javnih naročil v vrednosti 5,8 milijarde evrov, od tega so gradnje predstavljale naročila v vrednosti 1,27 milijarde evrov (Fazarinc, 2021).

Za vse gradnje, ki se izvajajo v okviru javnega naročanja je obvezno upoštevanje Uredbe o zelenem javnem naročanju oz. krajše ZeJN (Uredba o zelenem javnem naročanju, 2018). Uredba velja od 1. januarja 2018.

Z uporabo Uredbe o ZeJN se zagotavljajo koraki za zmanjšanje emisij CO₂, zmanjševanje porabe energije, zmanjševanje odpadkov, povečanje recikliranih materialov, spodbujanje uporabe lesa, zdravo in ugodno delovno okolje, vgradnja tehnologij za varčevanje z vodo, spodbujanje mobilnosti in izvedba zelenih streh (Projektiranje in gradnja poslovnih in upravnih stavb. Primeri okoljskih zahtev in meril, 2018).

Uredba prav tako definira več ciljev, ki jih mora naročnik izpolniti pri projektiranju stavb oz. zgradb. Eden izmed ciljev, ki jih določa Uredba o ZeJN in se nanaša na projektiranje in gradnjo stavb je, da delež lesa ali lesnih tvoriv v stavbi zanaša najmanj 30 % prostornine vgrajenih materialov. Med vgrajene materiale se ne šteje notranja oprema, ploščne pritlične etaže in pod njo ležečih konstrukcij. Procent lesa se zmanjša če predpis ali namen uporabe to prepoveduje ali omogoča. Pri čemer je lahko delež lesa za tretjino manjši, če se v stavbo vgradi najmanj 10 % gradbenih proizvodov, ki imajo znak za okolje tipa I ali III. Pri tem cilju velja tudi omeniti, da kadar naročnik projektiranje stavbe odda tako, da uporabi katerega od priznanih sistemov gradnje in certificiranja trajnostne gradnje, kot so DGNB, BREEAM, LEED, ni zavezan slediti cilju glede minimalnega deleža lesa ali lesnih tvoriv v stavbi (Projektiranje in gradnja poslovnih in upravnih stavb. Primeri okoljskih zahtev in meril, 2018).

Projekt je razdeljen v 6 delovnih sklopov skozi katere bodo potekale aktivnosti za doseganje ciljev.

V naslednjih poglavjih bo sledil opis metodologije, rezultatov in interpretacije, ki se nanaša na cilj:

Izračunati razlike med posameznimi glavnimi okoljskimi odtisi za oba tipa gradnje.

Kratek povzetek ključnih ugotovitev iz literature

Trajnostnost gradbenega materiala je odvisna od različnih dejavnikov in konteksta, v katerem se uporablja. Visoke stavbe, kot so nebotičniki, so iz armiranega betona, da vzdržijo tlačne in natezne napetosti ter na primer obremenitve, ki so posledica vetra. Mostovi, ki premoščajo velike razdalje, pa tudi jezovi in vodni rezervoarji, zahtevajo izjemno trdnost betona, pri gradnji cest in avtocest se beton uporablja zaradi trpežnosti in odpornosti na različne vremenske razmere. Pri gradnji predorov beton izberemo med drugim zaradi požarne odpornosti, strukturne celovitosti ter sposobnosti zagotavljanja stabilnih razmer. Pri gradnji čistilnih naprav je ključna korozivna narava odpadnih voda, s katero se beton spopada dokaj uspešno. V morskem okolju, kot so doki, valobrani in morski zidovi, se pogosto uporablja beton zaradi trpežnosti pred izpostavljenostjo slani vodi. Različni industrijski objekti in garažne hiše so zasnovane v betonu zaradi njegove nosilnosti, požarne odpornosti in sposobnosti prenašanja teže vozil. V vseh naštetih primerih bi les kot gradbeni material težko enakovredno nadomestil beton. Zato pri teh grajenih strukturah svoje sile napenjamo v smeri, kako beton tudi okoljsko izboljšati. Po drugi strani pa se zavedamo, da je možno pri določenih objektih beton uspešno nadomestiti z lesom.

Kjer je to mogoče, bi veljalo razmisliti, ali bi lahko objekte gradili iz lesa in s tem morda prispevali k trajnostnim ciljem naše družbe. Razlogi za take usmeritve so: (1) Les je naravni ponor ogljika, kar pomeni, da drevesa med rastjo absorbirajo ogljikov dioksid iz ozračja. Ko se les uporablja v gradbeništvu, shranjeni ogljik »zaklenemo« v stavbe. Ob premišljeni in kaskadni uporabi lesa, lahko tako zelo dolgo ohranimo ogljik shranjen, sprost se namreč šele, ko les zažgemo, (2) Pridobivanje, predelava in transport lesa zahtevajo bistveno manj energije, kot proizvodnja (armiranega) betona, kar vodi v manjši vpliv na okolje v življenjskem ciklu materiala. Proizvodnja cementa, ki je nujen za beton, je energetska intenzivna in povzroča veliko količino CO₂ izpustov, kar prispeva k visokemu ogljičnemu odtisu betonskih zgradb. (3) Les je obnovljiv vir, če z njim gospodarimo trajnostno in odgovorno. Proizvodnja betona, pa tudi jekla in opek, se nasprotno opira na izčrpavanje naravnih virov, kot so apnenec, glina in pesek, njihova količina je končna in omejena. (5) Les ima naravne izolacijske lastnosti, ki lahko pomagajo zmanjšati porabo energije za ogrevanje in hlajenje. To lahko prispeva k izboljšani energetske učinkovitosti lesenih zgradb. Uporabniki pogosto poročajo tudi višje bivalno ugodje. (6) Les je vsestranski material, ki omogoča kreativno arhitekturno oblikovanje. Ta prilagodljivost lahko vodi do

inovativnih metod gradnje in prilagodljivih struktur. Poleg tega lesene zgradbe pogosto zgradimo hitreje in z manj motnjami v okoliškem okolju v primerjavi z betonskimi konstrukcijami.

Našli smo tri študije primerjave stroškov za leseno in masivno gradnjo. Prva študija (Shafayet et al, 2021) se osredotoča na ovrednotenje stroškov projekta masivne lesene stolpnice in primerjave s stroški iste stavbe, zasnovane v betonu. Ugotovitve kažejo, da so stroški gradnje masivne lesene stavbe za 6,43 % višji od modelirane betonske alternative, kar je v skladu s prejšnjimi študijami, ki so poročale, da so stroški lesene gradnje za 2–6 % višji od tradicionalnih armirano betonskih konstrukcij. Študija kategorizira gradbene dejavnosti v 17 različnih skupin, tudi na primer natančne stroške uporabe žerjavov. Raziskovalci so sklenili, da so stroški osebja pri masivni leseni gradnji višji od tradicionalnih stroškov delovne sile. Študija prav tako analizira spremembe v projektu (identificirali so kar 205 sprememb, ki so povečali končne stroške gradnje za 5,62 %). Spremembe zahtevajo večinoma zunanji svetovalci, ki se v projekt vključujejo (pre)pozno. Rešitve za zmanjšanje stroškov, ki jih predlagajo v tej študiji, vključujejo znižanje stroškov inženirskega lesa, optimizacijo uporabe opreme, razvoj kvalificiranih strokovnjakov za gradnjo z lesom, ter razširitev proizvodnih zmogljivosti za masivno lesno proizvodnjo. Poleg tega študija kaže, da lahko boljše usklajevanje, predhodno načrtovanje in izkušene ekipe za vodenje projektov pomagajo ublažiti posledice naknadnih sprememb projektov.

Druga študija (Baloi, 2003) poudarja, da so prekoračitve stroškov pogosta težava v gradbeništvu, ki povzroča znatne finančne izgube za naročnike in izvajalce. Študija poudarja, da se izvajalci gradbenih del soočajo s pomembnimi izzivi pri soočanju z globalnimi dejavniki tveganja, pri čemer pogosto nimajo učinkovitih tehnik in orodij za obravnavo teh tveganj. Tradicionalno obvladovanje tveganj se močno zanaša na subjektivno presojo, zaradi česar je manj natančno in odporno na matematično analizo. Članek nakazuje potrebo po raziskovanju novih pristopov za modeliranje, ocenjevanje in upravljanje tveganja, pri čemer so obetavni rezultati vidni pri uporabi teorije mehkih množic in tehnologij sistema za podporo odločanju. Ta pristop vključuje identifikacijo ključnih globalnih dejavnikov tveganja, definiranje jezikovnih spremenljivk, ustvarjanje zanesljivih funkcij članstva in izgradnjo baze znanja za povečanje ozaveščenosti izvajalcev in jim omogoča, da sprejmejo ustrezne ukrepe za ublažitev tveganj, ki vplivajo na stroškovno uspešnost.

Tretja študija (Iyer et al, 2005) je uporabila vprašalnike, da bi odkrila kritične točke za uspeh projekta. Ključni dejavniki uspeha, so zaključili raziskovalci, vključujejo učinkovito spremljanje in povratne informacije s strani vodje projekta in ekipe, močno koordinacijo in odnos z vodstvom, pozitiven odnos udeležencev projekta in tehnično usposobljenost vodje projekta. Kritični atributi neuspeha vključujejo slabo upravljanje s človeškimi viri, neustrezno pripravljen projekt, uveljavljanje interesov strank in konflikte med vodjo projekta in ostalim vodstvom. Izvajalci in lastniki se večinoma strinjajo glede teh faktorjev za uspeh. Študija poudarja pomen ne samo maksimiranja dejavnikov uspeha, temveč tudi zmanjšanja negativnega vpliva dejavnikov neuspeha. Usklajevanje med udeleženci projekta je poudarjeno kot najpomembnejši dejavnik, ki zahteva programe usposabljanja in redna srečanja za izboljšanje te veščine, zlasti ko projekti postajajo vse večji in kompleksnejši. Študija ugotavlja, da ključni dejavniki uspeha ostajajo dosledni prek geografskih meja, kar je v skladu z ugotovitvami v razvitih državah.

Izziv, s katerim smo se soočali pri naši študiji je, da nismo našli virov podatkov o možnosti dodatnih del pri leseni ali pri klasični gradnji in tudi nismo dobili ocene stroškov vgradnje posameznega materiala. To bi presegalo obseg dela in stroške predvidene v tem projektu.

Uporabljena metodo dela

V delovnem sklopu 5 z naslovom "Ovrednotenje ekonomskih in okoljskih učinkov novega modela ZeJN" v obravnavanem projektu smo primerjali leseno in klasično masivno gradnjo. DS 5 je vodil Zavod za gradbeništvo Ljubljana, ob pomoči UL, Biotehniška fakulteta in podjetja CBD d.o.o., ki je pomagal s pridobivanjem podatkov.

Za primerjavo klasične in lesene gradnje smo v okviru projekta izbrali tri vrtce, in sicer; Čebelica, Galjevica in Pedenjped. Vrtci se razlikujejo glede na tipologijo gradnje. Vrtec Čebelica je pritlični objekt, vrtec Galjevica je prizidek in vrtec Pedenjped je nadstropni objekt (P+N). Za vse tri vrtce je podatke priskrbel partner CBD d.o.o.. Podjetje CBD d.o.o. je posredovalo popise za leseno in klasično gradnjo.

Pri leseni gradnji se za nosilno konstrukcijo uporablja križno lepljen les oz. krajše CLT (cross-laminated timber), pri klasični gradnji pa armiran beton. Pomembna razlika med leseno in klasično gradnjo je tudi v debelini izolacije. Pri klasični gradnji je izolacija debelejša za 4 cm, kot v primeru lesene gradnje. Za primerjavo o okoljskih vplivih smo se odločili da bo poraba energije za ogrevanje v obeh primerih enaka.

Za primerjavo obeh tipov gradenj je bila izbrana metoda LCA (Life cycle assesment). LCA je standardizirana in mednarodno uveljavljena metoda (SIST EN ISO 14040:2006, Ravnanje z okoljem – Ocenjevanje življenjskega cikla), s katero ugotavljamo potencialne vplive proučevanih proizvodov ali procesov na okolje. Za vrednotenje vplivov je potrebno zbrati vhodne in izhodne podatke sistema, ki ga preučujemo. Značilnost metode LCA je, da so okoljski vplivi ovrednoteni skozi različne stopnje življenjskega cikla in da ugotavljamo vplive na različne okoljske kazalce.

Rezultati vplivov na okolje so predstavljeni z dvanajstimi indikatorji oziroma vplivnimi kategorijami (Tabela 1) po metodi CML2001 - Aug. 2016. Metoda CML 2001, ki so razvili na Univerzi v Leidnu (Nizozemska) (Guinée in sodelavci, 2002), je ena izmed najpogosteje uporabljenih metod za izračun vplivnih kategorij na t.i. »midpoint« nivoju. Metoda je v skladu s standardom ISO14040 in upošteva najnovejša znanstvena dognanja pri izračunu karakterizacijskih faktorjev (JRC EU Comission, 2010).

Tabela 2: Indikatorji okoljskih vplivov

Indikatorji okoljskih vplivov	Okrajšav	Enota	Opis
Izraba abiotskih virov (surovin)	ADP-el.	kg Sb ekv.	Abiotski viri so naravni viri (vključno z energetskimi viri), kot je železova ruda, surova nafta in vetrna energija, ki veljajo za nežive. Odvisno od definicije, ta kategorija vključuje samo naravne vire ali naravne vire, zdravje ljudi in naravno okolje
Izraba abiotskih virov (fosilnih goriv)	ADP-fos.	MJ, net kalorična vrednost	Abiotski viri so naravni viri (vključno z energetskimi viri), kot je železova ruda, surova nafta in vetrna energija, ki veljajo za nežive. Odvisno od definicije, ta kategorija vključuje samo naravne vire ali naravne vire, zdravje ljudi in naravno okolje. V tem primeru se izraba abiotskih virov nanaša le na fosilna goriva.
Potencial za zakisljevanje zemlje in vode	AP	kg mol H ⁺ ekv.	Potencial za zakisljevanje zemlje in vode zajema onesnaževala, ki imajo različne vplive na tla, podtalnico, površinske vode, biološke organizme, ekosisteme in materiale. Morebitne posledice vključujejo smrtnost rib, propadanje gozdov in drobljenje gradbenih materialov. Glavna onesnaževala, ki povzročajo zakisljevanje so SO ₂ , NO _x , in NH _x .
Potencial za eutrofikacijo	EP	Kg PO ₄ ekv	Potencial za eutrofikacijo zajema vse možne vplive previsokih ravni makrohranil, med katerimi sta najpomembnejša N in P. Hranila lahko povzročijo nezaželeno spremembo vrstne sestave in povišano biomaso v vodnih in kopenskih ekosistemih.
Potencial ekotoksičnosti sladke vode	FAETP	kg DCB eq.	Potencial ekotoksičnosti zajema vplive strupenih snovi na vodne in kopenske sisteme.
Potencial globalnega segrevanja	GWP 100 years	kg CO ₂ eq.	Potencial globalnega segrevanja zajema podnebne spremembe, ki so inducirane s strani človeških emisij. Večina teh emisij ima vpliv na toplotno absorpcijo atmosfere, kar ima lahko negativne posledice na zdravje ekosistemov, ljudi in materialno blaginjo.

Indikatorji okoljskih vplivov	Okrajšav	Enota	Opis
Globalno segrevanje izklj. biogeni ogljik	GWP 100 years	kg CO ₂ eq.	Potencial globalnega segrevanja zajema podnebne spremembe, ki so inducirane s strani človeških emisij. Večina teh emisij ima vpliv na toplotno absorpcijo atmosfere, kar ima lahko negativne posledice na zdravje ekosistemov, ljudi in materialno blaginjo. Ta indikator v izračunih ne upošteva biogenega ogljika.
Potencial toksičnosti za ljudi	HTP	kg DCB eq.	Potencial toksičnosti za ljudi zajema vplive strupenih snovi prisotnih v okolju na zdravje ljudi.
Potencial ekotoksičnosti morske vode	MAETP	kg DCPB eq.	Potencial ekotoksičnosti morske vode zajema vplive strupenih snovi na morske vodne ekosisteme.
Potencial za razgradnjo ozona	ODP	kg R11 eq.	Potencial za razgradnjo ozona zajema tanjšanje stratosferske plasti ozona kot posledica antropogenih emisij. To povzroča, da večji del sončnega sevanja UV-B doseže zemeljsko površje, kar lahko škodljivo vpliva na zdravje ljudi, živali, kopenske in vodne ekosisteme, biokemične cikle in materiale.
Potencial za fotokemično nastajanje ozona	POCP	kg Ethene eq.	Potencial za fotokemično nastajanje ozona zajema nastajanje reaktivnih kemičnih spojin, (napr. Ozon), kot posledica interakcije sončne svetlobe z nekaterimi onesnaževali (napr. hlapne organske spojine, ogljikov monoksid, peroksiacetilnitrat). Tovrstno nastajanje ozona pogosteje imenujemo tudi poletni smog.
Potencial ekotoksičnosti kopenskih sistemov	TETP	kg DCB eq.	Potencial ekotoksičnosti kopenskih sistemov zajema vplive strupenih snovi na kopenske sisteme.

Pri analizi LCA je potrebno določiti tudi systemske meje, ki jih določajo procesi vključeni v analizo LCA. Opredelitev in izbira systemskih meja morata biti skladna s ciljem in obsegom študije, pregledna, natančno določena in jasno razložena. V primeru predstavljena analize LCA so bili upoštevani samo materiali podani v opisu del. To pomeni, da smo LCA izračunali le za module A1-A3 po standardu EN 15804, saj za ostale module nismo imeli na razpolago podatkov.

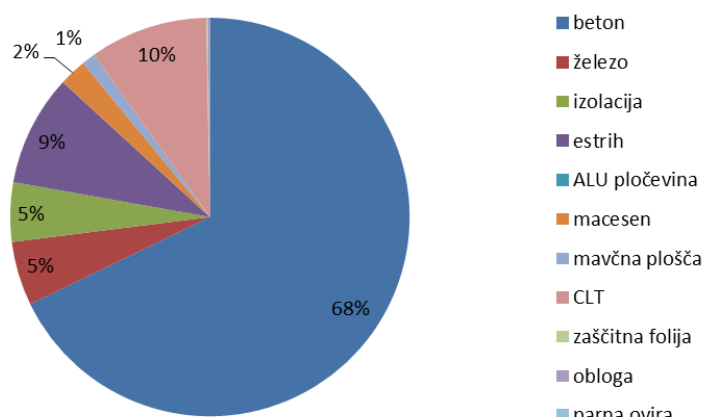
Vsi ustrezni podatki, upoštevani pri analizi življenjskega cikla, so bili numerično modelirani z uporabo podatkovnih baz vključenih v program GaBi (Professional in Ecoinvent). Podatkovna baza vključena v GaBi temelji na primarno zbranih podatkih, ki so bili določeni v povezavi s proizvodnimi podjetji in/ali javnimi organi. Podatki so običajno regionalizirani, nekateri se nanašajo na proizvodne procese v posameznih državah. Uporabnik sam izbira med podatki. Baze podatkov se vsako leto nadgrajuje, kar omogoča uporabo najnovejših podatkov. Obe podatkovni bazi (Professional in Ecoinvent) sta bili ustvarjeni v skladu z ISO in EN standardi, ter mednarodnimi podatkovnimi sistemi za referenčni življenjski cikel (ILCD). V primeru obravnavane analize LCA je bila uporabljena baza Professional, le v primeru križno lepljenega lesa (CLT) je bila uporabljena baza Ecoinvent 3.8, saj baza Professional ne vsebuje ustreznega podatkovnega niza.

Rezultati raziskave

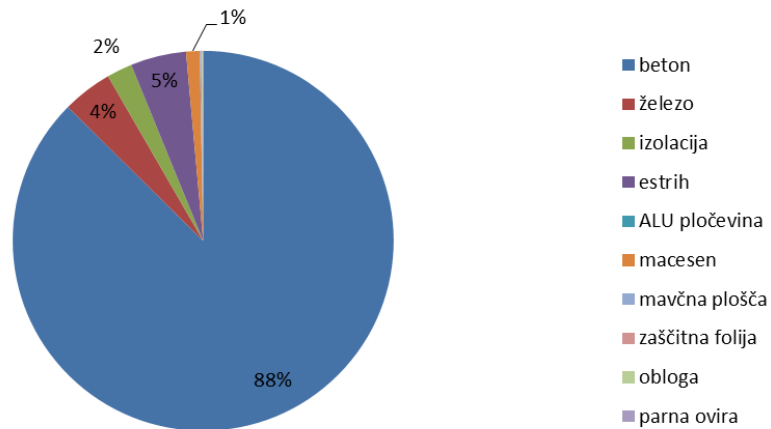
Za primerjavo klasične in lesene gradnje so bili izbrani trije vrtce. Pri vseh vrtcih so bili v analizo LCA upoštevani vhodni materiali za izgradnjo vrtca. Tako so se upoštevali materiali za naslednje dele pri gradnji vrtcev; material za temeljno ploščo, **izolacijo**, zunanjo steno, notranjo steno in streho. Pri vseh treh vrtcih so materiali za temeljno ploščo in **izolacijo** enaki. Medtem ko je razlika pri materialih za zunanjo, notranjo steno in streho. Razlika pri teh delih gradnje je v nosilni konstrukciji in debelini izolacije. Pri klasični gradnji je za nosilno konstrukcijo uporabljen armiran beton, medtem ko pri leseni gradnji CLT. Debelina izolacije je v primeru klasične gradnje debelejša, kot pri leseni gradnji, saj ima les boljšo izolativnost. Poleg tega je v primeru klasične gradnje potrebna večja debelina sten iz armiranega betona, kot v primeru lesene gradnje, kjer je debelina stene iz CLT manjša v primerjavi z armiranim betonom. Rezultati za posamezne vrtce so predstavljeni v naslednjih poglavjih.

Vrtec Čebelica - pritličen objekt

Sliki 1 in 2 prikazujeta težo posameznih materialov na tono celotnega vrtca Čebelica. Kot je razvidno iz grafa se pri obeh tipih gradenj porabi največ betona. Pri leseni gradnji 68 %, medtem ko pri klasični gradnji 20 % več, torej 88 % betona. Razlika 20 % v masi betona, je posledica zamenjave CLT za beton v primeru lesene gradnje pri zunanji, notranji steni in stropu. CLT v primeru lesene gradnje predstavlja 10 % celotne mase na tono celotnega vrtca Čebelica.



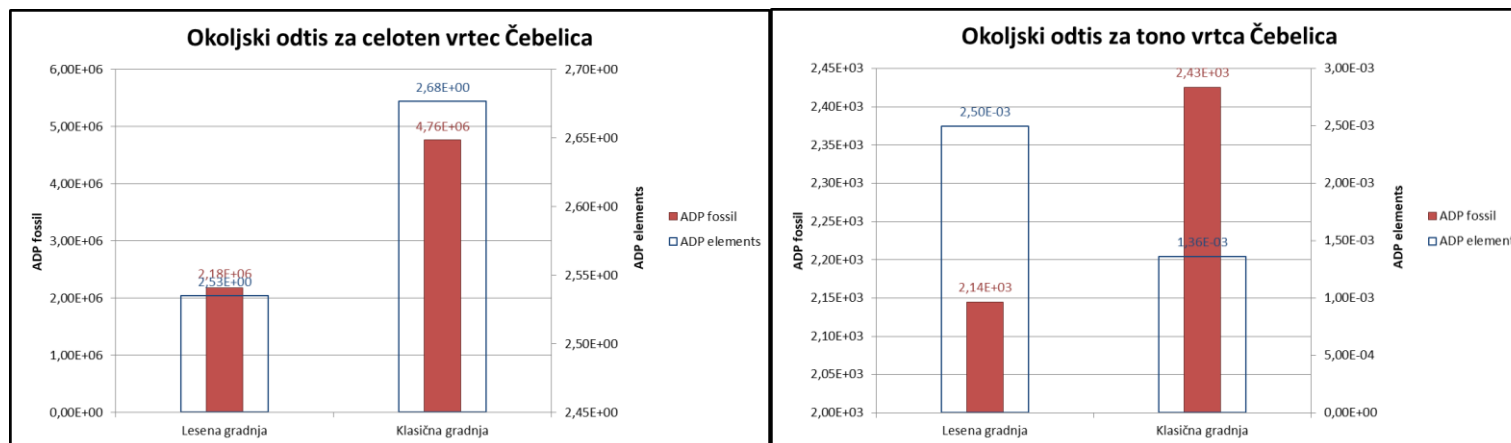
Slika 4: Teža posameznih materialov na tono celotnega vrtca Čebelica, lesena gradnja



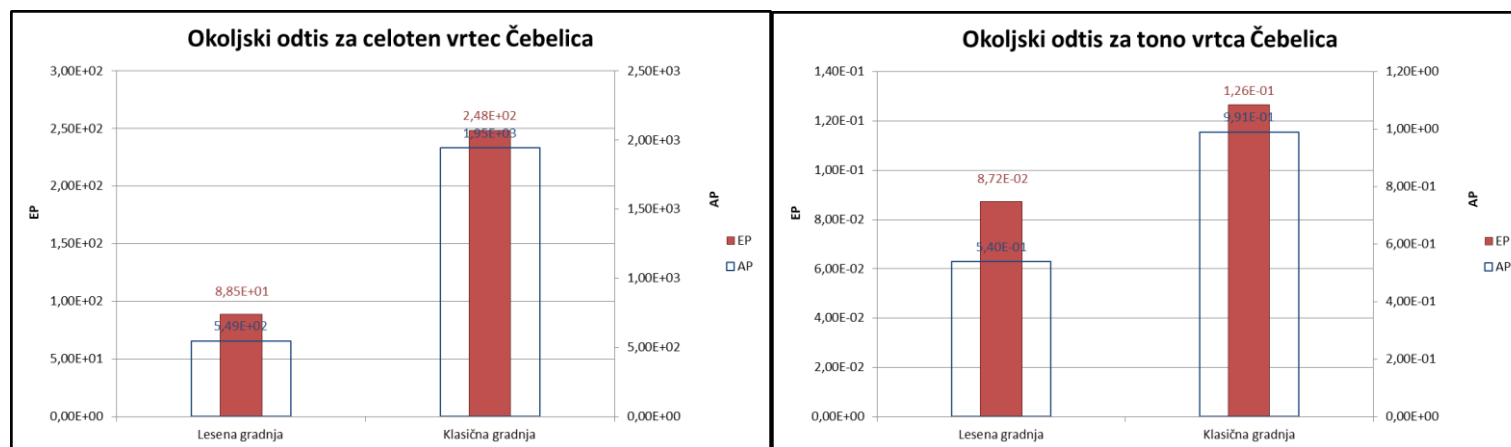
Slika 5: Teža posameznih materialov na tono celotnega vrtca Čebelica, klasična gradnja

Materiali, ki so prikazani na Slika 4 in Slika 5, so bili tudi upoštevani pri izračunu analize LCA po metodi CML2001 - Aug. 2016. Vpliv na okolje je predstavljen skozi dvanajst indikatorjev. Rezultati so grafično prikazani na sliki 1. Na sliki 1 so prikazani rezultati za celoten vrtec in na tono vrtca Čebelica.

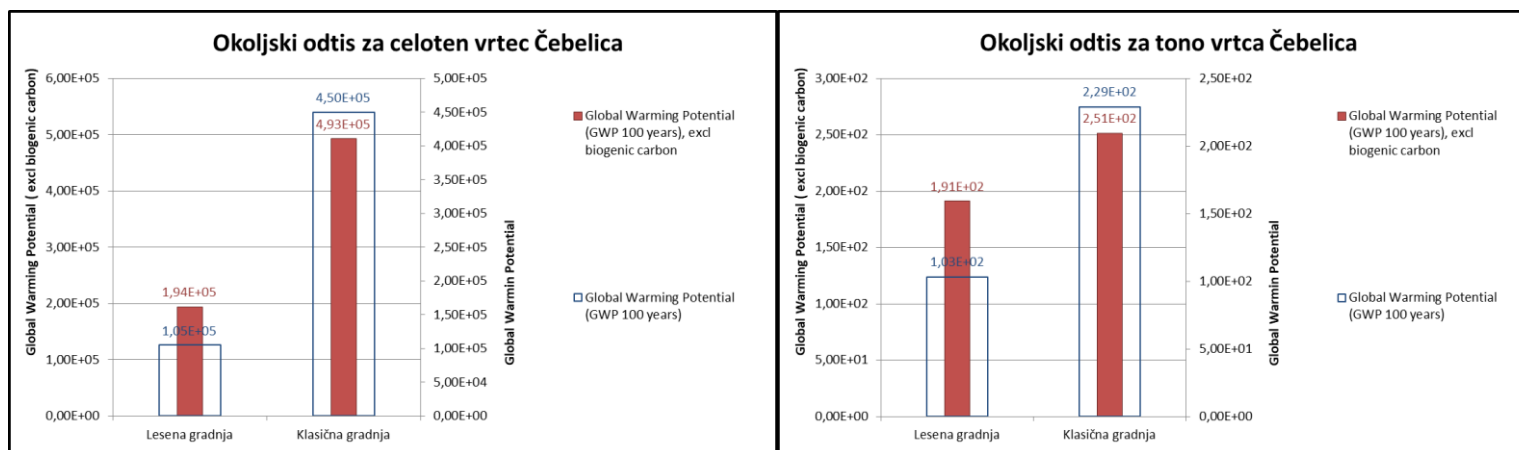
Na slikah 3 do 8 so prikazani izračuni posameznih okoljskih parametrov in sicer levo za celoten objekt in desno preračunano na 1t vgrajenega materiala. Leseni vrtci oziroma njihovi prizidki v naši študiji predstavljajo med 52 in 65 % teže njihovih zidanih različic.



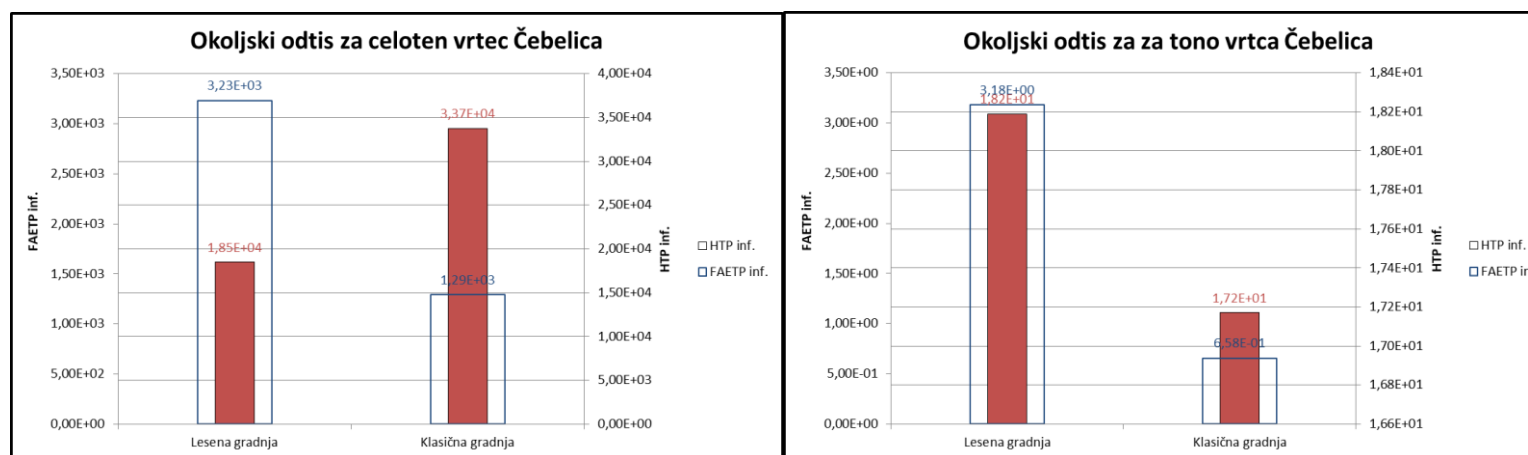
Slika 6: Okoljski indikatorji za celoten vrtec (levo) in na tono vrtca (desno) Čebelica: izčrpavanje elementov – Abiotic Depletion Potential ADP (fosilni: rdeče, ostalo: modro)



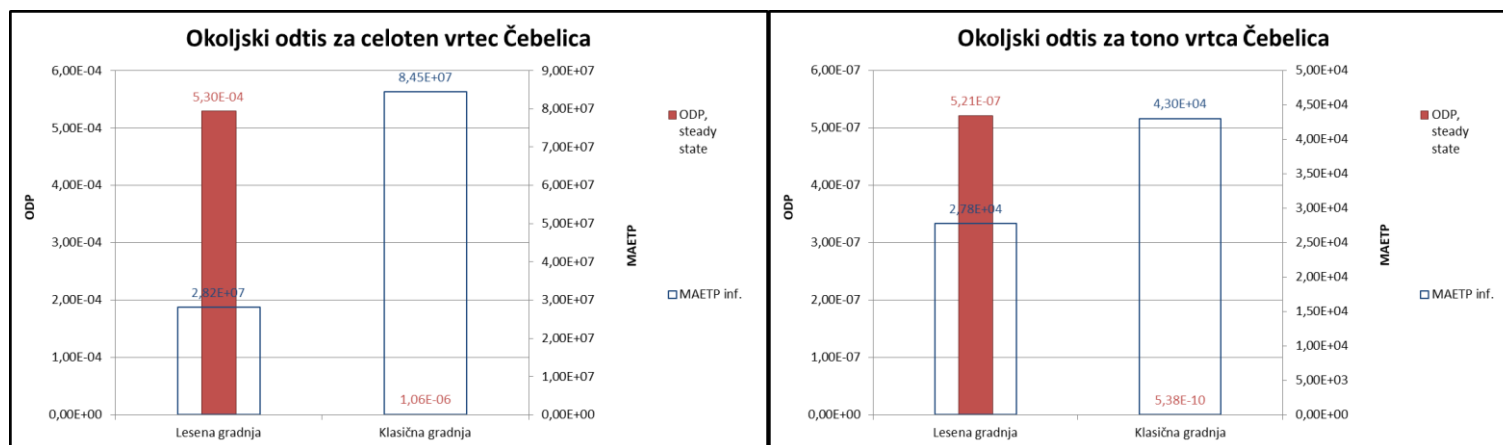
Slika 7: Okoljski indikatorji za celoten vrtec (levo) in na tono vrtca (desno) Čebelica: presežna hranila – Eutrophication EP: rdeče, zakisovanje – Acidification AP: modro



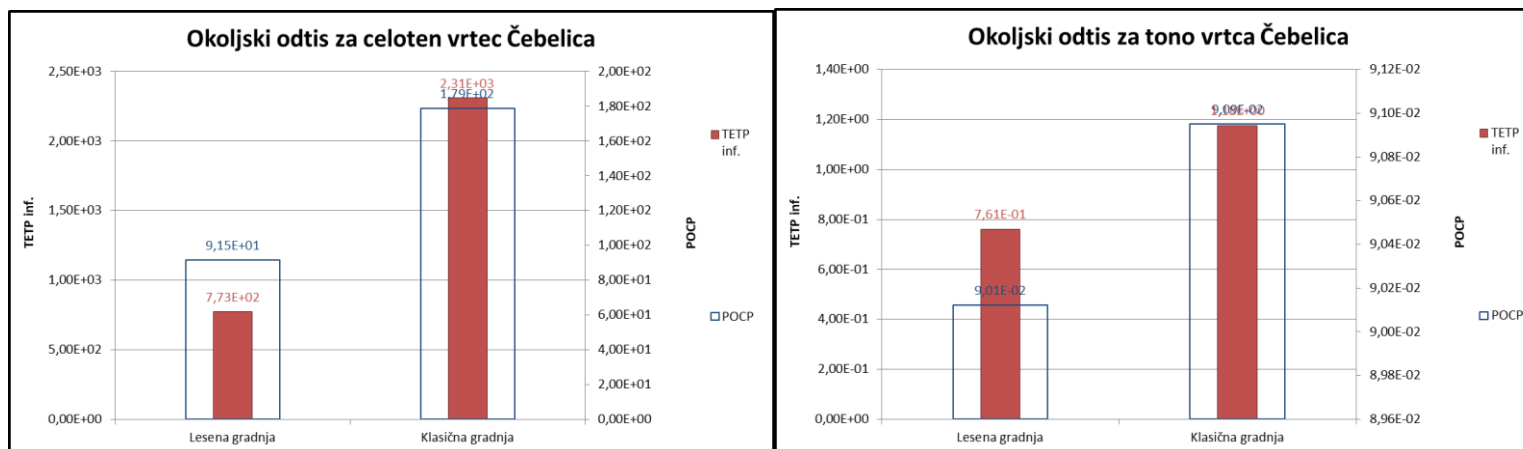
Slika 8: Okoljski indikatorji za celoten vrtec (levo) in na tono vrtca (desno) Čebelica: potencial globalnega segrevanja brez biogenega dela: rdeče, potencial globalnega segrevanja skupaj: modro)



Slika 9: Okoljski indikatorji za celoten vrtec (levo) in na tono vrtca (desno) Čebelica: Toksičnost za ljudi - Human toxicity potential HTP: rdeče, Toksičnost za sveže vode - Freshwater Aquatic Ecotoxicity Potential FAETP: modro)



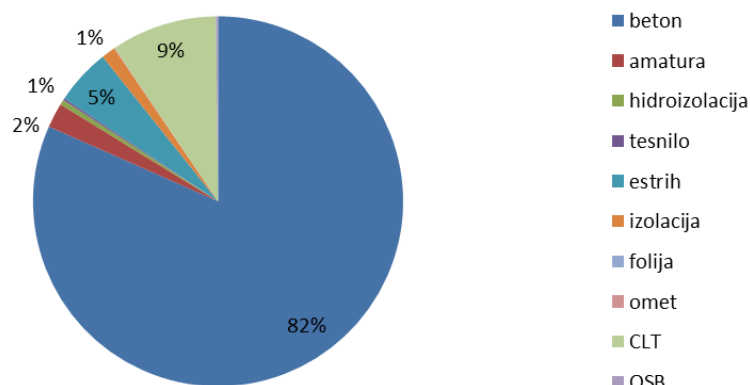
Slika 10: Okoljski indikatorji za celoten vrtec (levo) in na tonu vrtca (desno) Čebelica: Potencial tanjšanja ozona - Ozone Depletion Potential ODP: rdeče, Ekotoksičnost za morja - Marine aquatic ecotoxicity MAETP: modro)



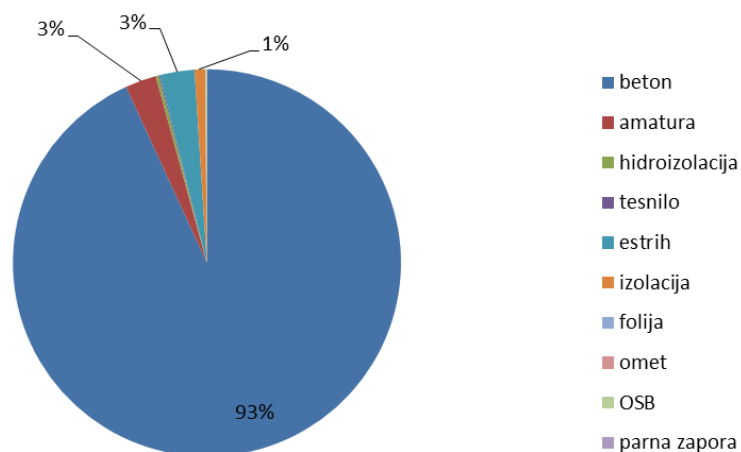
Slika 11: Okoljski indikatorji za celoten vrtec (levo) in na tonu vrtca (desno) Čebelica: Potencial ekotoksičnosti - Eco-toxicity Potential- TETP: rdeče, Potencial nastajanja fotokemičnega ozona - Photochemical Ozone Creation Potential POCP: modro)

Vrtec Galjevica prizidek

Slika 12 in Slika 13 prikazujeta težo posameznih materialov na tono celotnega vrtca Galjevica. Pri obeh tipih gradenj se porabi največ betona. Pri leseni gradnji 82 %, medtem ko pri klasični gradnji 11 % več, torej 93 % betona. Razlika 11 % v masi betona, je posledica zamenjave CLT za beton v primeru lesene gradnje pri zunanji, notranji steni in stropu. CLT v primeru lesene gradnje predstavlja 10 % celotne mase na tono celotnega vrtca Galjevica.

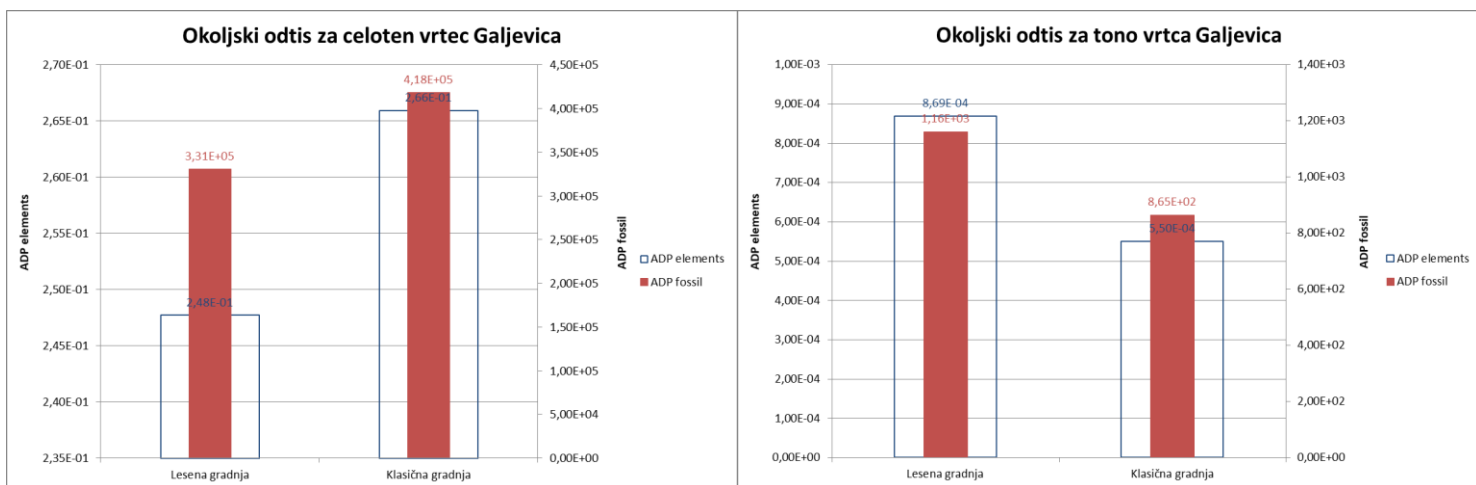


Slika 12: Teža posameznih materialov na tono celotnega vrtca Galjevica, lesena gradnja

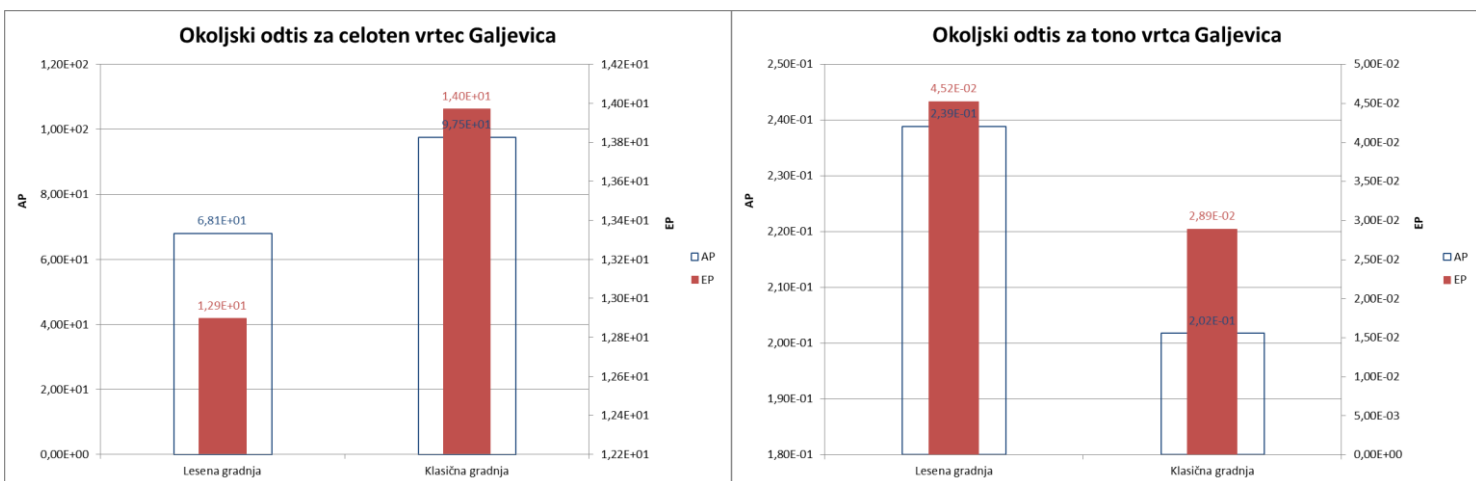


Slika 13: Teža posameznih materialov na tono celotnega vrtca Galjevica, klasična gradnja

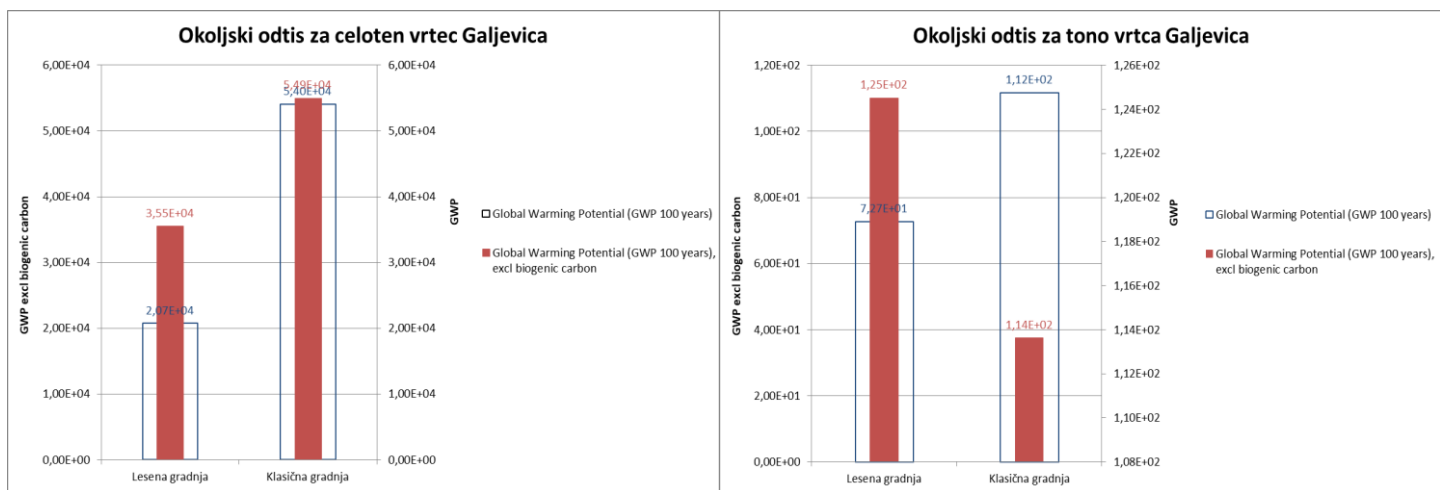
Na slikah 11 do 16 so prikazani izračuni posameznih okoljskih parametrov in sicer levo za celoten objekt in desno preračunano na 1t vgrajenega materiala. Leseni vrtci oziroma njihovi prizidki v naši študiji predstavljajo med 52 % in 65 % teže njihovih zidanih različic.



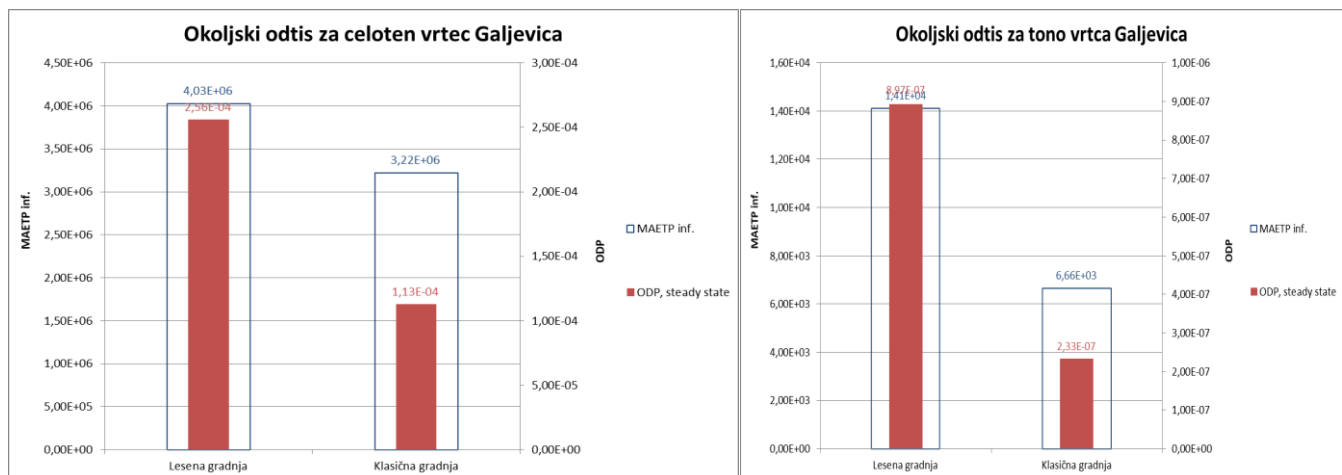
Slika 14: Okoljski indikatorji za celoten vrtec (levo) in na tono vrtca (desno) Galjevica: izčrpavanje elementov – Abiotic Depletion Potential ADP (fosilni: rdeče, ostalo: modro)



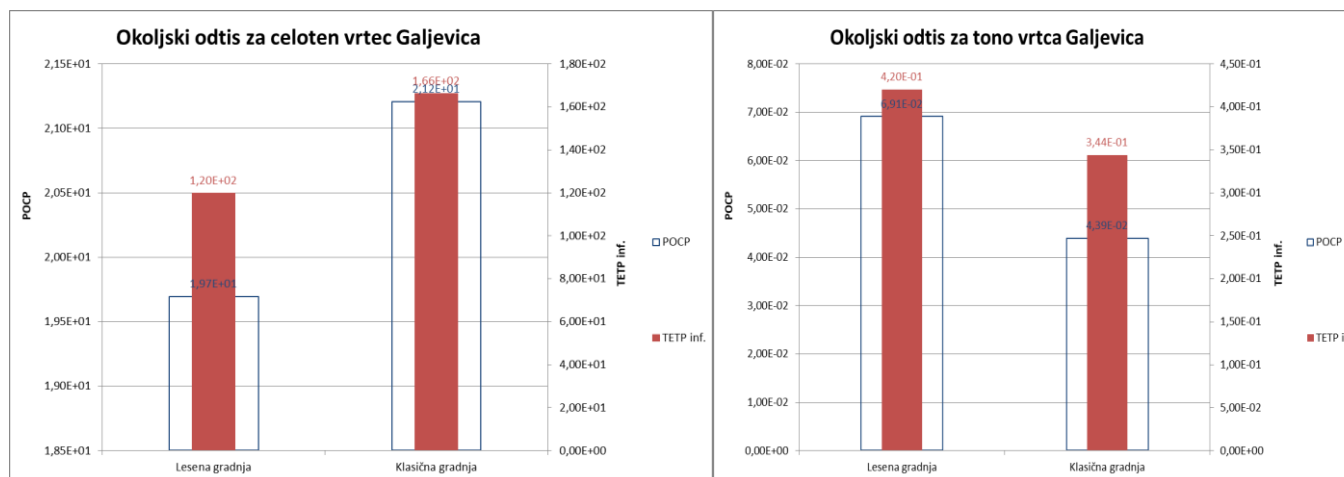
Slika 15: Okoljski indikatorji za celoten vrtec (levo) in na tono vrtca (desno) Galjevica: presežna hranila – Eutrophication EP: rdeče, zakisovanje – Acidification AP: modro)



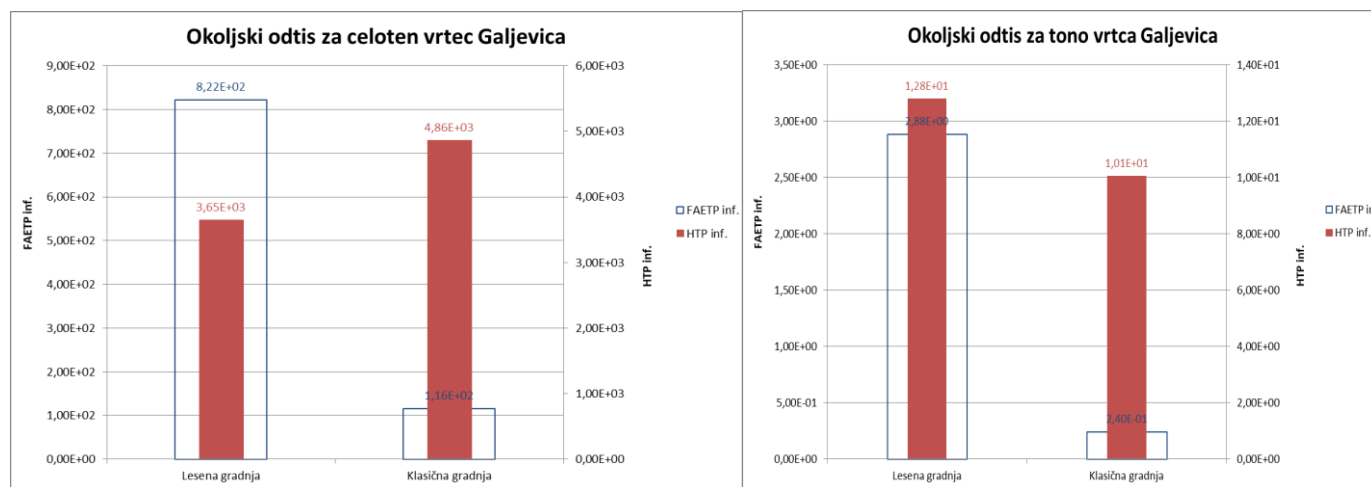
Slika 16: Okoljski indikatorji za celoten vrtec (levo) in na tono vrtca (desno) Galjevica: potencial globalnega segrevanja brez biogenega dela: rdeče, potencial globalnega segrevanja skupaj: modro)



Slika 17: Okoljski indikatorji za celoten vrtec (levo) in na tono vrtca (desno) Galjevica: Potencial tanjšanja ozona - Ozone Depletion Potential ODP: modro, Ekotoksičnost za morja - Marine aquatic ecotoxicity MAETP: rdeče)



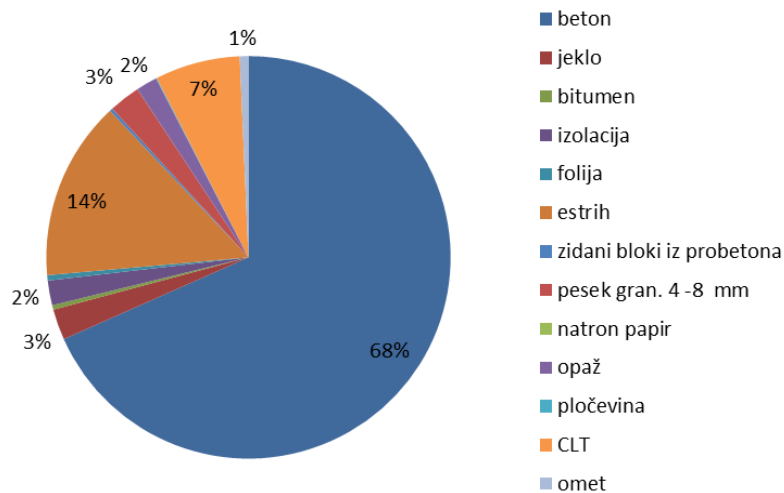
Slika 18: Okoljski indikatorji za celoten vrtec (levo) in na tonu vrtca (desno) Galjevica: Potencial ekotoksičnosti - Eco-toxicity Potential- TETP: rdeče, Potencial nastajanja fotokemičnega ozona - Photochemical Ozone Creation Potential POCP: modro)



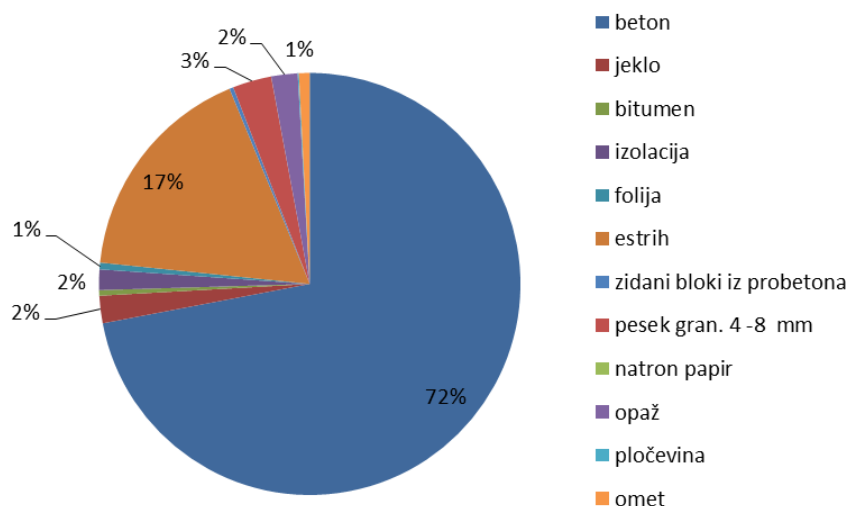
Slika 19: Okoljski indikatorji za celoten vrtec (levo) in na tonu vrtca (desno) Galjevica: Toksičnost za ljudi - Human toxicity potential HTP: rdeče, Toksičnost za sveže vode - Freshwater Aquatic Ecotoxicity Potential FAETP: modro)

3.3 Vrtec Pedenjped – nadstropni objekt

Kot je razvidno iz slik 17 in 18, se pri obeh tipih gradenj porabi največ betona. Pri leseni gradnji 68 %, medtem ko pri klasični gradnji 72 % več, torej 4 % beton. Razlika je tudi v CLT, ki predstavlja 7 % mase pri leseni gradnji.

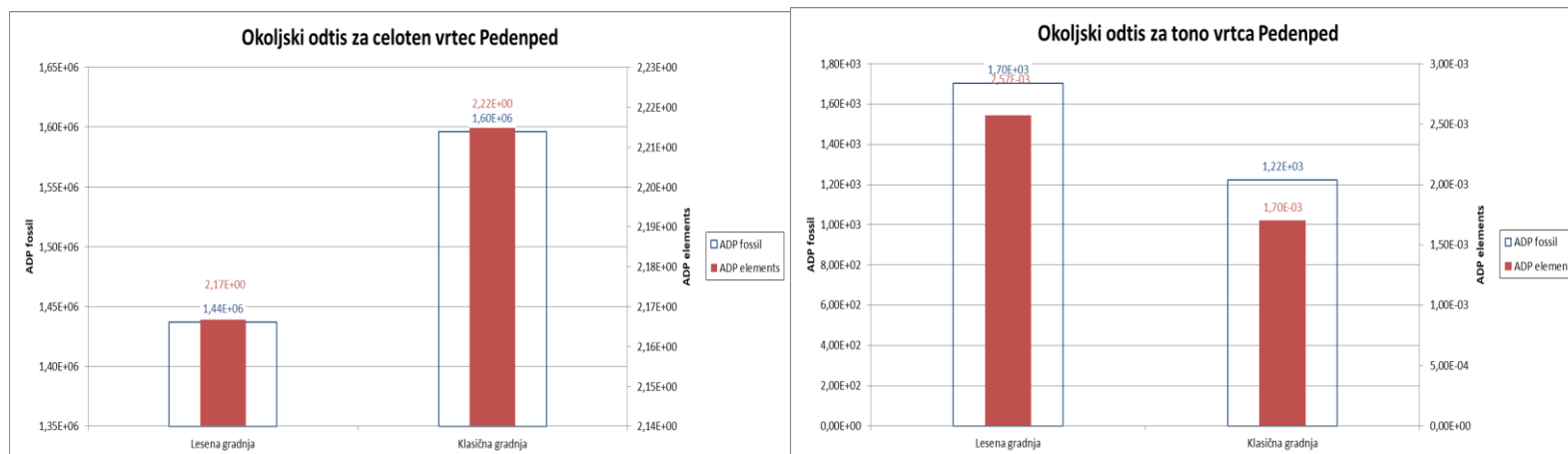


Slika 20: Teža posameznih materialov na tono celotnega vrtca Pedenjped, lesena gradnja

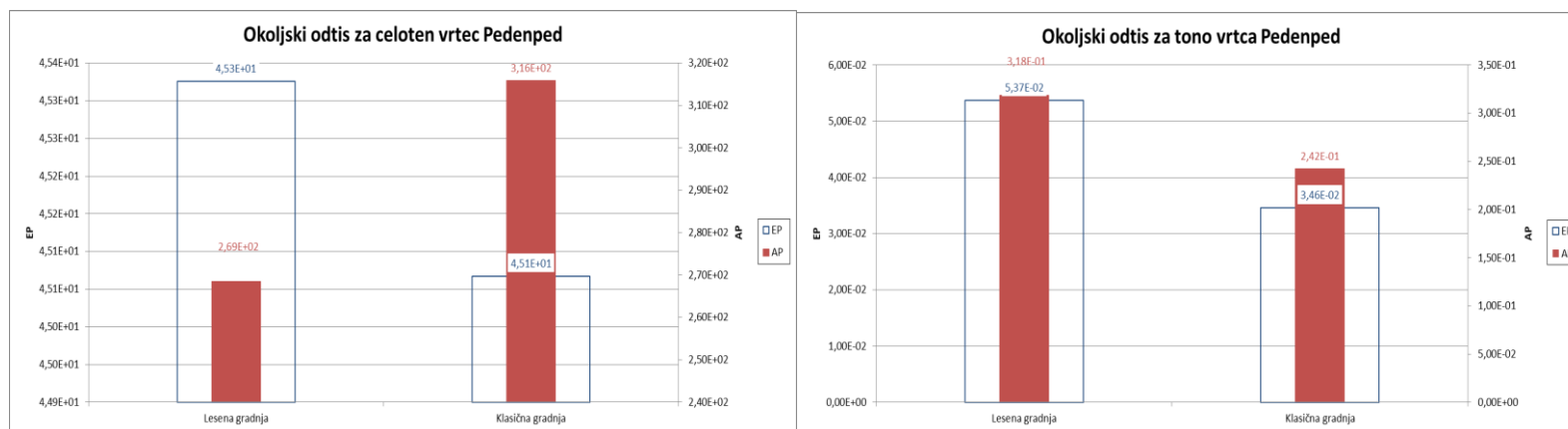


Slika 21: Teža posameznih materialov na tono celotnega vrtca Pedenjped, masivna gradnja

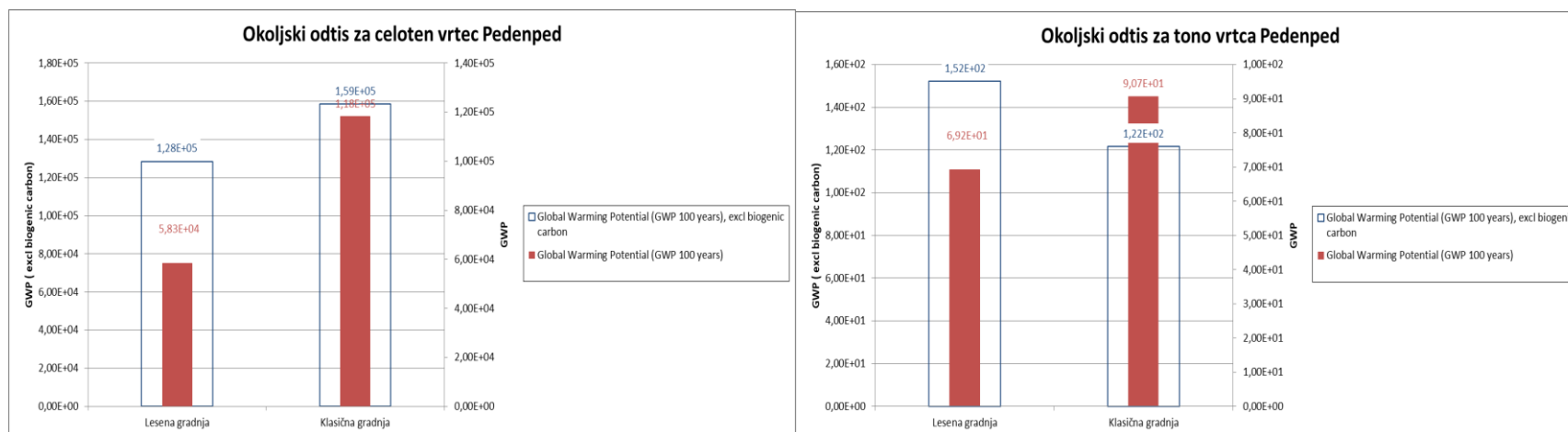
Na slikah 19 do 24 so prikazani izračuni posameznih okoljskih parametrov in sicer levo za celoten objekt in desno preračunano na 1t vgrajenega materiala. Leseni vrtci oziroma njihovi prizidki v naši študiji predstavljajo med 52 in 65 % teže njihovih zidanih različic.



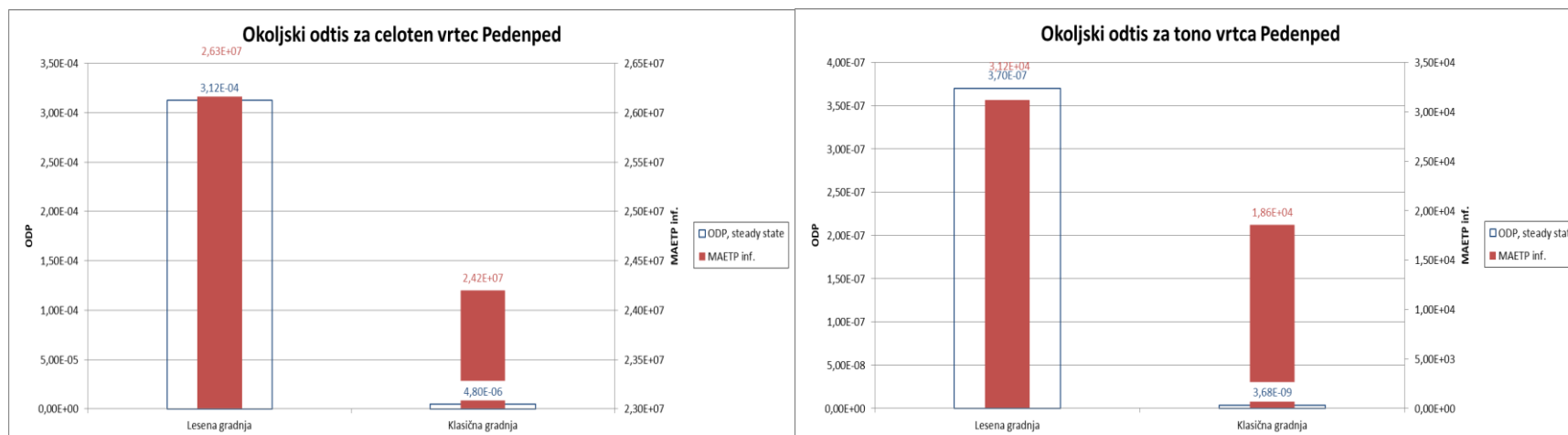
Slika 22: Okoljski indikatorji za celoten vrtec (levo) in na tono vrtca (desno) Pedenjped: izčrpavanje elementov – Abiotic Depletion Potential ADP (fosilni: rdeče, ostalo: modro)



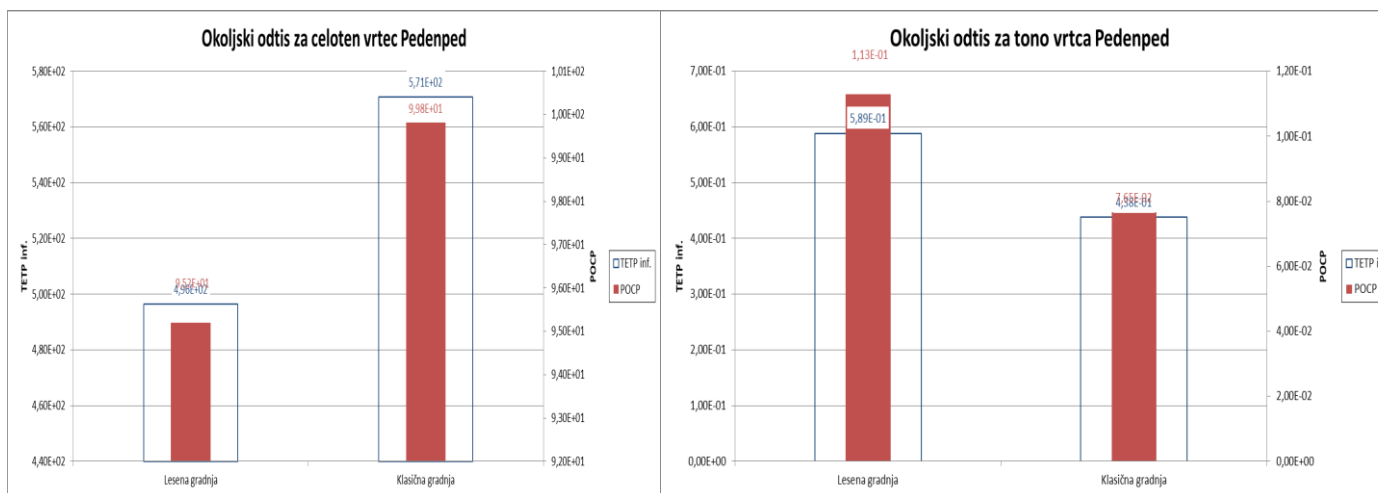
Slika 23: Okoljski indikatorji za celoten vrtec (levo) in na tono vrtca (desno) Pedenjped: presežna hranila – Eutrophication EP: rdeče, zakisovanje – Acidification AP: modro)



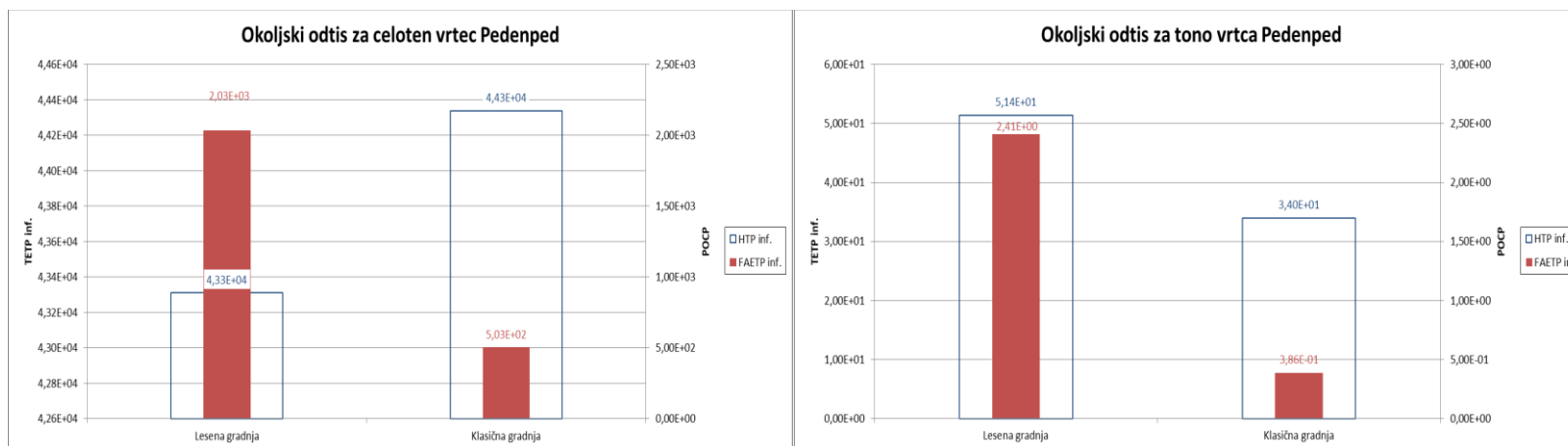
Slika 24: Okoljski indikatorji za celoten vrtec (levo) in na tonu vrtca (desno) Pedenjped: potencial globalnega segrevanja brez biogenega dela: rdeče, potencial globalnega segrevanja skupaj: modro)



Slika 25: Okoljski indikatorji za celoten vrtec (levo) in na tonu vrtca (desno) Pedenjped: Potencial tanjšanja ozona - Ozone Depletion Potential ODP: modro, Ekotoksičnost za morja - Marine aquatic ecotoxicity MAETP: rdeče



Slika 26: Okoljski indikatorji za celoten vrtec (levo) in na tono vrtca (desno) Pedenped: Potencial ekotoksičnosti - Eco-toxicity Potential- TETP: modro, Potencial nastajanja fotokemičnega ozona - Photochemical Ozone Creation Potential POCP: rdeče



Slika 27: Okoljski indikatorji za celoten vrtec (levo) in na tono vrtca (desno) Pedenped: Toksičnost za ljudi - Human toxicity potential HTP: modro, Toksičnost za sveže vode - Freshwater Aquatic Ecotoxicity Potential FAETP: rdeče

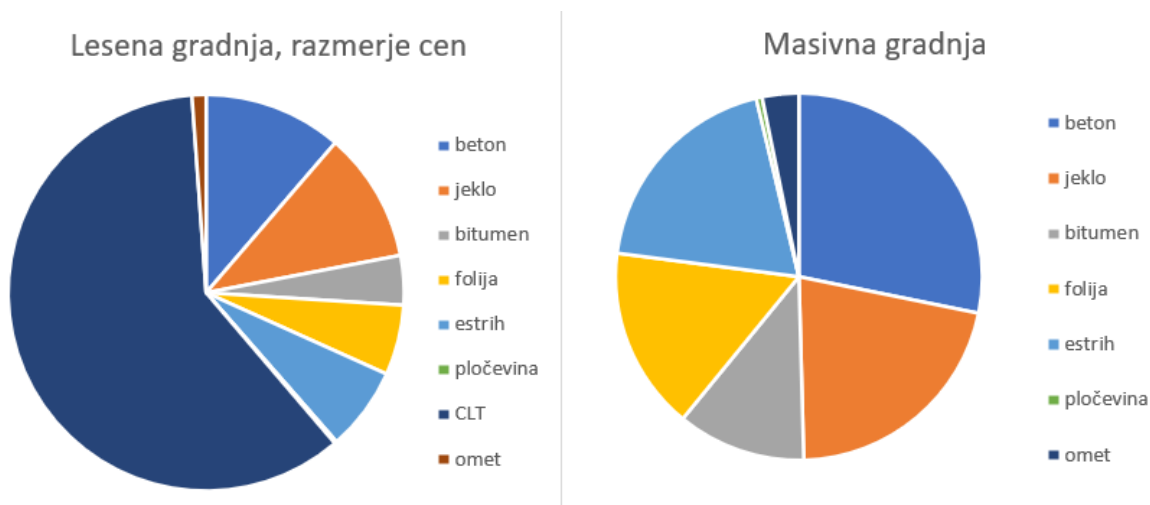
Stroškovna ocena lesenega in klasičnega pristopa h gradnji

Pri oceni stroškov gradnje vrtca, kjer primerjamo leseni in klasični pristop gradnje, bi morali obravnavati vse faze življenjskega cikla. V naši študiji smo se osredotočili le na začetni strošek gradnje, nismo pa uspeli zbrati stroškov za ostale faze življenjske dobe, predvsem za fazo po koncu uporabe objekta. Pri stroških izgradnje objekta smo upoštevali pavšalne ocene materialov, kjer niso upoštevane stroška vgradnje (glej Tabela 2).

Tabela 3: Ocena stroškov materialov glede na vgrajene količine, ne upošteva se stroška vgradnje

MATERIAL	Cena (EUR/m ²)	Debelina (m)	Cena (EUR/m ³)	Gostota (kg/m ³)	CENA(EUR/kg)
beton srednje tlačne trdnosti			120	2400	0,05
armaturno železo					1,30
estrih	20	0,07	286	2000	0,14
ALU pločevina	35	0,006	5833	7800	0,75
macesen	40	0,04	1000	600	1,67
mavčna plošča	15	0,0125	1200	680	1,76
CLT	120	0,1	1200	450	2,67
zaščitna folija					4,00
hidroizolacija	15	0,004	3750	1100	3,41
tesnilo					?
omet	20	0,02	1000	2000	0,5
OSB	15	0,018	833,3333333	620	1,34
parna zapora					4,00

Žal smo lahko zajeli le dokaj nezanesljive podatke, ki niso primerni za korekten izračun. Tu so potrebne nadaljnje poglobljene analize, ki presegajo okvire proračuna tega projekta. Na sliki 25 smo predstavili zgolj primerjavo razmerja cen posameznih materialov preračunanih na 1t enega od obravnavanih vrtcev. Manjka nekaj ključnih materialov. Če se analize lotimo tako, da le temelji na ceni materiala na enoto teže, potem iz takšne analize sledi, da večja kot je gostota oziroma prostorninska masa materiala, bolj je ta cenovno ugoden.



Slika 28: Razmerje cen posameznih materialov preračunanih na 1t enega od obravnavanih vrtcev

Celostna analiza stroškov življenjskega cikla, ki upošteva tudi dolgoročne stroške, vključno z vzdrževanjem, popravili in energetske učinkovitostjo, seveda znatno vpliva na skupne stroške. Kakovostna analiza upošteva tudi inflacijo, najbolj več scenarijev, saj vidimo, da je lahko na primer rast cen energentov dokaj nepredvidljiva. Leseni gradbeni materiali načeloma zahtevajo manj energije za proizvodnjo in lahko prispevajo k nižjim obratovalnim stroškom v smislu ogrevanja in hlajenja, zaradi česar so privlačna možnost z vidika stroškov življenjskega cikla. Po drugi strani imajo lahko klasični gradbeni materiali, kot je beton, višje stroške pri gradnji, vendar se lahko izkažejo za trajnejše in zahtevajo manj pogosto vzdrževanje, kar lahko povzroči nižje celotne stroške življenjskega cikla. Da do tega ne pride je potrebno zagotoviti kakovosten nadzor gradnje lesenih objektov, da v času uporabe ne pride do nepotrebnih poškodb. To pa zahteva specifična znanja nadzornikov, ki jih večina gradbenih nadzornikov žal nima. Zato bo v prihodnje nujno vzpostaviti vsaj osnovno izobraževanje za nadzornike tudi na tem področju. Za celovito oceno stroškov in primerjave, bi morali upoštevati tako začetne stroške gradnje, kot tudi tekoče obratovalne stroške in stroške vzdrževanja ter stroške po koncu uporabe objekta.

V Prilogi 1 smo dodali oceno stroškov, ki smo jo našli v članku avtorja Shafayet et al objavljenem leta 2021. Vrednosti je mogoče dopolniti z dvema viri in sicer člankom Krivec (2018) in diplomsko nalogo Petrušić, D. (2021).

Prvi vir navaja, da je cena lesene skeletne in montažne gradnje 1.300 do 1.700 evrov na kvadratni meter neto površine, ICF-sistem gradnje z opažnimi zidaki ter gradnja s porobetonom naj bi stali 1.000 do 1.150 evrov po kvadratu, klasična gradnja z opeko 900 do 1.050 evrov po kvadratu (Krivec, 2018). Dve leti staro diplomsko delo po drugi strani navaja, da je montažna gradnja od klasične dražja za okvirno 7 % (Petrušić, 2021). To se kar dobro ujema z v uvodnih poglavjih omenjenim člankom (Shafayet et al, 2021), kjer so primerjali stroške gradnje masivne lesene stolpnice in iste stavbe, zasnovane v betonu ter zaključili, da je lesena verzija za 6,43 % dražja od modelirane betonske alternative.

Interpretacija

Za vse tri obravnavane vrtce je okoljski odtis za celotne mase vrtcev pri večini obravnavanih okoljskih indikatorjih manjši pri leseni gradnji, kot pri klasični gradnji. Vendar, če rezultate pri okoljskih odtisih preračunamo na 1 tono posameznega vrtca, pri vrtcu Čebelica opazimo manjši okoljski odtisi pri leseni gradnji (pri večini okoljskih indikatorjih), pri vrtcu Galjevica in Pedenjped pa pri klasični gradnji.

Pri vrtcu Čebelica je razvidno, da so okoljski odtisi za celotno maso vrtca pri večini obravnavanih okoljskih indikatorjih manjši pri leseni gradnji. Izstopata indikatorja FAETP (Potencial eksotoksičnosti sladke vode) in ODP (Potencial za razgradnjo ozona). Glede na način gradnje je razlika med tipom nosilne konstrukcije in izolacija. Posledično je potrebno pogledati podatkovne nize za beton, CLT, in izolacijo. V Tabeli 3 so prikazane vrednosti za okoljska indikatorja FAETP in ODP za 1 kg obravnavanega materiala. Iz tabele 3, lahko vidimo, da najbolj izstopa vrednost za CLT, predvsem pri indikatorju ODP. Iz prejšnjih analiz LCA se je izkazalo, da imajo podatkovni nizi iz baze Ecoinvent, višje vrednosti za ODP. Razlog za mešanje dveh različnih baz podatkov, je bil, da v bazi GaBi, ni bilo na voljo primerne podatkovnega niza za CLT. Pri indikatorju FAETP samo odstopanje, ni tako veliko, kot na primer pri ODP. Indikator FAETP je lahko višji posledično določim postopku ali surovinam pri izdelavi CLT, ki povzročajo eksotoksičnost sladke vode.

Tabela 4: Indikatorja FAETP (Potencial eksotoksičnosti sladke vode) in ODP (Potencial za razgradnjo ozona) za beton, izolacijo in CLT

	Beton C20/25	Kamena volna	CLT
FAETP	1,15E-04	3,33E-03	2,80E-02
ODP	1,01E-13	3,03E-12	5,45E-09

Pri preračunu rezultatov na tono vrtca Čebelica opazimo, da so okoljski indikatorji manjši pri leseni gradnji v primeru ADP fossil, EP, AP, GWP, MAETP, TETP in POCP. Torej pri večini obravnavanih okoljskih indikatorjih. Večji okoljski odtisi v primeru lesene gradnje so v primeru okoljskih indikatorjev ADP elements, HTP, FAETP in ODP.

Podobno, kot pri vrtcu Čebelica tudi pri Galjevici vidimo, da so pri večini obravnavanih okoljskih odtisov za celotno maso vrtca pri leseni gradnji okoljski odtisi manjši. Od tega izstopata indikatorja ODP, MAETP in FAETP. Za slednje indikatorje je razlaga podobno kot v primeru vrtca Čebelica.

Pri preračunu rezultatov na tono vrtca Galjevica pa vidimo, da je pri večini obravnavanih parametrov večji okoljski odtis pri leseni gradnji, razen v primeru GWP, ki upošteva biogeni ogljik.

Pri Vrtcu Pedenjped se pokaže, da je pri večini obravnavanih okoljskih indikatorjev na celotno maso vrtca manjši okoljski odtis pri leseni gradnji. Večji okoljski odtis je pri naslednjih indikatorjih EP, ODP, MAETP. Za te tri indikatorje je razlaga podobno kot pri vrtcu Čebelica in Galjevica. Prav tako ima indikator EP večji okoljski odtis pri leseni gradnji.

Podobno kot pri vrtcu Galjevica se tudi pri vrtcu Pedenjped pri preračunu rezultatov na tono vrtca pokaže, da je pri večini obravnavanih parametrov je večji okoljski odtis pri leseni gradnji, razen v primeru GWP, ki upošteva biogeni ogljik.

Menimo, da je podajanje pavšalnega rezultata na 1t vrtca neprimerno in bi bilo potrebno vedno preračunati okoljske odtise za konkreten objekt in jih poročati v tej obliki.

Razprava, zaključki in priporočila

Cilj, ki smo si ga zastavili v uvodu je bil ugotoviti okoljske in cenovne razlike med lesenim in klasičnim načinom gradnje. Za metodo je bila zbrana analiza LCA, ki je standardizirana in uveljavljena mednarodna metoda za ugotavljanje vplivov na okolje.

Pri vseh treh obravnavanih vrtcih se je izkazalo, da so okoljski odtisi pri leseni pri večini obravnavanih indikatorjih manjši če obravnavamo celotno maso materialov, ki so bili upoštevani pri izračunih analize LCA. Pri vseh vrtcih so okoljski odtisi manjši pri naslednjih indikatorjih: ADP el. (Izraba abiotskih virov - surovin), ADP fos. (Izraba abiotskih virov - fosilnih goriv), AP (Potencial za zakisovanje zemlje in vode), GWP (Potencial globalnega segrevanja), HTP (Potencial toksičnosti za ljudi), POCP (Potencial za fotokemično nastajanje ozona) in TEPT (Potencial eksotoksičnosti kopenskih sistemov). Pri vseh treh obravnavanih vrtcih je bil ODP (Potencial za razgradnjo ozona) in FAETP (Potencial eksotoksičnosti sladke vode) večji v primeru lesen gradnje. Kot je že bilo razloženo v poglavju *Interpretacija*, je glede na izkušnje z analizami LCA to posledica mešanja dveh različnih podatkovnih baz. Pri indikatorju FAETP razlike med posameznimi materiali niso tako velike, da bi lahko pripisale rezultat posledici mešanja baz. Prej je verjetno, da v postopku izdelave CLT uporabljajo določeni snovi, ki vplivajo na

eksotoksičnost sladke vode. Pri vrtcih Galjevica in Pedenjped je tudi parameter MAETP (Potencial eksotoksičnosti morske vode) nižji pri klasični gradnji, kot pri leseni.

Za vse tri vrtce smo preračunali rezultate tudi na 1 tono celotnega porabljenega materiala. Menimo, da tak način prikaza ni ustrezen, čeprav ga v praksi srečujemo. Pri takem načinu podajanja (»normalizaciji«) se pokaže, da je edino pri vrtcu Čebelica večina obravnavanih okoljskih indikatorjev nižjih v primeru lesene gradnje. Pri vseh treh vrtcih je pri preračunu na 1 tono nižji GWP (Potencial globalnega segrevanja) pri leseni gradnji. Poudariti je potrebno, da leseni vrtci oziroma njihovi prizidki v naši študiji predstavljajo med 52 in 65 % teže njihovih zidanih različic.

Primerjalna analiza LCA je pokazala, so okoljski odtisi nižji pri leseni gradnji nižji od klasičnega načina gradnje iste stavbe. Poleg tega je prednost lesene gradnje tudi v manjši debelini izolacije, saj je les boljši izolator kot beton. Prednost lesene gradnje je tudi v manjši debelini sten, kot v primeru klasične gradnje in posledično večji izkoristek prostora. Več o prednostih lesene gradnje je podstavljeno v poglavju iz tretje delovne skupine.

Vstopamo v obdobje, ko se bolj in bolj zavedamo odgovornost za zagotavljanje trajnostne prihodnosti za prihodnje generacije. Vedno bolj smo tudi priča zahtevam za kakovostne okoljske izračune. Tudi podatki o večplastnih izzivi, povezanih z izčrpavanjem virov, porabo energije, ravnanjem z odpadki in globokimi vplivi postajajo vse bolj dostopni, primerljivi in kakovostni. Poudarek Pariškega sporazuma na zmanjšanju emisij toplogrednih plinov, zlasti v sektorjih, kot je gradbeništvo, ki pomembno prispevajo k svetovnim emisijam, poudarja ključno vlogo, ki jo mora imeti gradbena industrija pri doseganju podnebne nevtralnosti. Za doseg tega cilja je potrebno upoštevati neodvisne, celovite in ponovljive pristope za merjenje okoljskih odtisov, ki nam bodo omogočili sprejemanje informiranih odločitev in doseganje pomembnega napredka v smeri trajnostnosti. Protokol za izračun izpusta toplogrednih plinov (GHG protokol) ni dovolj in tudi taksonomija, ki se osredotoča predvsem na CO₂ izpuste naj bo le prvi korak v pravi smeri. Digitalizacija v gradbeništvu, predvsem informacijsko modeliranje gradenj (Building Information Modeling – BIM), ki ga vpeljujemo v zakonodajo, bi lahko bistveno olajšala in izboljšala okoljske analize in odločevalcem, na primer javnim naročnikom, ponudila uvid v podatke, ki jih danes nimajo na razpolago.

Koordinacija, diseminacija, promocija (DS6)

Delo na projektu je potekalo večinoma v okviru posameznih delovnih skupin. Delo in naloge smo usklajevali na skupnih sestankih. Izvedli smo tri sestanke v živo medtem ko smo vmesne mesečne sestanke izvedli ONLINE. Sodelovanje tekom izvedbe projekta med konzorcijskimi partnerji ocenjujemo kot zelo dobro.

V času izvajanja projekta je potekalo tudi več diseminacijskih in promocijskih aktivnosti. Takoj v začetku projekta smo pripravili spletno stran, ki se nahaja na naslovu:

<https://www.bf.uni-lj.si/sl/organiziranost/lesarstvo/raziskave/raziskovalni-projekti/2022101109334305/hitrejsi-prehod-v-podnebno-nevtralno-druzbo-z-izkoriscanjem-potenciala-lesa-v-okviru-zelenega-javnega-narocanja>

Poslan je bil dopis z osnovnimi informacijami o projektu v več revij in spletnih mest, ki bi jih utegnili tematika zanimati. Prispevek je bil objavljen v Reviji Les/Wood, Gozdarski vestnik, novičnik CRP, Woodchainmanager (WCM), EOL zelena Slovenija.

Rezultati projekta bodo v obliki štirih različnih prispevkov objavljeni v priročniku Les, material sedanjosti in prihodnosti - prednosti in izzivi, ki bo predvidoma izšel novembra 2023. Celovit priročnik o prednostih uporabe lesa pripravljata portal <https://www.zelenaslovenija.si/>.

Končno vsebinsko poročilo bo objavljeno na spletni strani projekta.

Del rezultatov projekta je bil predstavljen tudi na Tretji delavnici Zaščita, uporaba in vgradnja lesa na prostem, ki je potekala 20. septembra 2023 na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Biotehniške fakultete. Delavnice se je udeležilo preko 110 udeležencev iz najrazličnejših področji (arhitekti, projektanti, raziskovalci, študenti, zaposleni v podjetjih, ki se ukvarjajo z lesno gradnjo, zaposleni v javni upravi in drugi).

Poleg tega so bile informacije o projektu predstavljene tudi na več drugih dogodkih kot na primer Gozd in les, na Gozdarskem inštitutu, posvetu na sejmu Agra, mednarodni IRG konferenci...

Predvideno je da bomo rezultate projekta predstavili tudi na Razvojnem dnevu gozdno-lesnega sektorja 2023, ki bo potekal v četrtek 9.11.2023 v okviru sejma Ambient na Gospodarskem razstavišču.

Skupne ugotovitve, zaključki in priporočila

Gradnja javnih stavb z velikim deležem lesa je lahko glavni promotor kakovostne lesene gradnje tudi v zasebnem sektorju. V naslednjem petletnem obdobju država in lokalne skupnosti nameravajo investirati v različne tipe javnih stavb cca 1 milijardo evrov. Od tega navajajo da nameravajo cca. 21 % vrednosti investirati v lesene stavbe vendar je po naših informacijah in izkušnjah še mnogo večji potencial za lesno gradnjo. Še posebej je veliko možnosti uporabe lesa in drugih obnovljivih materialov na področju novogradenj in rekonstrukciji objektov. Ugotovili smo, da so se potenciali lesne industrije za zagotavljanje potreb lesene gradnje predvsem na področju primarne proizvodnje v zadnjem obdobju močno povečali. Vendar številnih proizvodov ali polproizvodov (npr. OSB plošče, križno lepljen les, slojnatega furniranega lesa - LVL) v Sloveniji namreč ne proizvajamo oz. jih proizvajamo v omejenem obsegu in jih je zato potrebno uvažati. Podatki kažejo, da bi lahko bil les iz slovenskih gozdov bolje izkoriščen. Za boljši izkoristek potenciala lesene gradnje in višje dodane vrednosti gozdno lesne verige bo v prihodnje potrebno še dodatno vlaganje v lesno industrijo za proizvodnjo proizvodov in polproizvodov, ki se uporabljajo v leseni gradnji.

V poročilu so predstavljene številne prednosti gradnje z lesom predvsem na področju blaženja podnebnih sprememb in pozitivnih učinkov bivanja v takšnih objektih. To smo dokazali tudi na primeru treh različnih tipov vrtcev, kjer smo premerjali okoljske parametre (LCA analiza) za enake lesene in betonske izvedbe vrtcev. Za vse tri obravnavane vrtce je okoljski odtis za celotne mase vrtcev pri večini obravnavanih okoljskih indikatorjih manjši pri leseni gradnji, kot pri klasični gradnji. Ugotovitve kažejo, da so stroški gradnje masivne lesene stavbe za 2–6 % višji od tradicionalnih armirano betonskih konstrukcij. Vendar pa je to zgolj ob upoštevanju začetnih investicij brez upoštevanja obratovalnih stroškov posameznih objektov. S spodbudami države kot je bil na primer razpis za sofinanciranje investicij v vrtcih in osnovnem šolstvu v RS v proračunskem obdobju 2021-2024 je dober primer, ki prepriča investitorje v leseno gradnjo. Podoben pozitiven učinek imajo tudi spodbode Eko sklada. Digitalizacija v gradbeništvu, predvsem informacijsko modeliranje gradenj (Building Information Modeling – BIM), ki ga vpeljujemo v zakonodajo, bi lahko bistveno olajšala in izboljšala okoljske analize in odločevalcem, na primer javnim naročnikom, ponudila uvid v podatke in stroške, ki jih danes nimajo na razpolago.

Deležniki v procesu zelenih javnih naročil bi si želeli podobnih nazornih in uporabniku prijaznih gradiv in izobraževanja in ustrezno podporo tudi glede Uredbe ZeJN, saj so človeški viri pri deležnikih omejeni, zlasti pri manjših deležnikih (npr. majhni subjekti zavezani k ZJN - občine, manjša projektantska oz.

gradbena podjetja, ipd). Dolgoročno bo namesto opredelitev uporabe posameznih materialov oz. specifikacije predmetov koncept zelenega javnega naročanja temeljil na celostnih gradbenih rešitvah prijaznih do okolja. V splošnem razvoj novih proizvodov rezultira v varčnih in ekološko sprejemljivejših proizvodih z manjšim ogljičnim odtisom, zlasti če ti izhajajo iz lokalnega okolja. Do vzpostavitve poenotenih kriterijev oz. metodologij, ki bodo temeljile na okoljskih deklaracijah proizvodov (ker so le-te objektivne (temeljijo na LCA), verodostojne, nevtralne, primerljive, okoljsko usmerjene, odprte – za vse proizvode / storitve in deležnike), LCA, LCC, velja razvijati tudi obstoječi koncept s širitvijo specifičnih primerov okoljskih primerov in zahtev.

Literatura

- Alapietti, T., Mikkola, R., Pasanen, P., & Salonen, H. (2020). The influence of wooden interior materials on indoor environment: a review. *European Journal of Wood and Wood Products*, 78(4). <https://doi.org/10.1007/s00107-020-01532-x>
- Arumägi, E., & Kalamees, T. (2020). Cost and energy reduction of a new nZEB wooden building. *Energies*, 13(14). <https://doi.org/10.3390/en13143570>
- Baloi, D. and Price A.D.F.(2003): Modelling global risk factors affecting construction cost performance *International Journal of Project Management* 21 (2003) 261–269
- Chiappinelli O., Gruner F., Weber G. (2019). Green Public Procurement: Climate Provisions in Public Tenders Can Help Reduce German Carbon Emissions. *DIW Weekly Report* 51/52 . 433-441. https://doi.org/10.18723/diw_dwr:2019-51-1
- Churkina, G., Organschi, A., Reyer, C. P. O., Ruff, A., Vinke, K., Liu, Z., Reck, B. K., Graedel, T. E., & Schellnhuber, H. J. (2020). Buildings as a global carbon sink. *Nature Sustainability*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1038/s41893-019-0462-4>
- Churkina, G., Organschi, A., Reyer, C.P.O. et al. Buildings as a global carbon sink. *Nat Sustain* 3, 269–276 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0462-4http>
- CIRCABC (2023). Platforma Evropske komisije za izmenjavo informacij. <https://circabc.europa.eu>
- Crawford, R. H., & Cadorel, X. (2017). A Framework for Assessing the Environmental Benefits of Mass Timber Construction. *Procedia Engineering*, 196. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.08.015>
- Czarnezki, J. J. (2019). Green Public Procurement. Legal Instruments for Promoting Environmental Interests in the United States and European Union. Uppsala: Uppsala University.
- Dodd N. (2016). Green Public Procurement Criteria for Office Building Design, Construction and Management. Procurement practice guidance document. JRC science for policy report. <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC102383>
- Dujič, B., & Žarnić, R. (2009). Vrednotenje potresne odpornosti lesene gradnje. In M. Kitek-Kuzman (Ed.), *Gradnja z lesom, Izziv in priložnost za Slovenijo* (1st ed., Vol. 1, pp. 176–181). University of Ljubljana.
- EJN (2023). Elektronsko javno naročanje RS. <https://ejn.gov.si/sistem/zeleno-jn.html>

- Evropska komisija (2008). Sporočilo Komisije Evropskemu parlamentu, Svetu, Evropskemu ekonomsko-socialnemu odboru in odboru regij, Javna naročila za boljše okolje. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/PDF/?uri=CELEX:52008DC0400&from=EN>
- Evropska komisija (2016). Merila EU za zeleno javno naročanje projektiranja gradnje in upravljanja poslovnih stavb. Delovni dokument služb komisije.
- Evropski svet in Svet Evropske unije (2023). Pariški sporazum o podnebnih spremembah. <https://www.consilium.europa.eu/sl/policies/climate-change/paris-agreement/#EU>
- Fazarinc, M.K. (2021). Lani oddanih za 5,8 milijarde evrov javnih naročil. <https://www.delo.si/dpc-javne-investicije/lani-oddanih-za-58-milijarde-evrov-javnih-narocil/>
- Furtak, K., Wolinska, A. (2023). The impact of extreme weather events as a consequence of climate change on the soil moisture and on the quality of the soil environment and agriculture – A review. *CATENA*, 231(107378).
- Geng, A., Yang, H., Chen, J., & Hong, Y. (2017). Review of carbon storage function of harvested wood products and the potential of wood substitution in greenhouse gas mitigation. *Forest Policy and Economics*, 85. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2017.08.007>
- Guinée, J.B.; Gorrée, M.; Heijungs, R.; Huppes, G.; Kleijn, R.; Koning, A. de; Oers, L. van; Wegener Sleswijk, A.; Suh, S.; Udo de Haes, H.A.; Bruijn, H. de; Duin, R. van; Huijbregts, M.A.J. (2022). Handbook on life cycle assessment. Operational guide to the ISO standards. I: LCA in perspective.
- Harju, C., & Lahtinen, K. (2022). Consumers' Consciousness for Sustainable Consumption and Their Perceptions of Wooden Building Product Quality. *Forest Products Journal*, 72(3). <https://doi.org/10.13073/FPJ-D-22-00014>
- Hojč T. (2021). Zelena javna naročila v EU skozi analizo izbranih področij: Primerjava Slovenije in Hrvaške. Magistrsko delo. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za upravo. <https://repozitorij.uni-lj.si/lzpisGradiva.php?lang=slv&id=133186>
- <https://pxweb.stat.si/SiStatData/pxweb/sl/Data/-/24902015.px/> (dne 20. 9. 2023)
- Ila: Guide. Iib (2012): Operational annex. III: Scientific background. Kluwer Academic Publishers, ISBN 1-4020-0228-9, Dordrecht, 692 pp.
- Iyer, K.C. and Jha, K.N.(2005): Factors affecting cost performance: evidence from Indian construction projects, *International Journal of Project Management* 23 (2005) 283–295
- Jussila, J., Nagy, E., Lähtinen, K., Hurmekoski, E., Häyrynen, L., Mark-Herbert, C., Roos, A., Toivonen, R., & Toppinen, A. (2022). Wooden multi-storey construction market development – systematic literature review within a global scope with insights on the Nordic region. In *Silva Fennica* (Vol. 56, Issue 1). <https://doi.org/10.14214/sf.10609>
- Kim, D. hun, Franzini, F., Jellesmark Thorsen, B., Berghäll, S., & Aguilar, F. X. (2023). Greener homes: Factors underpinning Europeans' intention to live in multi-storey wooden buildings. *Sustainable Production and Consumption*, 39. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2023.05.030>
- Kjendseth Wiik M., Flyen C., Fufa S. M., Venås C. (2020). Lessons learnt from green public procurement in the Norwegian construction sector. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 588. 022017. doi:10.1088/1755-1315/588/2/022017

- Kolbe, R. in Hägglund, S., 2023: Lesena gradnja za zmanjšanje emisij CO₂ v gradbeništvu, raziskovalno mnenje na zaprosilo švedskega predsedstva, Evropski ekonomsko socialni odbor. <https://op.europa.eu/sl/publication-detail/-/publication/e270ee93-fa9b-11ed-a05c-01aa75ed71a1/language-sl> (1.9.2023)
- Kozik R., Karasińska – Jaśkowiec I. (2016). Green public procurement – legal base and instruments supporting sustainable development in the construction industry in Poland. E3S Web Conf. Volume 10. 00044. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20161000044>
- Krivec, V (2018): Primerjava cen gradnje hiše z različnimi gradbenimi materiali in tehnologijami, Finance, Junij 2018
- Kromoser, B., Reichenbach, S., Hellmayr, R., Myna, R., & Wimmer, R. (2022). Circular economy in wood construction – Additive manufacturing of fully recyclable walls made from renewables: Proof of concept and preliminary data. *Construction and Building Materials*, 344. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.128219>
- Lähtinen, K., Häyrynen, L., Roos, A., Toppinen, A., Aguilar Cabezas, F. X., Thorsen, B. J., Hujala, T., Nyrud, A. Q., & Hoen, H. F. (2021). Consumer housing values and prejudices against living in wooden homes in the nordic region. *Silva Fennica*, 55(2). <https://doi.org/10.14214/sf.10503>
- Lakić E., Golja J. G., Gubina A. F. (2022). Analiza učinkov zelenega javnega naročanja v Republiki Sloveniji. Poročilo projekta CARE4CLIMATE. <https://www.care4climate.si/>
- Makovicka, L., Frank, O., Samuel, M., Conference, I., & Safety, F. (2020). Wood & Fire Safety. In *Wood & Fire Safety*. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-41235-7>
- Medved, S., & Jambreković, V. (2000). The influence of the structure of three-layer particle boards on the thickness and density of surface layer. *Drvena Industrija*, 51(1).
- Ni, S., Zhu, N., Hou, Y., & Zhang, Z. (2023). Research on indoor thermal comfort and energy consumption of zero energy wooden structure buildings in severe cold zone. *Journal of Building Engineering*, 67. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2023.105965>
- Oliver, C. D., Nassar, N. T., Lippke, B. R., & McCarter, J. B. (2014). Carbon, Fossil Fuel, and Biodiversity Mitigation With Wood and Forests. *Journal of Sustainable Forestry*, 33(3). <https://doi.org/10.1080/10549811.2013.839386>
- Palmujoki A., Parikka-Alhola K., Ekroos A. (2010). Green Public Procurement: Analysis on the Use of Environmental Criteria in Contracts. *RECIEL*. 19(2). 250-262.
- Pariški sporazum. (2016). Uradni list L 282, 19.10.2016, str. 4–18.
- Petrušič, D. (2021): Primerjava gradnje klasične in montažne hiše na praktičnem primeru, Diplomsko delo, Študijski program: Gradbeništvo, Višja strokovna šola academia Maribor, 2021
- Pilko C. (2022). Zeleno javno naročanje s poudarkom na uredbi o zelenem javnem naročanju v povezavi z okoljskimi merili. Magistrsko delo. Univerza v Ljubljani, Pravna fakulteta. <https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?lang=slv&id=133186>
- Premrov, M., Zigart, M., & Leskovar, V. Z. (2017). Influence of the building geometry on energy efficiency of timber-glass buildings for different climatic regions. *Journal of Applied Engineering Science*, 15(4). <https://doi.org/10.5937/jaes15-15256>

- Projektiranje in gradnja poslovnih in upravnih stavb. Primeri okoljskih zahtev in meril (2018). Ministrstvo za javno upravo, RS, https://www.gov.si/assets/ministrstva/MJU/DJN/Zeleno-JN/ZeJN_P13_stavbe1.pdf
- Republika Slovenija, MJU (2023). Smernice za javno naročanje gradnje. Izdaja 1.2. <https://www.gov.si/novice/2023-04-17-posodobljene-smernice-za-javno-narocanje-gradenj/>
- Republika Slovenija, MJU, Direktorat za javno naročanje (2023). Statistično poročilo o javnih naročilih, oddanih v letu 2022. https://www.gov.si/DJN/Stat_por_JN_2022
- Shafayet et al (2021): Analysis of cost comparison and effects of change orders during construction: Study of a mass timber and a concrete building project, *Journal of Building Engineering* 33 (2021) 101856
- Straže, A., Gornik Bučar, D., & Kropivšek, J. (2023). Identifikacija verig vrednosti v slovenskem gozdno-lesnem biogospodarstvu. *Les/Wood*, 72(1), 21–34. <https://doi.org/10.26614/les-wood.2023.v72n01a03>
- SURS, 2021. Statistično poročilo o javnih naročilih, oddanih v letu 2021 <https://ejn.gov.si/direktorat/porocila-in-analize.html> (dne 1.9.2023)
- SURS, 2022. Statistično poročilo o javnih naročilih, oddanih v letu 2021 <https://ejn.gov.si/direktorat/porocila-in-analize.html> (dne 1.9.2023)
- SURS, 2023. Statistična zbirka Izvoz in uvoz po 8-mestni šifri Kombinirane nomenklature in po državah, Slovenija.
- Ščap Š., Zafran J., Krajnc N., Remic T. 2022. Wood Products Market Statement with Forecasts – Market Statement, UNECE <https://unece.org/forests/2022-country-market-statements> (dne 20. 9. 2023)
- Ščap, Š., Krajnc, N., & Prisljan, P. (2021). Stanje žagarske panoge v Sloveniji v letu 2019 *79(10)*, 363–375. Digitalni repozitorij raziskovalnih organizacij Slovenije. <https://dirros.openscience.si/lzpisGradiva.php?lang=slv&id=14673>
- Tomičić, R., Tomičić, Z., Thaler, N., Humar, M., & Raspor, P. (2020). Factors influencing adhesion of bacteria *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* and yeast *Pichia membranifaciens* to wooden surfaces. *Wood Science and Technology*, 54(6). <https://doi.org/10.1007/s00226-020-01222-0>
- Tupenaite, L., Kanapeckiene, L., Naimaviciene, J., Kaklauskas, A., & Gecys, T. (2023). Timber Construction as a Solution to Climate Change: A Systematic Literature Review. In *Buildings* (Vol. 13, Issue 4). <https://doi.org/10.3390/buildings13040976>
- UN. (2023, August 21). 17 Sustainable Development Goals. <https://Sdgs.Un.Org/Goals>.
- United Nations Environment Programme. (2022). Global status report for buildings and construction.
- Uredba o zelenem javnem naročanju. (2018). Uradni list RS, št. 51/17, 64/19 in 121/21. <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED7202>
- Uredba o zelenih javnih naročilih (ZeJN) (2021). Uradni list RS, št. 51/17, 64/19 in 121/21.
- White, R. H., & Dietsberger, M. a. (2010). Fire Safety of Wood Construction. In *Wood Handbook - Wood as an engineering material* (pp. 1–22). U.S.D.A. Forest service, Forest products Laboratory. <http://www.fpl.fs.fed.us/documnts/fplgtr/fplgtr113/fplgtr113.htm>

Yang, L., Hamori, S. (2023). Modeling the global sovereign credit network under climate change. *International Review of Financial Analysis*, 87(102618).

Zakonom o javnem naročanju (ZJN-3) (2022). Uradni list RS, št. 91/15, 14/18, 121/21, 10/22, 74/22.

Zhang, X., Lian, Z., & Ding, Q. (2016). Investigation variance in human psychological responses to wooden indoor environments. *Building and Environment*, 109. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.09.014>

V Ljubljani, oktober 2023

Vodja projekta:

doc. dr. Boštjan Lesar