

# ANALIZA SISTEMOV IN STRATEGIJ KROŽNEGA GOSPODARSTVA V GRADBENEM SEKTORJU

Projekt Circular.Buildings, koda: ITA-SI0600152

WP: 1.1

Datum objave: april 2025

Avtorji:

Alice Bolzan

Damiana Chinese

Paola D'Agaro

Anna Frangipane

Nicola Baldo



Il progetto CIRCULAR.BUILDINGS è cofinanziato dall'Unione europea nell'ambito del Programma Interreg VI-A Italia-Slovenia.  
Projekt CIRCULAR.BUILDINGS sofinancira Evropska unija v okviru Programa Interreg VI-A Italija-Slovenija.

[www.ita-slo.eu/circularbuildings](http://www.ita-slo.eu/circularbuildings)



Circular.buildings



Circular.buildings

# KAZALO

## 1. UVOD

## 2. UPRAVLJANJE DOBAVNE VERIGE KROŽNEGA GRADBENIŠTVA

- 2.1. Pregled literature
- 2.2. Dejavniki krožnosti dobavne verige
- 2.3. Strategije krožnega gospodarstva na stopnjah dobavne verige

## 3. DOBRE PRAKSE KROŽNEGA GOSPODARSTVA ZA ČEZMEJNI GRADBENI SEKTOR

- 3.1. Pregled literature
- 3.2. Dobre prakse

## 4. ČEZMEJNA GRADBENA DEDIŠČINA

- 4.1. Statistični podatki o zalogah stavb
  - 4.1.1. Italija
  - 4.1.2. Slovenija
- 4.2. Primerjava italijanskih in slovenskih stavbnih tipov
  - 4.2.1. Obdobje 1
  - 4.2.2. Obdobje 2
  - 4.2.3. Obdobje 3
  - 4.2.4. Obdobje 4
- 4.3. Krožni princip pri intervencijah

## 5. VRZELI V DOBRIH PRAKSAH PROJEKTOV SKUPNOSTI

- 5.1. Raziskave o projektih krožnega gospodarstva
- 5.2. Vrzeli v dobrih praksah

## VIRI IN LITERATURA



## DODATEK - KARAKTERISTIČNI OBRAZCI ZA DOBRE PRAKSE



## POGLAVJE 1 – UVOD

Ta analiza je bila pripravljena v okviru programa Interreg VI-A Italija-Slovenija za projekt Circular.Buildings. Glavni cilj raziskave, ki jo je izvedla DPIA Uniud, je bila analiza sistemov upravljanja v celotni dobavni verigi gradbeništva.

Raziskava se je osredotočila na to, kako je mogoče načela krožnega gospodarstva vključiti v faze življenjskega cikla stavb; poleg tega je bil poudarek na čezmejnem kontekstu, da bi izpostavili vrzeli in možnosti za izboljšanje pristopa k krožnemu gospodarstvu v lokalnem gradbenem sektorju.

Gradbena industrija ima največji vpliv na okolje: na svetu je odgovorna za porabo več kot 40% virov [1], s specifično porabo 60% vseh agregatov, 20% kovin [2] in 25% neobdelanega lesa [3]. Poleg tega prispeva k emisijam CO<sub>2</sub> od 30% do 40% [2] ter skupna poraba energije in vode oziroma 40% in 16% [3]. Največji vpliv pa je povezan s proizvodnjo velikih količin gradbenih odpadkov in odpadkov iz rušenja objektov, ki predstavljajo približno 40% svetovnih trdnih odpadkov [1], v Evropski uniji pa je ta odstotek 36 % [4].

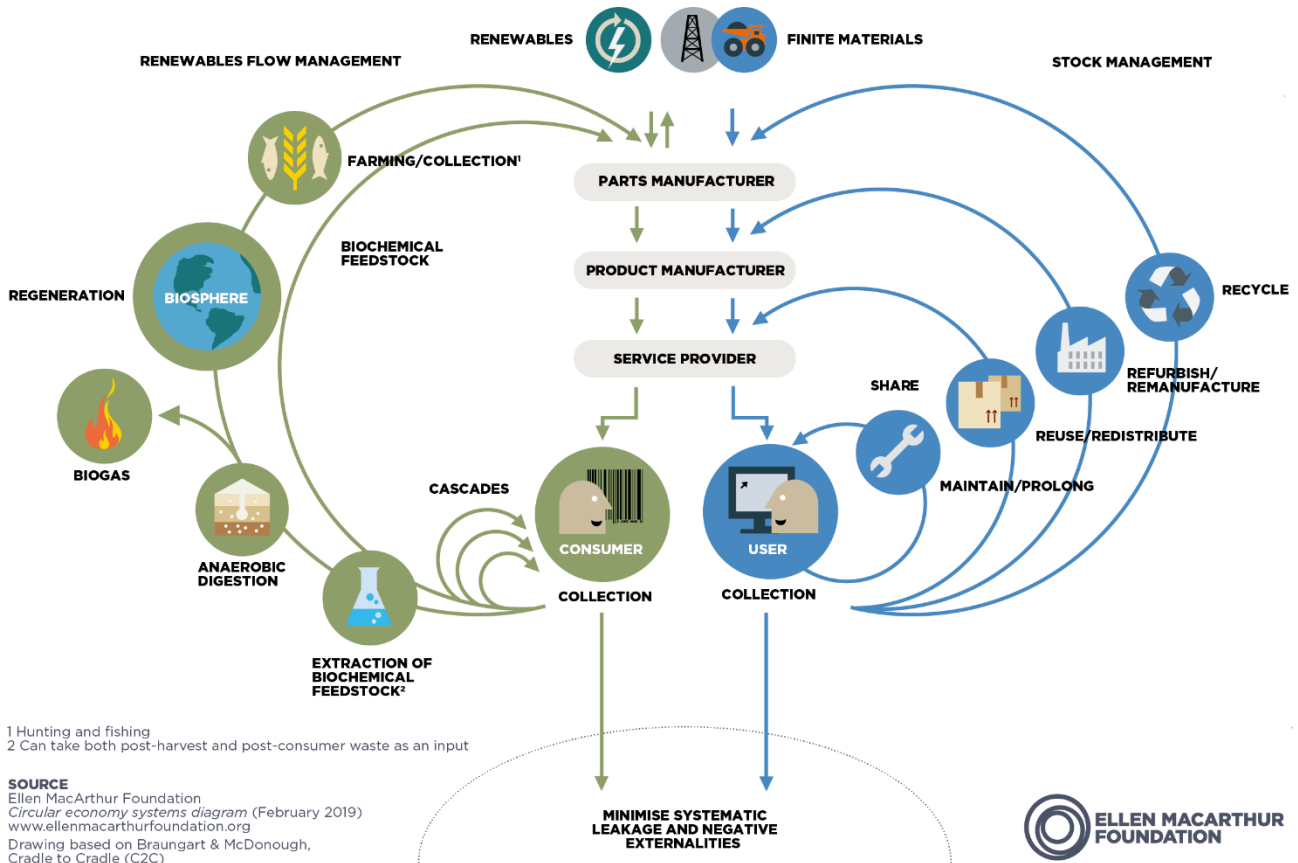
Ti podatki kažejo, da je treba v gradbenem sektorju spremeniti pristop za omejitev porabe virov in nastajanja odpadkov: v zadnjih desetletjih se je uvedba paradigme krožnega gospodarstva (CE) v industriji izkazala za optimalen način za doseganje znatnih okoljskih izboljšav.

Ellen MacArthur Foundation (EMF) [5] je krožno gospodarstvo opredelil kot "sistem, v katerem materiali nikoli ne postanejo odpadki, narava pa se obnavlja", v katerem se "izdelki in materiali ohranjajo v obtoku s postopki, kot so vzdrževanje, ponovna uporaba, obnova, predelava, recikliranje in kompostiranje" in ki "obravnava podnebne spremembe in druge globalne izzive, kot so izguba biotske raznovrstnosti, odpadki in onesnaževanje, tako da ločuje gospodarsko dejavnost od porabe omejenih virov". Podjetje EMF je ta koncept odlično shematično prikazalo s shemo metulja krožnega gospodarstva (Slika 1): jasno razmejite biološki cikel, ki je v zeleni barvi za biološko razgradljive materiale, in tehnični cikel, ki je v modri barvi za umetne izdelke.

Ta gospodarski sistem je v nasprotju s tradicionalnim linearnim gospodarstvom, ki temelji na vzorcu "take-make-waste", in določa, da se viri gibljejo v zaprtih ciklih, ki jih urejajo tri temeljna načela, znana kot "3R", *Reduce* (zmanjšanje), *Reuse* (ponovna uporaba) in *Recycle* (recikliranje), ki omogočajo učinkovito upravljanje in ohranitev največje možne vrednosti v vsakem trenutku; V ta namen so bili med načeli uvedeni dodatni "R", dokler ni bil opredeljen okvir "9R", ali *Refuse* (zavrnitev), *Rethink/Repurpose/Redesign* (Ponovni razmislek / preoblikovanje / preusmeritev), *Repair* (popravilo), *Refurbish* (prenova), *Remanufacture* (ponovna izdelava) in *Recover* (pridobiti), delno omenjeni v opredelitvi EMF [6]. Priložnosti za izogibanje nastajanju odpadkov je zato mogoče prerazporediti na tri ravni z vse nižjo stopnjo krožnosti od prve do tretje, kar omogoča usklajevanje s hierarhijo ravnanja z odpadki v EU [7]:

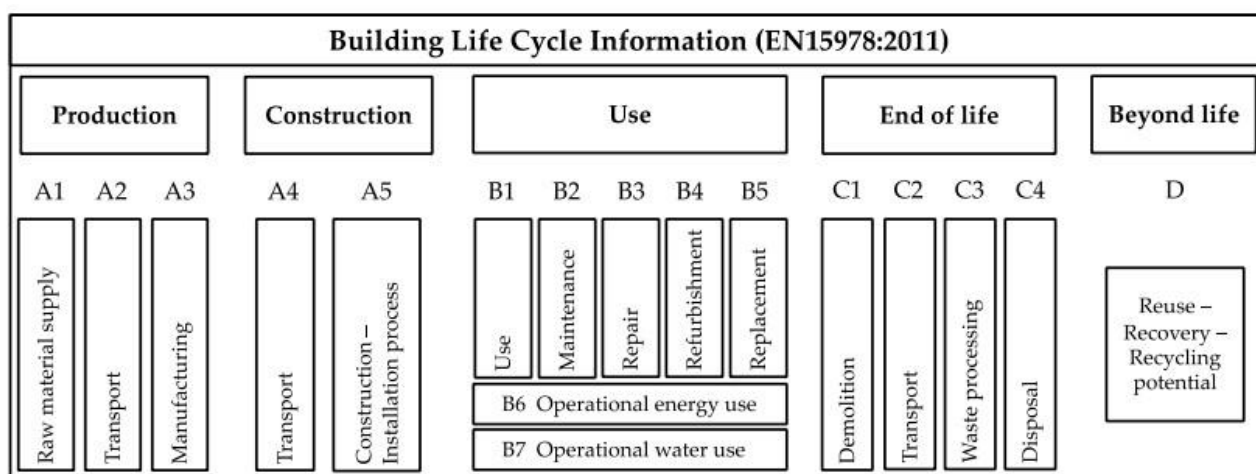
Il progetto CIRCULAR.BUILDINGS è cofinanziato dall'Unione europea nell'ambito del Programma Interreg VI-A Italia-Slovenia.  
Projekt CIRCULAR.BUILDINGS sofinancira Evropska unija v okviru Programa Interreg VI-A Italija-Slovenija.

- prva raven preventivnega ukrepanja, ki vključuje načela *Refuse, Reduce* in *Rethink*;
- druga raven ohranjanja in podaljševanja življenjske dobe izdelkov, vključno z možnimi posegi, ki vključuje *Reuse, Repair, Refurbish* in *Remanufacture*;
- tretja raven, kot skrajna in manj krožna rešitev, ki si prizadeva povečati vrednost izrabljenih materialov z *Recycle* in *Recover*.



Slika 1 : Metljasti diagram krožnega gospodarstva [5]

- Da bi izboljšali trajnost gradbene industrije, je jasno, da je treba izvajati načela 9R, pri čemer je treba vedno upoštevati vse faze življenjskega cikla stavbe, kot so opredeljene za *Life Cycle Assessment* v UNI EN 15978 v Slika2. Cilji za to posebno področje ostajajo splošni cilji CE [8]:
- zmanjšati porabo virov z boljšim in učinkovitejšim načrtovanjem, oblikovanjem, gradnjo, uporabo in upravljanjem stavb;
  - upočasniti rabo virov s podaljšanjem življenjske dobe materialov, sestavnih delov in celotnih stavb;
  - *closing-the-loop*, izključitev odlaganja odpadkov v korist ponovne uporabe in recikliranja.



Slika2 : Faze življenjskega cikla stavbe (UNI EN 15978)

Zato lahko govorimo o krožni stavbi: stavba je lahko opredeljena kot takšna, če je "razvita, uporabljena in ponovno uporabljena brez nepotrebnega izčrpavanja virov, onesnaževanja okolja in degradacije ekosistema", "zgrajena na ekonomsko odgovoren način in prispeva k blaginji ljudi in biosfere" ter če je "tehnične elemente mogoče razstaviti in ponovno uporabiti, biološke elemente pa je mogoče vrniti v biološki krog" [9].

Čeprav se s to opredelitvijo koncept zdi zelo preprost, pogled na vse faze življenjskega cikla stavbe pokaže, da je zadeva veliko bolj zapletena: v krožni prehod je treba dejansko vključiti celotno dobavno verigo stavb, da bi v celoti izkoristili njen potencial, težava pa je v njeni izredno razdrobljeni in neenotni naravi med nešteto različnimi deležniki.

Koncept krožne dobavne verige (*supply chain*) je bil doslej obravnavan v več študijah, vendar njegovo izvajanje ni tako razširjeno, saj zahteva korenito spremembo načina upravljanja procesov v gradbeništvu: vsi deležniki, vključeni v življenjski cikel stavbe, bi morali imeti ustrezne tehnološke zmogljivosti, biti pripravljeni aktivno sodelovati drug z drugim in imeti enak pogled na krožnost.

Kot odgovor na to težavo ta raziskava analizira sisteme upravljanja, strategije in orodja, ki jih je mogoče sprejeti za zagotovitev prehoda s tradicionalne linearne na krožno dobavno verigo.

Z uporabo obsežne literature, ki je partnerju DPIA Uniud dostopna prek akademskih raziskovalnih baz podatkov, kot sta Scopus in Science Direct, je bilo po spodaj opisanem pristopu izvedeno globalno iskanje dobrih sistemov/dobrih praks upravljanja z vidika krožnosti za gradbeno industrijo.

V skladu z vlogo, dodeljeno partnerju Uniud, in pričakovanimi rezultati projekta Circular.Buildings to poročilo predstavlja:

1. povzetek dokazov iz literature o sistemih upravljanja v oskrbni verigi gradbeništva, s poudarkom na filozofijah, ki naj bi imele največji vpliv na prehod v krožne oskrbne verige in katerih uporaba v italijanskem in slovenskem kontekstu je možna, kot so industrijska simbioza, povratna logistika, koncept *cradle-to-cradle*, itd;
2. globalno iskanje najboljših praks krožnosti, ki jih je mogoče enostavno in učinkovito uvesti v čezmejno gradbeno dobavno verigo, s poznejšo pripravo povzetkov z opisi in praktičnimi informacijami za ciljne *deležnike* projekta;
3. analiza čezmejnega stavbnega fonda za opredelitev najpogostejših vrst obstoječih stavb in potrebnih posegov vanje ter kako lahko ugotovljene najboljše prakse izboljšajo njihovo trajnost in krožno upravljanje;
4. izbor tekočih ali nedavno zaključenih evropskih projektov, osredotočenih na krožnost v gradbenem sektorju, s posebnim poudarkom na tistih, v katerih sodelujejo italijanski ali slovenski partnerji, da bi ugotovili vrzeli glede na najboljše prakse, ugotovljene v globalnem kontekstu.

## POGLAVJE 2 – UPRAVLJANJE DOBAVNE VERIGE KROŽNEGA GRADBENIŠTVA

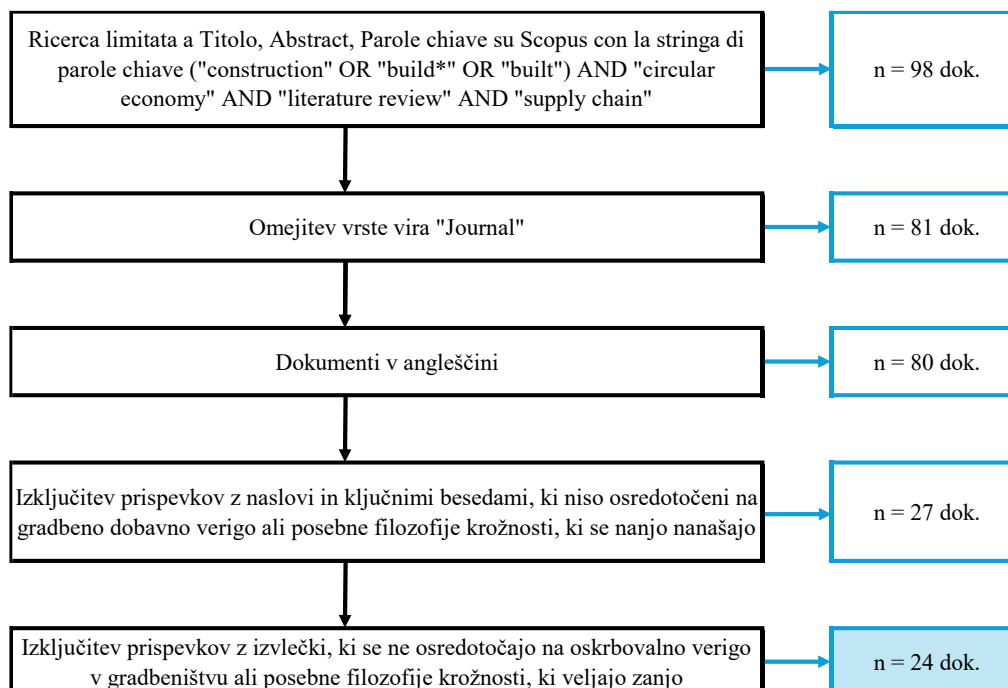
Da bi bolje razumeli, kako je mogoče načela krožnega gospodarstva uvesti v dobavno verigo v gradbeništvu, je bil izveden *meta-literature review*. Cilj je bil pridobiti omejeno število člankov, ki bi bili sami pregledi krožnih dobavnih verig v gradbenem sektorju, saj je ta tema že zelo obravnavana in obsežna glede na teme, ki jih zajema. Na podlagi njihovega branja so bili opredeljeni dejavniki za razširitev krožne paradigme na celotno dobavno verigo ter posledično prakse in strategije za vsako stopnjo dobavne verige.

### 2.1 - PREGLED LITERATURE

Izbor člankov, ki so bili predmet zanimanja, se je začel julija 2024, zadnja posodobitev pa marca 2025, vedno v podatkovni zbirki Scopus, ki je bila izbrana zaradi velikega števila virov, ki so tam na voljo; za večjo avtoriteto in zanesljivost rezultatov je bilo uporabljeno merilo iskanja "*limited to journal*" po "*source type*". Glavna težava je bila najti niz ključnih besed za iskanje, ki bi zožil področje in omogočil iskanje člankov, ki so čim bolj ustrezni za namen pregleda: zato je bila izbrana kombinacija ("*construction*" OR "*build\**" OR "*built*") AND "*circular economy*" AND "*literature review*" AND "*supply chain*".

Da bi izboljšali specifičnost rezultatov, je bilo iskanje tega niza ponovno omejeno na naslov članka, povzetek in ključne besede: na ta način je bilo pridobljenih 81 člankov; zaradi omejitve na članke v angleščini je bil izključen le en članek. Iz začetne analize naslovov in ključnih besed, ki jih je predlagal avtor posameznega članka, so bila izločena vsa besedila, katerih poudarek ni bil na oskrbovalnih verigah v gradbeništvu ali posebnih filozofijah krožnosti, ki veljajo zanje, s čimer se je število ustreznih člankov zmanjšalo na 27; od teh smo nadaljevali z branjem povzetka, pri čemer smo izločili še tri, ker za namene naše raziskave niso bili preveč indikativni. Faze izbora so opisane v

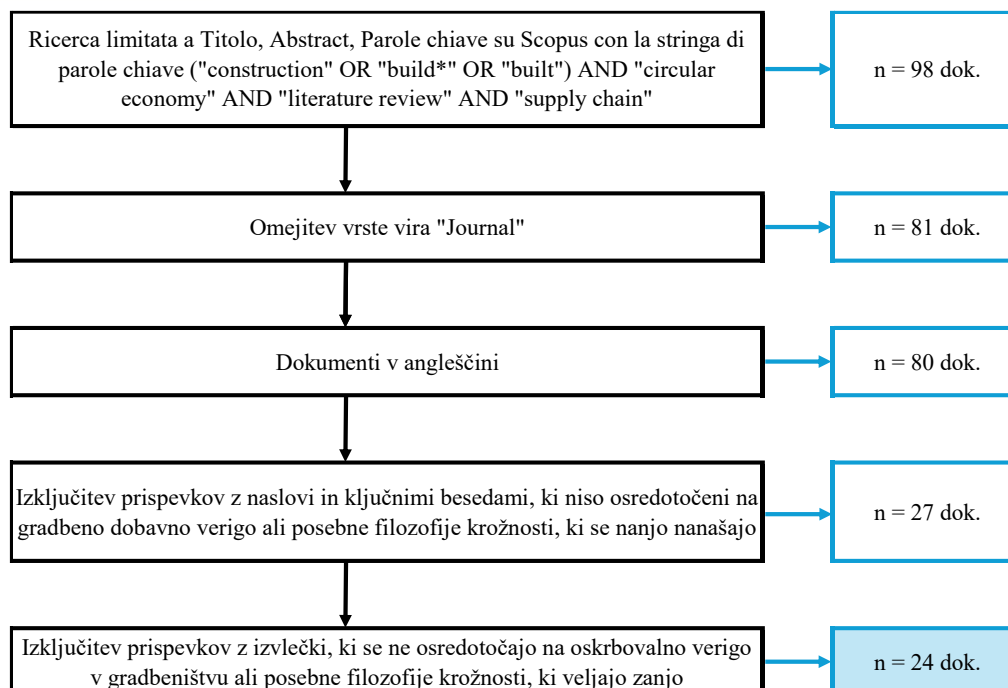
**Circular.Buildings**



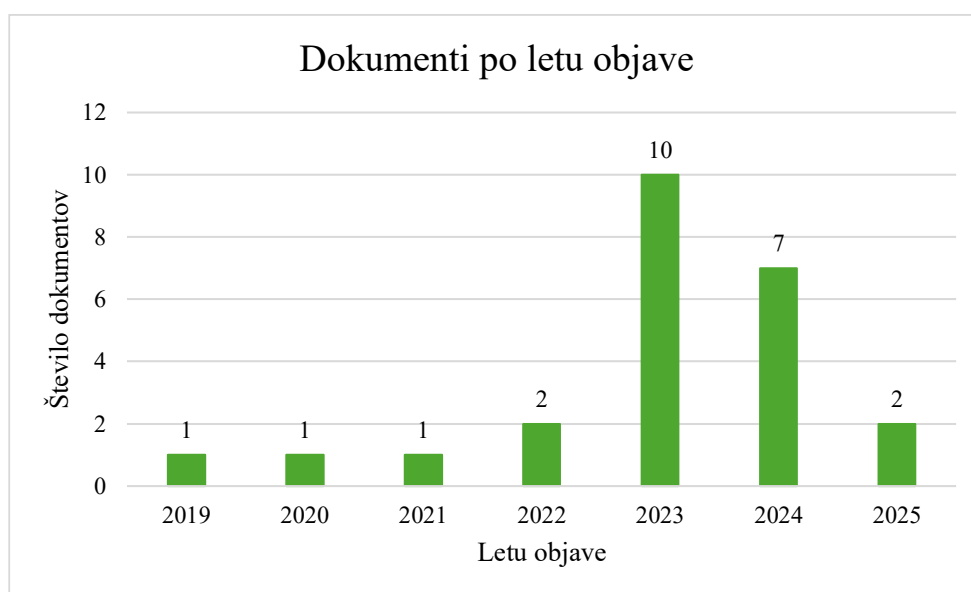
Slika 3.

Že po branju povzetkov različnih prispevkov se zdi izbor zadovoljiv, saj vključuje tako besedila s širšim pogledom kot bolj specifična besedila o praksah krožnosti, ki se uporabljajo v dobavnih verigah, da bi v skladu z našim ciljem zagotovili čim bolj popolno sliko o tej temi.

Če pogledamo datume objave člankov, lahko ugotovimo, da je tema zanimiva v zadnjem času: kot je razvidno iz Slika 4, od leta 2023 dalje se število člankov na obravnavano temo znatno poveča.



Slika 3 : Pot izbire dokumenta



Slika 4 : Število izbranih publikacij na leto

Opozoriti je treba, da je bil za dokumente, ki so bili izbrani kot pomembni, uporabljen dodaten iskalni filter, da bi izločili vsa besedila z italijanskimi ali slovenskimi avtorji, vendar to iskanje ni prineslo nobenih rezultatov; nato je bilo v celotnih besedilih člankov poizkušeno poiskati neposredne reference na aplikacije ali študije iz obeh držav, vendar tudi to ni prineslo nobenih

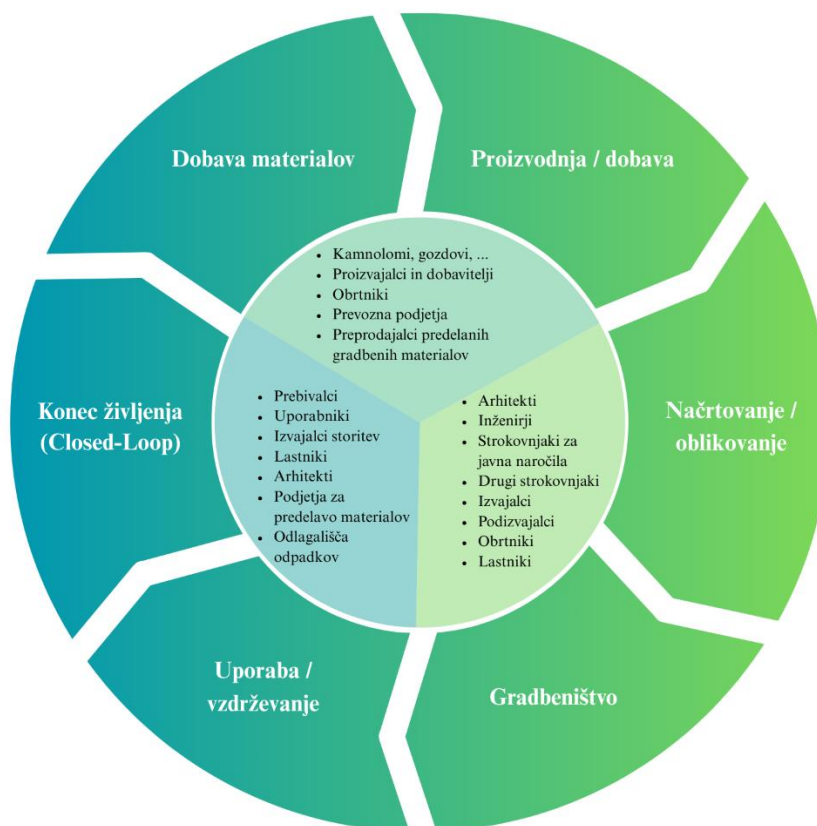
rezultatov. To ne pomeni, da v literaturi ni publikacij na to temo, temveč le, da se v tem vzorcu analiziranih pregledov literature ni pojavila nobena posebej pomembna italijanska/slovenska študija ali primer, ki bi ga avtorji navedli.

V naslednji analizi krožnih dobavnih verig v gradbenem sektorju bodo predstavljeni načini izvajanja CE v sistemih upravljanja, ki niso izrecno povezani s čezmejnimi kontekstom, vendar jih je mogoče uvesti tako v istem kot v katerem koli drugem globalnem kontekstu, saj njihovo univerzalno uporabnost priznavajo tudi sami strokovnjaki.

Shishehgarkhaneh et al. [10] so dobavno verigo opredelili kot mrežo akterjev, ki prenašajo blago, storitve, plačila in informacije od dobavitelja do kupca; v posebnem kontekstu gradbenega sektorja je, kot že omenjeno, vprašanje še bolj zapleteno, saj za vsako stavbo dobavna veriga vključuje številne zainteresirane strani, več funkcij in vse faze življenjskega cikla stavbe, od faze načrtovanja do scenarija konca življenjske dobe (*End of Life - EoL*). Za prehod z linearne na krožno dobavno verigo je potreben prehod s pristopa "*cradle-to-grave*" na pristop "*cradle-to-cradle*", v katerem se lahko po fazi EoL gradbeni elementi ali materiali, če so primerni, neposredno ponovno uporabijo ali reciklirajo za nove projekte: tradicionalne faze gradbene dobavne verige, tj. projektiranje, proizvodnja (ali proizvodnja), gradnja (ali namestitve), vzdrževanje, upravljanje, dopolnjujeta še dve rušenje in/ali razgradnja [8].

Za vsako fazo so zainteresirane strani številne, kot je prikazano tudi na Slika 5, v krožni proces pa so najbolj vključeni naročnik, projektanti (arhitekti in inženirji), izvajalci in podizvajalci, oskrbovalna in distribucijska podjetja, podjetja za rušenje in obrati za recikliranje [11].

Najprej se bomo osredotočili na krožne prakse, ki delujejo na celotno dobavno verigo, tj. na filozofije oblikovanja dobavne verige in tipična orodja za njeno upravljanje, medtem ko bodo najboljše prakse za vsako fazo dobavne verige v gradbeništvu izpostavljene pozneje. Strategije so tu predstavljene ločeno, vendar moramo poudariti, da prehod na krožno dobavno verigo zahteva kombinacijo vseh strategij, da se izkoristi celoten potencial.



Slika 5 : Faze krožne gradbene verige in deležniki (izdelava po navdihu [12])

## 2.2 - DEJAVNIKI KROŽNOSTI DOBAVNE VERIGE

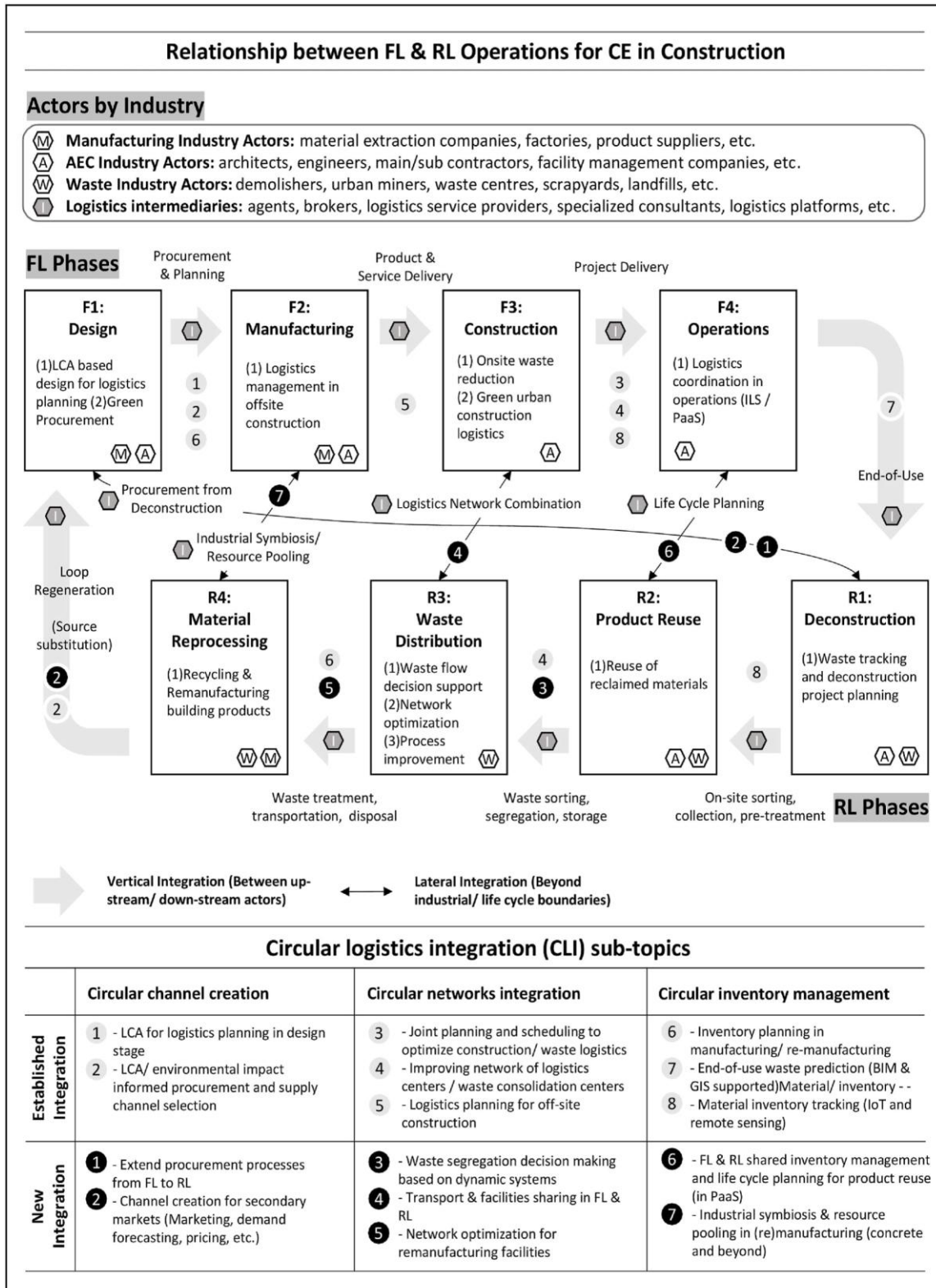
Prva strategija krožnosti, ki jo je mogoče sprejeti pri upravljanju dobavne verige v gradbeništvu, je **integracija povratne logistike (Reverse Logistic - RL) s tradicionalno logistiko (Forward Logistic - FL)**, s čimer se ustvari krožna logistika, da se zagotovi sistem *closed-loop* in čim bolj zmanjša izguba virov; od Ding et al. [13] logistika je opredeljena "kot proces načrtovanja, izvajanja in nadzora učinkovitih tokov materialov in izdelkov ter ustreznih informacij skozi življenjski cikel gradbenega projekta, in sicer v obe smeri: FL od točke pridobivanja materialov do faze uporabe gradbenih projektov in RL od konca uporabe projektov ali izdelkov do točke povrnitve vrednosti virov ali njihove ustrezne odstranitve". V konkretnem primeru gradbenega sektorja je RL najbolje opredeliti kot "celoten postopek zbiranja gradbenih odpadkov in odpadkov iz rušenja objektov (*Construction and Demolition Waste - CDW*) iz proizvodnih obratov CDW za recikliranje, obdelavo, predelavo in nadaljnjo prodajo, da se povrne vrednost CDW ali zagotovi njihova ustrezna obdelava ... oživitev stavbe, ki je izgubila svojo vrednost, s prenovo in ponovno uporabo".

Slika 6 vsebuje preprost in celovit opis, kako bi moralo potekati vključevanje FL in RL, da bi zagotovili krožnost v gradbeništvu, z navedbo akterjev, vključenih v različne faze, ter praks in orodij, ki zagotavljajo boljše upravljanje celotne dobavne verige. Poudariti je treba tesno sodelovanje, ki mora obstajati med vpletenimi akterji: temeljno vlogo imajo načrtovalci, projektanti in dobavitelji gradbenih materialov in sestavnih delov v dobavni verigi v začetni fazi, saj njihove odločitve odločajo o tem, ali se bo v dobavni verigi v nadaljevanju odlagala gradiva, namesto da bi se odlagala neposredno na odlagališčih [14].

Povratna dobavna veriga je lahko dveh vrst, zaprta (close-loop) ali odprta (open-loop): prva se pojavi, ko se izdelek po izteku življenjske dobe vrne neposredno v prvotni proizvodni obrat, kjer ga sčasoma predelajo, da postane dovolj zmogljiv za ponovno uporabo z enako ali novo funkcijo; ta pristop je veliko manj razširjen kot drugi, odprta zanka: v tem primeru se izdelek CDW ne vrne k prvotnemu proizvajalcu, temveč se običajno ponovno uvede v druge industrije, kar omogoča več možnosti ponovne uporabe [15]. Prav v tem kontekstu je ključnega pomena, da se držimo nove filozofije krožnosti dobavne verige, **industrijske simbioze**, ki jo Ekonomska komisija Združenih narodov za Evropo (UNECE) opredeljuje kot "sodelovanje različnih sektorjev za uskladitev odpadkov, ki jih proizvede en sektor, s potrebami po surovinah drugega". Takšno medsektorsko sodelovanje omogoča uravnotežen pretok materialov v gradbeništvu, predvsem pa več možnosti za ponovno uporabo in recikliranje odpadnih materialov iz gradbeništva ter vnos materialov iz odpadkov iz drugih industrij v stavbe, ki bi jih bilo sicer treba odstraniti. V zvezi s tem sledi, da je za krožnost v gradbeništvu potrebno, da se ista paradigma razširi na različne druge industrije [4].

Industrijska simbioza je v tem kontekstu najboljša uporaba širše filozofije, ki je sama po sebi osrednjega pomena za krožno gospodarstvo, tj. **industrijske ekologije**: ta pristop predvideva razvoj proizvodnih sistemov, kot da bi bili naravni sistemi, v katerih proizvodnja odpadkov sploh ni predvidena; to dopolnjuje že povedano o konceptu *cradle-to-cradle* (C2C), vendar daje še večji pomen odpravi vpliva na okolje, ki jo je mogoče doseči s sistematičnim načrtovanjem in izvedbo stavbe in njenih komponent, zlasti če se namesto bolj onesnažujočih rešitev uporabljajo naravni in/ali kompostljivi materiali [16].

ako kot smo rekli, da je pomembno sodelovanje med različnimi sektorji, je za čim boljše vključevanje krožnosti v gradbeno dobavno verigo potrebno tudi čim boljše sodelovanje med akterji različnih faz življenjskega cikla stavbe: ena od doslej najučinkovitejših strategij za to je **vertikalno povezovanje različnih partnerjev supply-chain** (SC), ki zagotavlja dolgoročno sodelovanje in zaupanje med različnimi strokovnjaki, vključenimi v celoten projekt. To na primer izvajalcu omogoča, da upravlja pretok gradbenega materiala in strojev na gradbišču ter zagotavlja učinkovito ravnanje na gradbišču ali usklajuje logistične operacije za zmanjšanje prevoznih sredstev, porabe goriva in posledično emisij ogljikovega dioksida [13].



Slika 6 : Okvir za integracijo krožne logistike za dejavnosti FL in RL v gradbenem sektorju (povzeto po [13])

Il progetto CIRCULAR.BUILDINGS è cofinanziato dall'Unione europea nell'ambito del Programma Interreg VI-A Italia-Slovenia. Projekt CIRCULAR.BUILDINGS sofinancira Evropska unija v okviru Programa Interreg VI-A Italija-Slovenija.

Da pa bi bilo vertikalno povezovanje izvedljivo, so potrebna orodja, ki zagotavljajo stalno **izmenjavo informacij** med udeleženci na različnih stopnjah dobavne verige: kot navaja Wuni [14], ta vrsta komunikacije "omogoča zainteresiranim stranem in članom projektne skupine, da razvijejo skupne cilje krožnosti, da uskladijo odločitve o krožnosti v začetni in končni fazi projekta ter zagotovijo, da imajo funkcije vseh članov kumulativen in komplementaren pozitiven učinek na uspeh projektov krožne gradnje". Glavna težava je povezana z zapletenostjo, predvsem pa s trajnostjo SC stavbe: na primer, gradbene odločitve, sprejete v fazi načrtovanja, morajo biti na voljo v fazi razgradnje, da se zagotovi optimizacija postopkov in čim bolj zmanjša nastajanje odpadkov. Sodelovanje je osnova za oblikovalske pristope, kot je sooblikovanje (*co-design* ali *participated design*) pri katerem stalna izmenjava informacij omogoča aktivno sodelovanje vseh oblikovalcev in strank, da se zagotovi izpolnjevanje potreb in preprečijo težave pri povezovanju različnih delov projekta.

Zaradi pomanjkanja zanimanja za te prakse ali pomanjkanja znanja o njih zainteresirane strani trenutno delujejo avtonomno, predvsem zato, da bi povečale lastne koristi: ta pristop ustvarja tako imenovane *structural holes*, tj. manjkajoče povezave med različnimi osebami, vključenimi v življenjski cikel stavbe; Ena od rešitev za zapolnitev teh vrzeli je uvedba posredniških akterjev, imenovanih "**posredniki informacij**", v projekt: njihova vloga je olajšati izmenjavo informacij, jih prilagoditi, organizirati in interpretirati, da bi jih dali na voljo akterjem, ki jih bodo uporabili v komunikaciji. Wijewickrama et al. [17], v svoji študiji so opredelili tri možne posrednike informacij, in sicer **vladne organe**, strokovne skupnosti in digitalne platforme. Prvi od treh je morda najbolj temeljnega pomena za to, da vsaka gradbena dobavna veriga in posledično celoten sektor postane krožna: njegova vloga je uvajanje zakonov in politik, usmerjenih v prehod na CE, pa tudi spodbud, davčnih olajšav in gospodarskih koristi, ki deležnike silijo k krožnim odločitvam.

**Strokovne skupnosti** so ključne za usposabljanje in izobraževanje oblikovalcev in gradbenikov o krožnih praksah ter o tem, kako oblikovati v sodelovanju in sodelovati pri projektih; ne le, da morajo biti strokovnjaki stalno seznanjeni z novimi tehnikami in tehnologijami oblikovanja, temveč tudi in predvsem, da se nove generacije deležnikov na univerzitetnih in poklicnih poteh učijo, kako vključiti načela CE v svoje delo. Prav tako ne smemo spregledati vloge, ki jo lahko imajo poklicne skupnosti pri izvajanju kampanj za ozaveščanje javnosti, ki lahko sprožijo spremembe v miselnosti naročnikov in graditeljev, ki se danes odločajo skoraj izključno na ekonomski osnovi [2].

Tretji posrednik informacij so **digitalne platforme**, ki imajo trojno vlogo izmenjava, povezovanje in sodelovanje: prvič, koristni so za izboljšanje delovanja drugih dveh posrednikov, saj omogočajo razširjanje vladnih pobud in strokovnih skupnosti med čim več strokovnjakov. Poleg tega omogočajo, da se oblikovalci in podjetja v gradbenem sektorju povežejo med seboj za sooblikovanje, pa tudi s tistimi v različnih sektorjih, da bi izboljšali industrijsko simbiozo in

zagotovili čim manjše količine odpadkov; prav tako lahko povežejo podjetje, ki ustvarja CDW, s podjetji, ki sodelujejo pri zbiranju, prevozu, skladiščenju in predelavi, da bi stalno spremljali tokove materiala, predelavo, uporabo in lastnosti [18]. V tem smislu se lahko uporabljajo ne le za shranjevanje informacij o gradbenih materialih, temveč tudi kot platforme za ustvarjanje sekundarnega trga z vidika krožnosti: izvajalci lahko odlagajo svoje odpadke ali kupujejo predelane gradbene materiale, kadar koli jih potrebujejo od drugih izvajalcev, proizvajalcev ali predelovalcev po nizkih cenah [17].

Cai e Waldmann [19] so predlagali novo strategijo skupnosti, ki lahko zajema zgoraj opisane prakse sodelovanja, vključevanja in povezovanja: to je **banka materialov in komponent**, opisana kot "upravljavec, ki organizira prenos materialov in komponent, pridobljenih iz porušeni ali razgrajeni struktur, na novo strukturo, od splošnega načrtovanja rušenja in razgradnje do pridobivanja in zbiranja materialov in komponent, ki jih je mogoče reciklirati in ponovno uporabiti, njihovega vrednotenja in izboljšanja kakovosti ter njihovega poznejšega certificiranja, kar omogoča prodajo v tovarni ali centralni bančni trgovini". Slika 7 shematično prikazuje vlogo banke materialov in sestavnih delov v ključnih procesih trajnostne gradnje: kot je razvidno, omogoča usklajevanje številnih postopkov, ki se izvajajo na stavbi, in posledično vključenih ljudi, s čimer se rešuje problem prevelike razdrobljenosti SC; prav tako ne izključuje možnosti, da banko potrdi vlada in tako zagotovi njeno veljavnost.

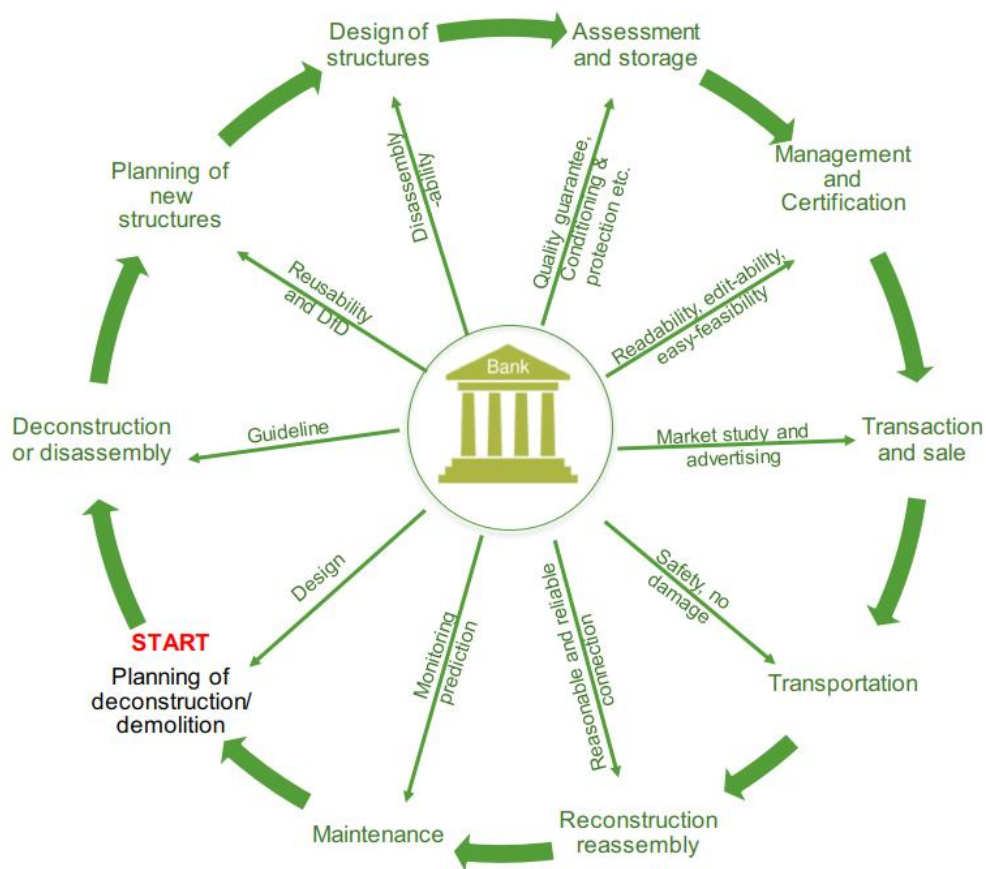
Vendar je za upravljanje SC prek banke materialov in komponent potrebna podpora **Building Information Modeling (BIM)**, orodja, ki velja za nepogrešljivo pri prehodu na krožno gradnjo. BIM lahko razumemo kot digitalno platformo za sodelovanje in upravljanje informacij o stavbi v vseh fazah njene življenjske dobe, v kateri lahko sodelujejo vse zainteresirane strani: omogoča na primer projektiranje z večparametrsko optimizacijo za doseganje čim manjšega vpliva na okolje ali stroškov ali izdelavo načrtov za razgradnjo stavbe in poznejšo ponovno uporabo celotne stavbe ali njenih delov.

Kar zadeva materiale, ima uvedba modela BIM številne prednosti, med drugim:

- pridobite popis vgrajenih materialov, da ocenite količino odpadkov, ki bi nastali pri rušenju stavbe;
- primerjati različne možnosti zasnove, njihov čas gradnje, nastajanje odpadkov in vpliv na okolje [8];
- zbiranje informacij o poti in učinkovitosti vsake komponente v okviru materialnih potnih listov, da se olajša njihova ponovna uporaba v drugih stavbah in da se količinsko opredelijo vplivi, ki so uporabni za oceno krožnosti oblikovalskih odločitev [16].

Druga digitalna tehnologija, ki se v zadnjem času pojavlja za pospeševanje krožnega upravljanja dobavne verige in jo je mogoče uporabiti tudi v gradbenem sektorju, je **tehnologija blockchain**: gre za decentraliziran sistem za izračunavanje in shranjevanje podatkov, v katerem sta zagotovljeni varnost in zanesljivost podatkov [8]; ko je predmet ustvarjen v podatkovni zbirki,

je povezan z žetonom, ki ob potrditvi pristnosti s strani zainteresiranega prejemnika omogoča, da se zgodovina fizične komponente v celoti izsleda za nazaj. Ta tehnologija je zelo uporabna za upravljanje odnosov med deležniki in za pogodbe med njimi: nobeno podjetje ne more enostransko spremeniti informacij, vnesenih v omrežje *blockchain*, zato je verodostojnost dokumentov vedno zagotovljena, kar zmanjšuje število sporov, ki lahko povzročijo zamude in upočasnitve v SC [9]. Podobno tudi tehnološke platforme *blockchain* ponujajo priložnosti za zavarovalnice "usage-based", ki zmanjšujejo zavarovalniške omejitve in povečujejo pravna jamstva za reciklirane in ponovno uporabljene materiale [8].



Slika 7 : Vloge banke materialov in komponent v ključnih procesih krožne gradnje (od [19])

## 2.3 - STRATEGIJE KROŽNEGA GOSPODARSTVA NA STOPNJAH DOBAVNE VERIGE

Ob upoštevanju šestih faz krožne gradbene dobavne verige, kot je prikazano na Slika 5, obstajajo krožne prakse, ki temeljijo na načelih 9R in jih je mogoče izvajati v vsaki od njih, ki pa hkrati vplivajo na druge faze. V tem poglavju bo podan širok in ne preveč podroben pregled, ki

Il progetto CIRCULAR.BUILDINGS è cofinanziato dall'Unione europea nell'ambito del Programma Interreg VI-A Italia-Slovenia.  
Projekt CIRCULAR.BUILDINGS sofinancira Evropska unija v okviru Programa Interreg VI-A Italija-Slovenija.

bo omogočil začetno orientacijo o tem, kaj pomenijo dobre krožne prakse: naslednje poglavje bo namenjeno opredelitvi in poglobitvi najučinkovitejših in najpomembnejših praks.

Že na začetku je pojasnjeno, da je opredeljene prakse mogoče izvajati tako pri gradnji novih stavb kot pri posegih na obstoječih stavbah, tudi tistih, ki so kulturnega pomena: jasno je, da metode uporabe niso enake, temveč jih je treba prilagoditi kontekstu in razpoložljivim možnostim.

Prva analizirana faza je **nabava materialov**, ki jo je z vidika krožnega gospodarstva mogoče izvesti na dva načina: prvi se nanaša na uvedbo ponovno uporabljenih ali recikliranih materialov, s čimer se zmanjša uporaba primarnih surovin, hkrati pa se omejijo odpadki; drugo je treba upoštevati le, kadar je glede na zahtevano zmogljivost ali druge tehnološke potrebe nujna uporaba primarnega materiala: v tem primeru imajo vedno prednost izdelki naravnega izvora (*bio-based*), saj se lahko zelo pogosto sami obnavljajo [11].

Kar zadeva **proizvodnjo in dobavo**, se uporaba paradigme krožnega gospodarstva izvaja z izbiro in nakupom lokalnih proizvodov, ki zato zahtevajo manj prevoza in posledično ustvarjajo manj emisij; prednost je treba dati proizvodnji, pri kateri je uporaba energije iz fosilnih virov in vode, zlasti pitne vode, kar pomeni *embodied energy* in *embodied water*, omejena na najmanjšo potrebno, hkrati pa so vključeni obnovljivi viri in zajemanje deževnice.

Oblikovalci in načrtovalci bi se morali bolj usmeriti k izdelkom s certifikatom C2C in dajati prednost izdelkom, katerih dele ali materiale je mogoče enostavno razstaviti za ponovno uporabo ali recikliranje [19]. Po drugi strani pa so proizvajalci odgovorni za zagotavljanje nestrupenosti sestavnih delov, zlasti če uporabljajo reciklirane dele iz drugih izdelkov; da bi odigrali svojo vlogo v krožnosti dobavne verige, lahko njihova prizadevanja vključujejo zmanjšanje embalaže in dajanje prednosti okolju prijazni embalaži, predvsem pa upoštevanje okoljskih predpisov in standardov. Ključnega pomena je tudi načrtovanje logistike, ki mora biti usmerjeno v optimizacijo števila vključenih vozil in prevozov, ki jih je treba opraviti [14].

Faza načrtovanja in oblikovanja je nedvomno osrednjega pomena pri prehodu na krožno grajeno okolje: osnovni načeli, ki ju je treba upoštevati, sta *eco-efficiency* in *eco-effectiveness*, ki sami po sebi zajemata koncept C2C in sta vedno usmerjeni v zaprto zanko, pri čemer usmerjata oblikovanje, osredotočeno na zagotavljanje čim daljšega obstoja gradbenih komponent in zmanjševanje deleža teh komponent, ki postanejo odpadki [14]. **Faza načrtovanja** je temeljnega pomena za opredelitev skupnega cilja krožnosti med različnimi zainteresiranimi stranmi in za zagotovitev njihovega usklajevanja v različnih fazah življenjskega cikla stavbe; v tem predhodnem postopku je priporočljivo določiti osebe, ki so strokovnjaki za presojo vplivov na okolje in tudi za presojo ekonomskih vplivov, ki bodo pozneje usmerjali izbiro načrtovanja in delovanja oseb, ki niso tako strokovne. Hkrati je treba že v tej zgodnji fazi, tudi zaradi avtoritativnih smernic, določiti pristojno podjetje za rušenje, ki bo predhodno opravilo revizijo

pred rušenjem in prenovo na projektnem mestu [20]. **Faza oblikovanja** je prostor, kjer se sprejemajo praktične odločitve za krožnost ne le materialov, temveč tudi energije in vode.

Kar zadeva **materiale in sestavne dele**, so poleg uporabe *bio-based* materialov in materialov z majhnim vplivom, pridobljenih s postopki recikliranja in ponovne uporabe, ki so bili obravnavani že v prejšnji fazi, najbolj ponavljajoči se oblikovalski koncepti, katerih pomembnost je splošno priznana [2] naslednji:

- *Material-efficient design*: Materialno učinkovita zasnova za lažjo montažo na gradbišču, ki zmanjšuje število sredstev in postopkov, ki jih je treba izvesti na gradbišču, ter daje prednost montažnim in standardiziranim sestavnim delom;
- *Design for adaptability and flexibility*: Načrtovanje za prilagodljivost in prožnost, tako da je mogoče stavbno zasnovo sčasoma po potrebi enostavno in poceni spremeniti, pri čemer imajo prednost standardizirani in modularni elementi, ki jih je mogoče med seboj prerazporediti;
- *Design for disassembly and dismantling*: Načrtovanje za razstavljanje in predelavo, da bi zagotovili, da je mogoče stavbo po koncu njene življenjske dobe zlahka razstaviti na sestavne dele ali materiale in jih dati na sekundarni trg za ponovno uporabo ali recikliranje;
- *Design for durability*: Oblikovanje za trajnost, pri katerem se zmanjšuje nastajanje odpadkov z uporabo materialov in konfiguracij, ki lahko ohranijo visoko učinkovitost v celotni življenjski dobi stavbe, tudi po katastrofalnih dogodkih, ali ki jih je mogoče obnoviti s stalnim vzdrževanjem, ki ga omogoča sama zasnova.

Ni univerzalno boljšega pristopa od drugega, temveč le glede na potrebe naročnika in predvideno uporabo stavbe: zato morajo biti končni uporabniki in naročnik vključeni v proces načrtovanja, da bi vodili projektanta pri določanju najboljše filozofije načrtovanja [19].

Kar zadeva krožnost **energije**, so projektne rešitve, usmerjene v energetske učinkovitost, veliko bolj konsolidirane in se uporabljajo na svetovni ravni kot rešitve za krožnost materialov; še vedno gre za stavbo, v kateri je razpršitev toplote zmanjšana na minimum in se v največji možni meri uporabljajo pasivni mehanizmi: v ta namen je treba zagotoviti zrakotesnost ovoja stavbe in ustrezno raven toplotne izolacije, tako za neprozorne kot za prozorne ovoje, pri čemer se daje prednost materialom z odlično toplotno zmogljivostjo in se vedno upošteva njihov vpliv na okolje. Pri načrtovanju novih stavb je treba skrbno preučiti usmerjenost in konslikacijo stavbe, da bi čim bolj zmanjšali toplotne obremenitve, pri obstoječih stavbah pa se je treba osredotočiti na to, kako sisteme za izboljšanje energije vključiti v obstoječo strukturo in njene omejitve, pa tudi na posodobitev tehničnih naprav. Pomembno vlogo pri energetske učinkovitosti pa imajo tudi inštalacije: v fazi načrtovanja je treba skrbno določiti velikost, pri čemer je treba upoštevati scenarije uporabe in predvideno uporabo stavbe, vedno v skladu z veljavnimi predpisi, kot je *Energy Performance of Building Directive* (EPBD), vedno dajati prednost alternativam, pri katerih se fosilna goriva nadomestijo z obnovljivimi viri energije, kot sta sončna ali geotermalna

energija, še bolje, če se proizvaja na kraju samem za lastno porabo, in vključevati tehnološke rešitve za rekuperacijo toplote [11].

Glede kroženja **vode** so možnosti načrtovanja omejene na vključitev cistern za zbiranje deževnice v stavbo in morebitne sisteme za čiščenje deževnice, da se lahko ponovno uporabi kot pitna voda, ki pa so pogosto dragi in v primeru stanovanjskih stavb niso ugodni; druge previdnostne ukrepe je mogoče sprejeti z vgradnjo naprav za varčevanje z vodo, kot so regulatorji pretoka, in ohranjanjem pitne vode v stalnem obtoku, kar preprečuje razmnoževanje bakterij in omogoča njeno daljšo uporabo [11].

Očitno je, da imajo projektanti na voljo veliko možnosti za vključitev krožnosti v zasnovo stavbe, problem pa je ugotoviti, katere so najboljše glede na namen stavbe ali posega v njo: za čim večjo krožnost in čim manjši vpliv na okolje je metoda *Life Cycle Assessment (LCA)* nedvomno najbolj veljavno orodje za odločanje, saj omogoča primerjavo oblikovalskih izbir in določitev najboljših z vidika, med drugim, potenciala globalnega segrevanja (GWP), emisij toplogrednih plinov ali zlasti emisij CO<sub>2</sub>. Integracija z *Life Cycle Costing Assessment (LCC)* omogoča tudi analizo stroškov, prihrankov in ekonomskih koristi različnih projektnih možnosti, pri čemer se izbira tudi ovrednoti glede na njihovo denarno vrednost [8]. Projektantom so v pomoč pri orientaciji v labirintu projektnih rešitev tudi okviri za pridobitev certifikatov zelenih stavb, kot so LEED, WELL in BREEAM: sprejetje projektov, ki izpolnjujejo smernice teh certifikatov, samodejno vodi k trajnostnim stavbam [10].

Kar zadeva **fazo gradnje**, krožnost je mogoče doseči s skrbnim načrtovanjem gradbišča ter časovno razporeditvijo dela in dostave izdelkov na gradbišče. Pri načrtovanju lokacije je treba paziti, da se omeji negativni vpliv na naravno okolje, tla in habitate ter da se prepreči poseganje v zelene površine, kjer to ni potrebno [10]. Kot je bilo že omenjeno, je bolje, da se deli gradbene konstrukcije proizvajajo zunaj gradbišča (*off-site*), da se zagotovi boljši nadzor nad postopki gradbene montaže: to pomaga zmanjšati število napak v izdelkih, ki se sestavljajo na gradbišču, odpraviti nepotrebne napore pri montaži in premikanju materialov, pa tudi zmanjšati porabo vode in energije [8]. Dejstvo je, da je treba dati prednost sanaciji obstoječih stavb ali zemljišč pred novogradnjo: v tem primeru faza gradnje postane faza sanacije ali prilagoditve; pred vsemi drugimi postopki na kraju samem je treba izvesti sanacijo nevarnih odpadkov in/ali odstranitev trdnih odpadkov (strupenih ali drugih) [11].

**Faza uporabe/obratovanja** je osrednjega pomena za energetske in vodno učinkovitost: osrednjo vlogo imajo lastniki in uporabniki stavb, ki jih je treba izobraziti in usmeriti k zavestni rabi virov, pri čemer morajo sprejeti vedenje, katerega cilj je čim bolj zmanjšati porabo vode in energije, kot je preudarna uporaba gospodinjskih aparatov ali čim večja uporaba energije iz obnovljivih virov namesto energije, proizvedene iz fosilnih goriv. Pri javnih stavbah pa ne smemo zanemariti dobrega počutja uporabnikov: uvedba sistemov za nadzor notranjih termohigrometričnih pogojev, ki delujejo na toplotne sisteme, omogoča optimalno rabo energije. Bistveno je, da se zagotovi kakovost zraka v prostorih: v ta namen je najugodnejša

izbira nadzorovano mehansko prezračevanje (VMC), zlasti če je opremljeno z rekuperatorjem toplote, ki omogoča kroženje toplotne energije [11]. To je tudi **faza, namenjena vzdrževanju stavbe** in njenih naprav: upoštevanje načrta posegov, pripravljenega ob projektiranju, omogoča, da se zagotovi ali celo podaljša njihova življenjska doba in se izogne potrebi po zamenjavi sestavnih delov zaradi njihove poškodbe ali okvare [2]. Če pa je treba **konfiguracijo stavbe prilagoditi** zaradi spremembe prostorskih ali funkcionalnih zahtev, je treba preveriti, ali so bile te spremembe predvidene v fazi projektiranja, in če so, ukrepati, kot je navedeno v projektu.

Če temu ni tako, je potrebno naknadno opremljanje, ki pa je del **faze konca življenjske dobe** stavbe, skupaj z rušenjem; v zvezi s spremembo funkcije stavbe je za vključitev krožnosti v to fazo najprej treba preučiti različne rešitve preoblikovanja in prilagodljive ponovne uporabe: zato so predvidene oblikovalske odločitve, ki nas v krožni verigi vrnejo v fazo načrtovanja in oblikovanja. Pri delu na obstoječih stavbah kulturne dediščine se redko srečamo s primeri *design for disassembly* ali *for adaptability*, zato je proizvodnja odpadkov neizogibna: kar je mogoče storiti, je ustvariti materialne potne liste za različne komponente ali materiale, da bi olajšali njihovo ponovno uporabo in vstop na trg rabljenih izdelkov.

Da bi bili materiali primerni za ponovno uporabo, je treba vedno dati prednost razgradnji ali dekonstrukciji pred rušenjem, saj olajšata ločevanje materialov, ugotavljanje, kateri so v celoti predeljni, kateri so namenjeni recikliranju in kateri so namenjeni za pridobivanje energije iz odpadkov ali, v najslabšem primeru, na odlagališče [11]. V tej fazi ob koncu življenjske dobe SC, če podjetje za demontažo objekta še ni bilo identificirano v fazi projektiranja in posledično ni opredeljen načrt, ki bi mu sledili pri postopkih in kasnejšem premiku materialov, je treba uskladiti različne subjekte, ki se lahko ukvarjajo z izločanjem materialov, njihovim transportom v izbirne centre, če je potrebno, in nato identifikacijo zbirnih/skladiščnih centrov, ter jih na koncu narediti primerne in na voljo za novo uporabo, s tem vstop v SC novogradnje [2].

# POGLAVJE 3 – DOBRE PRAKSE KROŽNEGA GOSPODARSTVA ZA ČEZMEJNI GRADBENI SEKTOR

Medtem ko so bile v prejšnjem poglavju opredeljene strategije krožnega upravljanja za celotno dobavno verigo in kako vključiti posebne tehnike za posamezne faze dobavne verige, bi se v tem poglavju radi poglobili v najboljše prakse krožnega upravljanja, ki se uporabljajo v življenjskem ciklu stavbe, ne da bi jih vezali na eno fazo dobavne verige, temveč zbrali vse načine, kako lahko koristijo gradbeni industriji. Zato je bilo opravljeno obsežno iskanje literature za opredelitev teh splošnih praks, posledično pa je bilo v povzetkih zbrano tisto, kar se je zdelo pomembno in koristno za pristop k zainteresiranim stranem in njihovo izobraževanje. Teh 15 dokumentov je na voljo v dodatku k poročilu.

## 3.1 - PREGLED LITERATURE

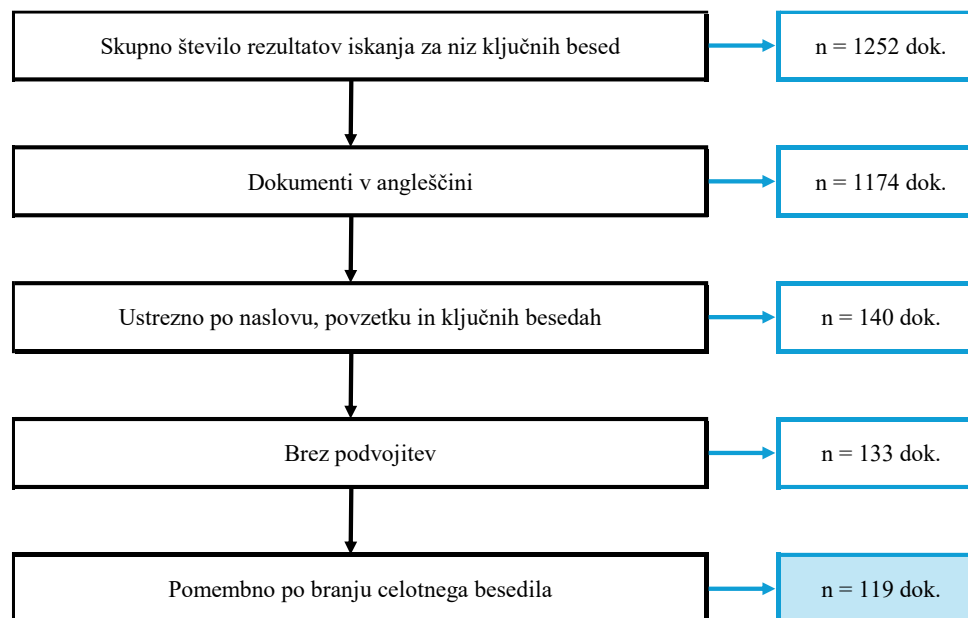
Pregled literature je bil opravljen z namenom ugotoviti, katere prakse načrtovanja in upravljanja stavb je mogoče uporabiti za izboljšanje in zagotavljanje krožnosti v sektorju, pri čemer se ni omejil le na tiste, ki so povezane s krožnostjo materialov, temveč tudi virov, kot sta voda in energija: v ta namen je bilo opredeljenih več ključnih besed, ki so pomembne za namene raziskave, oziroma "best practices", "construction", "circular economy", "building", "circular practices", kot je na primer "best practice" AND "building" AND "circular economy".

Za bibliografsko iskanje sta bili uporabljeni podatkovni zbirki Science Direct in Scopus: za iskanje člankov, konferenčnih zbornikov in poglavij v knjigah na obeh platformah so bile uporabljene iste kombinacije ključnih besed ali njihove prilagoditve. Naprednejše iskalne metode niso bile uporabljene, da bi dobili čim bolj popolno sliko o trenutno dostopnih študijah na to temo.

Do julija 2024, datuma prvega iskanja, je bilo skupno število člankov, ki so izpolnjevali zgoraj navedena merila, več kot 1 200; začetni izbor ustreznih člankov je bil opravljen na podlagi naslova in povzetka: s tem se je izbor zmanjšal na primernejše število 140 člankov. Bibliografske reference teh člankov so bile prenesene v program za upravljanje referenc, Zotero, ki je omogočil izločitev podvojenih člankov, nastalih z združitvijo rezultatov obeh podatkovnih baz: končno število člankov, ki jih je bilo treba prebrati, je tako znašalo 133.

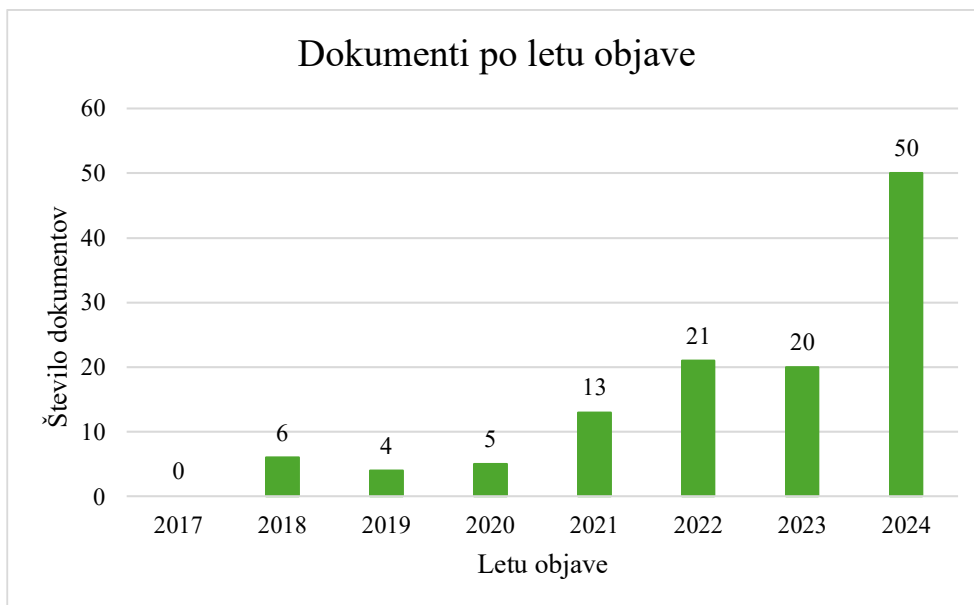
Po temeljitom branju je bilo mogoče iz bibliografije najprej odstraniti 14 drugih člankov, ker niso bili povezani izključno z gradbenim sektorjem ali ker so se preveč osredotočali na trajnost

namesto na krožnost ali na posamezne gradbene proizvode. Slika 7 je prikazana pot izbire člankov pri pregledu literature.



Slika 8 : način izbora člankov za pregled literature o best practices

Pri končni bibliografiji je bila opravljena tudi študija o časovnem gibanju števila objavljenih člankov za vsako leto (Slika 9 ) in državi, navedeni pri prvem avtorju vsakega članka (Slika 10 ).



Slika 9 : Documenti sulle best practices per anno di pubblicazione



Slika 10: Geografska porazdelitev člankov glede na državo prvega avtorja

Glede porazdelitve števila člankov, ki se štejejo za pomembne za temo, po letih veljajo enake ugotovitve kot pri pregledu literature v poglavju 2: rast števila objav v zadnjem letu je bila v

primerjavi s prejšnjimi leti eksponentna. Z vidika geografskega izvora prvega avtorja je v Evropi očitno večja zavezanost raziskavam na to temo, saj je bilo od skupno 119 prebranih člankov kar 85 člankov. Poleg tega je po številu objav na prvem mestu Italija s 14 objavami, sledijo ji Avstralija, Nizozemska in Združeno kraljestvo, vse tri z 10 objavami; Slovenija ima po drugi strani le en članek, pri čemer prvi avtor prihaja iz ene same države.

Branje člankov je bilo torej usmerjeno v ugotavljanje praks, ki temeljijo na načelih krožnega gospodarstva in so najbolj prepoznavne za prehod gradbenega sektorja glede krožnosti materialov, energije in vode na vseh stopnjah gradbene dobavne verige. Da bi dobili čim bolj popoln začetni pregled, so bili med zbranimi besedili, ki jih je bilo treba prebrati, najprej pregledi literature (npr. [7], [21], [22], [23], [24], [25]): med branjem so bile upoštevane najpogostejše teme ali celo najboljše prakse, ki so bile opredeljene in katalogizirane v člankih. Nato so prebrali vse članke in postopoma opisovali, katere bi lahko bile najboljše prakse, dokler jih niso določili 15.

## 3.2 – DOBRE PRAKSE

Najboljše prakse kroženja so opredeljene in opisane tako, da so reprezentativne in zajemajo vse tehnike načrtovanja in upravljanja stavb; zlasti je bila želja omejiti njihovo število z vključitvijo različnih pristopov in/ali pristopov z istim končnim ciljem ali osnovno filozofijo kroženja v isto strategijo.

V nadaljevanju je podan kratek opis *best practices*, od katerih je vsaka označena z veliko črko, za bolj poglobljeno razpravo o vsaki od njih pa si ogledjte liste za zbiranje podatkov v prilogi.

- **A – MATERIAL-EFFICIENT DESIGN**

Ta praksa vključuje načrtovanje stavbe ali posege v stavbo, da se čim bolj zmanjša nastajanje gradbenih odpadkov in odpadkov pri rušenju (C&DW), tehnika, ki je znana tudi pod imenom "*Designing-out waste*"; ta praksa vključuje vse ukrepe, s katerimi se med fazami gradnje poleg materialnih odpadkov omejuje tudi poraba energije in vode: med njimi so najpogostejši uporaba montažnih elementov ali izdelkov zunaj gradbišča ter skrbno načrtovanje gradbišča in njegovih faz.

- **B - KROŽNOST MATERIALOV**

To vključuje vse ukrepe in odločitve, ki jih je mogoče sprejeti za zagotovitev čim bolj zaprtega tehničnega kroga materialov: to pomeni čim manjšo uporabo primarnih materialov, spodbujanje ponovne uporabe gradbenih elementov ali materialov iz postopkov recikliranja. Hkrati ta praksa vključuje tudi načrtovanje ravnanja z C&DW po koncu življenjske dob, če zaprt cikel ni mogoč.

- C - UPORABA MATERIALOV *BIO-BASED*

Medtem ko je bil cilj *best practice* B zaključiti tehnični cikel, je cilj te prakse preiti v biološki cikel: vključuje uporabo naravnih, *bio-based* in samoproizvodnih materialov, katerih uporaba ni škodljiva za okolje, temveč lahko ob koncu življenjske dobe postanejo hrana, ne da bi pri tem nastajali odpadki.

- D - UPORABA MATERIALOV Z NIZKIMI VPLIVI

Ta praksa omogoča zmanjšanje vpliva gradnje na okolje z izbiro materialov z majhnim vplivom, tako z vidika emisij strupenih delcev v življenjski dobi sestavnih delov kot predvsem v fazah proizvodnje: to pomeni materiale z majhnim ogljičnim odtisom ter zmanjšano vsebovano energijo in vodo; v skladu s to prakso imajo prednost lokalni materiali in materiali za razogljčenje.

- E - ZASNOVA ZA RAZSTAVLJANJE / RUŠENJE / RAZGRADNJE

To je strategija načrtovanja stavbe, pri kateri se že pri začetnem načrtovanju sprejmejo odločitve, ki zagotavljajo njeno razstavljanje, dekonstrukcijo ali rušenje ob koncu njene življenjske dobe; na ta način se lahko stavba razgradi na dele, kar omogoča predelavo sestavnih delov in/ali recikliranje materialov, izogibanje nastajanju C&DW.

- F - ZASNOVA ZA PRILAGODLJIVOST / PROŽNOST

Še vedno gre za strategijo krožnega načrtovanja, vendar je njen cilj čim bolj podaljšati življenjsko dobo stavbe z zagotavljanjem preprostih in poceni sprememb v zvezi s konfliktacijo, da se prilagodi spremembam prostora ali funkcionalnim potrebam uporabnikov. Del te prakse so tudi zasnove, ki temeljijo na modularnih elementih, saj so ti posebej zasnovani tako, da jih je mogoče po potrebi reorganizirati.

- G - ZASNOVA ZA TRAJNOST / ODPORNOST / VZDRŽEVANJE

Ta strategija projektiranja temelji tudi na zagotavljanju čim daljše življenjske dobe stavbe, pri čemer ne dopušča sprememb v uporabi, temveč zagotavlja čim večjo kakovost in natančnost projekta, tako da lahko stavba ohrani svojo optimalno zmogljivost tudi v primeru katastrofalnih dogodkov. Vključuje uporabo visoko zmogljivih materialov, naprednih tehnik načrtovanja za seizmično in požarno odpornost ter razporeditev, ki omogoča neovirano vzdrževanje.

- **H - IZVAJANJE DIGITALNIH TEHNOLOGIJ**

Ta praksa zajema vse digitalne tehnologije, ki jih je mogoče uporabiti za izboljšanje načrtovanja in upravljanja stavbe v vseh fazah njene življenjske dobe. To na primer vključuje uporabo BIM za integracijo različnih vidikov načrtovanja, 3D-tiskanje za izdelavo sestavnih delov, senzorsko tehnologijo za spremljanje stavbe in avtomatizacijo doma za optimalno uravnavanje notranjih pogojev v stavbi.

- **I - USTVARJANJE ALI SODELOVANJE V SODELOVALNIH PLATFORMAH/BAZAH PODATKOV**

Ta strategija zajema vse rešitve, ki jih je mogoče uporabiti za zagotovitev interakcije med različnimi deležniki v istem projektu, v istem sektorju ali celo v različnih sektorjih, da bi spodbudili sooblikovanje, sproizvodnjo in krožnost materialov za ponovno uporabo in recikliranje. Sem spadajo spletne podatkovne zbirke za katalogizacijo in prodajo materialov, spletna mesta ali aplikacije za izmenjavo projektov in idej v zvezi z uvajanjem krožnega gospodarstva v gradbenem sektorju.

- **J - SESTAVLJANJE IN UPORABA DIGITALNIH POTNIH LISTOV MATERIALOV IN CERTIFIKATOV**

Ta praksa omogoča zavestno in skrbno izbiro materialov: v zvezi z okoljskimi certifikati (npr. okoljske deklaracije izdelkov) omogočajo proizvajalcu, da dokaže zavezanost k zmanjšanju vpliva na okolje, izvajalcem pa, da izberejo najboljše materiale ne le na podlagi mehanskih lastnosti. Potni listi za materiale so najbolj uporabni kot jamstva za ponovno uporabo, saj lahko zberejo informacije o izvoru, operacijah z materiali in učinkovitosti.

- **K - LIFE CYCLE ASSESSMENT / LIFE CYCLE COSTING ASSESSMENT**

LCA in LCC sta izjemno dragoceni orodji za primerjavo projektnih odločitev: LCA zlasti omogoča opredelitev najboljših posegov z okoljskega vidika, medtem ko se LCC lahko uporablja kot podpora za oceno stroškov projekta, pa tudi za količinsko opredelitev dobičkov in koristi, ki izhajajo iz sprejetja krožnih odločitev pri načrtovanju in upravljanju stavbe. LCA pa je uporabna za izračun okoljske učinkovitosti posameznih izdelkov in dokazovanje upravičenosti izbire.

- **L - ZASNOVA ZA ENERGETSKO UČINKOVITOST**

Ta strategija pri načrtovanju novih stavb ali posegih v obstoječe stavbe zmanjšuje izgubo energije z zmanjšanjem toplotnih izgub, čim večjo uporabo prostih virov in zagotavljanjem učinkovitega delovanja klimatskih sistemov. Vključuje tudi uvedbo sistemov za spremljanje stanja notranjih prostorov in pasivnih mehanizmov.

- **M - PREHOD NA OBNOVLJIVE VIRE ENERGIJE**  
Za uresničitev krožnosti energije je zaželeno, da fosilna goriva zamenjajo obnovljivi viri: v tem smislu je pomembna uvedba proizvodnih sistemov na kraju samem za potrebe stavb, pa tudi izbira gradbenih materialov, proizvedenih s sončno, vetrno ali geotermalno energijo.
- **N – VARČEVANJE IN UPRAVLJANJE Z VODO**  
Ta praksa zajema vse rešitve, ki jih je mogoče sprejeti v fazi proizvodnje, načrtovanja, gradnje in uporabe stavbe za varčevanje z vodo in kroženje vode; govorimo o uvedbi sistemov za zbiranje in čiščenje deževnice v stavbah ter izbiri izdelkov z manjšo vsebnostjo utelešene vode. Hkrati to vključuje tudi pozornost, ki jo je treba pri projektiranju nameniti hidravlični nespremenljivosti.
- **O - ZANAŠANJE V CERTIFICIRANJO STAVBE IN KAZALNIKH KROŽNOSTI**  
Gradbeni certifikati in kazalniki krožnosti so lahko koristni za dokazovanje, da oblikovalske odločitve izpolnjujejo cilje vpliva, ne le okoljske. Oblikovanje za certificiranje zagotavlja tudi okvir za usmerjanje odločitev. Zanašanje na te meritve je edini način za količinsko opredelitev kroženja vode in energije.

Po opredelitvi teh 15 praks je bilo mogoče ob ponovnem branju člankov za vsako od njih ugotoviti število besedil, ki jo izrecno navajajo, ali vedenj, ki so zanjo nujna: tako je bilo mogoče dobiti predstavbo o pomembnosti različnih best practices, opredeljenih v znanstveni literaturi na to temo; rezultati so zbrani v Tabela 1.

Tabela 1 : Citiranj best practice in ustrezni dokumenti

ID	BEST PRACTICE (BP)	ŠTEVILO CITIRANJ	USTREZNI DOKUMENTI ZA RAZUMEVANJE PRAKSE
A	MATERIAL-EFFICIENT DESIGN	65	[7]; [26]; [27]; [28]; [29]
B	KROŽNOST MATERIALOV	96	[2]; [30]; [31]; [32]; [33]; [34]; [35]; [36]; [37]
C	UPORABA MATERIALOV BIO-BASED	21	[38]; [39]; [40]; [41]
D	UPORABA MATERIALOV Z NIZKIMI VPLIVI	40	[42]; [43]; [44]; [45]; [46]
E	ZASNOVA ZA RAZSTAVLJANJE	79	[47]; [48]; [49]; [50]; [51]; [52]; [53]
F	ZASNOVA ZA PRILAGODLJIVOST	56	[39]; [54]; [55]
G	ZASNOVA ZA TRAJNOST	28	[56]; [57]
H	IZVAJANJE DIGITALNIH TEHNOLOGIJ	66	[58]; [59]; [60]; [61]; [62]; [63]; [64]

Il progetto CIRCULAR.BUILDINGS è cofinanziato dall'Unione europea nell'ambito del Programma Interreg VI-A Italia-Slovenia.  
Projekt CIRCULAR.BUILDINGS sofinancira Evropska unija v okviru Programa Interreg VI-A Italija-Slovenija.

<b>I</b>	USTVARJANJE ALI SODELOVANJE V SODELOVALNIH PLATFORMAH/BAZAH PODATKOV	50	[40]; [65]; [66]; [67]
<b>J</b>	SESTAVLJANJE IN UPORABA DIGITALNIH POTNIH LISTOV MATERIALOV IN CERTIFIKATOV	61	[68]; [69]; [70]
<b>K</b>	LCA / LCC	81	[41]; [71]; [72]; [73]; [74]; [75]; [76]; [77]
<b>L</b>	ZASNOVA ZA ENERGETSKO UČINKOVITOST	42	[78]; [79]; [80]; [81]
<b>M</b>	PREHOD NA OBNOVLJIVE VIRE ENERGIJE	27	[54]; [56]; [82]; [83]
<b>N</b>	VARČEVANJE IN UPRAVLJANJE Z VODO	11	[84]; [85]
<b>O</b>	ZANAŠANJE V CERTIFICIRANJO STAVBE IN KAZALNIKIH KROŽNOSTI	40	[43]; [72]; [86]; [87]; [88]; [89]; [90]

Za pripravo povzetkov so bile uporabljene informacije iz različnih dokumentov v preglednici: ker noben dokument ni bil omejen na določeno *best practice*, je bilo zahtevno iz vsakega dokumenta ekstrapolirati tisto, kar je bilo zanimivo; glavne informacije za pripravo so bile za vsako najboljšo prakso tiste iz dokumentov v ustrezni vrstici, vendar je za pridobitev popolne slike priporočljivo prebrati tudi druge dokumente v bibliografiji, če se želimo poglobiti.

## POGLAVJE 4 - ČEZMEJNA GRADBENA DEDIŠČINA

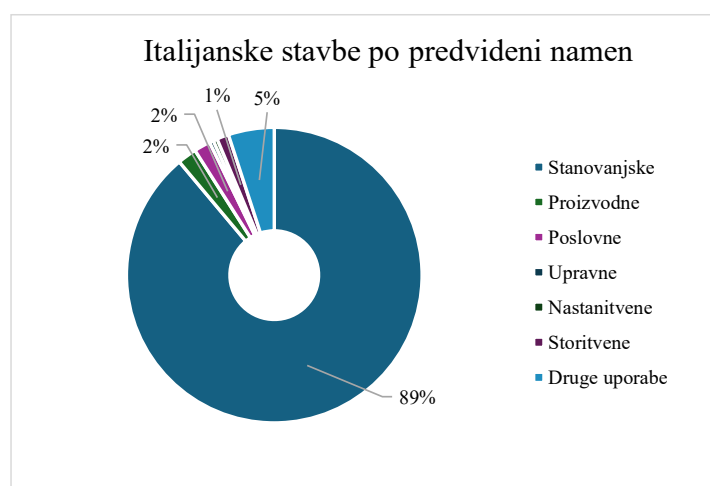
Pregled literature o prihodnjih možnostih krožnega gradbenega sektorja je bil dopolnjen z analizo trenutnega stanja čezmejnega stavbnega fonda, da bi razumeli, kako je mogoče uvesti krožnost s posegi v obstoječi stavbni fond ali s krožnim upravljanjem povezane dobavne verige.

### 4.1 - STATISTIČNI PODATKI O ZALOGAH STAVB

Za pridobitev informacij o stavbah v Italiji in Sloveniji so bili najprej uporabljeni podatki iz zadnjih popisov stavb, ki sta jih za obe državi izvedla Istat [91] oziroma SiStat [92]; nato bodo podrobno preučeni rezultati, pridobljeni za vsako državo, in predstavljena primerjava med njima.

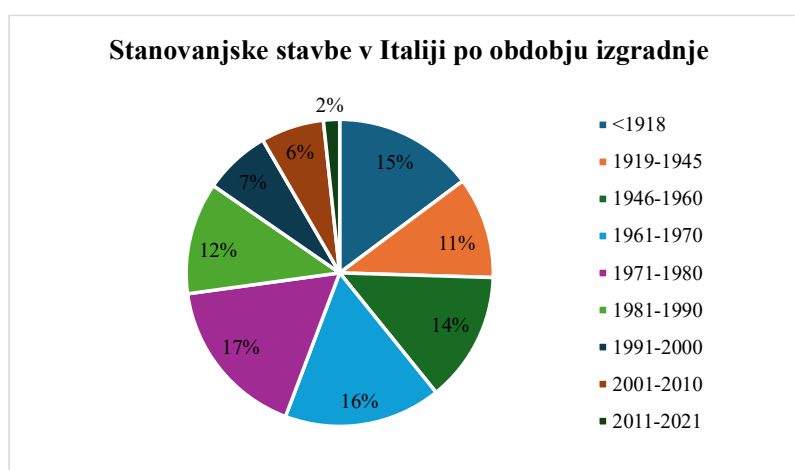
#### 4.1.1 - Italija

Ob popisu leta 2011, zadnjem popolnem popisu stavbnega fonda, ki ga je opravil Istat, je bilo v Italiji skupaj približno 14,5 milijona stavb, od tega 84% v redni uporabi (približno 13,7 milijona stavb); razlika med uporabo je razvidna iz Slika 11, pri čemer jasno prevladujejo stanovanjske stavbe, skupaj približno 12,2 milijona. Večina podatkov, zbranih s popisi stavb, se nanaša le na stanovanjske stavbe, zato se bomo osredotočili na slednje, saj so, kot smo videli, tudi prevladujoči del; za oceno v regijah, ki so zanimive za čezmejni kontekst, v Veneto i ta kategorija šteje nekaj več kot milijon stavb, kar je trikrat več kot v Friuli-Venezia Giulia (približno 300 tisoč).



Slika 11 : Italijanske stavbe po predvideni namen leta 2011

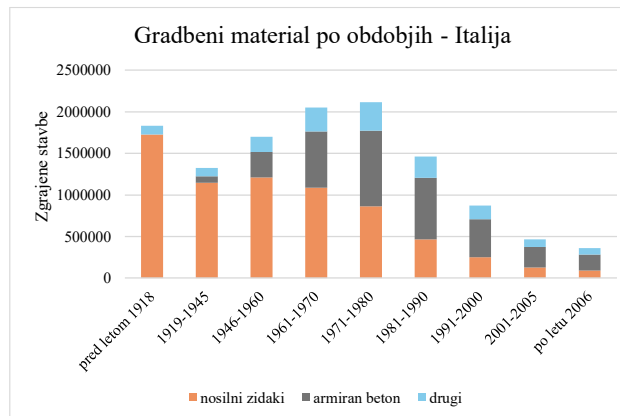
Zadnji popis Istat, ki vsebuje nekaj informacij o stavbah, je iz leta 2021, ko se je število stanovanjskih stavb v primerjavi z letom 2011 povečalo za približno 230000. Graf predstavlja število novo zgrajenih stanovanjskih stavb za vsako desetletje ali letni interval, prikazan v Slika 12: zlahka je razvidno, da je bilo več kot 50 % obstoječih stanovanjskih stavb zgrajenih pred letom 1970, ko še niso veljali predpisi o energetski učinkovitosti stavb. Enako očitno je zmanjšanje števila novogradenj od leta 1980 do danes, z drastičnim padcem v desetletju 2011-2021: zaradi majhnega števila stavb, zgrajenih v teh desetih letih, in pomanjkanja natančnejših novejših podatkov smo za poglobljeno analizo italijanskega stavbnega fonda in interesnih regij uporabili podatke iz popisa Istat iz leta 2011.



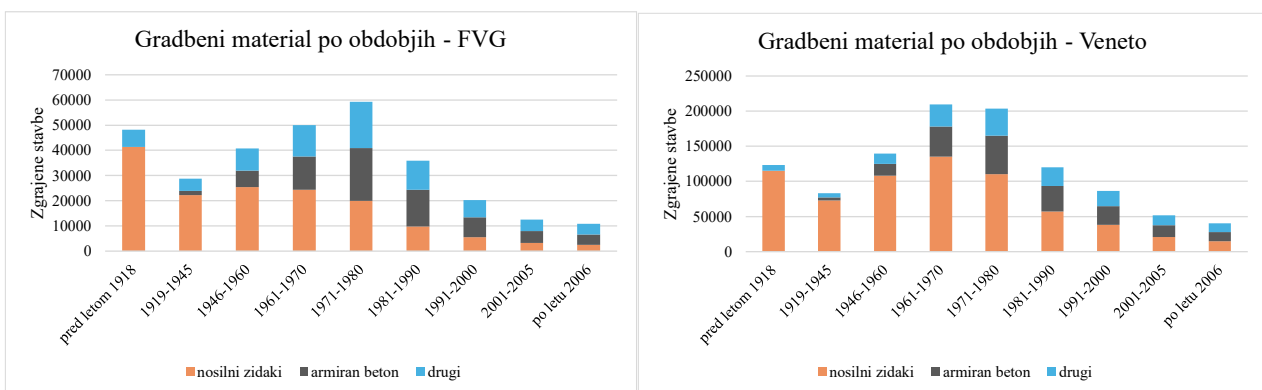
Slika 12 : Stanovanjske stavbe v Italiji po obdobju izgradnje

Na podlagi popisa iz leta 2011 je bilo mogoče pridobiti tudi splošne podatke o uporabljeni gradbeni tehniki; zlasti je bila opravljena klasifikacija materiala, ki se večinoma uporablja za konstrukcijo stanovanjskih stavb, z razlikovanjem med stavbami iz nosilnih zidov, armiranega betona in drugih materialov: Slika 13 kaže postopno opuščanje nosilnih zidov v korist uporabe armiranega betona, ki je že od '70. let prejšnjega stoletja najpogostejši material za gradnjo. Stavb iz drugih materialov, med katerimi sta tudi jeklo in les, je manj kot stavb iz betona in zidovja, vendar se veliko pogosteje uporabljajo pri nestanovanjskih stavbah z velikimi razponi.

Ker so bili na voljo podatki za posamezne regije, smo se osredotočili na Veneto in Friuli-Venezia Giulia, ki sta zanimivi za to študijo o čezmejnih razmerah: Če primerjamo dva relativna grafa v Slika 14, lahko vidimo, da je bila v Veneto uporaba zidovja v razmerju do drugih materialov vedno večja kot v FVG; hkrati pa je v FVG mogoče opaziti velik porast uporabe armiranega betona od sedemdesetih let prejšnjega stoletja naprej, kar sovpada z obnovo po potresu v Friuli leta 1976 in posledično z razvojem novih, sodobnejših in potresno odpornih gradbenih tehnik.

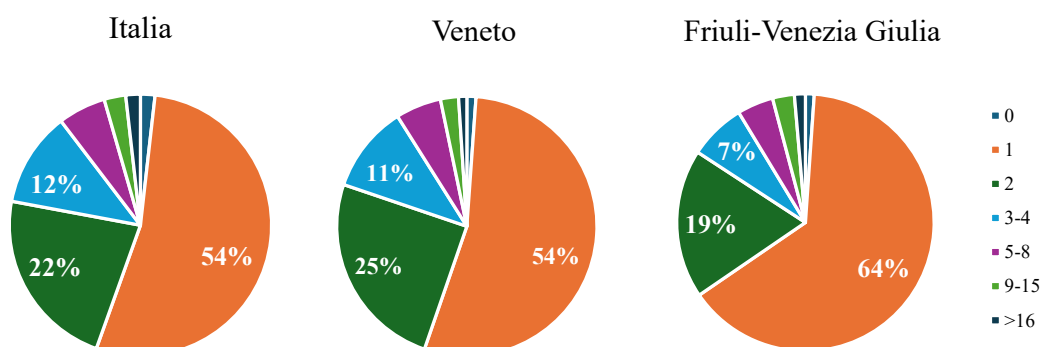


Slika 13 : Porazdelitev italijanskih stanovanjskih stavb glede na material, uporabljen za nosilno konstrukcijo, in obdobje gradnje



Slika 14 : Primerjava stavb v deželah FVG in Veneto glede na material, uporabljen za nosilno konstrukcijo, in glede na obdobje gradnje

Vendar pa ISTAT ne navaja deleža tipov stavb v italijanski dediščini, tj. števila enodružinskih ali vrstnih stanovanj v primerjavi z večstanovanjskimi stavbami: približno količinsko opredelitev je mogoče dobiti, če pogledamo razdelitev stavb po številu stanovanj; odstotek, ki ustreza enostanovanjski stavbi, je treba obravnavati kot primer enodružinske gradnje: Slika 15 kaže, da v Italiji ter v Veneto in FVG ta tip predstavlja več kot polovico grajene dediščine, medtem ko je nekaj manj kot četrtnina stavb dvostanovanjskih.

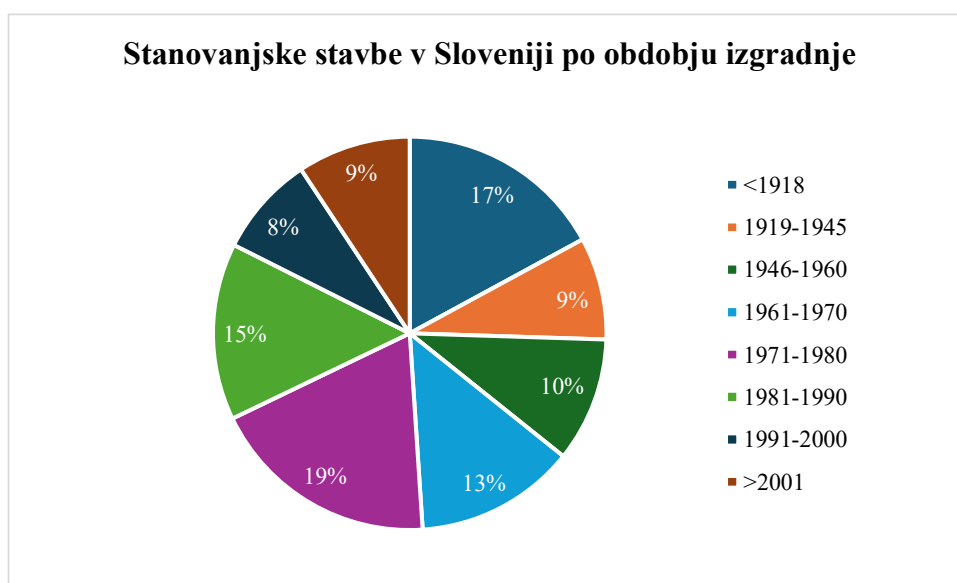


Slika 15 : Primerjava deležev stavb glede na število stanovanj v Italiji, Veneto in FVG

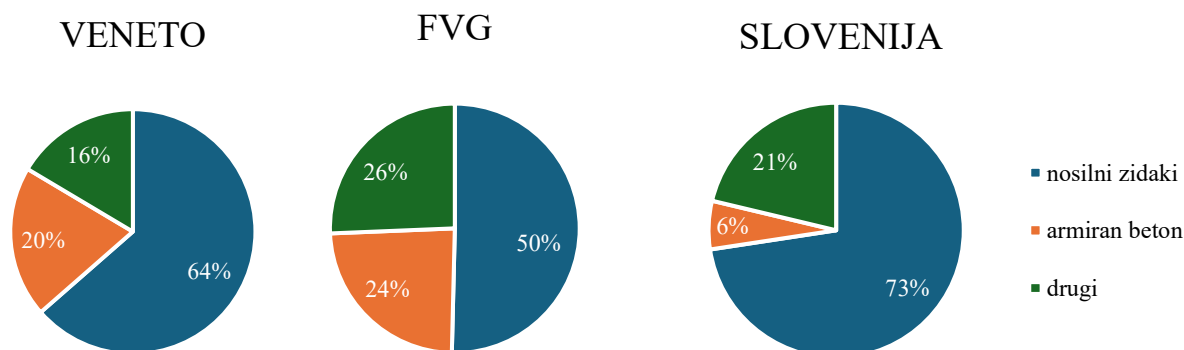
## 4.1.2 - Slovenia

Kar zadeva stanje v Sloveniji, je zadnji popis stavb, dostopen na spletni strani SiStat, v katerem je bila izvedena katalogizacija na podlagi materiala nosilne konstrukcije in starosti stavbe, iz leta 2002 z naknadno prilagoditvijo leta 2007, kar lahko do neke mere prikaže stanje stavbne dediščine. Ker smo se za Italijo omejili na stanovanjske stavbe, čeprav so na voljo podatki tudi za druge vrste stavb, bo enako storjeno tudi za Slovenijo. Kot je razvidno iz Slika16, je bil tako kot za Italijo vrhunec gradnje v Sloveniji med letoma 1970 in 1980, drugače pa je od leta 2000 dalje opazen znaten porast novih stanovanjskih stavb, saj je bilo v povprečju zgrajenih 3000 stavb na leto.

VSlika 17, je nato narejena primerjava glede na materiale, uporabljene za nosilno konstrukcijo stanovanjskih stavb, z uporabo klasifikacije, uporabljene v italijanskem popisu iz leta 2011: v slovenskem primeru so bile pri katalogizaciji ločene betonske in armiranobetonske stavbe, v italijanski kategoriji, ki ustreza armiranobetonu, so bile zaradi lažje primerjave v kategorijo zidanih stavb vključene kamnite in opečne stavbe, nazadnje pa so bile v razdelku "drugi" upoštevane tako stavbe, opredeljene kot lesene, kot tiste, za katere niso bile navedene dodatne podrobnosti. Poleg primerjave med Veneto in FVG je mogoče omeniti, da tri četrtine slovenskega stavbnega fonda sestavljajo zidane stavbe, pri čemer je beton za nosilno konstrukcijo uporabljen le v 6 % vseh stavb.

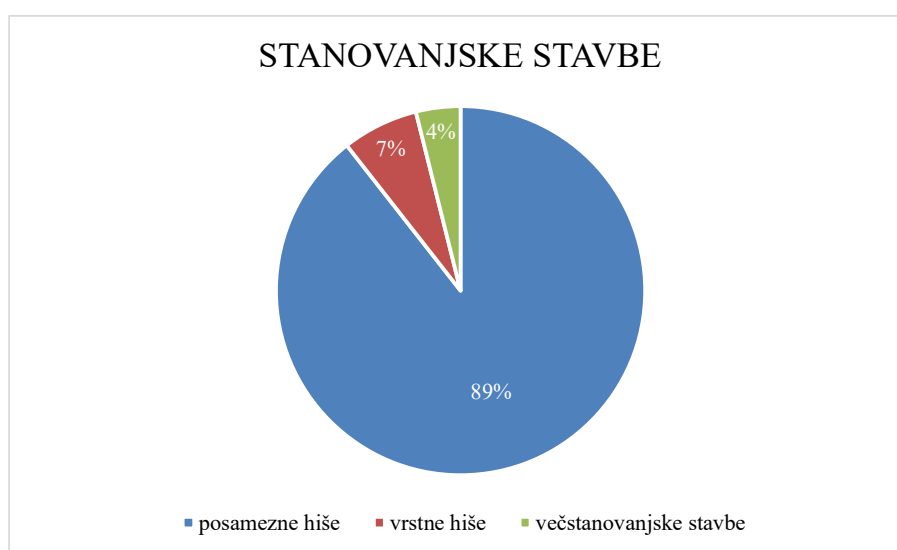


Slika16 : Stanovanjske stavbe v Sloveniji po obdobju izgradnje



Slika 17 : Primerjava materiala, uporabljenega za nosilno konstrukcijo, med Veneto, FVG in Slovenija

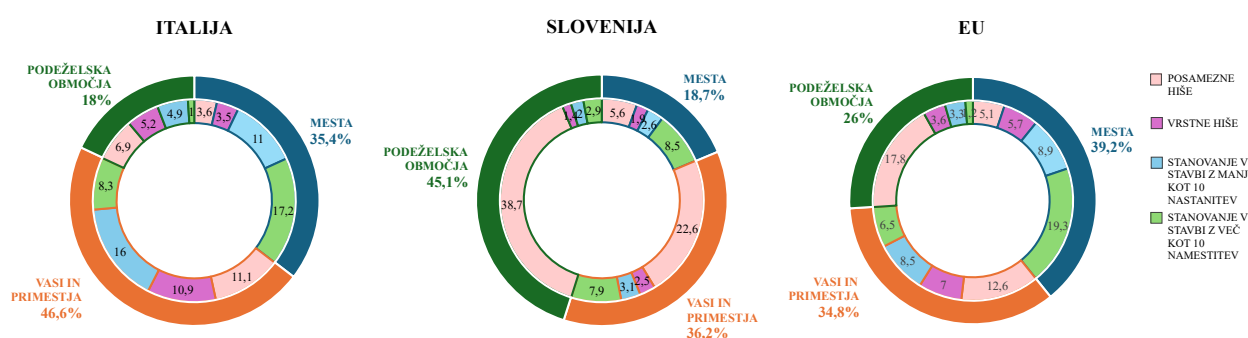
Slednje se kaže v prisotnosti nekaj večnadstropnih stavb, ki so skoncentrirane v velikih mestih in so hkrati redke stanovanjske stavbe, zgrajene iz armiranega betona. V podporo temu Slika 18 prikazuje statistične podatke o slovenskih stanovanjskih stavbah po tipih, pri čemer ločimo izolirane hiše, strnjene ali vrstne hiše in stanovanjske bloke.



Slika 18 : Razporeditev tipov stavb v Sloveniji

## 4.2 - PRIMERJAVA ITALIJANSKIH IN SLOVENSkih STAVBNIH TIPOV

Na portalu Eurostat [93], Statističnega urada Evropske unije, je bilo mogoče izdelati grafe, ki za EU, Slovenijo in Italijo primerjajo porazdelitev prebivalstva med podeželjem, mesti in predmestji ter mesti, za vsako od teh kategorij pa dodatno razdelitev glede na vrsto stanovanjske stavbe, in sicer na samostojne hiše, vrstne hiše, stavbe z do 10 stanovanji in z več kot 10 stanovanji. Slika 19 nazorno prikazuje, da je v Italiji veliko več večstanovanjskih stavb, v mestih pa je velika koncentracija prebivalstva, medtem ko je v Sloveniji ta trend diametralno nasproten, saj je gostota prebivalstva večja na podeželju in prevladujejo samostojne hiše, v katerih živi več kot 65% prebivalstva.

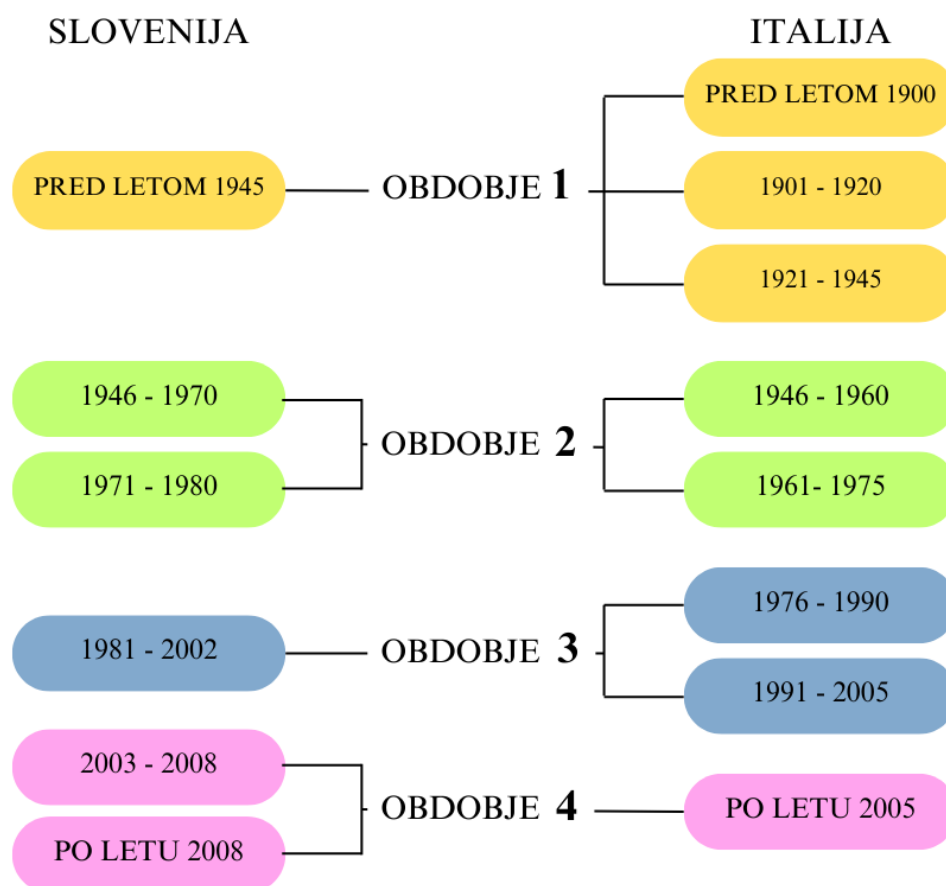


Slika 19 : Primerjava med porazdelitvijo populacije in stavb v Italiji, Sloveniji in EU

Ta predhodna analiza je omogočila statistično opazovanje, katere stavbe so bolj ali manj prisotne na obravnavanem območju, vendar vsebuje premalo informacij o podrobnostih gradnje stavb, da bi lahko zares razumeli, kakšne posege je mogoče izvesti na stavbah z namenom kroženja in katerih ne: v ta namen smo uporabili opisne liste tipologij stavb, pripravljene za dve državi, Italijo [94] in Slovenijo [95] v okviru projekta TABULA (*Typology Approach for BUilding stock energy Assessment*) v okviru evropskega programa *Intelligent Energy Europe*. Namen tega projekta je bil uskladiti klasifikacijo tipologij evropskih stanovanjskih stavb na podlagi njihovih energetskih značilnosti, da bi za vsako od njih opredelili standardne ali napredne posodobitvene ukrepe, s katerimi bi povečali prihranke energije in upoštevali zahteve direktive o energetski učinkovitosti stavb (EPBD, 2002/91/ES): čeprav je naš poudarek drugačen, so rezultati, pridobljeni v tem projektu, zelo koristni za pregled stavb in njihovih lastnosti. Opozoriti je treba, da so tipologije, opredeljene za Italijo, tiste, ki so opredeljene za podnebno območje E, ki je največje v Italiji in predstavlja velik del ozemlja Veneto in Friuli-Venezia Giulia, tj. območja, ki nas zanima.

Neposredna primerjava med tipi stavb v Italiji in Sloveniji v programu je bila zapletena zaradi različnih časovnih intervalov, v katerih so bile preučevane v obeh državah: v primeru italijanskih stavb so bile razvrščene v 8 različnih gradbenih obdobjih, začenši s stavbami pred letom 1900, medtem ko je v primeru slovenskih stavb le 5 časovnih kategorij. Vrsta opazovanj je omogočila združitev različnih časovnih intervalov v 4 velika obdobja, kot je prikazano v Slika 20:

- prvo zajema vse stavbe, zgrajene pred letom 1945, torej njihov najbolj zgodovinski del;
- drugo obdobje vključuje stavbe, ki so večinoma rezultat rekonstrukcij po drugi svetovni vojni, vendar brez posebnih predpisov o energetske učinkovitosti;
- obdobje 3 vključuje stavbe, zgrajene ob koncu prejšnjega stoletja, ki pa so bile zgrajene s posebnim poudarkom na energetske učinkovitosti po energetske krizi leta 1973 in poznejših nacionalnih predpisih za zmanjšanje porabe energije leta 1976 v Italiji in 1987 v Jugoslaviji.
- zadnje obdobje vključuje novejša stavba iz 21. stoletja, katerih energetske vidiki so vse bolj pomembni in jih urejajo predpisi Evropske unije (katere članica je Slovenija od leta 2004).



Slika 20 : Opredelitev primerjalnih obdobj

Za vsako obdobje se analiza osredotoča na štiri glavne kategorije stanovanjskih stavb, tj. enodružinska hiša (SFH), vrstna hiša (TH), večdružinska hiša (MFH) in kondominij (AB); kljub tej specializaciji na stanovanjske stavbe se šteje, da so gradbene tehnike vsakega obdobja veljavno

zastopane za vse kategorije uporabe, vedno odvisno od velikosti stavbe. Za vsako kategorijo so navedene tehnike gradnje tal, sten in streh, vrsta oken in vrat ter sistema ogrevanja (Ogrevalni Sistem - OS) in ogrevalne vode (DHW Sistem): ker je bil cilj programa opredeliti možnosti za izboljšanje energetske učinkovitosti stavbne dediščine, so za vsako obdobje in vrsto gradnje predlagani posegi za posodobitev tako ovoja stavbe kot sistema. Cilj opredeljenih posegov ni izrecno krožnost, vendar so ti posegi navedeni, pri čemer je treba opozoriti, da je načrtovanje za energetsko učinkovitost ena od strategij za vključitev CE v dobavno verigo stavb, ki je bila poudarjena v prvi fazi analize.

### 4.2.1 - Obdobje 1

Iz pripomb v dokumentih TABULA je razvidno, da imajo SFH in TH ter prav tako MFH in AB podobne načine gradnje, zato bo primerjava med Italijo in Slovenijo na splošno opravljena na enodružinskih in večstanovanjskih stavbah.

Slovenska enodružinska hiša in podobno tudi vrstna hiša ima leseno streho (z lesenimi tramovi in deskami), na kateri počiva strešna kritina; ostala nadstropja sestavlja visok betonski estrih, na katerem počivajo leseni tramovi, nad njimi pa deske. Kar zadeva ovoj, so nosilni zidovi iz naravnega kamna, okenski in vratni okvirji pa imajo običajno lesen okvir in enojno zasteklitev; dvojna okna se običajno uporabljajo za ustvarjanje toplotnega blažilnika.

Kljub manjšim razlikam imajo tri tipologije, opredeljene za iste kategorije stanovanjskih stavb v Italiji, ki predstavljajo stavbe, zgrajene pred letom 1945, na splošno veliko podobnosti s slovenskimi gradnjami iz istega obdobja: najprej je strešna plošča enako lesena, prav tako okvirji oken in vrat (čeprav je bila sprva bolj priljubljena kovina), za katere je vedno značilna enojna zasteklitev. Nosilna konstrukcija je zidana, le da so za razliko od slovenskega konteksta naravnemu kamnu za izboljšanje pravilnosti dodane plasti polnih opek, dokler ni celotna stavba iz opeke. Nosilni element tal je masivna plošča iz nearmiranega betona, na katero so naložene talne obloge.

Pri večstanovanjskih stavbah je z ostalimi tipologijami skupna uporaba enojnih oken z lesenimi okvirji, ki so se v Sloveniji vedno uporabljala, razen uvedbe dvojnih oken v AB. Podobnosti najdemo tudi pri nosilni konstrukciji, ki je praviloma izdelana iz polne opeke (sprva kamna), pri večnadstropnih stavbah pa se avantgardno uporabljajo votla opeka in beton.

Tudi v tem geografskem kontekstu je predvidena uporaba že opisane strešne plošče z lesenimi nosilci, ki pa je v primerjavi z rešitvijo za enodružinske stavbe dopolnjena z betonsko ploščo; enako velja za vmesne etaže, medtem ko plošča na dnu stavbe vključuje le betonsko ploščo na tleh.

Po drugi strani so v Italiji lesena tla v večstanovanjskih stavbah redka, za najbolj razširjene vrste gradnje pred letom 1945 pa so značilni obokani opečni horizonti in njihov razvoj z jeklenimi podpornimi nosilci, ki so se uporabljali tudi v ravnih opečnih tleh; ob koncu prvega obdobja so

se pojavili tudi prvi primeri rebrastih železobetonskih tal.

Slika 21 povzema ustrezne informacije, pridobljene s to analizo.

DRŽAVA	KATEGORIJA	OKNA		MATERIAL ZUNANJIH STEN	PRISOTNOST IZOLATORJA	OGREVALNI SISTEM	DHW SISTEM
		OKVIR	STEKLO				
SLO	SFH	Les	Enojno	Naravni kamen	<input type="checkbox"/> Zunanje stene <input type="checkbox"/> Stropni <input type="checkbox"/> Streha	Leseni kotel, v neogrevanem prostoru	Električne kotel v ogrevanem prostoru
	TH	Les	Enojno	Naravni kamen	<input type="checkbox"/> Zunanje stene <input type="checkbox"/> Stropni <input type="checkbox"/> Streha	Leseni kotel, v neogrevanem prostoru	Električne kotel v ogrevanem prostoru
	MFH	Les	Enojno	Polne opeke	<input type="checkbox"/> Zunanje stene <input type="checkbox"/> Stropni <input type="checkbox"/> Streha	Centraliziran, z navadnim plinskim kotlom v neogrevanem prostoru	Samostojno, Električne kotel v ogrevanem prostoru
	AB	Les	Enojno	Beton	<input type="checkbox"/> Zunanje stene <input type="checkbox"/> Stropni <input type="checkbox"/> Streha	Centraliziran, z navadnim plinskim kotlom v neogrevanem prostoru	Samostojno, Električne kotel v ogrevanem prostoru
ITA	SFH	Kovina ali les	Enojno	Naravni kamen in/ali polne opeke	<input type="checkbox"/> Zunanje stene <input type="checkbox"/> Stropni <input type="checkbox"/> Streha	Navadnim plinskim kotlom v ogrevanem prostoru, neizolirane cevi	Električne ali pretočne kotel, brez recirkulacije
	TH	Les	Enojno	Naravni kamen in/ali polne opeke	<input type="checkbox"/> Zunanje stene <input type="checkbox"/> Stropni <input type="checkbox"/> Streha	Navadnim plinskim kotlom v ogrevanem prostoru, neizolirane cevi	Električne ali pretočne kotel, brez recirkulacije
	MFH	Les	Enojno	Naravni kamen in/ali polne opeke	<input type="checkbox"/> Zunanje stene <input type="checkbox"/> Stropni <input type="checkbox"/> Streha	Centraliziran, z navadnim plinskim kotlom v neogrevanem prostoru, neizolirane cevi	Samostojno, Električne ali pretočne kotel, brez recirkulacije
	AB	Kovina ali les	Enojno	Polne opeke	<input type="checkbox"/> Zunanje stene <input type="checkbox"/> Stropni <input type="checkbox"/> Streha	Centraliziran, z navadnim plinskim kotlom v neogrevanem prostoru, neizolirane cevi	Centraliziran, z plinskim kotlom, z recikliranjem

Slika 21 : Zbirna tabela za obdobje 1 stavbe

Tu so predstavljeni ukrepi, ki jih je mogoče opredeliti za izboljšanje energetske učinkovitosti, razčlenjeni po sestavnih delih stavbe:

- OVOJ STAVBE
  - Zamenjava oken in vrat z dvojno/trojno zasteklitvijo z votlino, napolnjeno z žlahtnim plinom, lesenim okvirjem in zasteklitvijo z nizko emisijsko sposobnostjo
  - Uporaba izolacijskega materiala na strehah, tleh in zunanjih stenah v debelini, ki je zadostna ali večja od tiste, ki je potrebna za doseganje mejne prepustnosti (U), določene v predpisih, ali za pridobitev določenega certifikata
- OGREVALNI SISTEM
  - izolacija distribucijskega omrežja
  - odstranitev starega kotla

- namestitev novega generatorja v ogrevanem prostoru, ki se izbere med kondenzacijskim kotlom, toplotno črpalko zrak-voda ali geotermalno toplotno črpalko, kotlom na lesno biomaso
  - namestitev sončnih termalnih kolektorjev za predgrevanje vode
  - namestitev fotovoltaičnih panelov za proizvodnjo električne energije, zlasti v primeru toplotnih črpalk.
  - zamenjava radiatorskih sistemov s sistemi s sevalnimi ploščami
  - v večstanovanjskih stavbah je treba dati prednost centralizaciji ogrevalnega sistema
- **DHW SISTEM**
    - uvedba črpalk za recirkulacijo
    - izolacija distribucijskih cevi
    - namestitev termičnih sončnih kolektorjev z ustrezno izoliranimi zalogovniki v ogrevanih prostorih.
    - v večstanovanjskih stavbah je treba dati prednost centralizaciji sistema za proizvodnjo tople vode z morebitno uvedbo avtonomnih električnih bojlerjev
    - namestitev novega generatorja v ogrevanih prostorih, bodisi kondenzacijskega kotla bodisi toplotne črpalke zrak-voda ali geotermalne toplotne črpalke, ali kombinirana uporaba novo uvedenega generatorja za ogrevalni sistem
  - Uvedba sistemov nadzorovanega mehanskega prezračevanja (VMC) z izmenjevalnikom toplote

## 4.2.2 - Obdobje 2

Podobno kot v prvem obdobju analize lahko primerjavo naredimo tako, da za vsako državo združimo prvi dve in zadnji dve kategoriji stavb.

Začenši z italijanskimi stanovanjskimi hišami in stanovanji, zgrajenimi med letoma 1946 in 1975, ni opaziti posebnih sprememb v primerjavi s stavbami pred letom 1945, zlasti v stratigrafiji: šele od zakona št. 373 iz leta 1976 "Norme per il contenimento del consumo di energia per usi termici negli edifici" (Predpisi za omejevanje porabe energije za toplotno rabo v stavbah) in njegovih predpisih za toplotno izolacijo stavb prišlo do pravih sprememb, medtem ko je bila v drugem obravnavanem obdobju gradnja stavb veliko manj shematična in stroga, s ciljem rekonstrukcije v najkrajšem možnem času, pri čemer je izkoristila tudi gospodarski razcvet, ne da bi bila pozorna na porabo virov.

Ena od glavnih razlik, ki jih je mogoče opaziti v primerjavi s stavbami iz prvega obdobja, je postopno opuščanje lesa v korist betona, vendar z določeno mero previdnosti zaradi potrebe po zmanjšanju teže struktur: to se kaže v strešnih ploščah, olajšanih z uvedbo opečnih pirhov, in v izvedbi zidov z luknjičasto opeko z minimalnim povečanjem debeline, včasih z votlino med

dvema plastema, ki zagotavlja nekaj izolacije; vendar niti v ploščah niti v zidovih ni razvita uporaba pravih izolacijskih materialov. Kar zadeva okna in vrata, ima večina teh stavb še vedno enojna okna in vrata z lesenimi okvirji.

Slovenski primerek istovrstne stavbe iz istega obdobja je kljub temu, da takrat še ni bilo posebne zakonodaje o varčevanju z energijo, z vidika zmanjševanja razpršenosti bolj razvit: poudarek na izolaciji stavbe je privedel do uvedbe plasti izolacijskega materiala v značilno leseno tramovno streho in betonska tla ter v votle opečne stene, predvsem pa do zamenjave enojne zasteklitve z dvojno, pri čemer je bil ohranjen leseni okvir. V primerjavi z italijanskimi stavbami iz istega obdobja je opaziti, da v tleh ni bilo uporabe olajševalnih elementov, skupne debeline gradbenih paketov pa so manjše.

Enake ugotovitve veljajo tudi za MFH in AB: v Italiji so tla običajno iz lahkega betona z votlimi bloki, stene iz votle opeke, včasih z votlino, okna in vrata pa so lesena z enojnim steklom. V Sloveniji so tla še vedno najpogosteje izdelana iz lesenih nosilcev, ki ležijo na armiranobetonski plošči, ne vedno z vmesnim izolacijskim slojem; stene v primeru MFH so iz betonskih blokov, v primeru AB pa iz betona na mestu samem, v obeh primerih brez dodanih izolacijskih slojev. Okna in vrata ostajajo z dvojno zasteklitvijo in lesenimi okvirji kot pri drugih dveh tipih stavb. Slika 22 povzema ustrezne informacije, pridobljene s to analizo.

DRŽAVA	KATEGORIJA	OKNA		MATERIAL ZUNANJIH STEN	PRISOTNOST IZOLATORJA	OGREVALNI SISTEM	DHW SISTEM
		OKVIR	STEKLO				
SLO	SFH	Les	Dvojno	Votle opeke	<input type="checkbox"/> Zunanje stene <input type="checkbox"/> Stropni <input checked="" type="checkbox"/> Streha	Navadni plinski kotel v neogrevanem prostoru	Pretočne kotel v ogrevanem prostoru / v kombinaciji z OS
	TH	Les	Enojno	Votle opeke	<input type="checkbox"/> Zunanje stene <input checked="" type="checkbox"/> Stropni <input checked="" type="checkbox"/> Streha	Navadni plinski kotel v neogrevanem prostoru	Pretočne kotel v ogrevanem prostoru / v kombinaciji z OS
	MFH	Les	Dvojno	Betonski bloki	<input type="checkbox"/> Zunanje stene <input checked="" type="checkbox"/> Stropni <input type="checkbox"/> Streha	Centraliziran, z navadnim plinskim kotlom v neogrevanem prostoru	Samostojno, Električne kotel v ogrevanem prostoru
	AB	Les	Dvojno	Beton	<input type="checkbox"/> Zunanje stene <input checked="" type="checkbox"/> Stropni <input type="checkbox"/> Streha	Centraliziran, z navadnim plinskim kotlom v neogrevanem prostoru	Samostojno, Električne kotel v ogrevanem prostoru
ITA	SFH	Les	Enojno	Votle opeke	<input type="checkbox"/> Zunanje stene <input type="checkbox"/> Stropni <input type="checkbox"/> Streha	Navadnim plinskim kotlom v ogrevanem prostoru, neizolirane cevi	V kombinaciji z OS, z recikliranjem
	TH	Les	Enojno	Votle opeke	<input type="checkbox"/> Zunanje stene <input type="checkbox"/> Stropni <input type="checkbox"/> Streha	Navadnim plinskim kotlom v ogrevanem prostoru, neizolirane cevi	V kombinaciji z OS, z recikliranjem
	MFH	Les	Enojno	Votle opeke	<input type="checkbox"/> Zunanje stene <input type="checkbox"/> Stropni <input type="checkbox"/> Streha	Samostojno, z navadnim plinskim kotlom v neogrevanem prostoru, neizolirane cevi	Samostojno, Električne kotel / v kombinaciji z OS, brez reciklulacije
	AB	Les	Enojno	Votle opeke z zračno režo ali beton	<input type="checkbox"/> Zunanje stene <input type="checkbox"/> Stropni <input type="checkbox"/> Streha	Centraliziran, z navadnim plinskim kotlom v neogrevanem prostoru, neizolirane cevi	Centraliziran, z plinskim kotlom, z recikliranjem

Slika 22 : Zbirna preglednica za obdobje 2 stavbe

Ukrepi, ki jih je mogoče opredeliti za izboljšanje energetske učinkovitosti, so enaki tistim, ki so bili predstavljeni za stavbe v obdobju 1.

### 4.2.3 - Obdobje 3

Za to tretje obdobje je značilno, da sta po sprejetju zgoraj omenjenih standardov načrtovanje in gradnja bolj občutljiva na energetske učinkovitost in dobro počutje prebivalcev.

Predvsem v Italiji je bila sprememba korenita, saj so v vse konstrukcijske elemente (strehe, stene in tla) uvedli plast izolacijskega materiala, ki je bila z leti vedno debelejša, saj so se nenehno zmanjševali predpisi o največjih dovoljenih toplotnih prehodih za gradbene pakete. Pri vseh štirih vrstah stavb so tla (vodoravna in streha) zgrajena iz opečnega nosilnega dela, plasti izolacijskega materiala in nazadnje betonske plošče; stene so običajno zgrajene iz perforirane opeke in plasti izolacijskega materiala, bodisi med opeko bodisi na zunanem delu, kjer je tanek, povezan z zračno režo; pri večstanovanjskih stavbah se uporabljajo tudi betonske stene, spet z izolacijo, včasih montažno. Pri oknih in vratih prevladuje dvojna zasteklitev z zračno režo (včasih z nizko emisivnostjo); leseni okvir ostaja najbolj razširjen, vendar se v AB začnejo širiti aluminijasti okvirji, pri čemer se pozneje uvede toplotni prekop za omejitev razpršitve.

V Sloveniji v primerjavi s prejšnjim obdobjem ni bistvenih sprememb: pri stenah v SFH in TH še vedno prevladuje uporaba perforirane opeke z vmesno izolacijo, medtem ko se v MFH in AB pogosto uporabljajo betonske stene, tokrat z dodatkom toplotne izolacije na zunanji strani; pri tleh je najpogosteje uporabljena betonska konstrukcija (brez olajšanja) z izolacijo in betonsko ploščo, razen pri strehah v SFH in TH, kjer ostaja uporaba izoliranih lesenih streh. Običajni leseni okvirji z dvojno zasteklitvijo se nekoliko razlikujejo pri TH, kjer je okvir aluminijast, in pri AB, kjer so uvedeni okvirji iz PVC.

Slika 23 povzema ustrezne informacije, pridobljene s to analizo.

Predlagani ukrepi za energetske učinkovitost ostajajo enaki tistim, ki so bili navedeni za prejšnje faze, z manjšimi spremembami: namesto uvedbe izolacije je treba izolacijo povečati z dodajanjem ali odstranjevanjem obstoječe izolacije, kjer je to mogoče, in z uporabo nove izolacije v skladu z zahtevami glede prehodnosti, ki jih je treba doseči; za te stavbe je v primerjavi s stavbami iz prejšnjih obdobji bolj smiselno sodelovati v projektih daljinskega ogrevanja.

DRŽAVA	KATEGORIJA	OKNA		MATERIAL ZUNANJH STEN	PRISOTNOST IZOLATORJA	OGREVALNI SISTEM	DHW SISTEM
		OKVIR	STEKLO				
SLO	SFH	Aluminij s toplotnim rezanjem	Dvojno	Votle opeke z izolirano prezračevno	<input checked="" type="checkbox"/> Zunanje stene <input checked="" type="checkbox"/> Stropni <input checked="" type="checkbox"/> Streha	Navadni plinski kotel v neogrevanem prostoru	Pretočne kotel v ogrevanem prostoru
	TH	Les	Dvojno	Votle opeke z zunanjo izolacijo	<input checked="" type="checkbox"/> Zunanje stene <input checked="" type="checkbox"/> Stropni <input checked="" type="checkbox"/> Streha	Navadni plinski kotel v neogrevanem prostoru	Pretočne kotel v ogrevanem prostoru
	MFH	PVC z toplotnim rezanjem	Dvojno	Beton z zunanjo izolacijo	<input checked="" type="checkbox"/> Zunanje stene <input checked="" type="checkbox"/> Stropni <input checked="" type="checkbox"/> Streha	Tovarniško ogrevanje, iz neogrevane ogrevalne postaje za plin	Samostojno, Pretočne kotel v ogrevanem prostoru
	AB	Les	Dvojno	Beton z zunanjo izolacijo	<input checked="" type="checkbox"/> Zunanje stene <input checked="" type="checkbox"/> Stropni <input checked="" type="checkbox"/> Streha	Tovarniško ogrevanje, iz neogrevane ogrevalne postaje za plin	Samostojno, Pretočne kotel v ogrevanem prostoru
ITA	SFH	Les	Dvojno	Votle opeke z izolirano prezračevno/ zunanjo izolacijo	<input checked="" type="checkbox"/> Zunanje stene <input checked="" type="checkbox"/> Stropni <input checked="" type="checkbox"/> Streha	Navadni plinski kotel v neogrevanem prostoru, izolirane cevi	V kombinaciji z OS, z recikliranjem / pretočne kotel, brez recirkulacije
	TH	Les	Dvojno	Votle opeke z izolirano prezračevno/ zunanjo izolacijo	<input checked="" type="checkbox"/> Zunanje stene <input checked="" type="checkbox"/> Stropni <input checked="" type="checkbox"/> Streha	Navadni plinski kotel v neogrevanem prostoru, izolirane cevi	V kombinaciji z OS, z recikliranjem / pretočne kotel, brez recirkulacije
	MFH	Kovina ali les	Dvojno	Votle opeke ali beton z zunanjo izolacijo	<input checked="" type="checkbox"/> Zunanje stene <input checked="" type="checkbox"/> Stropni <input checked="" type="checkbox"/> Streha	Samostojno/ Centraliziran, Navadni plinski kotel v neogrevanem prostoru, izolirane cevi	Samostojno, Pretočne kotel, brez recirkulacije
	AB	Kovina z ali brez toplotnim rezanjem	Dvojno	Votle opeke ali beton z zunanjo izolacijo	<input checked="" type="checkbox"/> Zunanje stene <input checked="" type="checkbox"/> Stropni <input checked="" type="checkbox"/> Streha	Samostojno/ Centraliziran, Navadni plinski kotel v neogrevanem prostoru, izolirane cevi	Samostojno, Pretočne kotel, brez recirkulacije

Slika 23 : Zbirna preglednica za obdobje 3 stavbe

## 4.2.4 - Obdobje 4

Od leta 2000 je opazna postopna usmeritev k funkcionalnim, predvsem pa zmogljivim stavbam, in sicer zaradi razvoja novih materialov in novih gradbenih tehnik, pa tudi zaradi stalnega razvoja predpisov za zagotavljanje trajnostnega gradbenega sektorja: to je privedlo do novih materialov z dobrimi toplotnimi zmogljivostmi, gradbenih paketov ter oken in vrat, ki so podrobno zasnovani tako, da omejujejo toplotne izgube (in tudi težave z vlago). V matriki tipov programa TABULA za državo Slovenijo niso navedene posebne značilnosti najpogosteje uporabljenih okenskih in vratnih okvirjev ter gradbenih paketov v letu 2000, podane pa so normativne mejne prehodnosti za različna obdobja.

V Italiji pa je pri štirih vrstah stavb opaziti upad gradbenih značilnosti: najprej se je v primerjavi s stavbami iz prejšnjega obdobja občutno povečala debelina izolacijskega sloja, in sicer tako pri tleh, ki so še vedno iz opeke, kot tudi pri stenah v kombinaciji z bolj inovativnimi votlimi opekami z visoko toplotno odpornostjo ali z betonskimi ploščami. Pri oknih in vratih je najpogosteje uporabljena rešitev lesen okvir z dvojno zasteklitvijo, z votlino, napolnjeno z zrakom ali plinom, ki je pogosto obdelan tako, da zagotavlja nizko emisivnost.

Slika 24 povzema ustrezne informacije, pridobljene s to analizo.

DRŽAVA	KATEGORIJA	OKNA		MATERIAL ZUNANJIH STEN	PRISOTNOST IZOLATORJA	OGREVALNI SISTEM	DHW SISTEM
		OKVIR	STEKLO				
SLO	SFH	Aluminij s toplotnim rezanjem	Dvojno	Votle opeke z izolirano prezračevno	<input checked="" type="checkbox"/> Zunanje stene <input checked="" type="checkbox"/> Stropni <input checked="" type="checkbox"/> Streha	Kondenzacijski kotel v ogrevanem prostoru	V kombinaciji z OS, z recikliranjem
	TH	Les	Dvojno	Votle opeke z zunanjo izolacijo	<input checked="" type="checkbox"/> Zunanje stene <input checked="" type="checkbox"/> Stropni <input checked="" type="checkbox"/> Streha	Kondenzacijski kotel v ogrevanem prostoru	V kombinaciji z OS, z recikliranjem
	MFH	PVC z toplotnim rezanjem	Dvojno	Beton z zunanjo izolacijo	<input checked="" type="checkbox"/> Zunanje stene <input checked="" type="checkbox"/> Stropni <input checked="" type="checkbox"/> Streha	Tovarniško ogrevanje, iz ogrevane ogrevalne postaje za plin	Tovarniško ogrevanje, v kombinaciji z OS
	AB	Les	Dvojno	Beton z zunanjo izolacijo	<input checked="" type="checkbox"/> Zunanje stene <input checked="" type="checkbox"/> Stropni <input checked="" type="checkbox"/> Streha	Tovarniško ogrevanje, iz ogrevane ogrevalne postaje za plin	Tovarniško ogrevanje, v kombinaciji z OS
ITA	SFH	Les	Dvojno, low-emissive	Votle opeke z zunanjo izolacijo	<input checked="" type="checkbox"/> Zunanje stene <input checked="" type="checkbox"/> Stropni <input checked="" type="checkbox"/> Streha	Kondenzacijski kotel v neogrevanem prostoru, izolirane cevi	Kondenzacijski kotel, z recikliranjem
	TH	Les	Dvojno, low-emissive	Votle opeke z zunanjo izolacijo	<input checked="" type="checkbox"/> Zunanje stene <input checked="" type="checkbox"/> Stropni <input checked="" type="checkbox"/> Streha	Kondenzacijski kotel v neogrevanem prostoru, izolirane cevi	Kondenzacijski kotel, z recikliranjem
	MFH	Les	Dvojno, low-emissive	Votle opeke ali betonski bloki z zunanjo izolacijo	<input checked="" type="checkbox"/> Zunanje stene <input checked="" type="checkbox"/> Stropni <input checked="" type="checkbox"/> Streha	Centraliziran, kondenzacijski kotel v neogrevanem prostoru, izolirane cevi	Samostojno, pretočne kondenzacijski kotel, brez recirkulacije
	AB	Les	Dvojno, low-emissive	Votle opeke ali betonski bloki z zunanjo izolacijo	<input checked="" type="checkbox"/> Zunanje stene <input checked="" type="checkbox"/> Stropni <input checked="" type="checkbox"/> Streha	Centraliziran, kondenzacijski kotel v neogrevanem prostoru, izolirane cevi	Samostojno, pretočne kondenzacijski kotel, brez recirkulacije

Slika 24 : Zbirna preglednica za obdobje 4 stavbe

Te stavbe zahtevajo veliko manj posegov kot njihove predhodnice in zelo pogosto je večina izboljšav, priporočenih v poglavjih o drugih obdobjih, že izvedena v zasnovi stavbe. Dejstvo pa je, da se bodo vedno nenehno razvijale, na primer predpisane mejne vrednosti, ki jih je treba upoštevati pri prehodnosti ovoja, tako da bodo tudi pri teh stavbah potrebni posegi, morda celo kratkoročni: govorimo lahko na primer o uporabi folij na prozornih zaključkih za povečanje učinkovitosti ali o uvedbi sistemov senčenja. Tudi v zvezi s sistemi bo kmalu treba plinske generatorje nadomestiti s toplotnimi črpalkami ali obnovljivimi viri, s katerimi so opremljene številne od teh stavb.

## 4.2.5 – Krožni princip pri intervencijah

Čeprav naša študija ne temelji izključno na energetske učinkovitosti, je to še vedno način za izboljšanje krožnosti stavb, četudi le z energetskega vidika; veliko posegov zadeva večjo izolacijo gradbenih elementov, zamenjavo oken, vrat in ogrevalnih sistemov: krožnost je mogoče vključiti v vse te posege prek strategij krožnosti, opredeljenih v prejšnjih poglavjih tega poročila.

## Circular.Buildings

Na primer:

- Odstranjevanje obstoječih elementov je treba opraviti previdno, da se zagotovi enostavno ločevanje in, če je mogoče, recikliranje;
- Pri nameščanju izolacijskih paketov se lahko odločite za rešitve, ki omogočajo enostavno ločevanje;
- prednost bi bilo treba dati napravam z obnovljivimi viri energije;
- pri izbiri materialov je treba dati prednost tistim, za katere obstajajo okoljski certifikati ali ki so izdelani iz ponovno uporabljenih ali recikliranih materialov.

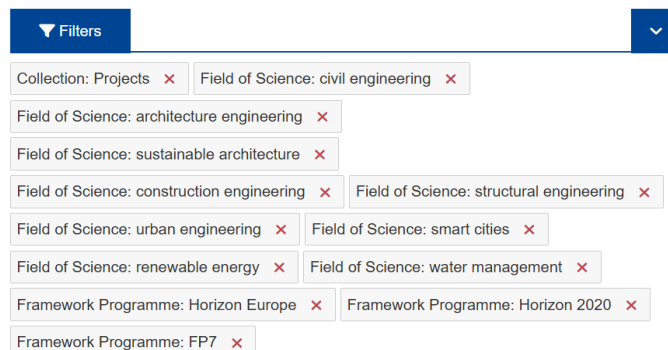
Vse strategije, opredeljene v poglavju 2 za celotno dobavno verigo, ostajajo v veljavi: v primeru večjih posegov v stavbe, kot je bilo ugotovljeno za posege v stavbe pred letom 1980, tj. velik del obstoječih stavb, bo treba dobavno verigo spremljati od faze ob koncu življenjske dobe in kaskadno skozi naslednje faze.

## POGLAVJE 5 – VRZELI V DOBRIH PRAKSAH PROJEKTOV V SKUPNOSTI

Zaradi večje celovitosti pri zagotavljanju pregleda nad tem, kako se krožna paradigma trenutno uresničuje v gradbenem sektorju, je bila poleg bibliografske raziskave opravljena tudi analiza projektov, ki potekajo ali so se zaključili v zadnjem desetletju in katerih cilj na evropski ravni je bila ali je krožnost stavb in na splošno gradbene dobavne verige. To se zdi koristno za ugotavljanje, kje na evropski in tudi čezmejni ravni še vedno manjkajo najboljše prakse na področju raziskav in eksperimentiranja.

### 5.1 - RAZISKAVE O PROJEKTIH KROŽNEGA GOSPODARSTVA

Začetno iskanje je bilo opravljeno v podatkovni zbirki CORDIS, v kateri so zbrani vsi raziskovalni in razvojni projekti EU: za programe FP7, Horizon 2020 e Horizon Europe, so bile pregledane strani projektov, ki so ustrezali filtrom, uporabljenim za iskanje, na primer vSlika 25, in od več kot 4400 projektov jih je bilo izbranih 38.



Slika 25 : Filtri, uporabljeni za iskanje po podatkovni zbirki Cordis

Druga faza raziskave je bila osredotočena na projekte Interreg: pregledane so bile strani vseh 86 programov, ki jih financira EU, in med njimi so bili izbrani projekti, ki so se ali se trenutno osredotočajo na gradbeni sektor in možnosti za zmanjšanje njegovega vpliva v smislu porabe virov ter proizvodnje odpadkov in emisij za gospodarsko krožnost sektorja; skupaj je bilo izbranih 20 projektov, ki so bili pomembni za raziskavo.

- Status projekta, tj. ali je v teku ali je že zaključen, da bi ugotovili trende pri preučevanju teme CE;

- Država izvora vodilnega partnerja in prisotnost javnih ali zasebnih organov, univerz, raziskovalnih centrov ali podjetij, ki pripadajo italijanskemu in/ali slovenskemu ozemlju, med drugimi partnerji;

- Cilji, da bi vsakemu projektu pripisali najboljšo referenčno prakso med tistimi 15 krožnimi projekti, opredeljenimi v poglavju 3, in vsemi drugimi, ki so vključeni, četudi le delno.

Tabela 2 je za vsak vzorčni evropski program prikazano število projektov, ki se osredotočajo na uporabo načel krožnosti v gradbenem sektorju. Skupaj je bilo zanimivih 58 projektov, saj so se osredotočali na uvajanje krožne paradigme v gradbeni sektor; po pregledu namenskih spletnih strani so bili za vsakega od njih zbrani naslednji pomembni podatki:

- Status projekta, tj. ali je v teku ali je že zaključen, da bi ugotovili trende pri preučevanju teme CE;
- Država izvora vodilnega partnerja in prisotnost javnih ali zasebnih organov, univerz, raziskovalnih centrov ali podjetij, ki pripadajo italijanskemu in/ali slovenskemu ozemlju, med drugimi partnerji;
- Cilji, da bi vsakemu projektu pripisali najboljšo referenčno prakso med tistimi 15 krožnimi projekti, opredeljenimi v poglavju 3, in vsemi drugimi, ki so vključeni, četudi le delno.

Tabela 2: Projekti EU o krožnosti v stavbah po programih

Program	Število projektov CE	Projekti
FP7	0	
Horizon 2020	23	INNOFIXX [96]; OptArch [97]; HISER [98]; SUNRISE [99]; Ramp-PV [100]; ReCreate [101]; MOGU floor [102]; RE_CREATE [103]; DRIVE 0 [104]; RE-CREATE [105]; PVadapt [106]; ICEBERG [107]; BIMcert [108]; HEART [109]; BIM-SPEED [110]; BIMERR [111]; BUS-GoCircular [112]; iclimabuilt [113]; PLUG-N-HARVEST [114]; REBECCA [115]; IDEAS [116]; BIPVBOOST [117]; HOUSEFUL [118]
Horizon Europe	15	FibReLoop [119]; RENplusHOMES [120]; CIRCULess [121]; SUM4Re [122]; INBUILT [123]; TIMBERHAUS [124]; WoodStock [125]; GreeNest [126]; Demo-Blog [127]; DISCOVER [128]; RECONMATIC [129]; CIRCOFIN [130]; EASI ZERO [131]; Exploit4InnoMat [132]; MASS-IPV [133]
Interreg Alpine Rhine-Lake Constance-High Rhine	0	
Interreg Aurora	0	
Interreg Baltic Sea Region	0	
Interreg Central Europe	1	ReBuilt [134]
Interreg Danube Region	1	CircularDigiBuild [135]
Interreg Europe	4	KARMA [136]; CONDREFF [137]; ZERO CO2 [138]; MonitorEE [139]
Interreg France - Italia ALCOTRA	0	
Interreg France - Wallonie - Vlaanderen	1	RENVERSC [140]
Interreg Grande Région	0	
Interreg IPA ADRION	0	
Interreg IPA CBC Italy - Albania - Montenegro	1	ENEA [141]

Il progetto CIRCULAR.BUILDINGS è cofinanziato dall'Unione europea nell'ambito del Programma Interreg VI-A Italia-Slovenia.  
Projekt CIRCULAR.BUILDINGS sofinancira Evropska unija v okviru Programa Interreg VI-A Italija-Slovenija.

Interreg IPA Croatia - Bosnia and Herzegovina - Montenegro	1	CrossWaste [142]
Interreg Italia - Osterreich	1	ATTENTION [143]
Interreg Italy - France (Maritime)	1	CIRCULA [144]
Interreg Italy - Slovenia	1	Circular.Buildings [145]
Interreg North Sea	3	BBoBB [146] ; CircleBIM [147] ; CTB [148]
Interreg North-West Europe	4	CHARM [149] ; PREUSE [150] ; CIRCULAR RENO [151] ; DDC [152]
Interreg Sudoe	0	
Interreg Vlaanderen-Nederland	1	Learning network of biobuilders [153]

Zanimive informacije so bile zbrane v preglednici Slika 26; upoštevajte, da so bile barve povezane na ta način:

- Zeleno so označeni projekti, pri katerih je eden od partnerjev Italijan;
- Projekti, pri katerih je eden od partnerjev iz Slovenije, so označeni z modro barvo;
- Projekti, pri katerih so prisotni tako italijanski kot slovenski partnerji, so označeni z oranžno barvo.

Zadnja dva stolpca sta namenjena identifikacijskim črkam *best practices*, kot so dodeljene njihovim opisom v prejšnjem razdelku; v stolpcu "*other practices*" so navedene vse strategije, ki so se pojavile v analizi projekta, ne glede na pomembnost, ki jim je bila pripisana glede na druge: ta izbira je bila sprejeta, da bi ugotovili splošno sliko o tem, kam je bolj ali manj usmerjeno zanimanje deležnikov za kroženje v gradbenem sektorju.

Nato je bila izdelana preglednica na Slika 27, da bi se izvedla analiza *co-occurrence* med *best practices*, da bi razumeli, kako se razmerja med različnimi strategijami razlagajo v bolj praktičnih kontekstih, kot so projekti, ob upoštevanju številnih presečišč, ki se pojavljajo v literaturi in jih je zapleteno izčrpno analizirati. Preglednica je sestavljena tako, da je na navpično os postavljena najboljša praksa, ki je bila prepoznana kot osrednja v projektu, na vodoravno os pa so pripisane druge, ki so omenjene v projektu; barvna legenda je enaka tisti, ki je bila uporabljena za Slika 26. Ob opazovanju oblikovane matrike opazimo kombinacije najpogostejših praks, iz katerih razberemo, da je pri uporabi ene pomembno izvajati tudi drugo, da bi čim bolj povečali krožnost; najprej je pomembna povezava med krožnostjo materialov in uporabo *bio-based* materialov: ta povezava je bila pričakovana, saj želimo s prvim načelom spodbujati kroženje materialov v tehničnem krogu, z drugim pa v biološkem (npr. [105], [123], [124]), tj. dve poti, ki ju lahko zasledujemo za načela krožnega gospodarstva. Za neprekinjeno kroženje materialov v tehničnem ciklu se zdi ključna uporaba digitalnih tehnologij za poznavanje njihove življenjske dobe ali spremljanje njihovega delovanja, kot je uporaba modeliranja BIM ali senzorjev (npr. [97], [98]) pa tudi sodelovanje v bazah podatkov in sodelovalnih platformah (es. [106], [142]) za prodajo in nakup materialov za ponovno uporabo.



## Circular.Buildings

Pri snovno učinkovitem oblikovanju se uporablja tudi uporaba digitalnih tehnologij, kot je uporaba programske opreme za oblikovanje ali 3D-oblikovanje za zmanjšanje količine odpadkov (npr. [96], [128]).

Zadnja pomembna in pričakovana povezava je povezava med načrtovanjem za energetske učinkovitost in uporabo obnovljivih virov energije: ta dva vidika se dejansko zelo pogosto obravnavata skupaj, saj je zdaj razširjeno mnenje, da je treba potrebe po energiji, ko so enkrat zmanjšane, čim bolj pokriti, na primer s fotovoltaično proizvodnjo; v teh projektih (npr. [115], [116]) se velik pomen daje prav fotovoltaičnim modulom in možnosti njihove intenzivne vključitve v stavbe.



## Circular.Buildings

Code	Project title	Programme	Status	Coordinator's country	Focus Best Practice	Other practices
INNOFIX	Development of a high quality stainless steel door for easy renovation and construction in facades, thermal insulation and solar panels sub-sectors	Horizon 2020	Completed - Aug.2017	Germany	A	B, E
OptArch	Optimization Driven Architectural Design of Structures	Horizon 2020	Completed - Jan.2020	Greece	A	H
KARMA	Circular Economy in the Construction Sector - Acting Today for a Better Future	Interreg Europe	Ongoing	Germany	A	B, H, I
HISER	Holistic Innovative Solutions for an Efficient Recycling and Recovery of Valuable Raw Materials from Complex Construction and Demolition Waste	Horizon 2020	Completed - Jan.2019	Spain	B	D, H, K
CHARM	Circular Housing Asset Renovation & Management	Interreg North-West Europe	Completed - Jan.2024	Netherlands	B	C
CONDEREFF	Construction & demolition waste management policies for improved resource efficiency	Interreg Europe	Completed - May.2023	Spain	B	
SUNRISE	MultiSensor sorting tools in a circular economy approach for the efficient recycling of PVB interlayer material in high-quality products from laminated glass construction and demolition waste	Horizon 2020	Completed - Nov.2024	Spain	B	H
Ramp-PV	Raw material up-cycling for circular PV	Horizon 2020	Completed - Oct.2022	France	B	M
ReCreate	Reusing precast concrete for a circular economy	Horizon 2020	Ongoing	Finland	B	
FibReLoop	Closing the fibre-reinforced composites loop: recycling materials for recycled components	Horizon Europe	Ongoing	Italy	B	
RENplusHOMES	Renewable Energy-based Positive Homes	Horizon Europe	Ongoing	Italy	B	H, I, L, M
CIRCULess	UpCycling mineral and timber-based waste from Construction & manufacturing process industries through eco-design, advanced logistics, quality control and digital solutions	Horizon Europe	Ongoing	Norway	B	C, J
SUM4Re	Creating materials banks from digital urban mining	Horizon Europe	Ongoing	Spain	B	H
CrossWaste	Enhancing Cross-Border Waste Management through Sustainable Practices	Interreg IPA Croatia - Bosnia and Herzegovina - Montenegro	Ongoing	Croatia	B	
PREUSE	Public Responses to Enable the Use of Salvaged Building Elements	Interreg North-West Europe	Ongoing	Belgium	B	I
Learning network of biobuilders	Ecological construction with new materials (such as bio composites) by means of energy-efficient technologies can make a major contribution to climate objectives and at the same time stimulate the local economy	Interreg Vlaanderen-Nederland	Completed - Dec.2022	Netherlands	C	D
MOGU floor	Natural-Growth Flooring for Circular Buildings	Horizon 2020	Completed - Mar.2021	Italy	C	B
RE CREATE	Eco-innovative building products for sustainable construction	Horizon 2020	Completed - Sep.2019	Israel	C	F
INBUILT	Innovative bio/geo-sourced, re-used and recycled Products coupled with BIM-based digital platform for very low carbon construction, circular economy, energy and resource efficiency	Horizon Europe	Ongoing	France	C	B, D, H
TIMBERHAUS	Climate-smart, circular, and sustainable solutions for use of wood in the construction sector	Horizon Europe	Ongoing	Denmark	C	B, H
WoodStock	Empowering climate-smart, circular, and zero-waste use of underutilized wood from the forest and building stock in the construction sector to support the New European Bauhaus	Horizon Europe	Ongoing	Belgium	C	B
BBobb	Building Based on Biobased	Interreg North Sea	Ongoing	Netherlands	C	
CIRCULAR RENO	Developing biobased & recycled / reused material solutions for retrofit	Interreg North-West Europe	Ongoing	Netherlands	C	L
DRIVE 0	Driving decarbonization of the EU building stock by enhancing a consumer centred and locally based circular renovation process	Horizon 2020	Completed - Dec.2023	Netherlands	D	A, H
RE-CREATE	Eco-innovative building products for sustainable construction in a circular economy	Horizon 2020	Completed - Jun.2022	Israel	D	B, C, L
Greenest	NEST InGrained ecosystem for zERO Emission buildings	Horizon Europe	Ongoing	Greece	D	
DDC	Digital Deconstruction - Advanced Digital Solutions Supporting Reuse and High-Quality Recycling of Building Materials	Interreg North-West Europe	Completed - Sep.2023	Netherlands	E	B, H
PVadapt	Prefabrication, Recyclability and Modularity for cost reductions in Smart BIPV systems	Horizon 2020	Completed - Mar.2022	Belgium	F	A, B, M
ICEBERG	Innovative Circular Economy Based solutions demonstrating the Efficient recovery of valuable material Resources from the Generation of representative End-of-Life building materials	Horizon 2020	Completed - Apr.2024	Spain	H	B, I
BIMcert	BIMcert - 1. Construction skills, 2. Energy efficiency, 3. Regulating supply chains, 4. Tackling climate change	Horizon 2020	Completed - Jan.2020	United Kingdom	H	
HEART	Holistic Energy and Architectural Retrofit Toolkit	Horizon 2020	Completed - Jul.2022	Italy	H	L
BIM-SPEED	Harmonised Building Information Speedway for Energy-Efficient Renovation	Horizon 2020	Completed - Oct.2022	Germany	H	L
BIMERR	BIM-based holistic tools for Energy-driven Renovation of existing Residences	Horizon 2020	Completed - Sep.2022	Germany	H	L
Demo-BLog	Development and Demonstration of Digital Building Logbooks	Horizon Europe	Ongoing	Netherlands	H	
DISCOVER	Digital, autonomous, Intelligent and Synchronous system for Continuous identification, Optimization and Value Extraction of Resources from the end-of-use built environment	Horizon Europe	Ongoing	Spain	H	E
RECONMATIC	Automated solutions for sustainable and circular construction and demolition waste management	Horizon Europe	Ongoing	Czech Republic	H	A, B, I
ReBuild	Circular and digital renewal of central Europe construction and building sector	Interreg Central Europe	Ongoing	Slovenia	H	C, I, J
CircularDigiBuild	Boosting the uptake of emerging technologies in circular economy implementation in construction and buildings industry in Danube region to sustainably harness the twin transition for greener future	Interreg Danube Region	Ongoing	Bulgaria	H	
CircleBIM	Public Sector Innovation with BIM for a more circular construction sector	Interreg North Sea	Ongoing	Germany	H	
CIRCOFIN	Circular Construction Finance	Horizon Europe	Ongoing	Spain	I	B, H
ATTENTION	The aim of the ATTENTION project is to promote the circular economy in construction by identifying the needs and expectations of innovative tools/services for SMEs. It will develop a cross-border catalogue of affordable services and tools and create a HUB network that will provide specialised services and support to companies and support sustainable innovation in the building value chain.	Interreg Italia - Osterreich	Ongoing	Italy	I	
CIRCULA	Rafforzamento delle competenze a supporto dei modelli di economia circolare e lo scambio di buone pratiche per le imprese della filiera mediterranea dell'edilizia sostenibile	Interreg Italy - France (Maritime)	Ongoing	Italy	I	
Circular.Buildings	A greener, low-carbon transitioning towards a net zero carbon economy and resilient Europe by promoting clean and fair energy transition, green and blue investment, the circular economy, climate change mitigation and adaptation and risk prevention and management.	Interreg Italy - Slovenia	Ongoing	Italy	I	
CTB	Circular Trust Building - Promoting the transition to a circular, resource-efficient economy in the building sector.	Interreg North Sea	Ongoing	Netherlands	I	B
ZEROCO2	Promotion of near zero CO2 emission buildings due to energy use	Interreg Europe	Completed - Mar.2020	Slovenia	L	M
ENEA	ENergy Efficiency Living Lab	Interreg IPA CBC Italy - Albania - Montenegro	Completed - 2021	Italy	L	I
BUS-GoCircular	Stimulate demand for sustainable energy skills with circularity as a driver and multifunctional green use of roofs, facades and interior elements as focus.	Horizon 2020	Completed - Feb.2024	Netherlands	L	
iclimabuilt	Functional and advanced insulating and energy harvesting/storage materials across climate adaptive building envelopes	Horizon 2020	Completed - Feb.2025	Greece	L	
PLUG-N-HARVEST	PLUG-N-play passive and active multi-modal energy HARVESTing systems, circular economy by design, with high replicability for Self-sufficient Districts Near-Zero Buildings	Horizon 2020	Completed - Nov.2022	Greece	L	M
REBECCA	Renovating the Existing Buildings Environment through the Combination of Circular economy and the Add-ons' strategy	Horizon 2020	Ongoing	Germany	L	
EASI ZERo	Envelope Material System with low Impact for Zero Energy buildings and Renovation	Horizon Europe	Ongoing	France	L	B, C, D
ExploitHmoMat	An Open Innovation Ecosystem for exploitation of materials for building envelopes towards zero energy buildings	Horizon Europe	Ongoing	Greece	L	H
MonitorEE	Improving energy efficiency through smarter management systems	Interreg Europe	Ongoing	Spain	L	I
RENVERSC	Efficient Renovation towards Circularity	Interreg France - Wallonie - Vlaanderen	Ongoing	Belgium	L	I
IDEAS	Novel building Integration Designs for increased Efficiencies in Advanced Climatically Tunable Renewable Energy Systems	Horizon 2020	Completed - Apr.2023	Ireland	M	L
BIPVBOOST	Bringing down costs of BIPV multifunctional solutions and processes along the value chain, enabling widespread nZEBs implementation	Horizon 2020	Completed - May.2023	Spain	M	L
MASS-IPV	Enabling Massive Integration of PV into Buildings and Infrastructure	Horizon Europe	Ongoing	Germany	M	
HOUSEFUL	Innovative circular solutions and services for new business opportunities in the EU housing sector	Horizon 2020	Completed - Apr.2023	Spain	O	B, H, K, L, N

Slika 26 : Podatkovna zbirka izbranih projektov CE

Il progetto CIRCULAR.BUILDINGS è cofinanziato dall'Unione europea nell'ambito del Programma Interreg VI-A Italia-Slovenia. *Progetto CIRCULAR.BUILDINGS sofinancira Evropska unija v okviru Programa Interreg VI-A Italija-Slovenija.*

[www.ita-slo.eu/circularbuildings](http://www.ita-slo.eu/circularbuildings)



Circular.buildings



Circular.buildings

Circular.Buildings

Focus Best Practice	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
A		INNOHXX: KARMA			INNOHXX			OptArch; KARMA	KARMA						
B		CONDEREFF; ReCreate; FibreLoop; CrossWaste	CHARM; CIRCULESS	HISER				HISER; SUNRISE; RENspinsHOMES; SUMARé	RENspinsHOMES; PREUSE	CIRCULESS	HISER	RENspinsHOMES	Ramp-PV; RENspinsHOMES		
C		MOGULflow; INBUILT; TIMBERHAUS; WoodStock	BBoBB	Learning network of bio-builders; INBUILT		RE_CREATE		INBUILT; TIMBERHAUS				CIRCULAR RENO			
D	DRIVE 0	RE_CREATE	RE_CREATE	GreenNest				DRIVE 0				RE_CREATE			
E		DDC						DDC							
F	PVadapt	PVadapt											PVadapt		
G															
H	RECONNMATIC	ICEBERG; RECONNMATIC	Rebuilt			DISCOVER		BIMcert; Demo- Blog; CircularDigiBuild							
I		CIRCOFIN; CTB						CIRCOFIN	ATTENTION; CIRCLIA; Circular Buildings						
J															
K															
L			EASI ZERO	EASI ZERO				ExploitdannoMat	ENEA; MonitorEE; REVERSC			BUS_GoCircular; Edimhabili; REBECCA	ZERO-CO2; PLUG N-HARVEST		
M													MASS-IPV		
N															
O		HOUSEFUL						HOUSEFUL			HOUSEFUL	HOUSEFUL		HOUSEFUL	

Slika 27 : Co-occurrence matrika projektov

Il progetto CIRCULAR.BUILDINGS è cofinanziato dall'Unione europea nell'ambito del Programma Interreg VI-A Italia-Slovenia.  
Progetto CIRCULAR.BUILDINGS sofinancira Evropska unija v okviru Programa Interreg VI-A Italija-Slovenija.

## 5.2 - VRZELI V DOBRIH PRAKSAH

Končna analiza evropskih projektov se je osredotočila na tiste, pri katerih sodelujejo italijanski in/ali slovenski partnerji: čeprav je edini način za izpostavitve dejanskih vrzeli pri krožnem prehodu zbiranje mnenj in izkušenj deležnikov sektorja, je mogoče s študijo projektov ugotoviti, kateri vidiki krožnosti, ki veljajo za gradbeništvo, so bolj ali manj zanimivi za študijske skupine, podjetja in neposredno vključene organe. V ta namen je bila izdelana preglednica v Slika 28 v kateri so bili za vsako od 15 best practices opredeljenih v poglavju 3, projekti CE razvrščeni v tri stolpce oziroma za prisotnost italijanskih, slovenskih ali obeh partnerjev; z rdečo so zapisani projekti, pri katerih je najboljša praksa iz ustrezne vrstice v ospredju, s sivo pa drugi, pri katerih je drugotnega pomena.

↓ Focus Best Practice	ITALY	SLOVENIA	ITALY-SLOVENIA	TOTAL N. OF PROJECTS FOR EACH BP
A	OptArch; KARMA; PVadapt; RECONMATIC		DRIVE0	5
B	CONDERFF; FibReLoop; HISER; RENplusHOMES; SUNRISE; KARMA; MOGUfloor; TIMBERHAUS; PVadapt; ICEBERG; RECONMATIC; EASI ZERO; HOUSEFUL	WoodStock		14
C	MOGU floor; TIMBERHAUS	WoodStock	ReBuilt	4
D	GreeNest; EASI ZERO		DRIVE 0	4
E				0
F	Pvadapt			1
G				0
H	ICEBERG; RECONMATIC; OptArch; KARMA; HISER; SUNRISE; RENplusHOMES; TIMBERHAUS; Exploit4InnoMat; HOUSEFUL	CircularDigiBuild	ReBuilt; DRIVE 0	13
I	ATTENTION; KARMA; RENplusHOMES; ENEA		Circular.Buildings	5
J				0
K	HISER; HOUSEFUL			2
L	EASI ZERO; ENEA; Exploit4InnoMat; icimabuilt; RENplusHOMES; IDEAS; BIPVBOOST; HOUSEFUL		ZEROCO2	9
M	BIPVBOOST; IDEAS; MASS-IPV; RENplusHOMES; PVadapt		ZEROCO2	6
N	HOUSEFUL			1
O	HOUSEFUL			1

Slika 28 : Projekti z italijanskimi/slovenskimi partnerji za najboljše prakse

S štetjem skupnega števila vnosov za vsako vrstico je bila pridobljena količinska opredelitev števila projektov s čezmejnimi partnerji, pri katerih je bila priznana pomembnost zadevne *best practice*. Očitno je, da je poudarek predvsem na krožnosti materialov (B) in uporabi digitalnih tehnologij (H) v projektih: ti dve praksi sta bili tudi med najbolj priznanimi v literaturi, zato je podatek v skladu s pričakovanji.

Enaka ugotovitev velja tudi za tretjo prakso, ki je vključena v več kot en projekt, tj. projektiranje za energetske učinkovitost (L): v prejšnjem poglavju o analizi čezmejnega stavbnega fonda je bila potreba po energetski prenovi obstoječih stavb v Italiji in Sloveniji že obširno obravnavana, zato je sodelovanje v projektih, namenjenih iskanju novih krožnih rešitev za te posege, pomirjujoče.

Zmerno zanimanje je namenjeno praksam, ki neposredno vključujejo omejevanje uporabe primarnih materialov in zmanjševanje vpliva na okolje, povezanega s proizvodnjo in odstranjevanjem materialov, začenši z materialno učinkovitim oblikovanjem (A); med bio-based materiali (C) je pozornost, zlasti v Sloveniji, namenjena lesu, katerega okoljske in strukturne lastnosti so priznane: Glede na široko razpoložljivost materiala v čezmejnem kontekstu se ta praksa meša z načelom uporabe lokalnih materialov, ki je del prakse D, tj. uporabe materialov z majhnim vplivom, kar se zdi čezmejno zanimivo.

Delno zanimivo je tudi oblikovanje in sodelovanje v platformah za krožnost (I): med njimi je projekt Circular.Buildings, ki ga izvajamo in katerega cilj je ustvariti nove priložnosti za čezmejne zainteresirane strani, hkrati pa lahko postane zgled za druge evropske kontekste.

Medtem ko se na področju kroženja energije v številnih projektih obravnavata tako praksa načrtovanja za energetske učinkovitost (L) kot praksa uvajanja obnovljivih virov energije (M), je kroženje vode v stavbah (N) v evropskih projektih praktično zanemarjeno; dobra praksa upravljanja z vodo je delno vključena v projekt HOUSEFUL [118], ki je edini, v katerem je cilj izboljšati kroženje stavb z uporabo sistema za količinsko opredelitev kroženja in trajnosti stavbe v vseh njenih vidikih. Isti projekt je tudi eden od dveh, ki poudarjata vključevanje ocene življenjskega cikla (K) za sprejemanje premišljenih odločitev pri načrtovanju za krožnost. S pomanjkanjem zanimanja za LCA je povezano tudi pomanjkanje zanimanja za pripravo in uporabo certifikatov izdelkov (J): povedano je že bilo, da lahko le ti pripomorejo k izboljšanju krožnosti materialov, kar se je tako ali tako izkazalo za razširjeno temo v evropskih projektih, zato lahko raziskovanje njihove uporabe prinese le koristi.

I Nazadnje, praktično noben projekt se ne ukvarja s krožnimi tehnikami načrtovanja, tj. *Zasnova za razstavljanje* (E), *Zasnova za prilagodljivost* (F) e *Zasnova za trajnost* (G): ta rezultat je bil pričakovan, saj je za prehod iz tradicionalnega v krožni pristop k načrtovanju potrebno veliko več truda in usposabljanja kot za vključitev drugih praks krožnosti v dobavno verigo gradnje.



## Circular.Buildings

Vendar pa bi bilo prav zaradi težav pri približevanju deležnikov tej praksi koristno, če bi obstajali projekti EU, ki bi oblikovalcem v sektorju ponujali smernice ali zgled za posnemanje.

Če povzamemo, od 58 projektov na območju EU jih 30 vključuje čezmejne partnerje: to pomeni, da obstaja interes za krožni prehod sektorja, vendar se ta, kot smo videli, osredotoča na nekatere vidike in zanemarja druge, ki so potrebni za izvajanje praks, katerih veljavnost je že širše priznana.



## VIRI IN LITERATURA

- [1] A. Aljaber, P. Martinez-Vazquez, and C. Baniotopoulos, 'Barriers and Enablers to the Adoption of Circular Economy Concept in the Building Sector: A Systematic Literature Review', *Buildings*, vol. 13, no. 11, 2023, doi: 10.3390/buildings13112778.
- [2] N. Ranasinghe, N. Domingo, and R. Kahandawa, 'Enhancing building material circularity: A systematic review on prerequisites, obstacles and the critical role of data traceability', *Journal of Building Engineering*, vol. 98, 2024, doi: 10.1016/j.jobee.2024.111136.
- [3] C. Illankoon and S. C. Vithanage, 'Closing the loop in the construction industry: A systematic literature review on the development of circular economy', *Journal of Building Engineering*, vol. 76, 2023, doi: 10.1016/j.jobee.2023.107362.
- [4] N. Khadim and A. van Marrewijk, 'Circles of profit: A conceptual framework for economic and financial aspects in circular construction', *Sustainable Production and Consumption*, vol. 55, pp. 444–457, 2025, doi: 10.1016/j.spc.2025.03.007.
- [5] 'Ellen MacArthur Foundation'. Accessed: Dec. 16, 2025. [Online]. Available: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/topics/circular-economy-introduction/overview>
- [6] N. G. Akhimien, E. Latif, and S. S. Hou, 'Application of circular economy principles in buildings: A systematic review', *Journal of Building Engineering*, vol. 38, p. 102041, Jun. 2021, doi: 10.1016/j.jobee.2020.102041.
- [7] C. Zhang, M. Hu, F. Di Maio, B. Sprecher, X. Yang, and A. Tukker, 'An overview of the waste hierarchy framework for analyzing the circularity in construction and demolition waste management in Europe', *Science of The Total Environment*, vol. 803, p. 149892, Jan. 2022, doi: 10.1016/j.scitotenv.2021.149892.
- [8] Q. Chen, H. Feng, and B. Garcia de Soto, 'Revamping construction supply chain processes with circular economy strategies: A systematic literature review', *Journal of Cleaner Production*, vol. 335, 2022, doi: 10.1016/j.jclepro.2021.130240.
- [9] B. Kubbinga, M. Bamberger, E. van Noort, and D. van den Reek, 'A framework for circular buildings', 2018.
- [10] M. B. Shishehgarhaneh, R. C. Moehler, and S. F. Moradinia, 'Blockchain in the Construction Industry between 2016 and 2022: A Review, Bibliometric, and Network Analysis', *Smart Cities*, vol. 6, no. 2, pp. 819–845, 2023, doi: 10.3390/smartcities6020040.
- [11] G. Foster, 'Circular economy strategies for adaptive reuse of cultural heritage buildings to reduce environmental impacts', *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 152, 2020, doi: 10.1016/j.resconrec.2019.104507.
- [12] S. Jayakodi, S. Senaratne, S. Perera, and K. Bamdad, 'Circular economy assessment using project-level and organisation-level indicators for construction organisations: A systematic review', *Sustainable Production and Consumption*, vol. 48, pp. 324–338, 2024, doi: 10.1016/j.spc.2024.05.025.

- [13] L. Ding, T. Wang, and P. W. Chan, 'Forward and reverse logistics for circular economy in construction: A systematic literature review', *Journal of Cleaner Production*, vol. 388, 2023, doi: 10.1016/j.jclepro.2023.135981.
- [14] I. Y. Wuni, 'A systematic review of the critical success factors for implementing circular economy in construction projects', *Sustainable Development*, vol. 31, no. 3, pp. 1195–1213, 2023, doi: 10.1002/sd.2449.
- [15] X. Chen, D. Qiu, and Y. Chen, 'Reverse Logistics in the Construction Industry: Status Quo, Challenges and Opportunities', *Buildings*, vol. 14, no. 6, 2024, doi: 10.3390/buildings14061850.
- [16] M. A. Adabre, A. P. C. Chan, A. Darko, and M. R. Hosseini, 'Facilitating a transition to a circular economy in construction projects: intermediate theoretical models based on the theory of planned behaviour', *Building Research and Information*, vol. 51, no. 1, pp. 85–104, 2023, doi: 10.1080/09613218.2022.2067111.
- [17] M. K. C. S. Wijewickrama, R. Rameezdeen, and N. Chileshe, 'Information brokerage for circular economy in the construction industry: A systematic literature review', *Journal of Cleaner Production*, vol. 313, 2021, doi: 10.1016/j.jclepro.2021.127938.
- [18] J. Köhler, F. Fredshavn Nielsen, J. Verstermark, and C. Thuesen, 'Recirculation of construction and demolition Waste: A case study of Danish producers and demolishers', *Cleaner Materials*, vol. 14, 2024, doi: 10.1016/j.clema.2024.100276.
- [19] G. Cai and D. Waldmann, 'A material and component bank to facilitate material recycling and component reuse for a sustainable construction: concept and preliminary study.', *Clean Technologies & Environmental Policy*, vol. 21, no. 10, pp. 2015–2032, 2019.
- [20] I. Y. Wuni and G. Q. Shen, 'Developing critical success factors for integrating circular economy into modular construction projects in Hong Kong', *Sustainable Production and Consumption*, vol. 29, pp. 574–587, 2022, doi: 10.1016/j.spc.2021.11.010.
- [21] Ö. Çimen, 'Construction and built environment in circular economy: A comprehensive literature review', *Journal of Cleaner Production*, vol. 305, p. 127180, Jul. 2021, doi: 10.1016/j.jclepro.2021.127180.
- [22] R. E. Hjaltadóttir and P. Hild, 'Circular Economy in the building industry European policy and local practices', *European Planning Studies*, vol. 29, no. 12, pp. 2226–2251, 2021, doi: 10.1080/09654313.2021.1904838.
- [23] P. Santos *et al.*, 'Circular Material Usage Strategies and Principles in Buildings: A Review', *Buildings*, vol. 14, no. 1, 2024, doi: 10.3390/buildings14010281.
- [24] G. Hubmann and V. Van Maaren, 'Circular Practices in Construction', presented at the Journal of Physics: Conference Series, 2023. doi: 10.1088/1742-6596/2600/19/192017.
- [25] M. R. Munaro, S. F. Tavares, and L. Bragança, 'Towards circular and more sustainable buildings: A systematic literature review on the circular economy in the built environment', *Journal of Cleaner Production*, vol. 260, p. 121134, Jul. 2020, doi: 10.1016/j.jclepro.2020.121134.
- [26] B. Homiński, F. Suchoń, K. Wawrzekiewicz, and E. Woźniak-Szpakiewicz, 'Architectural and Configurational Study of Senior Housing with Steel Volumetric Modular Technology:

- Towards Age-Ready and Process-Efficient Sustainable Living', *Sustainability (Switzerland)*, vol. 16, no. 8, 2024, doi: 10.3390/su16083237.
- [27] J.-L. Gálvez-Martos, D. Styles, H. Schoenberger, and B. Zeschmar-Lahl, 'Construction and demolition waste best management practice in Europe', *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 136, pp. 166–178, 2018, doi: 10.1016/j.resconrec.2018.04.016.
- [28] S. M. Saradara, M. M. A. Khalfan, S. V. Jaya, V. Swarnakar, A. Rauf, and M. El Fadel, 'Advancing building construction: A novel conceptual framework integrating circularity with modified lean project delivery systems', *Developments in the Built Environment*, vol. 20, p. 100531, Dec. 2024, doi: 10.1016/j.dibe.2024.100531.
- [29] P. Villoria Sáez and M. del Río Merino, 'Procedure for Waste Prevention and Management to Implement Best Practices in the Design and Construction of a Building', in *Springer Tracts in Civil Engineering*, vol. Part F1844, 2024, pp. 15–24. doi: 10.1007/978-3-031-45980-1\_2.
- [30] K. Knoth, S. M. Fufa, and E. Seilskjær, 'Barriers, success factors, and perspectives for the reuse of construction products in Norway', *Journal of Cleaner Production*, vol. 337, p. 130494, Feb. 2022, doi: 10.1016/j.jclepro.2022.130494.
- [31] S. Giorgi, M. Lavagna, and A. Campioli, 'Circular economy and regeneration of building stock in the Italian context: Policies, partnership and tools', presented at the IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2019. doi: 10.1088/1755-1315/225/1/012065.
- [32] T. B. Christensen, M. R. Johansen, M. V. Buchard, and C. N. Glarborg, 'Closing the material loops for construction and demolition waste: The circular economy on the island Bornholm, Denmark', *Resources, Conservation & Recycling Advances*, vol. 15, p. 200104, Nov. 2022, doi: 10.1016/j.rcradv.2022.200104.
- [33] A. T. Gebremariam *et al.*, 'Comprehensive study on the most sustainable concrete design made of recycled concrete, glass and mineral wool from C&D wastes', *Construction and Building Materials*, vol. 273, p. 121697, Mar. 2021, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2020.121697.
- [34] I. Papamichael, I. Voukkali, P. Loizia, and A. A. Zorpas, 'Construction and demolition waste framework of circular economy: A mini review', *Waste Management and Research*, vol. 41, no. 12, pp. 1728–1740, 2023, doi: 10.1177/0734242X231190804.
- [35] A. Luciano, L. Cutaia, P. Altamura, and E. Penalvo, 'Critical issues hindering a widespread construction and demolition waste (CDW) recycling practice in EU countries and actions to undertake: The stakeholder's perspective', *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, vol. 29, p. 100745, Oct. 2022, doi: 10.1016/j.scp.2022.100745.
- [36] M. Condotta and E. Zatta, 'Reuse of building elements in the architectural practice and the European regulatory context: Inconsistencies and possible improvements', *Journal of Cleaner Production*, vol. 318, p. 128413, Oct. 2021, doi: 10.1016/j.jclepro.2021.128413.
- [37] H. Martin, D. Chebrolu, A. Chadee, and T. Brooks, 'Too good to waste: Examining circular economy opportunities, barriers, and indicators for sustainable construction and

- demolition waste management', *Sustainable Production and Consumption*, vol. 48, pp. 460–480, Jul. 2024, doi: 10.1016/j.spc.2024.05.026.
- [38] M. Kitek Kuzman *et al.*, 'Architectural Perspectives on Wood Reuse within Circular Construction: A South–Central European Study', *Buildings*, vol. 14, no. 3, 2024, doi: 10.3390/buildings14030560.
- [39] M. Sutkowska, A. Stefańska, M. D. Vaverkova, S. Dixit, and A. Thakur, 'Recent advances in prefabrication techniques for biobased materials towards a low-carbon future: From modules to sustainability', *Journal of Building Engineering*, vol. 91, p. 109558, Aug. 2024, doi: 10.1016/j.job.2024.109558.
- [40] G. Dokter, L. Thuvander, and U. Rahe, 'How circular is current design practice? Investigating perspectives across industrial design and architecture in the transition towards a circular economy', *Sustainable Production and Consumption*, vol. 26, pp. 692–708, Apr. 2021, doi: 10.1016/j.spc.2020.12.032.
- [41] S. Barbhuiya and B. B. Das, 'Life Cycle Assessment of construction materials: Methodologies, applications and future directions for sustainable decision-making', *Case Studies in Construction Materials*, vol. 19, p. e02326, Dec. 2023, doi: 10.1016/j.cscm.2023.e02326.
- [42] A. Antunes, J. Silvestre, H. Costa, R. do Carmo, and E. Júlio, 'Reducing the environmental impact of the end-of-life of buildings depending on interrelated demolition strategies, transport distances and disposal scenarios', *Journal of Building Engineering*, vol. 82, p. 108197, Apr. 2024, doi: 10.1016/j.job.2023.108197.
- [43] G. Finch, G. Marriage, A. Pelosi, and M. Gjerde, 'Building envelope systems for the circular economy; Evaluation parameters, current performance and key challenges', *Sustainable Cities and Society*, vol. 64, p. 102561, Jan. 2021, doi: 10.1016/j.scs.2020.102561.
- [44] D. Cottafava and M. Ritzen, 'Circularity indicator for residential buildings: Addressing the gap between embodied impacts and design aspects', *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 164, 2021, doi: 10.1016/j.resconrec.2020.105120.
- [45] S. Linton, A. Clarke, and L. Tozer, 'Technical pathways to deep decarbonization in cities: Eight best practice case studies of transformational climate mitigation', *Energy Research & Social Science*, vol. 86, p. 102422, Apr. 2022, doi: 10.1016/j.erss.2021.102422.
- [46] D. O. Oyejobi, A. A. Firoozi, D. B. Fernández, and S. Avudaiappan, 'Integrating circular economy principles into concrete technology: Enhancing sustainability through industrial waste utilization', *Results in Engineering*, vol. 24, p. 102846, Dec. 2024, doi: 10.1016/j.rineng.2024.102846.
- [47] P. Daly, 'A critical review of circularity - "design for disassembly" assessment methods applied in the development of modular construction panels - an Irish case study', *e-Prime - Advances in Electrical Engineering, Electronics and Energy*, vol. 5, p. 100252, Sep. 2023, doi: 10.1016/j.prime.2023.100252.
- [48] B. Sanchez and C. Haas, 'A novel selective disassembly sequence planning method for adaptive reuse of buildings', *Journal of Cleaner Production*, vol. 183, pp. 998–1010, May 2018, doi: 10.1016/j.jclepro.2018.02.201.

- [49] S. Schaubroeck, R. Dewil, and K. Allacker, 'Circularity of building stocks: modelling building joints and their disassembly in a 3D city model', *Procedia CIRP*, vol. 105, pp. 712–720, Jan. 2022, doi: 10.1016/j.procir.2022.02.119.
- [50] T. O'Grady, R. Minunno, H.-Y. Chong, and G. M. Morrison, 'Design for disassembly, deconstruction and resilience: A circular economy index for the built environment', *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 175, p. 105847, Dec. 2021, doi: 10.1016/j.resconrec.2021.105847.
- [51] L. A. Akanbi *et al.*, 'Disassembly and deconstruction analytics system (D-DAS) for construction in a circular economy', *Journal of Cleaner Production*, vol. 223, pp. 386–396, Jun. 2019, doi: 10.1016/j.jclepro.2019.03.172.
- [52] S. Attia *et al.*, 'Disassembly calculation criteria and methods for circular construction', *Automation in Construction*, vol. 165, p. 105521, Sep. 2024, doi: 10.1016/j.autcon.2024.105521.
- [53] I. Amarasinghe, Y. Hong, and R. A. Stewart, 'Visualising a framework for enhancing material circularity in building construction projects: Drivers, barriers, and strategies', *Building and Environment*, vol. 253, p. 111359, Apr. 2024, doi: 10.1016/j.buildenv.2024.111359.
- [54] T. Josefsson and F. Oliveira, 'Housing life cycle: Extended how to identify, adapt, and re-use existing buildings and their components to support housing', in *The Pedagogies of Re-Use: The International School of Re-Construction*, 2024, pp. 196–206. doi: 10.4324/9781032665559-18.
- [55] C. Cavalliere, G. R. Dell'Osso, F. Favia, and M. Lovicario, 'BIM-based assessment metrics for the functional flexibility of building designs', *Automation in Construction*, vol. 107, p. 102925, Nov. 2019, doi: 10.1016/j.autcon.2019.102925.
- [56] M. Sánchez-Silva *et al.*, 'Moving toward resilience and sustainability in the built environment', *Structural Safety*, p. 102449, Feb. 2024, doi: 10.1016/j.strusafe.2024.102449.
- [57] A. Hauashdh, S. Nagapan, J. Jailani, and Y. Gamil, 'An integrated framework for sustainable and efficient building maintenance operations aligning with climate change, SDGs, and emerging technology', *Results in Engineering*, vol. 21, p. 101822, Mar. 2024, doi: 10.1016/j.rineng.2024.101822.
- [58] S. D. Datta, M. Islam, Md. H. Rahman Sobuz, S. Ahmed, and M. Kar, 'Artificial intelligence and machine learning applications in the project lifecycle of the construction industry: A comprehensive review', *Heliyon*, vol. 10, no. 5, p. e26888, Mar. 2024, doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e26888.
- [59] S. K. Baduge *et al.*, 'Artificial intelligence and smart vision for building and construction 4.0: Machine and deep learning methods and applications', *Automation in Construction*, vol. 141, p. 104440, Sep. 2022, doi: 10.1016/j.autcon.2022.104440.
- [60] A. Olumo and C. Haas, 'Building material reuse: An optimization framework for sourcing new and reclaimed building materials', *Journal of Cleaner Production*, vol. 479, p. 143892, Nov. 2024, doi: 10.1016/j.jclepro.2024.143892.

- [61] A. Karanafti, N. Trubina, C. Giarma, K. Tsikaloudaki, and T. Theodosiou, 'Integrating BIMs in Construction and Demolition Waste Management for Circularity Enhancement-A Review', presented at the Lecture Notes in Civil Engineering, 2024, pp. 669–678. doi: 10.1007/978-3-031-57800-7\_62.
- [62] A. Kuzminykh, J. Granja, M. Parente, and M. Azenha, 'Promoting circularity of construction materials through demolition digitalisation at the preparation stage: Information requirements and openBIM-based technological implementation', *Advanced Engineering Informatics*, vol. 62, 2024, doi: 10.1016/j.aei.2024.102755.
- [63] S. E. Bibri, J. Krogstie, A. Kaboli, and A. Alahi, 'Smarter eco-cities and their leading-edge artificial intelligence of things solutions for environmental sustainability: A comprehensive systematic review', *Environmental Science and Ecotechnology*, vol. 19, p. 100330, May 2024, doi: 10.1016/j.ese.2023.100330.
- [64] A. M. Hassan, Y. T. Negash, and F. Hanum, 'An assessment of barriers to digital transformation in circular Construction: An application of stakeholder theory', *Ain Shams Engineering Journal*, vol. 15, no. 7, p. 102787, Jul. 2024, doi: 10.1016/j.asej.2024.102787.
- [65] E. Leising, J. Quist, and N. Bocken, 'Circular Economy in the building sector: Three cases and a collaboration tool', *Journal of Cleaner Production*, vol. 176, pp. 976–989, Mar. 2018, doi: 10.1016/j.jclepro.2017.12.010.
- [66] T. Menny, S. Le Guirriec, and C. De Wolf, 'The butterfly matchmaking model for circular construction: Towards a digital matchmaking platform tailored to French policy', *Sustainable Production and Consumption*, vol. 49, pp. 130–143, Sep. 2024, doi: 10.1016/j.spc.2024.06.011.
- [67] P. H. Evertsen and V. Knotten, 'Toward a collaborative circular ecosystem within the built environment', *Sustainable Production and Consumption*, vol. 52, pp. 95–110, Dec. 2024, doi: 10.1016/j.spc.2024.10.019.
- [68] R. Kebede, A. Moscati, H. Tan, and P. Johansson, 'A modular ontology modeling approach to developing digital product passports to promote circular economy in the built environment', *Sustainable Production and Consumption*, vol. 48, pp. 248–268, Jul. 2024, doi: 10.1016/j.spc.2024.05.007.
- [69] A. Bellini, A. Tadayon, B. Andersen, and N. J. Klungseth, 'The role of data when implementing circular strategies in the built environment: A literature review', *Cleaner Environmental Systems*, vol. 13, p. 100183, Jun. 2024, doi: 10.1016/j.cesys.2024.100183.
- [70] S. Çetin, D. Raghu, M. Honic, A. Straub, and V. Gruis, 'Data requirements and availabilities for material passports: A digitally enabled framework for improving the circularity of existing buildings', *Sustainable Production and Consumption*, vol. 40, pp. 422–437, Sep. 2023, doi: 10.1016/j.spc.2023.07.011.
- [71] J. Dsilva, S. Zarmukhambetova, and J. Locke, 'Assessment of building materials in the construction sector: A case study using life cycle assessment approach to achieve the circular economy', *Heliyon*, vol. 9, no. 10, p. e20404, Oct. 2023, doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e20404.

- [72] M. Saadé, B. Erradhouani, S. Pawlak, F. Appendino, B. Peuportier, and C. Roux, 'Combining circular and LCA indicators for the early design of urban projects', *International Journal of Life Cycle Assessment*, vol. 27, no. 1, 2022, doi: 10.1007/s11367-021-02007-8.
- [73] Md. U. Hossain and S. T. Ng, 'Critical consideration of buildings' environmental impact assessment towards adoption of circular economy: An analytical review', *Journal of Cleaner Production*, vol. 205, pp. 763–780, Dec. 2018, doi: 10.1016/j.jclepro.2018.09.120.
- [74] E. Klumbyte *et al.*, 'Enhancing whole building life cycle assessment through building information modelling: Principles and best practices', *Energy and Buildings*, vol. 296, p. 113401, Oct. 2023, doi: 10.1016/j.enbuild.2023.113401.
- [75] R. Minunno, T. O'Grady, G. M. Morrison, and R. L. Gruner, 'Exploring environmental benefits of reuse and recycle practices: A circular economy case study of a modular building', *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 160, p. 104855, Sep. 2020, doi: 10.1016/j.resconrec.2020.104855.
- [76] S. Bruhn, R. Sacchi, C. Cimpan, and M. Birkved, 'Ten questions concerning prospective LCA for decision support for the built environment', *Building and Environment*, vol. 242, p. 110535, Aug. 2023, doi: 10.1016/j.buildenv.2023.110535.
- [77] A. Davis, A. Quintana-Gallardo, N. Martí Audí, and I. Guillén Guillamón, 'The impact of lifespan assumptions in LCA: Comparing the replacement of building parts versus building layers—A housing case study', *Energy and Buildings*, p. 115050, Nov. 2024, doi: 10.1016/j.enbuild.2024.115050.
- [78] O. Alharasees, U. Kale, J. Rohacs, D. Rohacs, M. A. Eva, and A. Boros, 'Green building energy: Patents analysis and analytical hierarchy process evaluation', *Heliyon*, vol. 10, no. 8, p. e29442, Apr. 2024, doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e29442.
- [79] B. Bartolucci, F. Frasca, and C. Bertolin, 'LCA- and nZER-based methodology for identifying optimal low environmental impact interventions for existing buildings', *Energy for Sustainable Development*, vol. 82, p. 101543, Oct. 2024, doi: 10.1016/j.esd.2024.101543.
- [80] A. Mastrucci *et al.*, 'Modeling Low Energy Demand Futures for Buildings: Current State and Research Needs', *Annual Review of Environment and Resources*, vol. 48, pp. 761–792, 2023, doi: 10.1146/annurev-environ-112321-102921.
- [81] J. Too, O. A. Ejohwomu, F. K. P. Hui, C. Duffield, O. T. Bukoye, and D. J. Edwards, 'Framework for standardising carbon neutrality in building projects', *Journal of Cleaner Production*, vol. 373, p. 133858, Nov. 2022, doi: 10.1016/j.jclepro.2022.133858.
- [82] R. Nyffenegger, Ä. Boukhatmi, T. Radavičius, and M. Tvaronavičienė, 'How circular is the European photovoltaic industry? Practical insights on current circular economy barriers, enablers, and goals', *Journal of Cleaner Production*, vol. 448, p. 141376, Apr. 2024, doi: 10.1016/j.jclepro.2024.141376.
- [83] P. Hopkinson, R. De Angelis, and M. Zils, 'Systemic building blocks for creating and capturing value from circular economy', *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 155, p. 104672, Apr. 2020, doi: 10.1016/j.resconrec.2019.104672.
- [84] N. Dytianquin, J. Gregersen-Hermans, N. Kalogeras, J. Van Oorschot, and M. Ritzen, 'Circularity in Selected EU Countries: The Case of Construction and Demolition Industry',

presented at the IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2021. doi: 10.1088/1755-1315/855/1/012017.

- [85] V. D. Dragomir and M. Dumitru, 'The state of the research on circular economy in the European Union: A bibliometric review', *Cleaner Waste Systems*, vol. 7, p. 100127, Apr. 2024, doi: 10.1016/j.clwas.2023.100127.
- [86] V. Superti, C. Houmani, and C. R. Binder, 'A systemic framework to categorize Circular Economy interventions: An application to the construction and demolition sector', *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 173, p. 105711, Oct. 2021, doi: 10.1016/j.resconrec.2021.105711.
- [87] N. Khadim, R. Agliata, A. Marino, M. J. Thaheem, and L. Mollo, 'Critical review of nano and micro-level building circularity indicators and frameworks', *Journal of Cleaner Production*, vol. 357, p. 131859, Jul. 2022, doi: 10.1016/j.jclepro.2022.131859.
- [88] S. Garrido, J. Rodríguez-Antón, C. A. F. Amado, S. Santos, and L. C. Dias, 'Development and application of a composite circularity index', *Journal of Environmental Management*, vol. 337, 2023, doi: 10.1016/j.jenvman.2023.117752.
- [89] D. H. Wong, C. Zhang, F. Di Maio, and M. Hu, 'Potential of BREEAM-C to support building circularity assessment: Insights from case study and expert interview', *Journal of Cleaner Production*, vol. 442, p. 140836, Feb. 2024, doi: 10.1016/j.jclepro.2024.140836.
- [90] A. Aljaber, P. Martinez-Vazquez, and C. Baniotopoulos, 'Towards Circular Building Key Performance Indicators', presented at the Lecture Notes in Civil Engineering, 2024, pp. 414–423. doi: 10.1007/978-3-031-57800-7\_38.
- [91] Istat, 'CensimentoPopolazioniAbitazioni'. [Online]. Available: [http://dati-censimentopopolazione.istat.it/Index.aspx?DataSetCode=DICA\\_EDIFICI1](http://dati-censimentopopolazione.istat.it/Index.aspx?DataSetCode=DICA_EDIFICI1)
- [92] SiStat, 'Buildings, 2002 Census'. Accessed: Apr. 08, 2025. [Online]. Available: <https://pxweb.stat.si/SiStat/en/Podrocja/index/100/population#542>
- [93] Eurostat, 'Distribution of population by degree of urbanisation, dwelling type and income group'. [Online]. Available: <https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/bookmark/457585d4-0baf-4bf0-8fb7-2275c5f599d4?lang=en>
- [94] V. Corrado, I. Ballarini, and S. P. Corgnati, 'National scientific report on the TABULA activities in Italy'.
- [95] M. Š. Zavrl, A. Rakušček, and G. Stegnar, 'National scientific report on the TABULA activities in Slovenia', 2012.
- [96] 'INNOFIXX Project', CORDIS | European Commission. Accessed: Feb. 20, 2025. [Online]. Available: <https://cordis.europa.eu/project/id/773315>
- [97] 'OptArch Project', CORDIS | European Commission. Accessed: Feb. 20, 2025. [Online]. Available: <https://cordis.europa.eu/project/id/689983>
- [98] 'HISER Project', CORDIS | European Commission. Accessed: Feb. 20, 2025. [Online]. Available: <https://cordis.europa.eu/project/id/642085>
- [99] 'SUNRISE Project', CORDIS | European Commission. Accessed: Feb. 20, 2025. [Online]. Available: <https://cordis.europa.eu/project/id/958243>

**Circular.Buildings**

- [100] 'Ramp-PV Project', CORDIS | European Commission. Accessed: Feb. 21, 2025. [Online]. Available: <https://cordis.europa.eu/project/id/101009125>
- [101] 'ReCreate Project', CORDIS | European Commission. Accessed: Feb. 21, 2025. [Online]. Available: <https://cordis.europa.eu/project/id/958200>
- [102] 'MOGU floor Project', CORDIS | European Commission. Accessed: Feb. 21, 2025. [Online]. Available: <https://cordis.europa.eu/project/id/823392>
- [103] 'RE\_CREATE Project', CORDIS | European Commission. Accessed: Feb. 21, 2025. [Online]. Available: <https://cordis.europa.eu/project/id/868509>
- [104] 'DRIVE 0 Project', CORDIS | European Commission. Accessed: Feb. 19, 2025. [Online]. Available: <https://cordis.europa.eu/project/id/841850>
- [105] 'RE-CREATE Project', CORDIS | European Commission. Accessed: Feb. 21, 2025. [Online]. Available: <https://cordis.europa.eu/project/id/946255>
- [106] 'PVadapt Project', CORDIS | European Commission. Accessed: Feb. 21, 2025. [Online]. Available: <https://cordis.europa.eu/project/id/818342>
- [107] 'ICEBERG Project', CORDIS | European Commission. Accessed: Feb. 20, 2025. [Online]. Available: <https://cordis.europa.eu/project/id/869336>
- [108] 'BIMcert Project', CORDIS | European Commission. Accessed: Feb. 19, 2025. [Online]. Available: <https://cordis.europa.eu/project/id/785155>
- [109] 'HEART Project', CORDIS | European Commission. Accessed: Feb. 20, 2025. [Online]. Available: <https://cordis.europa.eu/project/id/768921>
- [110] 'BIM-SPEED Project', CORDIS | European Commission. Accessed: Feb. 19, 2025. [Online]. Available: <https://cordis.europa.eu/project/id/820553>
- [111] 'BIMERR Project', CORDIS | European Commission. Accessed: Feb. 19, 2025. [Online]. Available: <https://cordis.europa.eu/project/id/820621>
- [112] 'BUS-GoCircular', CORDIS | European Commission. Accessed: Feb. 19, 2025. [Online]. Available: <https://cordis.europa.eu/project/id/101033740>
- [113] 'iclimabuilt Project', CORDIS | European Commission. Accessed: Feb. 20, 2025. [Online]. Available: <https://cordis.europa.eu/project/id/952886>
- [114] 'PLUG-N-HARVEST Project', CORDIS | European Commission. Accessed: Feb. 21, 2025. [Online]. Available: <https://cordis.europa.eu/project/id/768735>
- [115] 'REBECCA Project', CORDIS | European Commission. Accessed: Feb. 21, 2025. [Online]. Available: <https://cordis.europa.eu/project/id/892824>
- [116] 'IDEAS Project', CORDIS | European Commission. Accessed: Feb. 20, 2025. [Online]. Available: <https://cordis.europa.eu/project/id/815271>
- [117] 'BIPVBOOST Project', CORDIS | European Commission. Accessed: Feb. 19, 2025. [Online]. Available: <https://cordis.europa.eu/project/id/817991>
- [118] 'HOUSEFUL Project', CORDIS | European Commission. Accessed: Feb. 20, 2025. [Online]. Available: <https://cordis.europa.eu/project/id/776708>
- [119] 'FibReLoop Project', CORDIS | European Commission. Accessed: Feb. 20, 2025. [Online]. Available: <https://cordis.europa.eu/project/id/101169071>

**Circular.Buildings**

- [120] 'RENplusHOMES Project', CORDIS | European Commission. Accessed: Feb. 21, 2025. [Online]. Available: <https://cordis.europa.eu/project/id/101103450>
- [121] 'CIRCULess Project', CORDIS | European Commission. Accessed: Feb. 19, 2025. [Online]. Available: <https://cordis.europa.eu/project/id/101138330>
- [122] 'SUM4Re Project', CORDIS | European Commission. Accessed: Feb. 21, 2025. [Online]. Available: <https://cordis.europa.eu/project/id/101129961>
- [123] 'INBUILT Project', CORDIS | European Commission. Accessed: Feb. 20, 2025. [Online]. Available: <https://cordis.europa.eu/project/id/101123412>
- [124] 'TIMBERHAUS Project', CORDIS | European Commission. Accessed: Feb. 21, 2025. [Online]. Available: <https://cordis.europa.eu/project/id/101182319>
- [125] 'WoodStock Project', CORDIS | European Commission. Accessed: Feb. 21, 2025. [Online]. Available: <https://cordis.europa.eu/project/id/101181021>
- [126] 'GreeNest Project', CORDIS | European Commission. Accessed: Feb. 20, 2025. [Online]. Available: <https://cordis.europa.eu/project/id/101138242>
- [127] 'Demo-BLog Project', CORDIS | European Commission. Accessed: Feb. 19, 2025. [Online]. Available: <https://cordis.europa.eu/project/id/101091749>
- [128] 'DISCOVER Project', CORDIS | European Commission. Accessed: Feb. 19, 2025. [Online]. Available: <https://cordis.europa.eu/project/id/101129909>
- [129] 'RECONMATIC Project', CORDIS | European Commission. Accessed: Feb. 21, 2025. [Online]. Available: <https://cordis.europa.eu/project/id/101058580>
- [130] 'CIRCOFIN Project', CORDIS | European Commission. Accessed: Feb. 24, 2025. [Online]. Available: <https://cordis.europa.eu/project/id/101180525>
- [131] 'EASI ZERo Project', CORDIS | European Commission. Accessed: Feb. 20, 2025. [Online]. Available: <https://cordis.europa.eu/project/id/101091531>
- [132] 'Exploit4InnoMat Project', CORDIS | European Commission. Accessed: Feb. 20, 2025. [Online]. Available: <https://cordis.europa.eu/project/id/101092339>
- [133] 'MASS-IPV Project', CORDIS | European Commission. Accessed: Feb. 20, 2025. [Online]. Available: <https://cordis.europa.eu/project/id/101135299>
- [134] 'ReBuilt Project', Interreg Central Europe. Accessed: Feb. 22, 2025. [Online]. Available: <https://www.interreg-central.eu/projects/rebuilt/>
- [135] 'CircularDigiBuild Project'. Accessed: Feb. 24, 2025. [Online]. Available: <https://interreg-danube.eu/projects/circular-digibuild>
- [136] 'KARMA Project'. Accessed: Feb. 24, 2025. [Online]. Available: <https://www.interregeurope.eu/karma>
- [137] 'CONDEREFF Project', Interreg Europe. Accessed: Feb. 24, 2025. [Online]. Available: <https://projects2014-2020.interregeurope.eu/condereff/>
- [138] 'ZEROCO2 Project', Interreg Europe. Accessed: Feb. 25, 2025. [Online]. Available: <https://projects2014-2020.interregeurope.eu/zeroco2/>
- [139] 'MonitorEE Project'. Accessed: Feb. 25, 2025. [Online]. Available: <https://www.interregeurope.eu/monitoree>

**Circular.Buildings**

- [140] 'RENVERSC Project'. Accessed: Feb. 25, 2025. [Online]. Available: <https://www.interreg-fwvl.eu/fr/projects/la-renovation-efficiente-vers-la-circularite>
- [141] 'ENEA Project', ENEA | Interreg IPA CBC Italy-Albania-Montenegro. Accessed: Feb. 24, 2025. [Online]. Available: <https://www.italy-albania-montenegro.eu/enea>
- [142] 'CrossWaste Project'. Accessed: Feb. 24, 2025. [Online]. Available: <https://interreg-hr-ba-me.eu/project/project-library/crosswaste/>
- [143] 'ATTENTION Project', Interreg Italien Österreich. Accessed: Feb. 24, 2025. [Online]. Available: <https://interreg.net/projekte-interreg-it-at/attention/>
- [144] 'CIRCULA Project', CIRCULA. Accessed: Feb. 24, 2025. [Online]. Available: <https://interreg-marittimo.eu/web/circula>
- [145] 'Circular.Buildings Project'. Accessed: Feb. 24, 2025. [Online]. Available: <https://www.ita-slo.eu/en/circularbuildings>
- [146] 'BBoBB Project'. Accessed: Feb. 24, 2025. [Online]. Available: <https://www.interregnorthsea.eu/bbobbb>
- [147] 'CircleBIM Project'. Accessed: Feb. 24, 2025. [Online]. Available: <https://www.interregnorthsea.eu/circlebim>
- [148] 'CTB Project'. Accessed: Feb. 24, 2025. [Online]. Available: <https://www.interregnorthsea.eu/ctb>
- [149] 'CHARM Project'. Accessed: Feb. 24, 2025. [Online]. Available: <https://vb.nweurope.eu/projects/project-search/charm-circular-housing-asset-renovation-management/>
- [150] 'PREUSE Project', PREUSE. Accessed: Feb. 25, 2025. [Online]. Available: <https://preuse.nweurope.eu/>
- [151] 'CIRCULAR RENO Project', CIRCULAR RENO. Accessed: Feb. 24, 2025. [Online]. Available: <https://circularreno.nweurope.eu/>
- [152] 'DDC Project'. Accessed: Feb. 24, 2025. [Online]. Available: <https://vb.nweurope.eu/projects/project-search/digital-deconstruction/>
- [153] 'Learning network of biobuilders Project', Interreg Vlaanderen-Nederland. Accessed: Feb. 24, 2025. [Online]. Available: <https://interregvlanded.eu/lerend-netwerk-biobouwers/over-ons>



# DODATEK – KARAKTERISTIČNI LISTI ZA DOBRE PRAKSE

---

Il progetto CIRCULAR.BUILDINGS è cofinanziato dall'Unione europea nell'ambito del Programma Interreg VI-A Italia-Slovenia.  
*Projekt CIRCULAR.BUILDINGS sofinancira Evropska unija v okviru Programa Interreg VI-A Italija-Slovenija.*

[www.ita-slo.eu/circularbuildings](http://www.ita-slo.eu/circularbuildings)



Circular.buildings

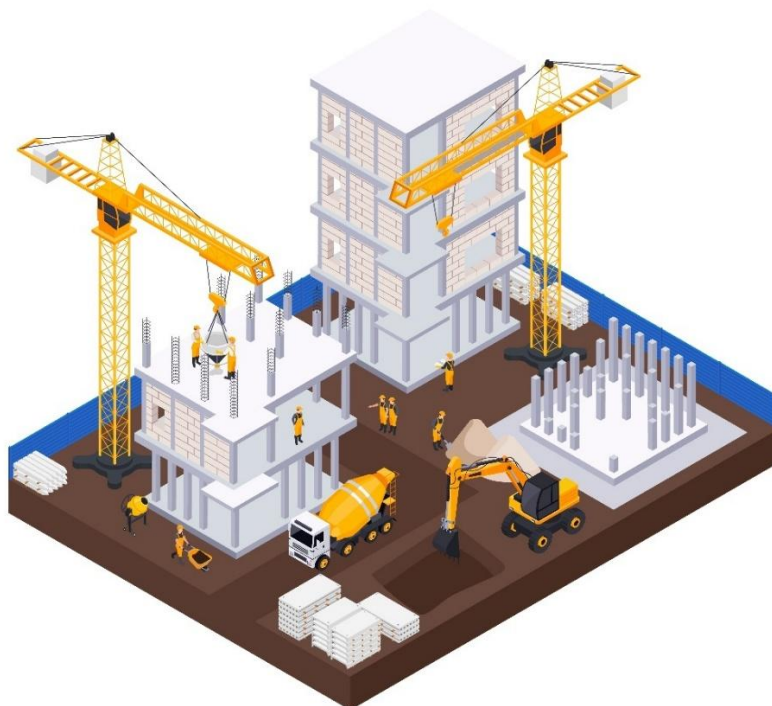


Circular.buildings



## KARAKTERIZACIJA DOBRE PRAKSE A

EDINSTVENA OZNAKA	BP_A
IME	MATERIAL-EFFICIENT DESIGN
PREDMET	Materiali - Viri – Sestavni deli
STOPNJA ŽIVLJENJSKEGA CIKLA	Načrtovanja - Proizvodnja - Gradnja
TEMELJNI POGOJI / PREDPOGOJI	Usposabljanje načrtovalcev, Razpoložljivost proizvodov



Il progetto CIRCULAR.BUILDINGS è cofinanziato dall'Unione europea nell'ambito del Programma Interreg VI-A Italia-Slovenia.  
*Projekt CIRCULAR.BUILDINGS sofinancira Evropska unija v okviru Programa Interreg VI-A Italija-Slovenija.*

[www.ita-slo.eu/circularbuildings](http://www.ita-slo.eu/circularbuildings)



Circular.buildings



Circular.buildings



## 1. KARAKTERISTIKE

### 1.1. OPIS

snovno učinkovito načrtovanje vključuje uporabo tehnik načrtovanja in gradnje, ki zmanjšujejo nastajanje gradbenih odpadkov in odpadkov pri rušenju objektov (C&DW), predvsem pa omejujejo ali odpravljajo izgubo virov, kot sta energija in voda, zlasti v fazi gradnje. To pomeni skrbno načrtovanje različnih sestavnih delov, pa tudi posameznih faz gradnje.

### 1.2. POMEN ZA KROŽNE STABVE

Ta praksa vključuje ukrepanje v zgodnjih fazah življenjskega cikla (načrtovanje, oblikovanje, proizvodnja sestavnih delov in gradnja) stavbe v skladu z načeli krožnega gospodarstva: *Reduce*, *Refuse* in *Rethink/Redesign*. Ta paradigma načrtovanja omogoča čim večje prihranke materialov, pri čemer se lahko za povečanje krožnosti uporabijo tudi materiali, pridobljeni z recikliranjem in ponovno uporabo; poleg tega se zmanjša število vozil in premikov ter s tem prihranki fosilnih goriv in emisij, saj na kraju samem ni potrebna preveč zapletena obdelava. Uporaba sestavnih delov, izdelanih zunaj gradbišča, zmanjšuje tudi količino vode, ki je običajno potrebna na gradbišču za dokončanje gradbenih del.

### 1.3. VIDIKI INOVACIJE

V primerjavi s tradicionalnimi tehnikami načrtovanja je cilj opustiti proizvodnjo na kraju samem in dati prednost realizaciji sestavnih delov zunaj kraja; to pomeni spremembo v upravljanju logistike in skladiščenju materiala, ki daje prednost pristopu "*just in time*". Ta filozofija projektiranja zahteva spremembo miselnosti pri projektantih in izvajalcih, ki so bolj naklonjeni prefabrikaciji. Obsežna uporaba prefabrikacije pomeni znatne spremembe pri upravljanju logistike in prevoza na gradbišču, pa tudi pri skladiščenju materialov in dobavnih rokov.



## 2. TEHNIČNE INFORMACIJE

Glavne tehnične informacije iz literature.

### 2.1. PRAKTIČNE UPORABE

- Uporaba montažnih elementov, ki se prevažajo in preprosto sestavijo na kraju samem
- V standardizacijo usmerjeno načrtovanje in optimizacija delov stavb
- Uporaba programske opreme in modelov za optimizacijo ter digitalnih tehnologij za načrtovanje sestavnih delov
- Ad hoc opredelitev posvetovanja o lokaciji
- 3D tiskanje sestavnih delov za preprečevanje odpadnega materiala
- Gradnja novih stavb ali delov stavb le, če je to nujno potrebno in če nikakor ni mogoče ponovno uporabiti že zgrajenega.
- Izdelava načrta gradnje in demontaže
- Uporaba samoregeneracijskih materialov za zagotavljanje dolgotrajnosti struktur in zmanjšanje uporabe novih materialov
- Opredelitev konsolidacijskih centrov za lažje skladiščenje prefabriciranih materialov, tudi velikih

### 2.2. VPLETENE ZAJINTERESIRANE STRANI

- Arhitekti
- Strukturni načrtovalci
- Oblikovalci sistemov
- Gradbena podjetja
- Proizvajalci gradbenih materialov



### 3. VPLIV

#### 3.1. KORISTI

- Zmanjšanje količine odpadkov, ki nastanejo med gradnjo gradbišča
- Enostavnejše in hitrejše delo na gradbišču z manj zapravljenе energije in vode
- Optimizirane in ne pretirano težke strukture, ki poenostavljajo montažo in demontažo
- Zmanjšan vpliv na okolje v smislu emisij z optimalno uporabo virov in materialov
- Načrtov za ravnanje z odpadki na kraju samem, vključno z ločevanjem odpadkov in s tem povezano logistiko, ni treba pripraviti
- Zmanjšanje količine odpadkov v logistiki materiala zaradi konsolidacijskih centrov, zlasti v zvezi z gorivom in embalažo

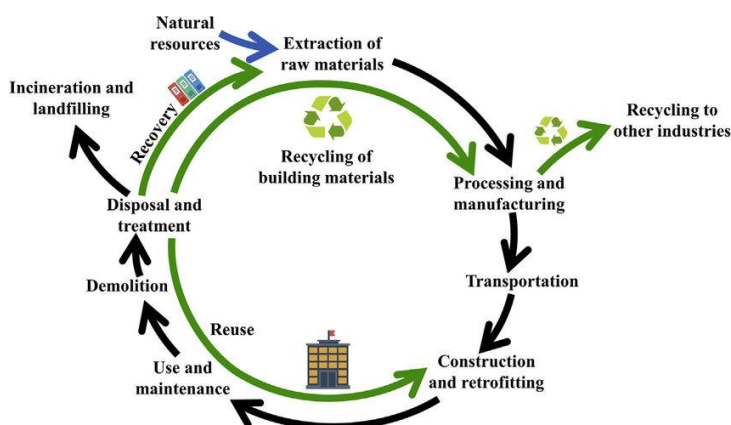
#### 3.2. ZAPLETENOSTI

- Potreba po izkušenih strokovnjakih, ki lahko delujejo v skladu z večparametrskimi optimizacijskimi shemami
- Težave s prevozom in skladiščenjem prefabriciranih delov, zlasti velikih, na kraju samem
- Veliko bolj naporna in zapletena faza načrtovanja, za katero so značilni številni poskusi in spremembe postavitve
- Oblikovanje montažnih modulov ob upoštevanju njihovih stikov z različnimi storitvami
- Izguba materiala zaradi potrebnih sprememb na gradbišču, ki so posledica napak pri načrtovanju, ki izničijo učinkovitost montaže
- Nezmožnost izvajanja preveč zapletenih in jasno izraženih projektov



## KARAKTERIZACIJA DOBRE PRAKSE B

<b>EDINSTVENA OZNAKA</b>	BP_B
<b>IME</b>	KROŽNOST MATERIALOV
<b>PREDMET</b>	Materiali - Viri - Sestavni deli
<b>STOPNJA ŽIVLJENJSKEGA CIKLA</b>	Načrtovanja - Proizvodnja - Gradnja - Prenove - Koncu življenjske dobe
<b>TEMELJNI POGOJI / PREDPOGOJI</b>	Razpoložljivost proizvodov, Skladnost s predpisi in učinkovitosti





## 1. KARAKTERISTIKE

### 1.1. OPIS

Ta *best practice* pri krožnem načrtovanju stavb vključuje omejitev uporabe primarnih surovin in povečanje ponovne uporabe sestavnih delov stavb, ki se ne uporabljajo več, ali recikliranih materialov, vsaj do določenega odstotka. Nič manj pomembno ni načrtovanje ravnanja z odpadki ob koncu življenjske dobe gradbenih/instalacijskih elementov z oceno možnih alternativ krožnosti zanje, tj. ponovna uporaba, predelava ali recikliranje, z *up-cycling* ali *down-cycling*.

### 1.2. POMEN ZA KROŽNE STABVE

Krožnost tehničnih materialov je v središču pristopa krožnega gospodarstva, saj omogoča uvedbo vseh načel 9R v dobavno verigo stavb: v fazah načrtovanja in projektiranja stavbe je treba po eni strani dati prednost ponovno uporabnim in recikliranim materialom pred primarnimi, po drugi strani pa je treba stavbo zasnovati tako, da jih je mogoče po koncu njihove življenjske dobe predelati in vrniti v obtok. Če je treba ponovno uporabiti celotne sestavne dele, je lahko potrebna obnova ali predelava, medtem ko sta recikliranje in predelava nujna, če ne morejo več zagotavljati zadostne zmogljivosti.

### 1.3. VIDIKI INOVACIJE

Krožnost gradbenih materialov je trenutno zelo omejena, saj je proizvodnja gradbenih odpadkov in odpadkov iz rušenja objektov pretirana in ni več trajnostna: okoljska korist krožnosti materialov je očitna, vendar so stroški ponovno uporabljenih materialov običajno višji, zato prevladuje ekonomska prednost izbire primarnih materialov. Glede na to je potrebna sistematična sprememba celotnega sektorja, ki bo privedla do splošnega znižanja stroškov, kar bo koristilo vsem vključenim podjetjem, seveda razen tistim, ki se ukvarjajo s pridobivanjem in odstranjevanjem proizvodov, tj. tistim, ki so najmanj trajnostni.



## 2. TEHNIČNE INFORMACIJE

Glavne tehnične informacije iz literature.

### 2.1. PRAKTIČNE UPORABE

- Ponovna uporaba materialov, ki so nastali pri rušenju starih stavb, z enako ali drugačno funkcijo
- Uporaba celotnih sestavnih delov iz demontaže drugih stavb (npr. oken in vrat) v novih stavbah.
- Oblikovanje materialov z namenom recikliranja, ponovne uporabe ali čim daljše življenjske dobe, da bi zmanjšali količino odpadkov
- Proizvodnja enostavno razstavljivih sestavnih delov za lažje recikliranje
- Uporaba tehnik načrtovanja, kot je načrtovanje za razstavljanje
- Skladnost CAM
- Uporaba montažnih sestavnih delov, za katere je že vzpostavljen sistem razstavljanja in ravnanja z odpadki
- Upoštevanje skladnosti z evropsko okvirno direktivo o odpadkih
- Sodelovanje z drugimi akterji v sektorju za kroženje materialov
- Poiščite izdelke na trgih ponovne uporabe, v podjetjih, ki obnavljajo izdelke ali uporabljajo reciklirane izdelke kot osnovo

### 2.2. VPLETENE ZAJINTERESIRANE STRANI

- Arhitekti
- Strukturni načrtovalci
- Oblikovalci sistemov
- Gradbena podjetja
- Podjetja za rušenje
- Druga podjetja
- Namestitve in vzdrževanje sistemov
- Vgradniki oken
- Podjetja za talne obloge
- Proizvajalci gradbenih materialov
- Proizvajalci sestavnih delov za sistemov
- Javne uprave



## 3. VPLIV

### 3.1. KORISTI

- Zmanjšanje količine primarnih surovin, pridobljenih za nove materiale
- Zmanjšanje količine materialov, ki postanejo odpadki in se odlagajo na odlagališčih
- Večje možnosti za pridobitev certifikatov za trajnostno gradnjo
- Boljši rezultati LCA za sestavne dele ali celotno stavbo glede vpliva ter boljši rezultati pri indeksih krožnosti
- Dostop do spodbud in davčnih olajšav
- Več raziskav o ponovni uporabi materialov za nove namene in uporabe, ki niso klasične (npr. uporaba odpadkov pri rušenju objektov kot agregatov)
- Maksimalno povečanje življenjskega cikla materialov, kolikor je mogoče, na njihovo najvišjo vrednost (closing the loop)

### 3.2. ZAPLETENOSTI

- Materiali in sestavni deli niso vedno dovolj kakovostni, da bi lahko zagotovili ponovno uporabo, tudi v primeru *down-grading*
- Visoki stroški za podjetja, ki se ukvarjajo z razstavljanjem, ločevanjem in ponovno uporabo ter skladiščenjem in prevozom delov
- Potreba po strokovnjakih za preverjanje zahtev glede učinkovitosti materialov za ponovno uporabo
- Pomanjkanje zaupanja kupcev v materialna jamstva, zlasti če ni materialnih certifikatov
  - Slaba razporeditev obratov za obdelavo in sortiranje odpadkov na območju, zaradi česar je potreben dolg in drag prevoz, kar izniči prednosti ponovne uporabe
  - Lažji dostop do primarnih materialov kot do trgov ponovne uporabe in višji stroški izdelkov na teh trgih
- Kompleksno upravljanje povratne logistike



## KARAKTERIZACIJA DOBRE PRAKSE C

<b>EDINSTVENA OZNAKA</b>	BP_C
<b>IME</b>	UPORABA MATERIALOV BIO-BASED
<b>PREDMET</b>	Materiali
<b>STOPNJA ŽIVLJENJSKEGA CIKLA</b>	Načrtovanja - Proizvodnja - Koncu življenjske dobe
<b>TEMELJNI POGOJI / PREDPOGOJI</b>	Razpoložljivost proizvodov, Skladnost s predpisi in učinkovitosti



Il progetto CIRCULAR.BUILDINGS è cofinanziato dall'Unione europea nell'ambito del Programma Interreg VI-A Italia-Slovenia.  
*Projekt CIRCULAR.BUILDINGS sofinancia Evropska unija v okviru Programa Interreg VI-A Italija-Slovenija.*

[www.ita-slo.eu/circularbuildings](http://www.ita-slo.eu/circularbuildings)



Circular.buildings



Circular.buildings



## 1. KARAKTERISTIKE

### 1.1. OPIS

Največja krožnost materialov je dosežena, če lahko ob koncu svoje življenjske dobe regenerirajo nove primarne materiale, pri čemer ne ustvarjajo odpadkov, temveč predstavljajo nov vir materiala. Zato je treba dati prednost uporabi *bio-based* in naravnih materialov, kot so les, bambus in surova zemlja, kadar koli je to mogoče, pred materiali, ki jih ni mogoče v celoti reciklirati, kot so betonske mešanice. Ti materiali so po razgradnji naravno biorazgradljivi in iz njih lahko nastane kompost za gnojenje rodovitnih zemljišč.

### 1.2. POMEN ZA KROŽNE STABVE

Vključevanje teh materialov v stavbe, tako v konstrukcijske kot v nekonstrukcijske namene, je v skladu z idejo preprečevanja nastajanja odpadkov, tj. z načeli *Reduce*, *Refuse* in *Rethink*: z izbiro naravnih materialov v fazi načrtovanja in oblikovanja se največje koristi pokažejo ob koncu življenjske dobe, kjer se vrednost namesto izgube kot pri tehničnih materialih poveča, saj prispevajo k ustvarjanju novih materialov.

### 1.3. VIDIKI INOVACIJE

Namesto inovativnega pristopa gre za vrnitev k primitivnejšim in ljudskim gradbenim tehnikam, ki so nedvomno bolj trajnostne od tistih, ki so se uveljavile po pretirani industrializaciji sektorja; vendar se materiali naravnega izvora zdaj raziskujejo in obdelujejo, da bi povečali njihove prednosti in učinkovitost ter jih izenačili s tradicionalnimi materiali, pri čemer se nenehno spodbujajo inovacije in zeleni prehod. Vendar vseh gradbenih elementov ni mogoče izdelati izključno iz *bio-based* materialov: v sektorjih, kjer to ni mogoče, mora še vedno obstajati interes za iskanje bolj naravnih rešitev za povečanje konkurenčnosti.



## 2. TEHNIČNE INFORMACIJE

Glavne tehnične informacije iz literature.

### 2.1. PRAKTIČNE UPORABE

- Uporaba naravnih samoregeneracijskih materialov, kot so bambus, lepljeni les (CLT), masivni les, pluta...
- Razstavljanje naravnih gradbenih elementov in njihova uporaba za izdelavo novih materialov
- Sajenje gozdov, iz katerih se črpa material
- Izbira *bio-based* materialov je odvisna tudi od krajše dobavne verige, uporabe lesa in drugih proizvodov, ki so na gradbenem območju v veliki meri na voljo
- Zmanjšanje obdelave naravnih materialov za spodbujanje kompostiranja
- Uporaba polimerov na biološki osnovi
- Preverjanje okoljske trajnosti uporabe nekaterih naravnih materialov, zlasti glede na posledice za ekosisteme

### 2.2. SOGGETTI COINVOLTI

- Arhitekti
- Strukturni načrtovalci
- Gradbena podjetja
- Podjetja za rušenje
- Vgradniki oken
- Podjetja za talne obloge
- Proizvajalci gradbenih materialov



## 3. VPLIV

### 3.1. KORISTI

- Odpadki ne nastajajo, saj je material po zavrženju biološko razgradljiv ali ga je mogoče kompostirati
- Prispevanje k obnovi okolja in ne le ustvarjanje negativnih vplivov
- Dobra predispozicija teh materialov za prefabrikacijo
- Možnost gradnje lažjih konstrukcij ali, če se uporabljajo v kombinaciji z drugimi konstrukcijskimi materiali, kot je armirani beton, za delno olajšanje zelo masivnih konstrukcij
- Zmanjšanje vsebovanega ogljika v celotni strukturi
- Poenostavljeno oblikovanje brez potrebe po preveč zapletenih zasnovah (*low-tech design*), zlasti v primeru lesa

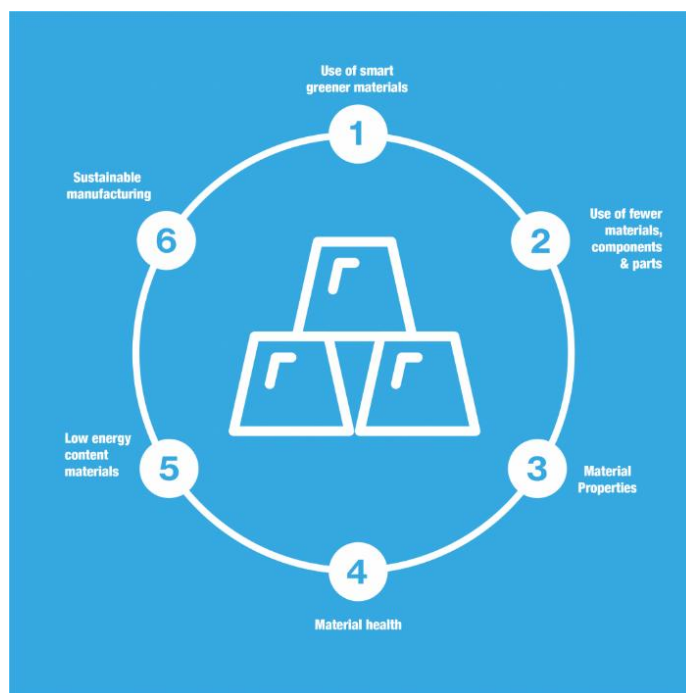
### 3.2. ZAPLETENOSTI

- Pomanjkanje regulativne podpore in/ali ustreznih smernic za projektante konstrukcij iz teh materialov
- Materiali s krajšo življenjsko dobo od neobnovljivih, kot sta kovina in plastika, s potrebo po nenehni zamenjavi, ki je dolgoročno lahko bolj vplivna kot uporaba drugih materialov
- Ponovna uporaba teh materialov je omejena na znižanje kakovosti
- Tveganje nepravilnega ali slabega upravljanja gozdov in gozdnih površin, iz katerih se pridobiva les, zlasti z vidika ohranjanja biotske raznovrstnosti in sekvestracije ogljika
- Večja občutljivost teh materialov na vremenske vplive in posledično degradacijo, kar zahteva pogostejše vzdrževanje ali zamenjavo



## KARAKTERIZACIJA DOBRE PRAKSE D

<b>EDINSTVENA OZNAKA</b>	BP_D
<b>IME</b>	UPORABA MATERIALOV Z NIZKIMI VPLIVI
<b>PREDMET</b>	Materiali - Viri
<b>STOPNJA ŽIVLJENJSKEGA CIKLA</b>	Načrtovanja - Proizvodnja - Koncu življenjske dobe
<b>TEMELJNI POGOJI / PREDPOGOJI</b>	Razpoložljivost proizvodov, Skladnost s predpisi in učinkovitosti



Il progetto CIRCULAR.BUILDINGS è cofinanziato dall'Unione europea nell'ambito del Programma Interreg VI-A Italia-Slovenia.  
Projekt CIRCULAR.BUILDINGS sofinancira Evropska unija v okviru Programa Interreg VI-A Italija-Slovenija.

[www.ita-slo.eu/circularbuildings](http://www.ita-slo.eu/circularbuildings)



Circular.buildings



Circular.buildings



## 1. KARAKTERISTIKE

### 1.1. OPIS

Ta dobra praksa pomeni opuščanje fosilnih in neobnovljivih virov, pa tudi tistih materialov, katerih pridobivanje, predelava in prevoz imajo velik vpliv na porabo virov in onesnaževanje okolja. Pri gradnji ali delu na stavbah je treba dati prednost materialom iz sosednjih proizvodnih obratov ali tistim, katerih predelava je ekološko neoporečna; v to klasifikacijo spadajo tudi materiali z nizkim ogljičnim odtisom in tisti, ki imajo sami razogljivečo moč.

### 1.2. POMEN ZA KROŽNE STABVE

Iz te prakse krožnosti izhajajo opazna sprememba načina izbire izdelkov: v dobavni verigi gradbeništva še vedno prevladuje miselnost, ki temelji izključno na gospodarski prednosti in zmanjševanju stroškov, pri čemer imajo prednost izdelki z manjšo okoljsko učinkovitostjo, če so cenejši; ti izdelki so običajno tudi izdelki iz držav, kjer je proizvodnja cenejša, zato je treba upoštevati vpliv prevoza, ki je zelo pomemben. Z izbiro lokalnih materialov se izognemo temu nepotrebnemu onesnaževanju, še pomembneje pa je, da sprožimo verižno reakcijo, ki lahko ustvari lokalne industrijske ekosisteme, temelječe na krožnem gospodarstvu. Če izdelki, ki jih potrebujemo, niso na voljo na lokalni ravni, je izbira tistih, za katere imamo najmanjši ogljični odtis in porabo virov, skladna z *Reduce* načelom krožnosti.

### 1.3. VIDIKI INOVACIJE

Številni od teh izdelkov so rezultat raziskav in inovacij, zlasti optimizacije uporabe virov v proizvodnih procesih, v katerih so izdelani. Zato so glavne zainteresirane strani, vključene v to prakso, proizvodna podjetja, za katera je potrebna sprememba metod upravljanja in filozofije dobavne verige. Ta morajo biti prav tako zainteresirana za izdelavo izdelkov s čim manj škodljivimi emisijami, da se zagotovijo večje možnosti ponovne uporabe namesto recikliranja, zlasti brez zdravstvenih posledic za ljudi, vključene v fazo ob koncu življenjske dobe.



## 2. TEHNIČNE INFORMACIJE

Glavne tehnične informacije iz literature.

### 2.1. PRAKTIČNE UPORABE

- V fazi načrtovanja dajte prednost materialom lokalnih proizvajalcev
- Pri izbiri med materiali z enako zagotovljeno zmogljivostjo se odločite za materiale z najmanjšim vplivom na okolje
- Razširjanje alternativnih materialov z nizkimi emisijami, kot so nizkoogljčni beton in jeklo, samoregeneracijski beton ali fotokatalitski beton
- Upoštevanje vpliva v vseh fazah življenjske dobe stavbe, zlasti porabe vode in energije
- Se pozanimajte o rušenju ali razstavljanju stavb v bližini in preverite, ali je mogoče pridobljene materiale ponovno uporabiti
- Sledljivost dobavne verige za količinsko opredelitev koristi uporabe lokalnih materialov v primerjavi z drugimi

### 2.2. VPLETENE ZAINTERESIRANE STRANI

- Arhitekti
- Strukturni načrtovalci
- Oblikovalci sistemov
- Gradbena podjetja
- Proizvajalci gradbenih materialov
- Proizvajalci sestavnih delov za sistemov



## 3. VPLIV

### 3.1. KORISTI

- Pogosta povezava med nizko emisivnostjo in verjetnostjo in/ali enostavnostjo recikliranja ali ponovne uporabe materialov
- Zelo pogosto se zmanjšajo tudi stroški, zlasti povezani s prevozom materialov
- Spodbuda za razvoj regionalnega gospodarstva ter večja spodbuda za raziskave in inovacije zaradi razpoložljivosti vedno večjega števila izdelkov v manjšem radiju
- Majhen vpliv, ki se razume tudi kot omejena emisija škodljivih snovi, kar prinaša koristi tako za uporabnike stavb kot za delavce, vključene v postopke razstavljanja/razgradnje

### 3.2. ZAPLETENOSTI

- Zelo pogosto so stroški manj vplivnih materialov višji od stroškov običajnih materialov
- Pomanjkanje lokalne proizvodnje materialov ali sestavnih delov naprav, zlasti v fotovoltaičnem sektorju
- Pomanjkanje podatkov o zanesljivosti in učinkovitosti najbolj inovativnih materialov, kar ne omogoča natančne ocene učinka (npr. za LCA)
- Potreba po širši uporabi teh izdelkov v gradbeni praksi, da bi nadomestili njihove bolj vplivne alternative
- Pomanjkanje regulativnih referenc za najbolj inovativne materiale
- Pomanjkanje pobud javne uprave in lokalnih oblasti za spodbujanje lokalnega kroženja gradiva



## KARAKTERIZACIJA DOBRE PRAKSE E

<b>EDINSTVENA OZNAKA</b>	BP_E
<b>IME</b>	ZASNOVA ZA RAZSTAVLJANJE / RUŠENJE / RAZGRADNJE
<b>PREDMET</b>	Materiali - Viri - Sestavni deli - Celotna stavba
<b>STOPNJA ŽIVLJENJSKEGA CIKLA</b>	Načrtovanja - Proizvodnja - Gradnja - Prenove - Koncu življenjske dobe
<b>TEMELJNI POGOJI / PREDPOGOJI</b>	Usposabljanje načrtovalcev, Razpoložljivost proizvodov





## 1. KARAKTERISTIKE

### 1.1. OPIS

Zasnova za razstavljanje / rušenje / razgradnje je projektantska praksa, ki vključuje načrtovanje stavbe v zgodnji fazi, pri čemer se upošteva konec življenjske dobe, tj. sprejemanje rešitev in izdelava natančnega načrta za razstavljanje strukture na različne sestavne dele. Po tej tehniki je mogoče celotne sestavne dele ponovno uporabiti v drugih stavbah, če dekonstrukcija ni destruktivna, ali pridobiti materiale s selektivnim razstavljanjem, če celotnega sestavnega dela ni mogoče odstraniti, ne da bi ga poškodovali, ali ga ni mogoče uporabiti naprej.

### 1.2. POMEN ZA KROŽNE STABVE

Ta praksa je še posebej pomembna za krožnost stavb: z načrtovanjem stavbe z mislijo na fazo konca življenjske dobe se uporablja vseh 9 načel krožnosti. Najprej zmanjša nastajanje gradbenih odpadkov, saj je montaža zasnovana tako, da je na gradbišču hitra in enostavna; poleg tega ta filozofija načrtovanja zagotavlja ponovno uporabo in/ali recikliranje heterogenih izdelkov in sestavnih delov. Nenazadnje je to veljavna tehnika ne le za novogradnje, temveč tudi za lokalne posege na obstoječih stavbah, kar omogoča morebitno reverzibilnost posega.

### 1.3. VIDIKI INOVACIJE

Ta način načrtovanja stavbe je popolnoma inovativen in se razlikuje od vseh tradicionalnih pristopov. Zato je treba nove projektante neposredno usposablјati za to filozofijo, medtem ko morajo bolj izkušeni slediti novostim in biti pripravljeni sodelovati: zlasti je treba poznati digitalna orodja za projektiranje, kot je BIM, ki lahko zagotovijo razstavljanje. Hkrati morajo dobavitelji še posebej paziti, zlasti pri gradbenih proizvodih, ki se dobavljajo v montažnih paketih, da zagotovijo razstavljanje, kar lahko zahteva spremembe proizvodnih linij. Še en nov vidik, ki izhaja iz načrtovanja za razstavljanje, je potreba, da se v dobavno verigo vključi slika ali podjetje, ki ima izkušnje s postopki razstavljanja in logistiko nastalih materialov, ki naj bi bila vključena že v najzgodnejših fazah načrtovanja.



## 2. TEHNIČNE INFORMACIJE

Glavne tehnične informacije iz literature.

### 2.1. PRAKTIČNE UPORABE

- Uporaba montažnih elementov
- Prednost mehanskim (vijaki, spoji ...) pred kemičnimi (lepljenje, varjenje)
- Zagotavljanje dostopnosti povezav
- Ohranite čim večjo neodvisnost med različnimi sestavnimi deli, da bi olajšali razstavljanje
- Uporaba odprtega osnovnega gradbenega sklopa
- Omejite uporabo zaključnih obdelav in obdelav, ki lahko ogrozijo ponovno uporabo sestavnih delov in/ali recikliranje materialov
- Izdelava načrta demontaže z navedbo korakov (načrtovanje zaporedja demontaže), strojev, prostora za rokovanje in namembnosti vsakega sestavnega dela ali materiala
- Načrtovanje in upravljanje stavbe po plasteh (lokacija, ovoj, struktura, storitve, notranjost, pohištvo)

### 2.2. VPLETENE ZINTERESIRANE STRANI

- Arhitekti
- Strukturni načrtovalci
- Oblikovalci sistemov
- Gradbena podjetja
- Podjetja za rušenje
- Vgradniki oken
- Podjetja za talne obloge
- Proizvajalci gradbenih materialov
- Proizvajalci sestavnih delov za sistemov



## 3. VPLIV

### 3.1. KORISTI

- Omejitev nastajanja gradbenih odpadkov in odpadkov iz rušenja objektov za 65-80%
- Možnost, da se celotnim gradbenim elementom v primeru nedestruktivne demontaže ali, v najslabšem primeru, destruktivne demontaže, posameznim materialom omogoči drugo življenje
- Omejitev uporabe primarnih surovin
- Podaljšanje življenjske dobe delov stavbe
- Zmanjšanje ali odprava stroškov odlaganja izdelkov na odlagališčih
- Enostavno ločevanje materialov, kadar je prevoz na odlagališče neizogiben

### 3.2. ZAPLETENOSTI

- V primeru kemičnih spojev je razstavljanje mogoče le z uporabo topil ali mehanskih postopkov, ki lahko ogrozijo možnost recikliranja materiala
- Veliko bolj zapleteno in dolgotrajno načrtovanje, ki mora trajati vse do konca življenjske dobe in zagotavljati smernice tudi po tem času
- Načrti za popolno razstavljanje in obnovo sestavnih delov so zagotovljeni le z uporabo digitalnih tehnologij, kot sta BIM in digitalizacija dobavnih verig
- Potreba po številnih sredstvih in prostorih za razstavljanje ter po določitvi natančnih zaporedij, tudi z navedbo časa, da se prepreči vmešavanje v različne postopke, ki jih je pogosto težko upoštevati
- Potrebno je usposabljanje oblikovalcev, da bi jih poučili o tem pristopu k oblikovanju
- Demontaža nekaterih konstrukcij, zlasti jeklenih, je dražja od običajnih postopkov rušenja



## KARAKTERIZACIJA DOBRE PRAKSE F

<b>EDINSTVENA OZNAKA</b>	BP_F
<b>IME</b>	ZASNOVA ZA PRILAGODLJIVOST / PROŽNOST
<b>PREDMET</b>	Sestavni deli - Celotna stavba
<b>STOPNJA ŽIVLJENJSKEGA CIKLA</b>	Načrtovanja - Proizvodnja - Gradnja - Uporaba - Prenove - Koncu življenjske dobe
<b>TEMELJNI POGOJI / PREDPOGOJI</b>	Usposabljanje načrtovalcev, Razpoložljivost proizvodov



Il progetto CIRCULAR.BUILDINGS è cofinanziato dall'Unione europea nell'ambito del Programma Interreg VI-A Italia-Slovenia.  
*Projekt CIRCULAR.BUILDINGS sofinancira Evropska unija v okviru Programa Interreg VI-A Italija-Slovenija.*

[www.ita-slo.eu/circularbuildings](http://www.ita-slo.eu/circularbuildings)



Circular.buildings



Circular.buildings



## 1. KARAKTERISTIKE

### 1.1. OPIS

Zasnova, katere cilj je prilagodljivost in prožnost stavbe, omogoča, da konec njene življenjske dobe ne sovпада s koncem njene uporabe, poleg tega pa omogoča, da se po skrbni začetni zasnovi z manjšimi potrebami sredstev in denarja spreminja in dopolnjuje njena osnovna zasnova, da bi jo prilagodili novim potrebam in uporabam, ki se razlikujejo od prvotnih, tudi če niso bile opredeljene v prvi zasnovi strukture.

### 1.2. POMEN ZA KROŽNE STABVE

Ta praksa je skladna z načeli krožnega gospodarstva, kot so premislek, preoblikovanje in ponovna uporaba: vse to je vključeno v fazo načrtovanja, da bi se izognili nastajanju gradbenih odpadkov in odpadkov pri rušenju, pri čemer se ne upošteva možnost, da bi bilo treba stavbo po koncu njene prve življenjske dobe razstaviti, temveč jo v celoti in z minimalnimi spremembami ponovno uporabiti. Stavbe, zasnovane za prilagodljivost/fleksibilnost, so torej zagotovilo za zmanjšanje snovnih tokov, tudi v primeru posegov na njih.

### 1.3. VIDIKI INOVACIJE

Ta način načrtovanja stavbe je popolnoma inovativen in se razlikuje od vseh tradicionalnih pristopov. Zato je treba nove projektante neposredno usposablјati za to filozofijo, medtem ko bolj izkušeni sledijo novostim in so se pripravljani vključiti: zlasti je treba poznati digitalna orodja za projektiranje, kot je BIM, ki lahko zagotovijo, da spremljamo, kaj je mogoče narediti in kaj je že bilo narejeno. Zamisel, da je stavbo mogoče preprosto ponovno uporabiti s spremembo njene uporabe, je v nasprotju z enim od glavnih problemov današnjega časa, in sicer nezmožnostjo obnove obstoječih neuporabnih stavb brez strukturnih in gospodarskih težav; vendar se morajo podjetja tudi na tem področju osredotočiti na prehod na standardizirane komponente, kar bo tudi drugim podjetjem za gradbene proizvode omogočilo prilagoditev proizvodnje in integracijo za čim večjo prilagodljivost stavb.



## 2. TEHNIČNE INFORMACIJE

Glavne tehnične informacije iz literature.

### 2.1. PRAKTIČNE UPORABE

- Uporaba modularnih in/ali montažnih komponent
- Čim bolj pravilna in preprosta strukturna konslikacija stavbe
- Enostavno vzdrževani in prilagodljivi elementi
- Uporaba programske opreme za digitalno modeliranje (npr. BIM)
- Izvedba različnih možnosti zasnove z istimi sestavnimi deli, da se zagotovi vrsta zlahka izvedljivih možnosti
- Izdelava čim bolj podrobnih in natančnih risb, pri čemer je treba paziti tudi na način združevanja delov
- V projektih je treba poudariti, kateri deli morajo pri nadaljnjih posegih ostati fiksni, da bi se izognili težavam, zlasti strukturnim, kot so vhodi, odprtine, tehnični prostori in inšpekcijski prostori, da se zagotovi stalna dostopnost
- Uporaba predelnih sten in mobilnih elementov
- Načrtovanje in upravljanje stavb po plasteh (lokacija, ovoj, struktura, storitve, notranjost, pohištvo)

### 2.2. VPLETENE ZAINTERESIRANE STRANI

- Arhitekti
- Strukturni načrtovalci
- Oblikovalci sistemov
- Gradbena podjetja
- Druga podjetja
- Proizvajalci gradbenih materialov
- Proizvajalci sestavnih delov za sistemov



## 3. VPLIV

### 3.1. KORISTI

- Omejitev nastajanja gradbenih odpadkov in odpadkov pri rušenju objektov za 83,2%
- Možnost enostavne spremembe oblikovalskih odločitev, če ne delujejo, kot je bilo prvotno načrtovano
- Podaljšanje življenjske dobe stavbe z možnostjo spremembe uporabe v skladu z novimi zahtevami, estetskimi, funkcionalnimi ali prostorskimi, brez zapletov in pretiranih stroškov
- Enostavna ponovitev stavbe, tudi z manjšimi spremembami, za druge stavbe z enako namembnostjo, kar poenostavlja delo projektantov in omogoča večje razširjanje tovrstnega projektiranja

### 3.2. ZAPLETENOSTI

- Potreba po veliko natančnejšem in natančnejšem načrtovanju sestavnih delov
- Pri izdelavi različnih sestavnih delov je treba biti zelo pozoren, pri čemer je treba v celoti upoštevati zasnovo, z minimalnimi odstopanji, da se preprečijo težave s ponovnim prilagajanjem
- Največja prilagodljivost, ki jo je mogoče doseči z večkriterijskimi metodami odločanja, ki so zelo zapletene in zahtevajo specializirano sliko
- Nepotrebna prekomerna uporaba sredstev, ki zmanjšuje krožnost procesa, kar je posledica možnosti enostavne zamenjave stavbe, tudi v zelo kratkih časovnih presledkih
- Pri projektiranju je treba upoštevati vse planimetrične spremembe, ki so bile na stavbi izvedene v preteklosti, vedeti, kako se je s stavbo in zlasti z njeno konstrukcijo že delalo, ter oblikovati varne in vse bolj krožne scenarije za prihodnost



## KARAKTERIZACIJA DOBRE PRAKSE G

<b>EDINSTVENA OZNAKA</b>	BP_G
<b>IME</b>	ZASNOVA ZA TRAJNOST / ODPORNOST / VZDRŽEVANJE
<b>PREDMET</b>	Materiali - Viri - Sestavni deli - Celotna stavba
<b>STOPNJA ŽIVLJENJSKEGA CIKLA</b>	Načrtovanja - Proizvodnja - Gradnja - Uporaba - Prenove
<b>TEMELJNI POGOJI / PREDPOGOJI</b>	Usposabljanje načrtovalcev, Razpoložljivost proizvodov





## 1. KARAKTERISTIKE

### 1.1. OPIS

Ta vrsta projektiranja predvideva usmeritev projekta v čim daljšo življenjsko dobo stavbe ali objekta brez posebnih motenj ali sprememb; zlasti cilji trajnosti in odpornosti se dosežejo z uporabo visoko zmogljivih materialov, ki so odporni in lahko te lastnosti ohranijo skozi čas, kljub uporabi in neugodnim dogodkom. Za zagotovitev dolge življenjske dobe je hkrati treba olajšati in zagotoviti vzdrževanje celotne stavbe ali njenih delov, ne da bi pri tem ogrozili učinkovitost.

### 1.2. POMEN ZA KROŽNE STABVE

Oblikovanje stavbe tako, da ohranja svojo funkcijo in zmogljivost skozi čas, tudi zaradi lažjega in načrtovanega vzdrževanja, omogoča izogibanje nastajanju gradbenih odpadkov in odpadkov pri rušenju, razen ob koncu njene življenjske dobe, ki se s tem pristopom maksimalno podaljša. Hkrati uporaba visoko zmogljivih materialov pomeni, da sestavnih delov v življenjski dobi stavbe ni treba zamenjati; če pa vzdrževanje ne zadostuje več, ta zasnova omogoča tudi pravočasno zamenjavo določenih sestavnih delov, katerih življenjska doba je krajša od življenjske dobe celotne stavbe: na ta način se lahko izločeni sestavni deli ponovno uporabijo ali reciklirajo.

### 1.3. VIDIKI INOVACIJE

Ta pristop k načrtovanju je podoben tradicionalnemu pristopu za stavbe s posebno pomembno uporabo, kot so bolnišnice in univerze, ali za potresno odporne stavbe: novost je uporaba iste filozofije za druge bolj običajne velike stavbe, če ne zato, da bi zagotovili njihovo odpornost, pa zato, da bi zagotovili njihovo čim daljšo življenjsko dobo. V tej praksi je treba nujno posvetiti več pozornosti pripravi natančnega in pravočasnega načrta vzdrževanja, predvsem pa njegovemu spoštovanju: pomembno je, da se že v fazi načrtovanja opredelijo vpletene osebe in da se za spremljanje potrebe po posegih uporabijo digitalni sistemi. Poleg tega morajo proizvajalci vlagati v raziskave, da bi čim dlje ohranili največjo zmogljivost materialov, pri čemer ne smejo zanemariti vidika vpliva na okolje, in materialu priložiti vse koristne informacije o vzdrževanju.



## 2. TEHNIČNE INFORMACIJE

Glavne tehnične informacije iz literature.

### 2.1. PRAKTIČNE UPORABE

- Izbira najkakovostnejših materialov in gradbenih/rastlinskih komponent z zagotovljenim dolgoročnim delovanjem, vključno s postopki vzdrževanja za ohranjanje njihove visoke ravni
- Sprejemanje previdnostnih ukrepov in upoštevanja pri razporeditvi strukturnih in rastlinskih delov za zagotovitev dostopa za vzdrževanje
- Oblikovanje vedno v skladu z načeli redundance za zagotavljanje neprekinjenega delovanja in varnosti tudi v neugodnih razmerah
- Projektiranje v popolni skladnosti z veljavnimi predpisi, tako s konstrukcijskega vidika kot glede varnosti električnih in protipožarnih sistemov
- Enostavna, simetrična in pravilna gradnja
- Priprava natančnega načrta vzdrževanja in projektov z natančno navedbo področij posegov
- Posebna pozornost je namenjena najbolj občutljivim delom projekta (npr. seizmični spoji)

### 2.2. VPLETENE ZAJINTERESIRANE STRANI

- Arhitekti
- Strukturni načrtovalci
- Oblikovalci sistemov
- Gradbena podjetja
- Druga podjetja
- Proizvajalci gradbenih materialov
- Proizvajalci sestavnih delov za sistemov



## 3. VPLIV

### 3.1. KORISTI

- Zmanjšanje stroškov zamenjave sestavnih delov
- Omejena količina nastalih odpadkov, le ob koncu življenjske dobe
- Visoka varnost pred posameznimi in uničujočimi dogodki, kot so potresi
- Enostavno poseganje tudi v konstrukcijske elemente, pri čemer ni treba imeti visoko usposobljenih tehnikov in za dostop do njih ni treba izvajati destruktivnih posegov v stavbi
- Najdaljša zagotovljena življenjska doba celotne stavbe in njenih posameznih delov
- Manjša potreba po postopkih optimizacije strukture in materialov za njihovo širšo uporabo za največjo učinkovitost

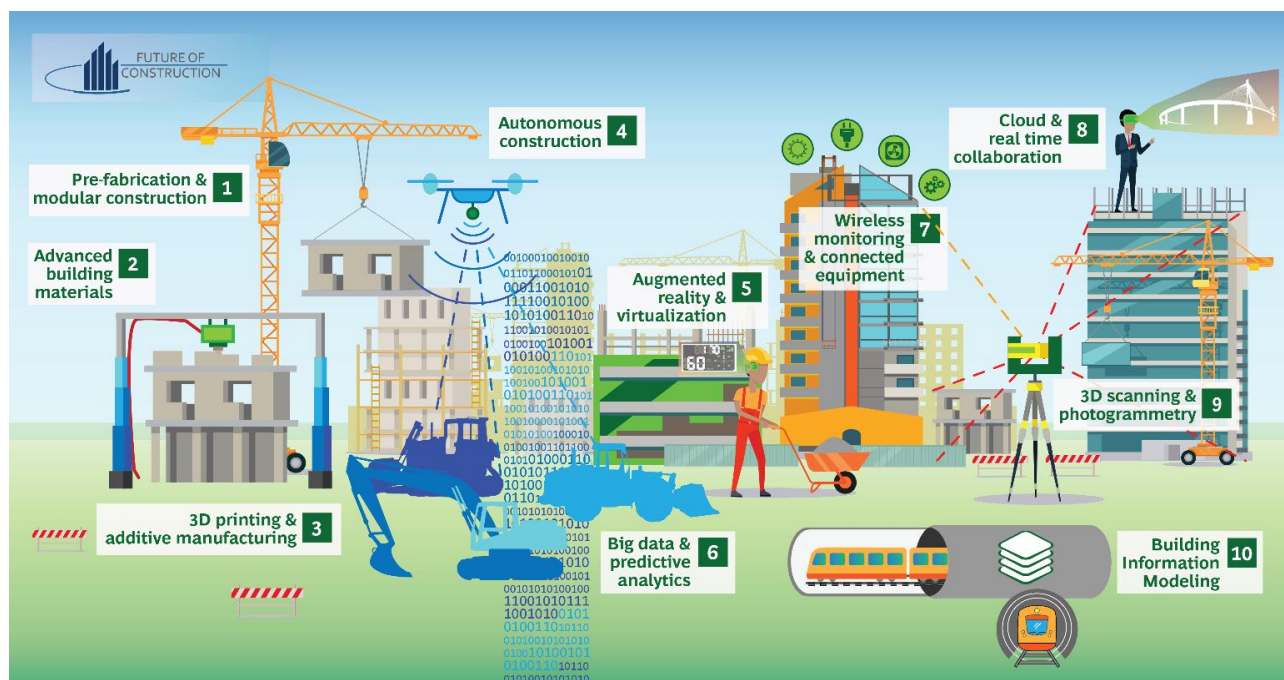
### 3.2. ZAPLETENOSTI

- Optimalno načrtovanje le za pomembne stavbe, za katere se ne načrtuje sprememba namembnosti niti dolgoročno (npr. bolnišnice, telovadnice, ...); kontraproduktivno za majhne stavbe
- Izvedba večjih posegov in/ali bistvenih sprememb konzlikacije ni mogoča ali, če je mogoča, je predraga
- Visoki stroški najbolj kakovostnih materialov, ki zagotavljajo visoko zmogljivost za dolgo časa
- Potreba po usklajevanju med projektanti različnih obratov in strukture, tudi z uporabo BIM, za čim boljšo integracijo in zagotovitev enostavnega dostopa do vsega tega ter za prikazovanje na modelu, kaj je potrebno za vzdrževanje, tudi za osebe, ki niso neposredno vključene v fazo projektiranja



## KARAKTERIZACIJA DOBRE PRAKSE H

<b>EDINSTVENA OZNAKA</b>	BP_H
<b>IME</b>	IZVAJANJE DIGITALNIH TEHNOLOGIJ
<b>PREDMET</b>	Sestavni deli - Celotna stavba
<b>STOPNJA ŽIVLJENJSKEGA CIKLA</b>	Načrtovanja - Gradnja - Uporaba - Prenove - Koncu življenjske dobe
<b>TEMELJNI POGOJI / PREDPOGOJI</b>	Usposabljanje načrtovalcev, Licence za programsko opremo, Vrhunske tehnologije



Il progetto CIRCULAR.BUILDINGS è cofinanziato dall'Unione europea nell'ambito del Programma Interreg VI-A Italia-Slovenia.  
Projekt CIRCULAR.BUILDINGS sofinancira Evropska unija v okviru Programa Interreg VI-A Italija-Slovenija.



## 1. KARAKTERISTIKE

### 1.1. OPIS

Digitalne tehnologije so lahko zelo koristne v vseh fazah življenjske dobe stavbe, od načrtovanja do konca življenjske dobe: omogočajo stalno spremljanje stavbe in njenih potreb, boljše sodelovanje med vpletenimi strokovnjaki in splošno optimizacijo projekta. Podpirajo tudi številne druge opredeljene najboljše prakse, kot so *Design for Disassembly* (DfD), *Design for Adaptability* (DfA), splošna sledljivost materialnih tokov, bodisi prvotnih ali ponovno uporabljenih, in na splošno v učinkovitost usmerjeno projektiranje.

### 1.2. POMEN ZA KROŽNE STABVE

Uporaba digitalnih tehnologij je bistvena za pristop, ki upošteva celoten življenjski cikel: zlasti omogoča optimizacijo uporabe materialov in virov, tako v smislu konkretne zasnove kot s povezovanjem akterjev v dobavni verigi, kar vpliva na logistiko in proizvodnjo. Omogoča stalen dostop do podatkov o stavbi, tako na ravni materialov, ki spremljajo njeno delovanje in sledijo posegom, ki jim je izpostavljena, kot tudi porabe energije in vode: na ta način je krožnost čim večja, z največjo možno ponovno uporabo in/ali recikliranjem za vse vire.

### 1.3. VIDIKI INOVACIJE

Visokotehnološki pristop k načrtovanju in upravljanju stavb je zdaj prepoznan kot inovacija, ki je najbolj potrebna za prehod na krožni sektor: uveljavlja se kot rešitev tradicionalnih težav dobavne verige, za katero sta značilna izjemna razdrobljenost in pomanjkanje sodelovanja. Ta inovacija vpliva na vse udeležence v življenjskem ciklu: predvsem na projektante, ki morajo biti usposobljeni za uporabo orodij BIM, da bodo lahko svoje delo povezali z delom drugih strokovnjakov; prilagoditi se morajo tudi gradbena podjetja, zlasti glede uporabe orodij za upravljanje podatkov o gradbišču v oblaku. Ta digitalna preobrazba je tako kot doslej ključna za doseganje krožnosti v sektorju: v prihodnjih letih bodo tisti, ki ne bodo pripravljeni premostiti tehnološke vrzeli, izključeni iz dobavne verige.



## 2. TEHNIČNE INFORMACIJE

Glavne tehnične informacije iz literature.

### 2.1. PRAKTIČNE UPORABE

- Vključevanje senzorjev in domače avtomatizacije v stavbah
- Realizacija *Digital Twin* stavbe v okolju BIM, vključno s tehnologijami računalniškega vida za digitalno reprodukcijo sestavnih delov
- Uporaba brezpilotnih letal (ali lidarskih in laserskih skenerjev) za geodetske meritve in preglede območij in stavb
- Podpora tehnologij IoT za prenos podatkov v realnem času
- Uvedba umetne inteligence za napovedovanje potreb po vzdrževanju in posegih
- Uporaba programske opreme za vodenje projektov
- Vzpostavitev okolja v oblaku za izmenjavo uporabnih informacij za delovanje stavb
- Uporaba GIS
- Modeliranje in 3D tiskanje sestavnih delov

### 2.2. VPLETENE ZAINTERESIRANE STRANI

- Arhitekti
- Strukturni načrtovalci
- Oblikovalci sistemov
- Gradbena podjetja
- Podjetja za rušenje
- Druga podjetja
- Namestitve in vzdrževanje sistemov
- Vgradniki oken
- Podjetja za talne obloge
- Proizvajalec gradbenega materiala
- Proizvajalci sestavnih delov za sistemov



### 3. VPLIV

#### 3.1. KORISTI

- Možnost izdelave *Digital Twin* stavbe, ki v realnem času pozna zahteve, količine prisotnih materialov, postopke, ki jih je treba izvesti na stavbi, in način posredovanja, zlasti pri demontaži
- Optimizacija dela vsakega oblikovalca z enotnim modelom, pri katerem lahko vsi prispevajo in so pozorni na medsebojno vplivanje, npr. pri namestitvah, kar preprečuje napake pri načrtovanju
- Celovite informacije o stavbi, ki so vpletenim vedno na voljo
- Zagotavljanje varnosti in dobrega počutja uporabnikov stavb z vključitvijo senzorjev in sistemov avtomatizacije/domotike
- Olajšano ugotavljanje možnosti za predelavo in recikliranje sestavnih delov

#### 3.2. ZAPLETENOSTI

- Težave oblikovalcev in podjetij z bolj tradicionalnimi načini dela pri prehodu na bolj digitalni pristop
- Višji stroški za stalno spremljanje in točkovno merjenje celotne stavbe ter na splošno za uvedbo digitalnih orodij
- Pomanjkanje ekonomskih spodbud za uvedbo digitalnih orodij
- Potreba po aktivnem in stalnem sodelovanju vseh zainteresiranih strani v različnih fazah življenjske dobe stavbe
- Nenehno posodabljanje tehnologije je potrebno za preprečevanje zastarelosti
- Zaznava zainteresiranih strani, da lahko digitalna orodja nesorazmerno nadomestijo človeško delo in povzročijo brezposelnost



## KARAKTERIZACIJA DOBRE PRAKSE I

EDINSTVENA OZNAKA	BP_I
IME	USTVARJANJE ALI SODELOVANJE V SODELOVALNIH PLATFORMAH/BAZAH PODATKOV
PREDMET	Materiali - Sestavni deli
STOPNJA ŽIVLJENJSKEGA CIKLA	Načrtovanja - Gradnja - Koncu življenjske dobe
TEMELJNI POGOJI / PREDPOGOJI	Razpoložljivost, Licence



Il progetto CIRCULAR.BUILDINGS è cofinanziato dall'Unione europea nell'ambito del Programma Interreg VI-A Italia-Slovenia.  
*Projekt CIRCULAR.BUILDINGS sofinancia Evropska unija v okviru Programa Interreg VI-A Italija-Slovenija.*

[www.ita-slo.eu/circularbuildings](http://www.ita-slo.eu/circularbuildings)



Circular.buildings



Circular.buildings



## 1. KARAKTERISTIKE

### 1.1. OPIS

Sodelovanje in/ali oblikovanje spletnih platform in podatkovnih zbirk, kjer je mogoče zbirati informacije o materialih, uporabljenih v različnih stavbah, kar olajša postopke odločanja in oceno krožnosti, pa tudi zagotoviti pregled materialov ali sestavnih delov, ki so bili zavrženi iz stavb in bi lahko bili koristni za druge projektante ali gradbena podjetja, da bi spodbudili njihovo ponovno uporabo. Podobno je participativni pristop koristen za povezovanje ljudi, vključenih v gradbeni sektor.

### 1.2. POMEN ZA KROŽNE STABVE

Skupno upravljanje podatkovnih zbirk in oblikovanje platform za sekundarne trge za ponovno uporabo in recikliranje izdelkov neposredno vplivata na krožnost materialov. Omenjeno je že bilo, da je sodelovanje ključnega pomena za optimizacijo razporeditve stavb in organizacijo dobavne verige: na primer, integrirana logistika med različnimi proizvajalci lahko zmanjša potreben prevoz in porabo virov.

### 1.3. VIDIKI INOVACIJE

Pri pristopu sodelovanja med deležniki se načelo *Rethink* uporablja za celotno dobavno verigo, s čimer se preoblikuje tradicionalna filozofija, v kateri vsak deluje le za svoje interese: tisti, ki niso pripravljeni postaviti lastne koristi, četudi le delno, na drugo mesto v korist krožnega in skupnega razvoja gradbenega procesa, bodo dolgoročno izključeni. Hkrati je potrebna zavezanost podjetij k raziskovanju in nalaganju materialov v te krožne podatkovne zbirke, da bi ustvarili vse večje trge ponovne uporabe, ki bi na škodo trga primarnih materialov ponujali izvedljivo in piročno alternativo za vse izvajalce.



## 2. TEHNIČNE INFORMACIJE

Glavne tehnične informacije iz literature.

### 2.1. PRAKTIČNE UPORABE

- Vzpostavitev podatkovne baze za stavbo, v katero se vnesejo uporabljeni materiali, njihove količine in lastnosti, tudi s pomočjo načrtovanja BIM
- Registracija podjetij, vključenih v platforme (ad es. Circularity Platforms) za materialno krožnost
- Opredelitev panog in podjetij, s katerimi je mogoče ustvariti industrijske ekosisteme, ki ustvarjajo neprekinjene proizvodne verige, ki jih je mogoče sčasoma zlahka ponoviti
- Oblikovanje preglednih in intuitivnih platform, ki bodo olajšale uporabo številnim uporabnikom
- Uporaba platform za časovno in prostorsko sinhronizacijo oseb, ki sodelujejo pri različnih delih stavbe
- Uporaba platform ne le za pretok materiala v okviru projekta, temveč tudi za izmenjavo med različnimi projekti
- Pobuda podjetij in oblikovalcev pri predlaganju in vključevanju v krožne projekte

### 2.2. VPLETENE ZAJINTERESIRANE STRANI

- Arhitekti
- Strukturni načrtovalci
- Oblikovalci sistemov
- Gradbena podjetja
- Podjetja za rušenje
- Vgradniki oken
- Javne uprave



### 3. VPLIV

#### 3.1. KORISTI

- Tržno kroženje izdelkov za ponovno uporabo in sledenje njihovem izvoru
- Enostavno pridobivanje materialov za ponovno uporabo in recikliranje brez potrebe po neposrednem stiku s posameznimi podjetji za razstavljanje
- Zmanjšanje količine odpadkov materialov in sestavnih delov, ki se ne uporabljajo ponovno, ker jih nihče ne potrebuje za drugo uporabo
- Oblikovanje notranjega trga med zainteresiranimi stranmi, ki sodelujejo pri kroženju gradbenih materialov
- Sodelovanje med različnimi zainteresiranimi stranmi, zlasti v fazi načrtovanja, da bi poznali vse zahteve in varnostne ukrepe, ki jih je treba upoštevati, zlasti glede krožnosti materialov (*co-design*)

#### 3.2. ZAPLETENOSTI

- Sodelovanje zainteresiranih strani v platformah je še vedno omejeno, zato je v katalogu malo izdelkov
- Potreba po zasnovi BIM ali popolnem popisu, da bi se zavedali dejanske količine uporabljenega materiala
- Nižji stroški odlaganja na odlagališčih v primerjavi s ceno materialov za ponovno uporabo
- Zainteresirane strani imajo težave pri iskanju točno tistega, kar potrebujejo, v podatkovnih zbirkah in platformah, mala podjetja pa imajo tudi težave pri vključevanju v okolje sodelovanja z bistveno večjimi podjetji
- Informacije in usposabljanje za tiste, ki želijo pristopiti k uporabi podatkovnih zbirk
- Pomanjkanje vključenosti vseh ravni zainteresiranih strani, vključno z lokalnimi organi



## KARAKTERIZACIJA DOBRE PRAKSE J

<b>EDINSTVENA OZNAKA</b>	BP_J
<b>IME</b>	SESTAVLJANJE IN UPORABA DIGITALNIH POTNIH LISTOV MATERIALOV IN CERTIFIKATOV
<b>PREDMET</b>	Materiali - Viri - Sestavni deli
<b>STOPNJA ŽIVLJENJSKEGA CIKLA</b>	Načrtovanja - Proizvodnja - Gradnja - Uporaba - Prenove - Koncu življenjske dobe
<b>TEMELJNI POGOJI / PREDPOGOJI</b>	Razpoložljivost programske opreme, Licence, Razpoložljivost podatkov



Il progetto CIRCULAR.BUILDINGS è cofinanziato dall'Unione europea nell'ambito del Programma Interreg VI-A Italia-Slovenia.  
Projekt CIRCULAR.BUILDINGS sofinancia Evropska unija v okviru Programa Interreg VI-A Italija-Slovenija.

[www.ita-slo.eu/circularbuildings](http://www.ita-slo.eu/circularbuildings)



Circular.buildings



Circular.buildings



## 1. KARAKTERISTIKE

### 1.1. OPIS

Da bi spodbudili izbiro materialov in izdelkov z omejenim vplivom na okolje, je priporočljivo, da jih spremlja okoljski certifikat (npr. *Environmental Product Declaration* - EPD) ali dokument z informacijami o njihovem izvoru, proizvodnji in uporabi (npr. *Digital Product Passport* - DPP); slednji je bistvenega pomena za kroženje izdelkov za ponovno uporabo, da bi poznali njihov izvor in pričakovano učinkovitost.

### 1.2. POMEN ZA KROŽNE STABVE

Uporaba okoljskih certifikatov vpliva zlasti na fazo načrtovanja in izbiro materialov: krožnost se doseže z izbiro materialov, za katere je certificiran majhen vpliv in katerih poraba vode in energije je znana, s čimer se osredotočamo na načelo *Reduce* krožnega gospodarstva. Sami certifikati ocenjujejo celoten življenjski cikel izdelka, od pridobivanja surovin do faze ob koncu življenjske dobe: na ta način se k izbiri pristopa čim bolj zavestno, zlasti glede na morebitno ponovno uporabo ali odstranjevanje. Digitalni potni list prav tako spremlja pot materiala in deluje predvsem kot jamstvo za tiste, ki se zavedajo okoljske prednosti izbire ponovno uporabljenih materialov pred primarnimi.

### 1.3. VIDIKI INOVACIJE

Glavna novost je sledenje poti izdelka ter vseh vplivov in posledic, povezanih z njo, ki je pri okoljskih deklaracijah domnevno, pri digitalnih potnih listih pa dejansko; pri *Digital Products Passports* (DPP), je potrebna stalna zavezanost in velika pozornost oseb, ki sodelujejo pri njihovem posodabljanju, da so podatki čim bolj popolni in zagotavljajo vse potrebne informacije tistim, ki bodo uporabljali ali ponovno uporabili iste materiale. V ta namen je za shranjevanje podatkov potrebna posebna programska oprema, izvajalci različnih faz življenjskega cikla pa morajo poznati njeno delovanje; hkrati se lahko DPP vključijo v modele BIM, zato so vedno potrebni usposobljeni strokovnjaki. Kar zadeva certificiranje, pa morajo inovacije zadevati predvsem podjetja, ki proizvajajo gradbene ali rastlinske materiale: na njih je, da zahtevajo proizvodnjo materialov z manjšim vplivom na okolje in jih certificirajo, tako da lahko izvajalci, ki si posledično prizadevajo za krožnost, najdejo materiale, ki izpolnjujejo njihove zahteve; na ta način se ustvari krogotok proizvodnje, projektiranja in izvedbe, ki je pozoren na krožnost.



## 2. TEHNIČNE INFORMACIJE

Glavne tehnične informacije iz literature.

### 2.1. PRAKTIČNE UPORABE

- Iskanje materialov, ki se bodo uporabili v projektu, v podatkovnih zbirkah in platformah za zbiranje/odkup EPD
- Sledenje izvoru in opravljenim postopkom na materialih ali izdelkih, tudi z uporabo BIM, če jih je treba ponovno uporabiti in so te informacije potrebne za materialni potni list
- Povpraševanje proizvodnih podjetij po certifikatih EPD, ki jih izdajajo odgovorne in pooblašene organizacije
- Proizvajalci in/ali projektanti v potne liste materialov vključijo vse koristne informacije za faze po izgradnji, da bi olajšali vzdrževanje in demontažo
- Pri izbiri materialov upoštevajte deklaracije, zlasti zato, da bi poznali pričakovano življenjsko dobo in zmogljivost brez potrebe po dodatnem testiranju
- Ustvarjanje podatkovnih zbirk materialov v stavbi (stavbe kot banke materialov)

### 2.2. VPLETENE ZAINTERESIRANE STRANI

- Arhitekti
- Strukturni načrtovalci
- Oblikovalci sistemov
- Gradbena podjetja
- Druga podjetja
- Namestitve in vzdrževanje sistemov
- Vgradniki oken
- Podjetja za talne obloge
- Proizvajalci gradbenih materialov
- Proizvajalci sestavnih delov za sistemov



## 3. VPLIV

### 3.1. KORISTI

- Sledljivost materialov
- Sposobnost takojšnjega in natančnega dostopa do potrebnih informacij o izdelkih
- Večja uporaba ponovno uporabljenih in recikliranih materialov z izjavami o učinkovitosti, ki bodo zagotovilo projektantom in izvajalcem
- Večja uporaba okolju prijaznih materialov na račun necertificiranih primarnih materialov
- Večja možnost pridobitve trajnostnega certifikata za celotno stavbo od ravni posameznih materialov
- Spodbude za proizvodnjo in trgovanje z okoljsko certificiranimi izdelki

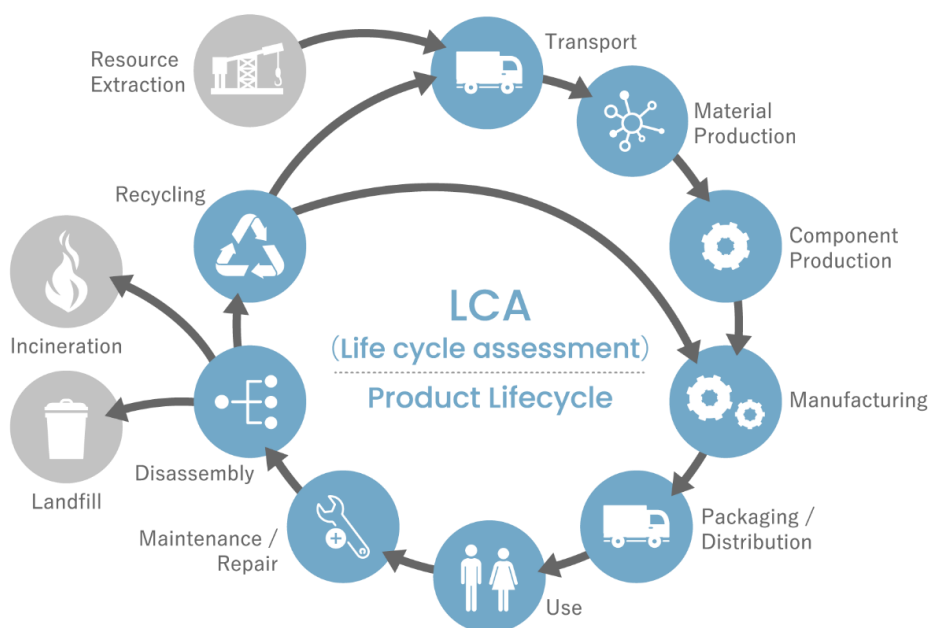
### 3.2. ZAPLETENOSTI

- Pomanjkanje natančnih smernic za pripravo materialnih potnih listov
- Potreba po številnih informacijah za pridobitev certifikatov, zlasti v primeru materialov za večkratno uporabo
- Stroški certificiranja EPD
- Nezainteresiranost proizvajalcev za certificiranje svojih izdelkov, če zagotavljajo boljše mehanske lastnosti kot konkurenti
- Potreba po stalnem posodabljanju certifikatov in materialnih potnih listov vsakič, ko se na njih izvede operacija ali transformacija
- Priprava EPD je mogoča le po LCA, kar ni vedno enostavno, saj je treba poznati dobavno verigo materiala



## KARAKTERIZACIJA DOBRE PRAKSE K

<b>EDINSTVENA OZNAKA</b>	BP_K
<b>IME</b>	LIFE CYCLE ASSESSMENT IN LIFE CYCLE COSTING ASSESSMENT
<b>PREDMET</b>	Materiali - Viri - Sestavni deli - Celotna stavba
<b>STOPNJA ŽIVLJENJSKEGA CIKLA</b>	Načrtovanja - Proizvodnja - Gradnja - Uporaba - Prenove - Koncu življenjske dobe
<b>TEMELJNI POGOJI / PREDPOGOJI</b>	Licence, Usposabljanje načrtovalcev, Razpoložljivost podatkov





## 1. KARAKTERISTIKE

### 1.1. OPIS

Ocena življenjskega cikla je uporabno orodje za spremljanje vpliva materialov, sestavnih delov in celotne stavbe, zlasti z okoljskega vidika, v vseh fazah življenjskega cikla, od proizvodnje do konca življenjske dobe. LCA se hkrati uporablja za izbiro med alternativnimi možnostmi načrtovanja, pri čemer je hkrati podprta z oceno stroškov življenjskega cikla, ki je koristna za oceno naložb, donosov in ekonomskih koristi, ki jih je mogoče pridobiti z različnimi posegi v stavbe.

### 1.2. POMEN ZA KROŽNE STABVE

LCA je zelo koristen za sprejemanje okoljsko ozaveščenih oblikovalskih odločitev: Z upoštevanjem vseh faz življenjskega cikla stavbe ali enega od njenih sestavnih delov lahko rezultate te ocene uporabimo tako za sprejemanje najboljših projektnih odločitev z vidika krožnosti virov (v skladu z načeli *Reduce, Reuse, Recycle*) kot tudi za prepoznavanje delov stavbe ali dejavnosti na njej, ki na primer ogrožajo učinkovito rabo energije ali materialov; v zvezi s to zadnjo točko lahko LCA vodi k ponovnemu razmisleku o stavbi ali prestrukturiranju problematičnih delov stavbe.

### 1.3. VIDIKI INOVACIJE

Inovativnost LCA ni toliko v postopku in osnovni ideji, ki sta že leta priznana kot veljavna za ocenjevanje trajnosti izdelkov in stavb: prava preobrazba, ki jo je treba izvesti v gradbenem sektorju, je njena sistematična vključitev v postopke odločanja. Za doseg tega cilja je potrebno sodelovanje vseh zainteresiranih strani: najprej se morajo proizvajalci zavezati, da bodo zagotovili informacije o vplivih, ki nastajajo pri proizvodnji gradbenih materialov; nato morajo projektanti te iste podatke vključiti v model BIM, da bi opazovali, kako se vpliv stavbe spreminja glede na projektne odločitve, in s tega vidika poiskati najboljše rešitev. Na koncu ne smemo izpustiti tudi sodelovanja organov, ki so odgovorni za ravnanje z materiali ob koncu življenjske dobe: tudi oni morajo sprejeti najboljše odločitve za krožnost in oceniti različne scenarije ponovne uporabe, recikliranja, predelave ali odstranjevanja. LCC je inovativno orodje, ki z empiričnimi metodami in finančnimi modeli omogoča denarno ovrednotenje koristi: bilo bi primerno, da se tisti, ki sodelujejo pri ocenjevanju življenjskega cikla naložb, poučijo o možnostih tega orodja in ga začnejo uporabljati, tako da se pri izbiri upoštevajo tudi koristi, ki izhajajo iz izbire krožnosti, ki se običajno obravnavajo le kot naložba.



## 2. TEHNIČNE INFORMACIJE

Glavne tehnične informacije iz literature.

### 2.1. PRAKTIČNE UPORABE

- Uporaba programske opreme, kot je OpenLca, za vrednotenje posameznih materialov ali sklicevanje na zbirke podatkov, kot je EcoInvent
- Vrednotenje celotne stavbe na podlagi rezultatov LCA za posamezne materiale ali komponente
- Prednost imajo proizvajalci, ki lahko zagotovijo EPD za izdelke, ki jih zanimajo, da se olajša izračun LCA za celotno stavbo
- Izvajanje LCA po korakih iz standarda ISO 14040/44 po izbiri system boundary primerne za razmere, ki jih je treba analizirati
- Upoštevanje spodbud in davčnih ugodnosti, ki izhajajo iz izbire krožnosti v LCC, pri ocenjevanju tržnih priložnosti
- Uporaba LCA za materiale za ponovno uporabo za spodbujanje njihove ponovne uporabe v drugih stavbah in dokazovanje prednosti v primerjavi z enakimi primarnimi materiali

### 2.2. VPLETENE ZAINTERESIRANE STRANI

- Arhitekti
- Strukturni načrtovalci
- Oblikovalci sistemov
- Proizvajalci gradbenih materialov
- Proizvajalci sestavnih delov za sistemov
- Audit certifikacijskega organa



### 3. VPLIV

#### 3.1. KORISTI

- Opredelitev postopkov ali materialov, ki imajo največji vpliv, in najbolj trajnostnih alternativ v zgodnjih fazah načrtovanja
- Preverjanje skladnosti projektnih odločitev z okoljskimi predpisi
- Opredelitev inovacijskih priložnosti in kvantitativni prikaz njihovega potenciala
- Vrednotenje in primerjava posegov na obstoječih stavbah s količinsko opredelitvijo njihovih koristi, tudi v denarju
- Večja uporaba inovativnih materialov z majhnim vplivom v stavbah v primerjavi s tradicionalnimi materiali, ki so v LCA slabši
- Kvantifikacija dejanskih koristi izbire krožnosti in najboljših praks
- Primerjava možnih scenarijev ob koncu življenjske dobe stavbe

#### 3.2. ZAPLETENOSTI

- Zapletenost obravnave celotnih stavb zaradi velikega števila različnih materialov in sestavnih delov
- Pogosto ni mogoče razširiti že opravljenih izračunov na več stavb
- Pomanjkanje popolne pokritosti vseh proizvodnih procesov, zlasti predelave materialov za rušenje, s podatkovnimi zbirkami
- Omejitve LCA pri ocenjevanju lahko merljivih vplivov, ki ne omogočajo popolnih indeksov krožnosti
- Potreba po prilagoditvi scenarijev, ki so že prisotni v izračunih, dejanskim razmeram in možnost podcenjevanja zaradi predpostavk in poenostavitev
- Potreba po empiričnih orodjih za vrednotenje učinkov



## KARAKTERIZACIJA DOBRE PRAKSE L

<b>EDINSTVENA OZNAKA</b>	BP_L
<b>IME</b>	ZASNOVA ZA ENERGETSKO UČINKOVITOST
<b>PREDMET</b>	Materiali - Viri - Sestavni deli - Celotna stavba
<b>STOPNJA ŽIVLJENJSKEGA CIKLA</b>	Načrtovanja - Proizvodnja - Gradnja - Uporaba - Prenove
<b>TEMELJNI POGOJI / PREDPOGOJI</b>	Licence za programsko opremo, Usposabljanje načrtovalcev, Razpoložljivost proizvodov, Skladnost s predpisi



Il progetto CIRCULAR.BUILDINGS è cofinanziato dall'Unione europea nell'ambito del Programma Interreg VI-A Italia-Slovenia.  
*Projekt CIRCULAR.BUILDINGS sofinancia Evropska unija v okviru Programa Interreg VI-A Italija-Slovenija.*

[www.ita-slo.eu/circularbuildings](http://www.ita-slo.eu/circularbuildings)



Circular.buildings



Circular.buildings



## 1. KARAKTERISTIKE

### 1.1. OPIS

Da bi omejili porabo virov energije, zlasti fosilnih goriv, je priporočljivo načrtovati nove stavbe ali posegati v prenavo obstoječih stavb z vidika energetske učinkovitosti: tovrstno načrtovanje predvideva pridobitev ovoja, ki lahko zmanjša razpršitev, vedno v skladu z veljavnimi regulativnimi omejitvami, ter izkorišča proste prispevke in pasivne mehanizme; hkrati so sistemi zasnovani tako, da imajo visoko učinkovitost in ne trošijo energije, kadar ni potrebna, ter omejujejo izgube zaradi okvar.

### 1.2. POMEN ZA KROŽNE STABVE

Zasnova za energetske učinkovitost temelji na načelih krožnega gospodarstva *Reduce* in *Rethink*: stavba je dejansko zasnovana tako, da je potreba po toplotni energiji čim manjša, in sicer zaradi odločitev, povezanih s konsilicacijo stavbe, kot je orientacija, in zaradi izbranih materialov za shranjevanje toplotne energije in izkoriščanje prostih prispevkov. Zmanjšanje vključuje tudi pravilno ravnanje uporabnika stavbe, ki ga je treba ustrezno poučiti o varčevanju z energijo, pri čemer mu lahko pomagajo sistemi za avtomatizacijo doma, ki zagotavljajo največjo učinkovitost in hkrati toplotno- higrometrično udobje v stavbi. Zmanjšanje porabe energije omogoča zmanjšanje uporabe virov energije, ki jih danes večinoma pokrivajo fosilna goriva, in posledično emisij v ozračje, kar zmanjšuje vpliv na okolje. Poleg tega uporaba sistemov za rekuperacijo toplote in nadzorovanega mehanskega prezračevanja omogoča recikliranje in ponovno uporabo enkrat proizvedene toplote.

### 1.3. VIDIKI INOVACIJE

Ker se predpisi o energetske učinkovitosti nenehno spreminjajo, zahteve glede učinkovitosti pa postajajo vse bolj zavezujoče, je treba inovacije v pristopu iskati v vnaprejšnjem sprejemanju rešitev: v primeru novih stavb ni dovolj, da se upoštevajo regulativne omejitve, na primer glede prehodnosti ovoja, temveč je treba kljub potrebnim naložbam stremeti k najboljši možni okoljski učinkovitosti. Pri obstoječih stavbah morajo biti posegi pravočasni, saj vsaka zamuda pri energetske prenavi pomeni posledice, ki jih pozneje ni mogoče nadomestiti. Kar zadeva tehnološke inovacije, morajo proizvajalci sodelovati pri razvoju novih materialov in novih tehnologij obratov, ki izboljšujejo energetske učinkovitost stavb, medtem ko morajo tisti, ki izbirajo gradbene komponente, upoštevati njihov prispevek. Dobavitelji sestavnih delov naprav morajo uvesti inovacije pri vključevanju senzorjev in sond za spremljanje učinkovitosti sistemov: na ta način lahko posredujejo v primeru okvar in čim bolj podaljšajo njihovo življenjsko dobo.



## 2. TEHNIČNE INFORMACIJE

Glavne tehnične informacije iz literature.

### 2.1. PRAKTIČNE UPORABE

- Uporaba materialov z manjšo vsebovano energijo (vključno s ponovno uporabljenimi materiali)
- Ustrezna izolacija sten, pri čemer je splošna prepustnost neprozornih zapiralnih elementov nižja od predpisane
- Okna in vrata z vsaj dvokomornimi in toplotno varnimi okvirji ter sistemi senčenja
- Usmeritev in uskladitev stavb, da se čim bolj zmanjša razpršenost (npr. kompaktna uskladitev)
- Bodite pozorni tudi na rešitve za pasivno ogrevanje (npr. materiali z veliko toplotno vztrajnostjo)
- Vgradnja sond in detektorjev stanja notranjih prostorov za samodejno krmiljenje sistemov, tudi s pomočjo avtomatizacije doma, in skrbno vzdrževanje
- Optimizacija postopkov gradnje in rušenja, zlasti z vidika sredstev
- Namestitve naj sodobnejših generatorjev in enot za rekuperacijo toplote
- Natančno prepoznavanje in odpravljanje toplotnih mostov
- Termodinamično modeliranje stavbe, po možnosti na urni osnovi

### 2.2. VPLETENE ZINTERESIRANE STRANI

- Arhitekti
- Strukturni načrtovalci
- Oblikovalci sistemov
- Gradbena podjetja
- Namestitve in vzdrževanje sistemov
- Vgradniki oken
- Proizvajalci gradbenih materialov
- Proizvajalci sestavnih delov za sistemov



## 3. VPLIV

### 3.1. KORISTI

- Zmanjšanje stroškov upravljanja stavb
- Izboljšan notranji nadzor udobja za uporabnika
- Zmanjšanje emisij CO<sub>2</sub> in okoljskih vplivov na splošno
- Možnost uresničitve stavb z ničelno porabo energije (stavbe NZEB ali ZEB) s sprejetjem takšnih rešitev v kombinaciji z uvedbo obnovljivih virov energije in proizvodnjo na kraju samem
- Možnost stalnega spremljanja porabe z uporabo senzorjev in krmiljenja naprav
- Priložnost za zamenjavo starih in neučinkovitih obratov, ki jih pogosto poganjajo fosilna goriva, z novimi, manj vplivnimi in bolj učinkovitimi obrati

### 3.2. ZAPLETENOSTI

- Visoki stroški najnovejše generacije generatorjev in toplotno najučinkovitejših materialov
- Večji vpliv izolacijskih materialov v primerjavi z drugimi in številne težave pri njihovem recikliranju in/ali ponovni uporabi
- Nadaljnji razvoj predpisov o energetske učinkovitosti stavb, zaradi česar je treba preseči zahtevane omejitve, in s tem tveganje, da bodo v bližnji prihodnosti potrebni novi posegi
- Razviti je treba rešitve za ravnanje z odpadki, ki nastanejo zaradi razgradnje npr. starih naprav, ki spremljajo projekte prenove
- Navedba v okvirih meril za optimizacijo zasnove, omejenih samo na operativno fazo stavbe



## KARAKTERIZACIJA DOBRE PRAKSE M

<b>EDINSTVENA OZNAKA</b>	BP_M
<b>IME</b>	PREHOD NA OBNOVLJIVE VIRE ENERGIJE
<b>PREDMET</b>	Materiali - Viri - Sestavni deli - Celotna stavba
<b>STOPNJA ŽIVLJENJSKEGA CIKLA</b>	Načrtovanja - Proizvodnja - Uporaba - Prenove - Koncu življenjske dobe
<b>TEMELJNI POGOJI / PREDPOGOJI</b>	Usposabljanje načrtovalcev, Razpoložljivost proizvodov



Il progetto CIRCULAR.BUILDINGS è cofinanziato dall'Unione europea nell'ambito del Programma Interreg VI-A Italia-Slovenia.  
*Projekt CIRCULAR.BUILDINGS sofinancia Evropska unija v okviru Programa Interreg VI-A Italija-Slovenija.*

[www.ita-slo.eu/circularbuildings](http://www.ita-slo.eu/circularbuildings)



Circular.buildings



Circular.buildings



## 1. KARAKTERISTIKE

### 1.1. OPIS

Tudi če so energetske potrebe stavb ali posameznih materialov majhne, je treba za njihovo zadovoljevanje uporabljati obnovljive in čiste vire energije, da bi se izognili postopkom, kot je izgorevanje fosilnih virov, katerih pridobivanje, predelava in prevoz so med največjimi viri vpliva na okolje, zlasti na zrak. Poleg tega so potrebni tudi viri, ki niso izčrpljivi in ki omogočajo proizvodnjo energije neposredno na mestu njene posledične uporabe, z ad hoc napravami.

### 1.2. POMEN ZA KROŽNE STABVE

Namestitev sistemov za proizvodnjo energije iz obnovljivih virov na kraju samem, tako na obstoječih kot na novih stavbah, omogoča čim večjo krožnost energije, zlasti z vidika samoproizvodnje in samopotrošnje: s proizvodnjo energije in njenim shranjevanjem, da bi jo lahko uporabili po potrebi, se prepreči zapravljanje proizvedene energije in zmanjša povpraševanje po energiji iz gospodinjestev, ki za proizvodnjo večinoma uporabljajo fosilna goriva. Z uporabo obnovljivih virov pri proizvodnji gradbenih materialov se zmanjša tudi s tem povezan ogljični odtis, s čimer postanejo bolj krožni. Proizvodnja iz obnovljivih virov je še posebej pomembna za doseganje krožnosti energije v obstoječih stavbah, saj jim omogoča pokrivanje presežka potreb po energiji, povezanega z nizko učinkovitostjo njihovih ovojev.

### 1.3. VIDIKI INOVACIJE

Vključevanje sistemov obnovljivih virov energije v stavbe je že več let ključno vprašanje okoljske trajnosti: inovacije za krožnost morajo temeljiti na širjenju obsega uporabe teh sistemov. Vedno več tehnoloških rešitev predlagajo na primer proizvajalci solarnih panelov: če se njihov trg ne želi stabilizirati, se je treba osredotočiti na inovativne rešitve, kot so prilagojeni paneli, ki jih je mogoče vgraditi v kateri koli gradbeni element, od strešne kritine do sten ter okvirjev vrat in oken; glavna zaveza proizvajalcev mora biti proizvodnja panelov iz lokalnih materialov, kar je danes nemogoče, saj na trgu še vedno prevladuje logika dobička, katere cilj je nakup poceni materialov v azijskih državah: zato je treba sprejeti pobude, vključno z javnimi pobudami in financiranjem ali spodbudami, ki si prizadevajo za oblikovanje evropskih trgov, na katerih bi bili stroški in emisije, povezane s prevozom materialov, nižji.



## 2. TEHNIČNE INFORMACIJE

Glavne tehnične informacije iz literature.

### 2.1. PRAKTIČNE UPORABE

- Namestitev fotonapetostnih panelov s pravilno usmeritvijo in drugih sestavnih delov naprave, potrebnih za izkoriščanje električne energije ter za prenos neizkoriščenega presežka v omrežje, če ni baterij
- Namestitev termičnih sončnih kolektorjev na strehah za proizvodnjo tople vode ali predgrevanje vode v ogrevalnih sistemih
- Zamenjava kotlov na fosilna goriva s kotli na biomaso (obnovljive vire) ali toplotnimi črpalkami, ki bolje izkoriščajo fotovoltaično energijo
- Sodelovanje v projektih skupnostne energetike, daljinskega ogrevanja in daljinske proizvodnje za uporabo obnovljive energije, proizvedene v velikih obratih
- Sprejetje rešitev, ki temeljijo na proizvodnji geotermalne toplote ali električne energije iz vetrnih in hidroelektričnih virov
- Izbira naprav in obnovljivih virov glede na potrebe stavbe

### 2.2. VPLETENE ZAINTERESIRANE STRANI

- Oblikovalci sistemov
- Namestitve in vzdrževanje sistemov
- Proizvajalci sestavnih delov za sistemov
- Javne uprave



## 3. VPLIV

### 3.1. KORISTI

- Dostop do številnih spodbud na nacionalni ali regionalni ravni za lažji prehod na zeleno energijo
- Znatni ekonomski prihranki pri porabi, pri prodaji električne energije pa celo dobiček, ko se povrne vložena sredstva
- Omejitve proizvodnje CO<sub>2</sub> in drugih onesnaževalnih delcev, povezanih z izgorevanjem fosilnih goriv
- Možnost vključitve sistemov obnovljivih virov energije tudi po izgradnji stavbe, odvisno od ugotovljenih potreb
- Različne možnosti izbire obnovljivega vira energije glede na potrebe in najbolj izkoriščene vire.
- Možnost integracije v večino obstoječih stavb

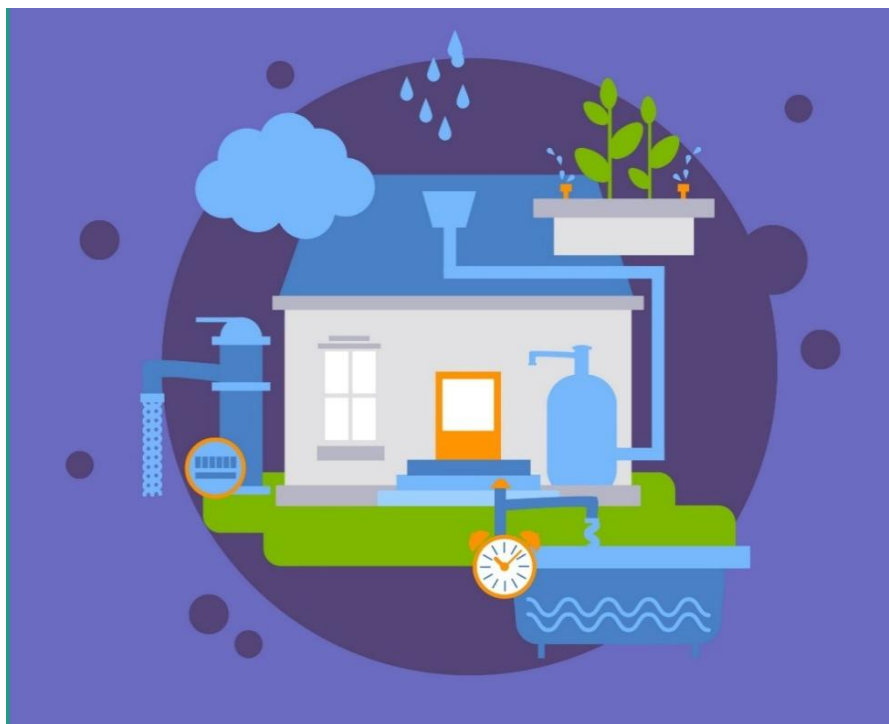
### 3.2. ZAPLETENOSTI

- Proizvodnja fotonapetostnih panelov je skoncentrirana v azijskih državah, kjer je prevoz dolgotrajen, drag in onesnažujoč
- Baterije, ki se uporabljajo za shranjevanje električne energije, so zelo onesnažujoče, jih ni mogoče ponovno uporabiti in imajo omejeno življenjsko dobo, tako kot večina komponent fotonapetostnih sistemov
- Potreba po oblikovalskih premislekih glede na konfliktacijo stavbe
- Težko vključevanje obnovljivih virov energije v zgodovinske stavbe zaradi omejitev
- Veliko nastajanje odpadkov zaradi obsežne zamenjave obstoječih naprav
- Za velike stavbe ni potrebe po dragih in obsežnih inštalacijah
- Potreba po pogostem vzdrževanju in zamenjavi sestavnih delov
- Proizvodnja, ki ni stalna in za podporo potrebuje omrežne povezave, druge rezervne generatorje ali sisteme za shranjevanje



## KARAKTERIZACIJA DOBRE PRAKSE N

EDINSTVENA OZNAKA	BP_N
IME	VARČEVANJE IN UPRAVLJANJE Z VODO
PREDMET	Materiali - Viri - Celotna stavba
STOPNJA ŽIVLJENJSKEGA CIKLA	Načrtovanja - Proizvodnja - Gradnja - Uporaba - Koncu življenjske dobe
TEMELJNI POGOJI / PREDPOGOJI	Skladnost s predpisi, Razpoložljivost proizvodov



Il progetto CIRCULAR.BUILDINGS è cofinanziato dall'Unione europea nell'ambito del Programma Interreg VI-A Italia-Slovenia.  
*Projekt CIRCULAR.BUILDINGS sofinancia Evropska unija v okviru Programa Interreg VI-A Italija-Slovenija.*

[www.ita-slo.eu/circularbuildings](http://www.ita-slo.eu/circularbuildings)



Circular.buildings



Circular.buildings



## 1. KARAKTERISTIKE

### 1.1. OPIS

Tako kot energija je tudi voda vir, ki ga je treba uporabljati varčno in brez izgub, od proizvodnje materialov, gradbenih faz do dejanske uporabe stavbe. Ta najboljša praksa vključuje rešitve za učinkovito rabo vode, pa tudi tiste, ki so namenjene čim večji ponovni uporabi deževnice in zagotavljanju hidravlične nespremenljivosti posegov v grajeno okolje.

### 1.2. POMEN ZA KROŽNE STABVE

Kroženje vode ni izrecno vključeno v nobeno od drugih dobrih praks in se mu pogosto ne pripisuje potrebnega pomena. Navedene prakse omogočajo izvajanje načela krožnosti, ne le zmanjšanja z optimalno uporabo virov, temveč tudi ponovne uporabe/recikliranja, na primer z uporabo deževnice za namakanje ali namestitvijo naprav za čiščenje odpadne vode za ponovno uporabo. S takšnim načinom delovanja in vzgojo uporabnikov stavb za varčevanje z vodo lahko čim bolj omejimo oskrbo iz lokalnega vodovodnega omrežja: za delovanje njegovih sistemov so potrebne zelo velike količine energije, kar povzroča enako velik vpliv, ki ga lahko s temi majhnimi rešitvami na ravni stavbe zmanjšamo.

### 1.3. VIDIKI INOVACIJE

Glavna novost te prakse je pozornost na najmanj upoštevani vir v stavbi in njeni proizvodni verigi: najprej mora proizvajalec materialov omejiti njihovo uporabo in odpadke v procesih; izvajalec mora posledično izbrati materiale tudi na podlagi najmanjše *embodied water*, gradbišče in gradnjo pa mora načrtovati tako, da je poraba na kraju samem čim manjša. Vloga projektanta je bolj kot kdaj koli prej temeljna, zlasti pri zagotavljanju hidravlične nespremenljivosti projekta in omejevanju hidrogeoloških posledic stavbe, zlasti v tem kontekstu podnebnih sprememb: vključitev lovilnih bazenov in zelenih streh lahko delno prispeva k ublažitvi problema. Kar zadeva fazo vzdrževanja, je uvedba naprav za odkrivanje puščanja in okvar izredno koristna inovacija za učinkovito porabo vode.



## 2. TEHNIČNE INFORMACIJE

Glavne tehnične informacije iz literature.

### 2.1. PRAKTIČNE UPORABE

- Zmanjšanje neprepustnih pločnikov v korist prepustnih tal
- Gradnja cistern za zbiranje deževnice, ki se uporabljajo za nesanitarne namene, kot je namakanje
- Namestitve naprav za varčevanje z vodo, kot so regulatorji pretoka za pipe ali kapalke
- Sistematični pregledi uhajanja
- Zmanjšanje uporabe vode za dekorativne namene, razen če je zagotovljena popolna povrnitev
- Vključitev čistilnih naprav za sivo vodo
- Uporaba izdelkov, ki so sami po sebi izdelani z zmanjšanjem vsebovanega deleža vode
- Izobraževanje uporabnikov o tem, kako najbolje upravljati porabo vode
- Uvedba rešitev za recirkulacijo pitne vode za ohranjanje njene kakovosti in preprečevanje razmnoževanja bakterij

### 2.2. VPLETENE ZINTERESIRANE STRANI

- Strukturni načrtovalci
- Oblikovalci sistemov
- Namestitve in vzdrževanje sistemov
- Proizvajalci sestavnih delov za sistemov



## 3. VPLIV

### 3.1. KORISTI

- Doseganje prihrankov, vključno z denarnimi, pri proizvodnji toplotne energije in posledično zmanjšanje emisij CO<sub>2</sub> v primeru proizvodnje iz fosilnih goriv
- Denarni prihranki pri porabi vode
- Zmanjšanje porabe pitne vode za manj plemenite namene, kot je namakanje
- Zmanjšanje težav z odtekanjem padavinske vode v mestnem kanalizacijskem sistemu s sprejetjem rešitev hidravlične nespremenljivosti

### 3.2. ZAPLETENOSTI

- Nezmožnost gradnje podzemnih rezervoarjev ali rezervoarjev zadostne velikosti, da bi pokrili potrebe tudi v obdobjih z malo padavinami
- Visoki stroški vzdrževanja celotnega hidravličnega sistema v brezhibnem stanju
- Malo splošnega zanimanja za vodne vire, ki se štejejo za manj pomembne kot energija
- Potreba po parkiriščih in tlakovanih površinah v velikih kompleksih, ki, če niso nepropustne, ne omogočajo hidravlične nespremenljivosti
- Doslej ni bilo globalnega trenda za sistematično vključevanje naprav za varčevanje z vodo v izdelke, ki so na voljo na trgu



## KARAKTERIZACIJA DOBRE PRAKSE O

<b>EDINSTVENA OZNAKA</b>	BP_O
<b>IME</b>	ZANAŠANJE V CERTIFICIRANJO STAVBE IN KAZALNIKIH KROŽNOSTI
<b>PREDMET</b>	Materiali - Viri - Celotna stavba
<b>STOPNJA ŽIVLJENJSKEGA CIKLA</b>	Načrtovanja - Proizvodnja - Gradnja - Uporaba - Prenove - Koncu življenjske dobe
<b>TEMELJNI POGOJI / PREDPOGOJI</b>	Zaupanje v certifikacijski organ, Razpoložljivost podatkov



Il progetto CIRCULAR.BUILDINGS è cofinanziato dall'Unione europea nell'ambito del Programma Interreg VI-A Italia-Slovenia.  
Projekt CIRCULAR.BUILDINGS sofinancia Evropska unija v okviru Programa Interreg VI-A Italija-Slovenija.

[www.ita-slo.eu/circularbuildings](http://www.ita-slo.eu/circularbuildings)



Circular.buildings



Circular.buildings



## 1. KARAKTERISTIKE

### 1.1. OPIS

To so kazalniki ali ravni učinkovitosti, ki količinsko opredeljujejo skladnost stavbe z okoljskimi, socialnimi in ekonomskimi standardi; v primeru certificiranja trajnosti kažejo vpliv stavbe na okolje predvsem v fazi uporabe. Z dodajanjem indeksov krožnosti se pozornost usmeri na vse faze življenjskega cikla stavbe in njihove vplive, zlasti na prakse ob koncu življenjske dobe.

### 1.2. POMEN ZA KROŽNE STABVE

Če se pri količinski opredelitvi trajnosti in krožnosti stavbe zanesemo na certifikacijske organe, lahko tako kot v primeru LCA, na katerem temelji večina metod certificiranja, opredelimo faze in postopke življenjskega cikla, ki jih je mogoče optimizirati za zmanjšanje porabe materialov in virov, zlasti v fazi uporabe stavbe. Poleg tega so ti certifikati pomembni, ker lahko ocenijo tudi učinke, ki jih imajo krožne izbire na druga področja trajnosti, zlasti družbeno: na ta način se pridobijo oprijemljivi dokazi o koristih v smislu psihofizičnega počutja uporabnikov teh certificiranih krožnih stavb.

### 1.3. VIDIKI INOVACIJE

Tradicionalno so se ti certifikati osredotočali le na trajnost stavb, zdaj pa je v interesu samih organov, da v svoje sisteme ocenjevanja vključijo kazalnike, ki lahko zagotovijo resnično količinsko opredelitev krožnosti. Njihova uporabnost pri prehodu na bolj zeleni gradbeni sektor je tudi v tem, da zagotavljajo projektne okvire, ki jim lahko projektanti zvesto sledijo, tudi če niso povsem seznanjeni s krožnostjo, da bi se na enostaven način približali tej paradigmi. Zdaj je najbolj potrebna sprememba razširitev zanimanja za te certifikate s strani proizvajalcev sestavnih delov, projektantov in gradbenih podjetij, da bi ustvarili skupni in participativni zagon ter učinek posnemanja, zlasti na ravni majhnih stavb in stanovanjskega sektorja.



## 2. TEHNIČNE INFORMACIJE

Glavne tehnične informacije iz literature.

### 2.1. PRAKTIČNE UPORABE

- Pridobivanje certifikatov, kot so BREEAM, LEED, WELL, ki količinsko opredeljujejo trajnost stavbe
- Izračun indeksov, kot je kazalnik krožnosti materiala (MCI) ali drugi kazalniki, ki jih je mogoče najti v literaturi
- Upoštevajte smernice na spletnih straneh glavnih bonitetnih sistemov, da zagotovite, da se vsi postopki izbire materialov in gradnje izvajajo v skladu z zahtevami
- Uporaba materialov z okoljskimi certifikati in certifikati EPD
- Splošna skladnost z opredeljenimi najboljšimi praksami
- Upoštevanje smernic, kot so ravni
- Uporaba tehnik, kot je Material Flow Analysis (MFA), za spremljanje materialnih tokov za izračun drugih kazalnikov

### 2.2. VPLETENE ZAINTERESIRANE STRANI

- Arhitekti
- Strukturni načrtovalci
- Oblikovalci sistemov
- Namestitve in vzdrževanje sistemov
- Proizvajalci sestavnih delov za sistemov
- Audit certifikacijskega organa



## 3. VPLIV

### 3.1. KORISTI

- Dostop do gospodarskih spodbud, prilagojenih stopnji trajnosti
- Izboljšana okoljska učinkovitost stavb
- Zmanjšanje stroškov upravljanja stavb
- Izboljšano notranje počutje uporabnikov
- Povečanje vrednosti stavb s certificiranjem
- Kvantifikacija ekonomskega donosa z nekaterimi kazalniki krožnosti, pri čemer se ne upoštevajo le dejanski denarni prihranki, temveč tudi tisti, ki so povezani z zmanjšanjem vplivov in dobički iz pozitivnih vplivov
- Učinek emulacije, ki je posledica naraščajočega števila certificiranih stavb pri načrtovanju novih stavb in posegih v obstoječe stavbe

### 3.2. ZAPLETENOSTI

- Določitev najbolj reprezentativnih indeksov krožnosti
- Kvantifikacija količin materialov v obstoječih stavbah, potrebnih za izračun kazalnikov
- Težka količinska opredelitev dobrega počutja uporabnikov in bolj subjektivni kazalniki krožnosti
- Nezmožnost pridobitve popolnoma zanesljivih in realističnih rezultatov zaradi številnih predpostavk in simuliranih scenarijev
- Potreba po pogosto dražji izbiri zasnove in previdnostnih ukrepov za pridobitev certifikatov
- Pomanjkanje dokončnega okvira za ocenjevanje krožnosti namesto samo trajnosti

