

VARNA UPORABA SEKUNDARNIH GRADBENIH MATERIALOV

Informacijski paket za proizvajalce

Avtorji:

Mateusz Kozicki

Anna Goljan

Katarzyna Komorowska

Katarzyna Naperty-Kowal

Michał Chwedaczuk

Filip Chyliński



December 2023



Ta smernica je nastala kot ena izmed dejavnosti projekta CirCon4Climate. Ta projekt je del Evropske podnebne pobude (EUKI) nemškega zveznega ministrstva za gospodarske zadeve in podnebne ukrepe (BMWK).

Supported by:



Federal Ministry
for Economic Affairs
and Climate Action



European
Climate Initiative
EUKI

on the basis of a decision
by the German Bundestag

Naslov:	Varna uporaba sekundarnih gradbenih materialov.
	Informacijski paket za proizvajalce.
Verzija:	1.1
Datum:	8.12.2023
Avtorji:	Mateusz Kozicki, Anna Goljan, Katarzyna Komorowska, Katarzyna Naperty-Kowal, Michał Chwedaczuk, Filip Chyliński
Kontaktna oseba:	Mateusz Kozicki m.kozicki@itb.pl
Inštitucija:	Building Research Institute Filtrowa 1, 00-611 Warsaw www.itb.pl

Kazalo

1.	Uvod	4
2.	Namen smernice	6
3.	Upravljanje z gradbenimi odpadki na ravni EU	7
3.1.	Hierarhija ravnanja z gradbenimi odpadki	9
3.2.	Rušenje zgradb/stavb	10
3.3.	Ravnanje z gradbenimi odpadki po rušenju objekta	12
3.3.1.	Ločevanje gradbenih odpadkov po frakcijah	12
3.3.2.	Ločevanje inertnih in nevarnih odpadkov	12
4.	Gradbeni proizvodi in krožno gospodarstvo	15
4.1.	Trženje gradbenih proizvodov	15
4.2.	Okoljske zahteve za gradbene proizvode	17
4.2.1.	Navajanje okoljskih obremenitev	17
4.2.2.	Sproščanje nevarnih snovi iz gradbenih proizvodov	19
4.3.	Tehnične zahteve za gradbene proizvode	23
5.	Primeri ponovne uporabe odpadkov iz gradbenih, prenovitvenih in rušitvenih del	24
5.1.	Konstruktivni les	24
5.2.	Jeklo, armatura, armiran beton	24
5.3.	Steklo	26
5.4.	Plastika	28
5.5.	Mavec (mavčne plošče)	29
5.6.	Mineralni odpadki (beton, opeka, cement, keramične ploščice)	29
6.	Povzetek in zaključki - napovedi in usmeritve o razvoju krožnega gospodarstva v gradbenem sektorju	32
7.	Seznam literature	33
8.	Seznam slik	38

1. Uvod

Gradbeništvo pomembno vpliva na naravno okolje in rabo virov, predvsem zaradi porabe surovin (npr. lesa, jekla, cementa) in energije za proizvodnjo gradbenih proizvodov, transporta ter ogrevanja in hlajenja stavb. V gradbeništvu nastanejo ogromne količine odpadkov, ki jih je težko odstraniti in reciklirati v fazah proizvodnje, rušenja in obnove. Kot odgovor na zgornja vprašanja se razvijajo koncepti trajnostne gradnje. S krožnim gospodarstvom si prizadevajo čim bolj zmanjšati negativni vpliv gradnje na naravne vire. To je z uvajanjem recikliranja in ponovne uporabe gradbenih materialov ter zmanjševanjem količin odpadkov z načrtovanjem trajnih in modularnih konstrukcij.

Izpusti ogljikovega dioksida (CO₂), povezani z gradbenim sektorjem, predstavljajo enega najpomembnejših virov globalnih toplogrednih emisij. Kot je navedeno v poročilu zveze Global Alliance for Buildings and Construction (v prevodu Globalno zavezništva za stavbe in gradbeništvo) iz leta 2019 [1] sta gradnja in raba stavb prispevala približno 39% vseh globalnih emisij CO₂ v letu 2018. Prejšnji model gospodarstva, zasnovan na linearnem pristopu, ki temelji na proizvodnji, uporabi in odstranitvi, ni trajnostosten. Potrebni so novi pogledi in ukrepi, da bo možno nadomestiti linearno gospodarstvo s krožnim gospodarstvom, kjer se odpadki in surovine ponovno uporabijo. Krožno gospodarstvo vključuje zmanjšanje porabe primarnih virov in energije ter zmanjšanje količine odpadkov tako, da jih vključimo v zaprt sistem krožne uporabe in recikliranja.

Evropski zeleni dogovor (European Green Deal) [2] predstavlja skupek političnih pobud, ki si znotraj držav EU prizadevajo doseči zeleni prehod, končni cilj pa je podnebna nevtralnost do leta 2050. Evropski zeleni dogovor je namenjen boju proti podnebnim spremembam, varovanju biotske raznovrstnosti, izboljšanju kakovosti zraka in povečanju učinkovitosti rabe virov. Obravnava več komunikacijskih strategij, pobud in političnih aspektov, kot je prikazano na sliki 1 v [3]. Da bi EU dosegla svoj cilj za leto 2030, je Evropska komisija leta 2021 predlagala paket novih in posodobljenih uredb, znan kot "Fit for 55". Prvih šest mesecev leta 2023 so prinesli odobritev naslednjih uredb: revizijo sistema trgovanja z emisijami EU (EU ETS), izvajanje instrumenta za boj proti nezajetim emisijam (dajatve za emisije toplogrednih plinov za uvoženo blago), projekt zagotavljanja, da bodo nova potniška vozila in tovornjaki v EU do leta 2035 ustvarjali ničelne neto emisije, ter spremenjene dovolilnice za emisije v letalskem prometu [4].

Slika 1: Pregled politik, pobud in komunikacije v okviru Evropskega zelenega dogovora za gradnjo (na podlagi [3]).



»Akcijski načrt krožnega gospodarstva« (Circular Economy Action Plan) [5], namenjen spodbujanju krožnega gospodarstva v Evropski uniji, je ena izmed pobud Zelenega dogovora (Green Deal). Ključne predpostavke »Akcijskega načrta krožnega gospodarstva« so preprečevanje prekomerne rabe virov, spodbujanje recikliranja in predelave, razvoj trga sekundarnih materialov in spodbujanje zelenih inovacij. Evropska komisija je v okviru ukrepov podpore krožnemu gospodarstvu marca 2023 predstavila nov projekt za podporo popravil in ponovne uporabe blaga (proizvajalci bi bili zadolženi k popravilu proizvodov pod zakonsko garancijo, razen če je njihova zamenjava cenejša), nove EU predpise o embalaži (odprava nepotrebne embalaže, omejitev pakiranja v več embalažnih kosov) oz. celovito strategijo EU o kritičnih surovinah [6].

Podnebne spremembe so spodbudile države članice EU k uvedbi političnih pristopov in direktiv za izboljšanje energetske učinkovitosti stavb v državah članicah, s ciljem zmanjšanja porabe energije in emisij toplogrednih plinov. Na primer, ključni cilji Direktive o energetske učinkovitosti stavb [7] vključujejo izboljšanje energetske učinkovitosti stavb, spodbujanje uporabe obnovljivih virov energije ter uvedbo energetske izkaznice za stavbe. Države članice naj uskladijo svojo nacionalno zakonodajo z zahtevami direktive in redno poročajo o napredku pri doseganju povezanih ciljev.

2. Namen smernice

Osnovni namen smernice je povečati ozaveščenost o praksah krožnega gospodarstva, ki se osredotočajo na krepitev tržnih dejavnosti z namenom maksimizacije uporabe sekundarnih surovin, zmanjševanja nastajanja odpadkov ter razvoja novih okoljsko trajnostnih proizvodov. Študija bo zagotovila sistematično znanje in ponudila praktične rešitve za proizvajalce in potrošnike, ki jih zanima uporaba recikliranih gradbenih proizvodov z namenom optimizacije ravnanja z odpadki in varovanja okolja.

Priročnik podaja smernice in zahteve glede ocenjevanja tehničnih lastnosti ter okoljskih in zdravstvenih vplivov povezanih z uporabo sekundarnih materialov, gradbenih proizvodov, ki jih vsebujejo, ter recikliranih in ponovno trženih proizvodov. Poleg tega priročnik predstavlja pregled nacionalnih in evropskih predpisov, standardov in zahtev, da bi pomagal deležnikom v gradbenem sektorju lansirati gradbene proizvodev skladu z načeli krožnega gospodarstva in jih varno uporabljati. Prav tako identificira področja, kjer bi morali predpisi postati bolj specifični.

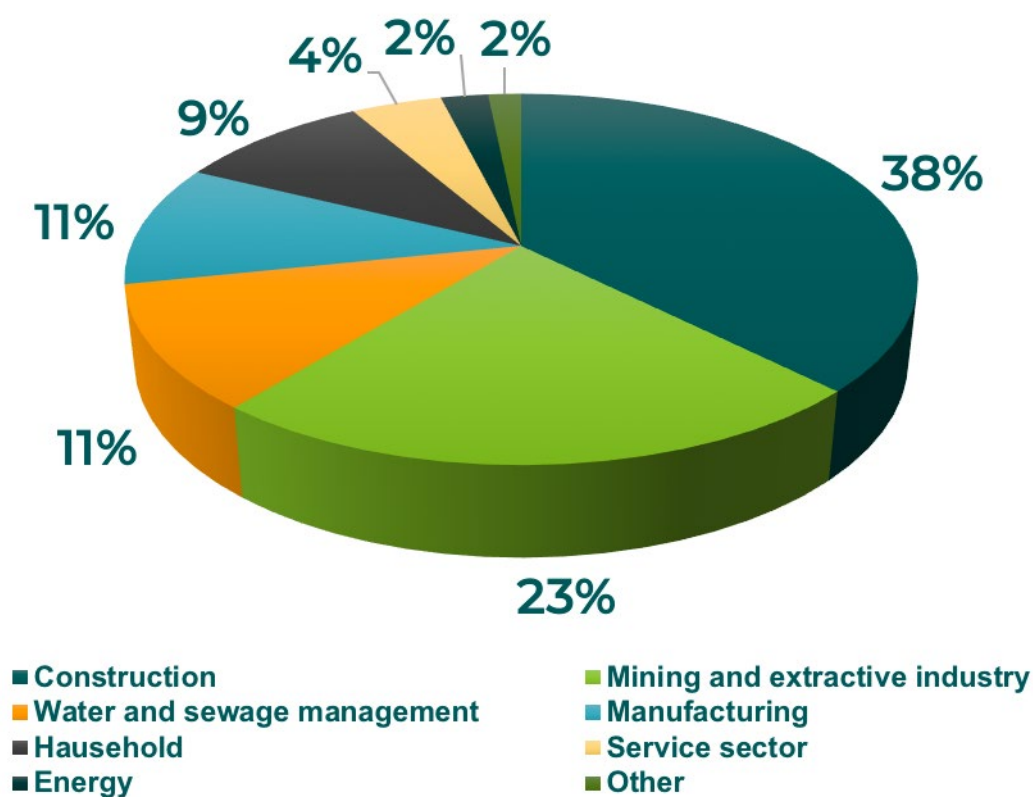
Smernica zagotavlja ključne informacije o uporabi sekundarnih materialov, ki izhajajo iz gradnje, obnove in rušenja objektov. Predstavlja podrobno znanje ter usmerja posameznike in subjekte, ki jih zanima koristna uporaba odpadkov, nastalih pri gradnji, obnovi in rušenju.

Delež recikliranja in ponovne uporabe odpadnih materialov iz gradnje in rušenja v EU se giblje od manj kot 10% do več kot 90%. Države članice uporabljajo različne definicije odpadkov iz gradnje in rušenja objektov, kar otežuje primerjave med državami. EU si prizadeva zagotoviti ravnanje z gradbenimi odpadki na okolju prijazen način. Popolna izraba potenciala gradbenih odpadkov naj bi prispevala k prehodu na krožno gospodarstvo [8].

3. Upravljanje z gradbenimi odpadki na ravni EU

Gradbeni sektor je odgovoren za velike okoljske obremenitve zaradi visoke porabe naravnih surovin. Gradbene dejavnosti so povezane z nastajanjem obsežnih količin odpadnih materialov v fazah gradnje, uporabe (vzdrževanje, obnova) in rušenja. Gradbeni odpadki predstavljajo težavo za vsako evropsko državo, njihova količina pa se postopoma povečuje. Podatki Eurostata za leto 2020 kažejo, da je v državah članicah EU nastalo več kot 2,1 milijarde ton odpadkov. Gradbeni sektor je proizvedel 37,5% celotne količine odpadkov, sledili so odpadki, proizvedeni v rudarski in predelovalni industriji (23,4%), odpadki iz čiščenja odpadnih voda – komunalno blato (10,8%), odpadki iz proizvodnje (10,6%) ter gospodinjiski odpadki (9,4%). Preostanek je pripadal odpadkom iz drugih poslovnih dejavnosti (Slika 2) [9].

Slika 2: Delež nastalih odpadkov glede na gospodarske dejavnosti v EU (podatki za leto 2020; vir: Eurostat spletni podatki [9]).



Evropske politike si prizadevajo preprečevati nastajanje odpadkov in spodbujajo ponovno uporabo proizvodov. Če to ni mogoče, je prednostna rešitev recikliranje (vključno s kompostiranjem), sledi uporaba odpadkov za proizvodnjo energije. Odlaganje odpadkov na odlagališčih je sicer najenostavnejša rešitev, vendar tudi najbolj škodljiva za okolje in človekovo zdravje. Zato je to zadnja izmed možnosti.

Med ključnimi pravnimi akti v Evropski Uniji, ki urejajo ravnanje z odpadki, vključno z gradbenimi odpadki, je Direktiva Evropskega parlamenta in Sveta 2008/98/ES [10] o odpadkih. Celostni pristop, ki temelji na analizi celotnega življenjskega cikla, naj bi prispeval k preprečevanju nastajanja odpadkov v skladu s hierarhijo ravnanja z odpadki. Slednja je vključena v to direktivo.

Direktiva [10] določuje splošna načela ravnanja z odpadki. Na primer ravnanje z odpadki, vključno z nevarnimi odpadki, zbiranje, prevoz, skladiščenje, odstranjevanje in predajo,

stroški ravnanja z odpadki, obdelava odpadkov v sistemih in opremi ter podrobna pravila ravnanja z nekaterimi vrstami odpadkov (vključno z gradbenimi odpadki in gradbenimi ruševinami). Glede na gradbene odpadke Direktiva [10] lastnike objektov zavezuje, da na primer:

- ločujejo gradbene odpadke od drugih odpadkov ter jih selektivno zbirajo in ločeno odstranjujejo glede na vrsto odpadka;
- predajo gradbene odpadke v predelavo v pooblaščen obrate. Obrati morajo odpadke predelati na okoljsko trajnosten način;
- pripravljajo dokumentacijo o količini in vrsti nastalih odpadkov ter metodi njihovega ravnanja;
- pridobijo dovoljenje za skladiščenje gradbenih odpadkov na svojem območju, če imajo namen skladiščenja.

Zakonodaja

OSNOVNA ZAKONODAJA, KI UREJA RAVNANJE Z ODPADKI:

EU: Direktiva Evropskega parlamenta in Sveta 2008/98/ES z dne 19. novembra 2008 o odpadkih in razveljavitvi nekaterih direktiv [10]

PL: Zakon z dne 14. decembra 2012 o odpadkih [11]

CZ: Zákon o odpadech. Zákon č. 541/2020 Sb.[12]

SL: Uredba o odpadkih (Uradni list RS, št. 37/15, 69/15, 129/20, 44/22 – ZVO-2 in 77/22) [13]

DE: Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen Kreislaufwirtschaftsgesetz - KrWGC) Vom. 24. Februar 2012 [14]

Obstajata dva osnovna vira nastajanja gradbenih odpadkov, tj. (1) gradbeni odpadki, odpadki nastali pri obnovi in rušenju v okviru hišnih del, ki se obravnavajo kot komunalni odpadki in (2) industrijski odpadki.

Za gradbene odpadke in odpadke nastale pri obnovi in rušenju je značilna velika materialna raznolikost. Gradbene odpadke predstavljajo beton, opeka, keramika, naravni les ter lakiran ali impregniran les, kovine, steklo, plastika, strešne kritine, ter naravni agregati in zemljina. V skladu z Evropsko klasifikacijo odpadkov (EWC) [15] se gradbeni odpadki in odpadki nastali pri obnovi in rušenju uvrščajo v skupino 17 – Gradbeni odpadki, odpadki nastali pri obnovi in rušenju (vključno z izkopanimi zemljinami iz kontaminiranih območij) stavbnih objektov in cestne infrastrukture.

Zakonodaja

ŠIFRE ODPADKOV SO DODELJENE NA PODLAGI NASLEDNJE ZAKONODAJE:

EU: Usmeritve o klasifikaciji odpadkov glede na kategorije EWC-Stat [15]

EU: Odločba Komisije z dne 18. decembra 2014, s katero se spreminja Odločba št. 2000/532/ES o seznamu odpadkov v skladu z Direktivo Evropskega parlamenta in Sveta 2008/98/ES [16]

Za gradbene odpadke, odpadke nastale pri obnovi in rušenju stavbnih objektov in cestne infrastrukture so zadolžena specializirana gradbena podjetja, ki izvajajo dela, pri katerih ti odpadki nastajajo. Ta podjetja so zadolžena za ustrezno obravnavo nastalih odpadkov (reciklažo).

Povročitelji odpadkov so odgovorni za zbiranje in prevoz gradbenih odpadkov in odpadkov nastalih pri obnovi in rušenju; mednje sodijo posamezniki, gradbena podjetja in specializirana podjetja zbiranje in prevoz odpadkov. Lastniki odpadkov morajo redno voditi evidenco o kakovosti in količini odpadkov, v skladu s katalogom odpadkov, določenim v evidenci odpadkov.

3.1. Hierarhija ravnanja z gradbenimi odpadki

Direktiva 2008/98/ES [10] vpeljuje postopke ravnanja z odpadki, kar pomeni pravila in smernice ravnanja z odpadki, namenjene zmanjšanju negativnega vpliva odpadkov na okolje in človekovo zdravje. Razvršča postopke ravnanja z odpadki od najbolj okoljsko trajnostnih do postopkov, ki bi jih bilo treba zmanjšati ali celo odpraviti. Preprečevanje nastajanja odpadkov, ponovna uporaba in recikliranje se ujemajo s temeljnimi načeli krožnega gospodarstva (Slika 3).

Slika 3: Hierarhična shema ravnanja z gradbenimi odpadki



Hierarhični pristop h ravnanju z gradbenimi odpadki zajema naslednje stopnje:



1) PREPREČEVANJE NASTAJANJA ODPADKOV

Osnovni cilj je zmanjšati količino gradbenih odpadkov. Na primer z načrtovanjem konstrukcij na osnovi trajnih gradbenih materialov ter optimizacijo gradbenih procesov



2) PRIPRAVA ZA PONOVNO UPORABO

Gradbeni odpadki, ki se lahko ponovno uporabijo, bi morali biti ločeno zbrani, obnovljeni in predani za ponovno uporabo.



3) RECIKLIRANJE

Odpadki gradbenih materialov bi morali biti reciklirani v sekundarne materiale, da se zmanjša okoljska obremenitev.



4) DRUGI PROCESI PREDELAVE

Če recikliranje ali druge metode predelave niso izvedljive, se lahko energija iz odpadkov sproščena ob njihovem sežigu koristno izrabi (npr. izkoriščanje toplote, proizvodnja elektrike).



5) NEVTRALIZACIJA

V primeru, da druge metode niso izvedljive, bi bilo potrebno odpadke nevtralizirati na način, da ne bi bilo povzročene okoljske škode ali vpliva na zdravje ljudi.

3.2. Rušenje zgradb/stavb

Rušenje je sestavni del življenjskega cikla vsake stavbe. Rušenje je potrebno, če je tehnično stanje stavbe slabo, njena prenova predraga ali nemogoča, ali če je parcela namenjena izgradnji novega objekta. Pravilno rušenje stavbe ne predstavlja negativnih vplivov na varnost ljudi, stanje okolja in na učinkovito rabo virov.

V skladu z dobro prakso bi moralo rušenje stavb vključevati naslednje faze:

■ Pregled/revizija konstrukcije pred rušenjem

V tej fazi se izdelava inventar materialov in elementov vgrajenih v stavbo, ki bodo po rušenju postali odpadki. Načrtuje se njihovo nadaljnje ravnanje ter pridobitev vseh potrebnih odobritev in dovoljenj.

Pregledi pred rušenjem so namenjeni optimizaciji postopkov ravnanja z odpadki po rušenju, vključno z določanjem števila zabojnikov za določene frakcije odpadkov, metodami njihovega ločevanja in določitev možnosti ravnanja z odpadki na območju rušenja (*glej: Smernice za pripravo katastra gradbenih materialov*). Načrt ravnanja z odpadki po rušenju bi moral vključevati ločevanje materialov na inertne in nevarne (*točka 3.3.2 Ločevanje inertnih in nevarnih odpadkov*), razdelitev v ustrezne frakcije in določitev njihove ustreznosti za krožnost (ponovna uporaba, recikliranje).

V številnih državah EU lahko lastnik nepremičnine sam izvede pregled pred rušitvijo, kljub temu se priporoča pomoč zunanjega strokovnjaka. Po pregledu mora biti ponudbi podjetja za rušenje priložen zaključni dokument, ki upošteva kriterije selektivne razgradnje (tj. katere elemente je možno obnoviti in katere materiale je treba reciklirati. Na primer, koliko opek se lahko opredeli za ponovno rabo). Upošteva tudi kriterije ravnanja z odpadnim materialom (npr. preprečitev odlaganja opek na odlagališče).

Primer dobre prakse

Švedska ima več kot dvajset let izkušenj na področju ravnanja z odpadki nastalimi po rušenju. Pri tem ima pomembno vlogo Švedsko gradbeno združenje. Organizacija je leta 2007 izdala prva navodila za ravnanje z odpadnimi gradbenimi materiali nastalimi po rušenju. Dokument je bil od takrat redno posodobljen, zadnja revizija je bila objavljena leta 2019 [17].

ÖNORM B3151 [18] je avstrijski standard za rušenje stavb. Standard podrobno opisuje materiale, ki so škodljivi za zdravje ljudi in za okolje, ter jih je potrebno odstraniti iz stavbe pred njenim rušenjem.

Projekt CityLoops [19] je primer uresničevanja načel krožnega gospodarstva. Projekt, ki ga financira EU, združuje sedem evropskih mest, ki si prizadevajo za bolj krožen pri-

stop. Cilj projekta je zapreti zanko dveh najpomembnejših tokovnih odpadkov v Evropi, tj. gradbenih in bioloških odpadkov, ter povečati stopnjo krožnosti v urbanih okoljih. Proces zajema celoten niz dejavnosti, od prostorskega načrtovanja do selektivne razgradnje in ustvarjanja trga sekundarnih materialov [19].

Ključne informacije o pregledih pred rušenjem in selektivnem rušenju najdete v naslednjih evropskih priročnikih:

- (1) "Guidelines for the waste audits before demolition and renovation works of buildings" iz 2018 [20]
- (2) "Construction and Demolition waste and materials. User manual: overview, guidance and instructions" iz 2020 [21] European initiative Level(s) (glej sliko 1)
- (3) „Baurestmassen - Verwertung und Entsorgung“ iz 2023 [22]
- (4) "Improving quality of construction & demolition waste – Requirements for pre-demolition audit" iz 2019 [23]

■ Načrtovanje in določitev območja rušenja

Izolacija območja okoli stavbe je namenjena zagotavljanju varnosti osebja in zaščiti okolice. Območje bi moralo biti ograjeno in zaščiteno, da se nepooblaščenim osebam prepreči dostop na lokacijo. Podroben načrt postopka rušenja bi moral vključevati informacije, kot so določitev delov stavbe, ki se bodo rušili, vrstni red rušenja in oprema, ki se bo pri tem uporabila. Poleg tega naj bi načrt določal selektivno ločevanje odpadkov po rušenju, način obdelave, odstranjevanje in uporabo varnostnih ukrepov pri vsakem koraku procesa rušenja.

■ Rušenje

Postopek rušenja stavb se lahko izvaja z različnimi procesi, ki so odvisni od velikosti in stanja stavb. Ročno rušenje se uporablja le pri stavbah, ki niso poškodovane in je iz njih mogoče izločiti posamezne materiale. Običajno rušenje, tj. mehanično rušenje z uporabo težke mehanizacije, se uporablja, ko stavba ne predstavlja nevarnosti za okolico in je v stanju, da omogoča relativno varno izvedbo rušilnih del. Nadzorovano rušenje je bolj kompleksno in natančno. Uporablja se, ko je stavba postavljena na omejenem prostoru, obdana z drugimi stavbami ali infrastrukturo, ali ko je treba vibracije in prašenje, ki nastajajo ob procesih rušenja čim bolj zmanjšati. V takih primerih se konstrukcija ruši z uporabo eksploziva, ki omogoči kontrolirano sesutje stavbe. Odstranjevanje nevarnih materialov, na primer azbesta, bi moralo potekati v skladu z veljavnimi predpisi in postopki.

■ Zaključitev postopka rušenja

Zadnja faza rušenja vključuje ločevanje odpadkov po šifri za nadaljnjo predelavo; t.j. recikliranje ali nevtralizacijo. Vsi odpadki, ki so razvrščeni kot nevarni, bi morali biti ustrezno zavarovani, da se prepreči vnos škodljivih snovi v tla in posledično v podzemno vodo. Po odstranitvi odpadkov naj bi bilo območje rušenja izravnano in utrjeno.

3.3. Ravnanje z gradbenimi odpadki po rušenju objekta

3.3.1. Ločevanje gradbenih odpadkov po frakcijah

Gradbeni odpadki in odpadki nastali pri rušenju predstavljajo največji tok odpadkov v Evropski uniji. Znatno del gradbenih odpadkov in odpadkov nastalih pri rušenju se lahko reciklira. Osnovno omejitev predstavlja pomanjkanje zaupanja v kakovost proizvodov na osnovi sekundarnih materialov. Ta omejitev preprečuje široko uporabo takih proizvodov.

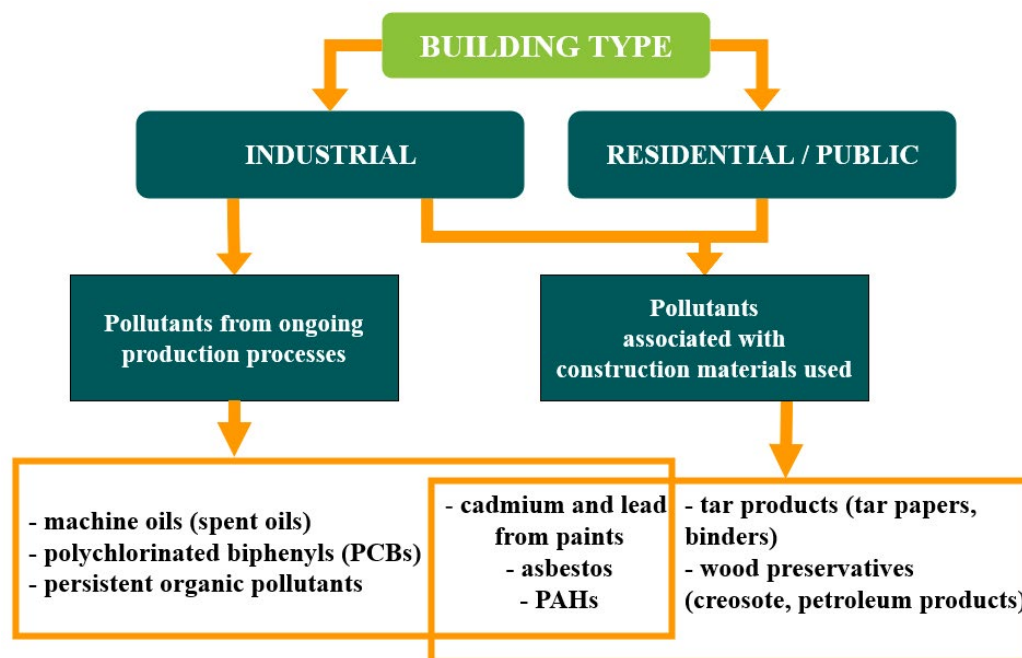
Direktiva o odpadkih (Waste Framework Directive) zavezuje članice EU k selektivnemu zbiranju in odvozu gradbenih odpadkov in odpadkov iz gradbenih ruševin. Razdeljeni naj bodo vsaj na frakcije, kot so les, kovina, steklo, plastika, mavčni materiali in mineralni odpadki, vključno z betonom, opekami, ploščicami, keramičnimi materiali in naravnim kamnom.

Optimizacija zaprtega kroženja gradbenih materialov zahteva ločevanje nevarnih materialov že v zgodnji fazi in nadaljne ločevanje posameznih materialnih frakcij. Na ta način se zagotovi najvišja raven hierarhije ravnanja z odpadki (ponovna uporaba, recikliranje). Ponovna uporaba predmetov naj bo zagotovljena čim prej, ko zadnji najemnik zapusti prostoro, da se preprečijo poškodbe nastale zaradi vlage. Selektivno rušenje lahko traja dlje in je lahko dražje kot običajno rušenje, vendar pri selektivnem rušenju pride do prihrankov pri ravnanju z odpadki (manj odpadnih materialov). Finančni in upravljavski modeli naj upoštevajo prerazporeditev stroškov in prihrankov [19].

3.3.2. Ločevanje inertnih in nevarnih odpadkov

Onesnaženje zaradi uporabe gradbenih materialov, ki lahko vsebujejo nevarne snovi, se nanaša na stanovanjske in javne stavbe ter industrijske objekte (Slika 4).

Slika 4: Viri onesneževanja v grajenem okolju



V industrijskih objektih pogosto prihaja do onesnaževanja pri proizvodnji gradbenih proizvodov, ki vsebujejo nevarne snovi. Pred rušenjem je treba izvesti laboratorijske teste, ki določijo prisotnost nevarnih snovi. Pri odstranjevanju nevarnih odpadkov je treba upoštevati veljavne predpise in smernice za rušenje.

V stavbah, kjer je bila uporabljena industrijska oprema, na primer strojna oprema iz proizvodnje, oprema za hlajenje ali različni industrijski transformatorji, je treba oceniti prisotnost polikloriranih bifenilov (PCB), ki jih vsebujejo olja uporabljena v strojni mehanizaciji.

Azbest je ena izmed najpogostejših nevarnih snovi, ki jih lahko najdemo v določenih gradbenih proizvodih. Nekoč so ga uporabljali kot strešni material (eternit ali valovite azbestno-cementne plošče) in za izolacijo sistemov za izboljšanje odpornosti na visoke temperature (prevleke in obloge kotlov ter cevi). Azbestne in cementne plošče so uporabljali tudi za sestavljene predelne stene in kot protipožarni material.

Svinec in kadmij sta običajno prisotna v barvah in sta pogosti kemični spojini v materialih, ki nastanejo po rušenju.

Poleg tega so izolacijski materiali narejeni na osnovi katrana ter proizvodi za zaščito pred vlago pogosto vgrajeni v stare konstrukcije. Med te proizvode sodijo folija in lepila iz katrana. V vlažnih prostorih in kletah so se uporabljale hidrofobne izolacije iz bitumenskih lepil na bazi organskih topil. Les in lesene plošče so bile zaščitene pred biološko korozijo s premazi na osnovi katrana, na primer krezolom in oljnatimi proizvodi [24].

Kratka razlaga

PRIMERI ONESNEŽEVANJA (NEVARNI GRADBENI ODPADKI):

Azbest - strehe, toplotna izolacija (eternit), ovoj za cevi in kotle, in sestavljene predelne stene

Svinec in kadmij - barve na osnovi svinca

Poliklorirani bifenili - znotraj izolacijskih materialov, energijsko varčne žarnice, kondenzatorji in druge električne naprave, vakuumske črpalke, hidravlični pogoni in ogrevalni sistemi - kot dodatki za maziva.

Poliaromatski ogljikovodiki. (PAHi) - bitumen, katran, katranski papir, lepila, materiali na osnovi gume

Fenoli - impregniran les, karton, železniški pragovi (švelerji), drogovi

Poliklorirani dibenzodioksini in dibenzofurani, Heksa klorobenzen (HCB) in kloro-fluoro-ogljikove spojine ((H)CFC).

Obstojna organska onesnaževala [25]

Če želimo določiti možnosti recikliranja odpadkov in metode recikliranja je treba najprej določiti vrsto odpadkov (inertni, nevarni, neinertni in nenevarni). Vrsto odpadkov določimo na podlagi laboratorijskih testov v skladu s kriteriji, ki so določeni za vsako vrsto odpadkov v odločbi Sveta EU iz dne 19. decembra 2002. Slednja določa kriterije in postopke sprejemanja odpadkov na odlagališča [26].

V skladu z odločbo Sveta EU [26] se nekateri odpadki štejejo za inertne. Njihove osnovne značilnosti so vidne brez testov. V to skupino spadajo sledeči odpadki (navedene so tudi številke odpadkov):

- 1701 01 Beton
- 1701 02 Opeka
- 1701 03 Ploščice in keramika

- 1701 07 Mešanice betona, opeke, plošč in keramike
- 1702 02 Steklo
- 1705 04 Zemljina (vključno z zemeljskimi izkopi z onesnaženih območij), kamenje in izkopani material

Za druge frakcije odpadkov, kot so les, kovine, plastika, mavčne plošče, je treba izvesti teste, da jih je možno klasificirati med inertne odpadke v skladu z odločbo Sveta EU [26].

Preskušanja za določitev inertnosti odpadnih materialov vključujejo: izluževalne teste potencialno nevarnih elementov (As, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn), kloridov, fluoridov in sulfatov; določitev fenolnega indeksa; določitev raztopljenega organskega ogljika (DOC); določitev celotne raztopljene snovi (TDS). Določajo se tudi dodatni parametri, kot so: skupni organski ogljik (TOC), hlapljivi aromatski ogljikovodiki (BTEX), mineralno olje (C10 do C40), poliaromatski ogljikovodiki (PAH) in poliklorirani bifenili (PCB). Poleg tega se nevarne odpadke preizkuša še glede na žaroizgubo (LOI), skupni organski ogljik (TOC), potrebo kisika za nevtralizacijo kislin (ANC) in pH-vrednost.

Zgoraj opisane metode testiranja so opisane v standardih serije EN 12457-1, -2, -3 Characterisation of waste - Leaching - Compliance test for leaching of granular waste materials and sludges (Karakterizacija odpadkov - Izluževanje - Preizkus skladnosti za izluževanje zrnatih odpadnih materialov in muljev) [27-29].

Poleg tega je treba upoštevati zahteve Uredbe Evropskega parlamenta in Sveta (EU) 2019/1021 iz dne 20. junija 2019 o obstojnih organskih onesnaževalih (POP) [30], katere cilj je zmanjšati količine nevarnih kemikalij v odpadkih in proizvodnih procesih. Odpadki, sestavljeni iz snovi, navedenih v Prilogi IV k uredbi, se nevtralizirajo ali odstranjujejo v skladu s predpisi iz Priloge V, del 1, k uredbi. S tem se zagotovi uničenje ali nepovratna sprememba obstojnih organskih onesnaževal, tako da preostali odpadki in izpusti ne kažejo lastnosti obstojnih organskih onesnaževal.

Primer dobre prakse

»Certifikat za selektivno rušenje,« izdan s strani neodvisne neprofitne organizacije »Traimant« v Belgiji, je primer dobre prakse krožnega gospodarstva [31]. Certifikat se izda za dve kategoriji odpadkov: tiste z nizkim in tiste z visokim okoljskim tveganjem. Deli se po celotni verigi oskrbe z odpadki. Varnost je zagotovljena pri obratih, ki procesirajo odpadke razvrščene v skupino z »nizkim okoljskim tveganjem«. »Materiali z visokim okoljskim tveganjem« zahtevajo temeljito preskušanje zaradi prisotnosti nevarnih snovi. Zgoraj opisani ukrepi prispevajo k povečanju zaupanja v odpadne materiale nastale po rušenju.

4. Gradbeni proizvodi in krožno gospodarstvo

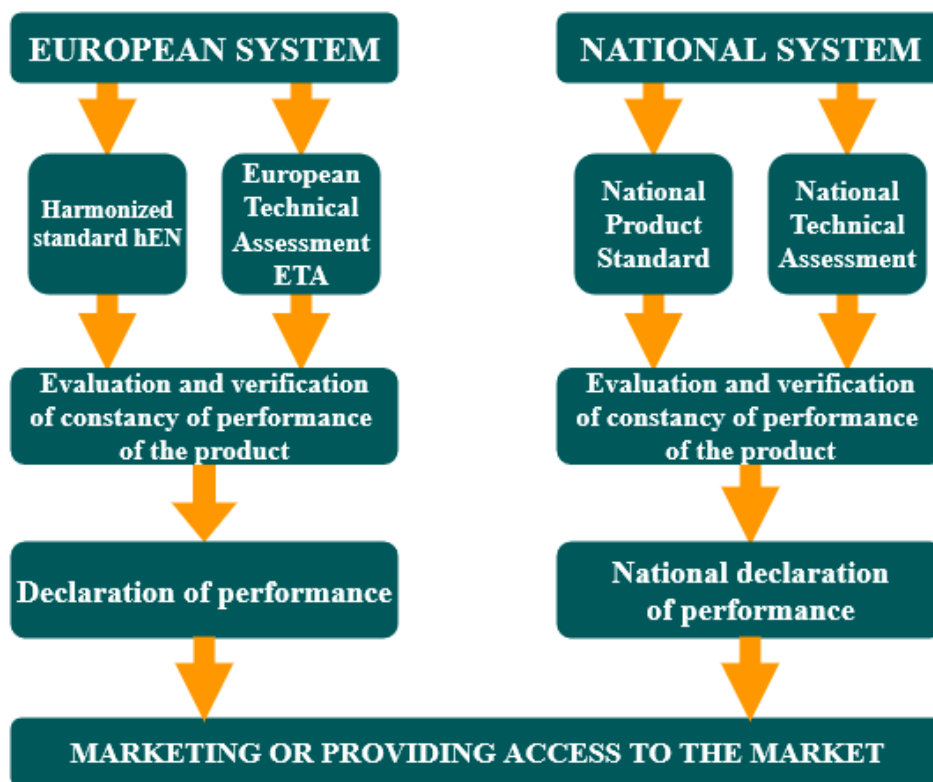
4.1. Trženje gradbenih proizvodov

Države članice določajo zahteve za gradbene konstrukcije in posledično za gradbene proizvode. Te se nanašajo ne le na njihovo vzdržljivost ali trdnost, temveč tudi na njihov vpliv na zdravje ljudi, varovanje okolja in druge vidike varne uporabe. Zahteve so zajete v uredbi (EU) Evropskega parlamenta in Sveta št. 305/2011 iz dne 9. marca 2011, ki določa usklajene pogoje za trženje gradbenih proizvodov in razveljavlja Direktivo Sveta 89/106/EGS (Uredba o gradbenih proizvodih, CPR) [32]. Dokument določa pravila za trženje gradbenih proizvodov v EU v skladu s posebnim usklajenim standardom (hEN) ali evropsko tehnično oceno (ETA - European Technical Assessment) (Slika 5).

Kratka razlaga

Veljavni predpisi ne preprečujejo proizvajalcem, da bi označevali gradbene proizvode hkrati z oznako CE in oznako gradbenega proizvoda.

Slika 5: Poenostavljen diagram za trženje gradbenega proizvoda v skladu Uredbo (EU) št. 305/2011



Uredba CPR [32] določa usklajevanje standardov (hEN) in evropskih ocenjevalnih dokumentov (EAD - European Assessment Document), vrste tehničnih specifikacij (namenjenih ocenjevanju funkcionalne uspešnosti gradbenih proizvodov) in omogočanju njihovega trženja v EU. Usklajeni standardi določajo metode ocenjevanja uspešnosti in kriterije za gradbene proizvode glede na njihove bistvene lastnosti.

Pooblaščen organ za tehnično ocenjevanje izda evropski ocenjevalni dokument na zahtevo proizvajalca, če usklajeni standard ali drug EAD ne zajema proizvoda in se običajno uporablja za nove in inovativne proizvode (vključno s tistimi, ki vsebujejo reciklate). EAD vsebuje splošen opis gradbenega proizvoda, seznam bistvenih lastnosti, pomembnih za predvideno uporabo proizvoda, ter metode in kriterije za oceno uspešnosti proizvoda glede na te lastnosti. Pozitivna ocena skladnosti proizvoda z zahtevami usklajenih standardov ali evropskih tehničnih ocen omogoča izdajo evropske izjave o uspešnosti in označevanje gradbenega proizvoda s simbolom CE.

Kratka razlaga

Uredba CPR [32] uvaja definicije naslednjih pojmov:

- gradbeni proizvod kot vsak proizvod ali komplet, proizveden ali tržen za trajno vgradnjo v gradbene konstrukcije ali njihove elemente, ki vplivajo na delovanje gradbenih konstrukcij glede na osnovne zahteve.
- bistvene značilnosti kot lastnost gradbenega proizvoda, ki se nanaša na osnovne zahteve za gradbene konstrukcije.
- uspešnost gradbenega proizvoda kot lastnost, ki se nanaša na ustrezne bistvene značilnosti, izražene kot stopnja ali ocena ali opis.

Poleg tega Uredba CPR [32] predpisuje obvezno izjavo o uspešnosti (določeno v skladu z veljavnimi predpisi v državi, kjer se trži gradbeni proizvod), razvoj navodil za uporabo, priročnikov in informacij o nevarnostih za zdravje ter varnost ljudi, ki jih proizvod predstavlja med njegovo uporabo. Informacije bi morale biti v skladu z 31. ali 33. členom Uredbe (EU) 1907/2006 Evropskega parlamenta in Sveta iz dne 18. decembra 2006 o registraciji, ocenjevanju, odobritvi in omejevanju kemikalij (REACH) [33]; informacije so priložene izjavi o uspešnosti. Informacije o nevarnih snoveh v gradbenih proizvodih so namenjene strokovnim uporabnikom za zagotavljanje visoke ravni varnosti in zaščite zdravja ljudi.

Zakonodaja

KLJUČNA ZAKONODAJA, KI ZAJEMA TRŽENJE GRADBENIH PROIZVODOV VKLJUČUJE NASLEDNJE:

EU: Uredba Evropskega parlamenta in Sveta (EU) 305/2011 z dne 9. marca 2011, ki določa usklajene pogoje za trženje gradbenih proizvodov in razveljavlja Direktivo Sveta 89/106/EGS [32]

PL: Zakon z dne 16. aprila 2004 o gradbenih proizvodih [34]

DE: Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, zur Neufassung der Bundesodenschutzund Altlastenverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung, Vom 9. Juli 2021 [35]

CZ: Nařízení vlády, kterým se stanoví technické požadavky na vybrané stavební výrobky. Nařízení vlády č. 163/2002 Sb. [36]

SL: Zakon o gradbenih proizvodih (ZGPro-1) (Uradni list RS, št. 82/13) [37]

V primeru, ko gradbeni proizvod ni vključen v usklajen standard ali če ni bila izdana njegova evropska tehnična ocena, se lahko proizvod trži na domačem trgu znotraj katerega je podana nacionalna tehnična ocena ali pa se trži na podlagi neusklajenega domačega standarda. Nato se gradbeni proizvod označi z gradbeno oznako v skladu z nacionalno zakonodajo.

Uredba (EU) Evropskega parlamenta in Sveta št. 305/2011 iz dne 9. marca 2011 [32] in Odločba (EU) Evropskega parlamenta in Sveta št. 768/2008/ES iz dne 9. julija 2008 o skupnem okviru za trženje proizvodov [38] veljata v vseh članicah glede ocenjevanja uspešnosti gradbenih proizvodov.

Kratka razlaga

Marketinška pot gradbenih proizvodov, ki vsebujejo reciklate, mora biti vedno individualno analizirana s strani proizvajalca in tehničnega ocenjevalnega organa, pri čemer se upošteva nacionalna ali evropska zakonodaja.

Referenčni dokumenti naj vključujejo informacije o vsebini reciklata (v odstotkih), njegovem izvoru in fizikalnih značilnostih.

Zakonodaja

VZORČNI REFERENČNI DOKUMENTI ZA GRADBENE PROIZVODE, KI VSEBUJEJO SEKUNDARNE MATERIALE, VKLJUČUJEJO:

- EN 1519-1 Sistemi plastičnih cevi za odvajanje odpadne vode in odplak (nizke in visoke temperature) v okviru gradbenih konstrukcij. Polietilen (PE). Del 1: Zahteve za cevi, spojke in sistem [39].
- CEN/TS 14541-2 Plastične cevi in spojke - Uporaba reciklatov termoplastike - Del 2: Priporočila za ustrezne značilnosti [40].
- CEN/TS 14541-2 Plastične cevi in spojke - Uporaba reciklatov termoplastike – Part 1: Slovar [41]
- EN 197-6 Cement - Part 6: Cement z recikliranimi gradbenimi materiali [42].
- EN 12620 Agregati za betone [43]
- EAD 170005-00-0305. Reciklirani glineni zidaki, EOTA 2017 [44]
- EAD 010028-00-0103. Nizka in ponovno uporabna temeljna garnitura za lahke konstrukcije, EOTA 2017 [45]
- EAD 180022-00-0704. Prefabricirani plastični spoj, izdelan iz recikliranih plastičnih odpadkov, namenjen odvodnjanju, EOTA 2018 [46]

4.2. Okoljske zahteve za gradbene proizvode

4.2.1. Navajanje okoljskih obremenitev

Osnovna zahteva št. 7 Uredbe CPR [32], trajnostna uporaba naravnih virov, se nanaša na temeljna načela krožnega gospodarstva, pri čemer se predpostavlja, da morajo biti gradbene konstrukcije načrtovane, zgrajene in porušene na način, ki zagotavlja trajnostno uporabo naravnih virov, vključno z:

- A. ponovna uporaba ali recikliranje stavbnih konstrukcij in njihovih strukturnih materialov ter delov po rušenju,
- B. trajnost gradbenih konstrukcij,
- C. uporaba okoljsko trajnostnih surovin in sekundarnih materialov pri gradbenih konstrukcijah.

Naloge so ključne za doseganje ciljev trajnostnega razvoja EU (*glej točko 1*), za krožno gospodarstvo, ter za trenutne potrebe in izvajanje evropskih strategij. Na primer blažitev in prilagoditev na podnebne spremembe ter analiza življenjskega cikla stavb in njihovih strukturnih delov.

Izvajanje načel trajnostnega razvoja na trgu gradbenih proizvodov, tehnologij in konstrukcij je možno ob podpori ustrezno razširjenega sistema inženirskih standardov in specifikacij. Dela na spreminjanju in dopolnjevanju obstoječih specifikacij ter razvoj novih dokumentov na navedenem področju so bila zaupana Evropskemu odboru za standardizacijo (CEN). Tehnični odbor CEN/TC 350 - Trajnost gradbenih del je bil ustanovljena pod okriljem CEN. Odbor je odgovoren za razvoj horizontalnih evropskih standardov, ki se uporabljajo kot temelj za ocenjevanje skladnosti gradbenih konstrukcij z načeli trajnostnega razvoja na naslednjih področjih:

- ocena okoljske učinkovitosti: načela sistema zaprte zanke v gradbenem inženiringu, energetska učinkovitost in dekarbonizacija, trajnostna raba virov (npr. zmanjševanje odpadkov), varstvo okolja in biotska raznovrstnost;
- ocena socioloških kazalcev: zdravje, udobje, varnost in zaščita, prilagodljivost ter dostopnost v odzivu na potrebe uporabnikov;
- ocena ekonomskih kazalcev: stroški celotnega življenjskega cikla gradbenih proizvodov in njihov vpliv na ekonomsko vrednost, izvajanje standardov v odzivu na trende digitalizacije (npr. BIM, CAD).

Zgoraj omenjeni CEN odbori temeljijo na standardizaciji krožnega gospodarstva v gradbenem inženiringu. Smernice in zahteve so namenjene podpori pri prehodu iz linearnega v krožno gospodarstvo s predstavitvijo orodij in procesov, ki zajemajo scenarije od načrtovanja do rušenja. Takšne rešitve in informacije o okoljskih značilnostih predstavljajo okoljske deklaracije gradbenih proizvodov, vključno, vendar ne omejeno zgolj na:

- deklaracije I. tipa - prostovoljni programi označevanja (certificiranja), ki vključujejo več kriterijsko okoljsko oceno proizvoda;
- deklaracije II. tipa - razvite v skladu z EN 14021 [47], so posamezne okoljske izjave, ki izpostavljajo proizvode glede njegovih okoljskih lastnosti;
- deklaracije III. tipa (EPD - Environmental Product Declaration; Okoljska deklaracija proizvoda) - zbirka kvantificiranih podatkov o okoljskih odtisih proizvoda, izražena numerično, v skladu z EN 15804 [48], v povezavi s celotnim življenjskim ciklom proizvoda, tj. »od zibelke do groba«.

EPD deklaracije vsebujejo številčno opredeljene okoljske informacije o gradbenih proizvodih na podlagi analize njihovega življenjskega cikla. Okoljske deklaracije proizvodov so namenjene preučevanju okoljske trajnostnosti gradbenih proizvodov ter omogočajo primerjanje in prepoznavanju tistih, ki imajo manjši okoljski odtis. Okoljske deklaracije proizvodov so sestavni del ocene okoljske učinkovitosti stavb v skladu s standardom EN 15978 [49].

4.2.2. Sproščanje nevarnih snovi iz gradbenih proizvodov

Kratka razlaga

Ocena uspešnosti gradbenih proizvodov bi morala upoštevati vidike varovanja zdravja in okolja, povezane z uporabo proizvodov skozi njihov celoten življenjski cikel.

Ključna značilnost proizvodov povezanih z namembno rabo je sproščanje in vsebnost nevarnih snovi. Slednje vplivajo na zdravje ljudi in na stanje okolja. Zahteve Uredbe CPR [32], Uredbe REACH [33] in Uredbe EU 2019/1021 o obstojnih organskih onesnaževalih [30] so ključnega pomena na tem področju. Potrebno je tudi upoštevati zahteve za posamezne skupine proizvodov, ki veljajo v državah, kjer bo proizvod uporabljen in tržen.

Osnovna zahteva CPR-ja [32] št. 3: Higiena, Zdravje in Okolje, opredeljuje nevarne snovi, ki se lahko sprostijo iz gradbenega proizvoda. V skladu s to zahtevo morajo biti gradbene konstrukcije oblikovane in izdelane tako, da njihova gradnja, uporaba in rušenje ne predstavljajo (skozi celoten njihov življenjski cikel) nobene nevarnosti za higieno, zdravje ali varnost zaposlenih, prebivalcev ali sosedov. Prav tako določa, da skozi celoten življenjski cikel ne povzročajo velikega vpliva na okolje ali podnebje, pri čemer je treba biti pozoren na:

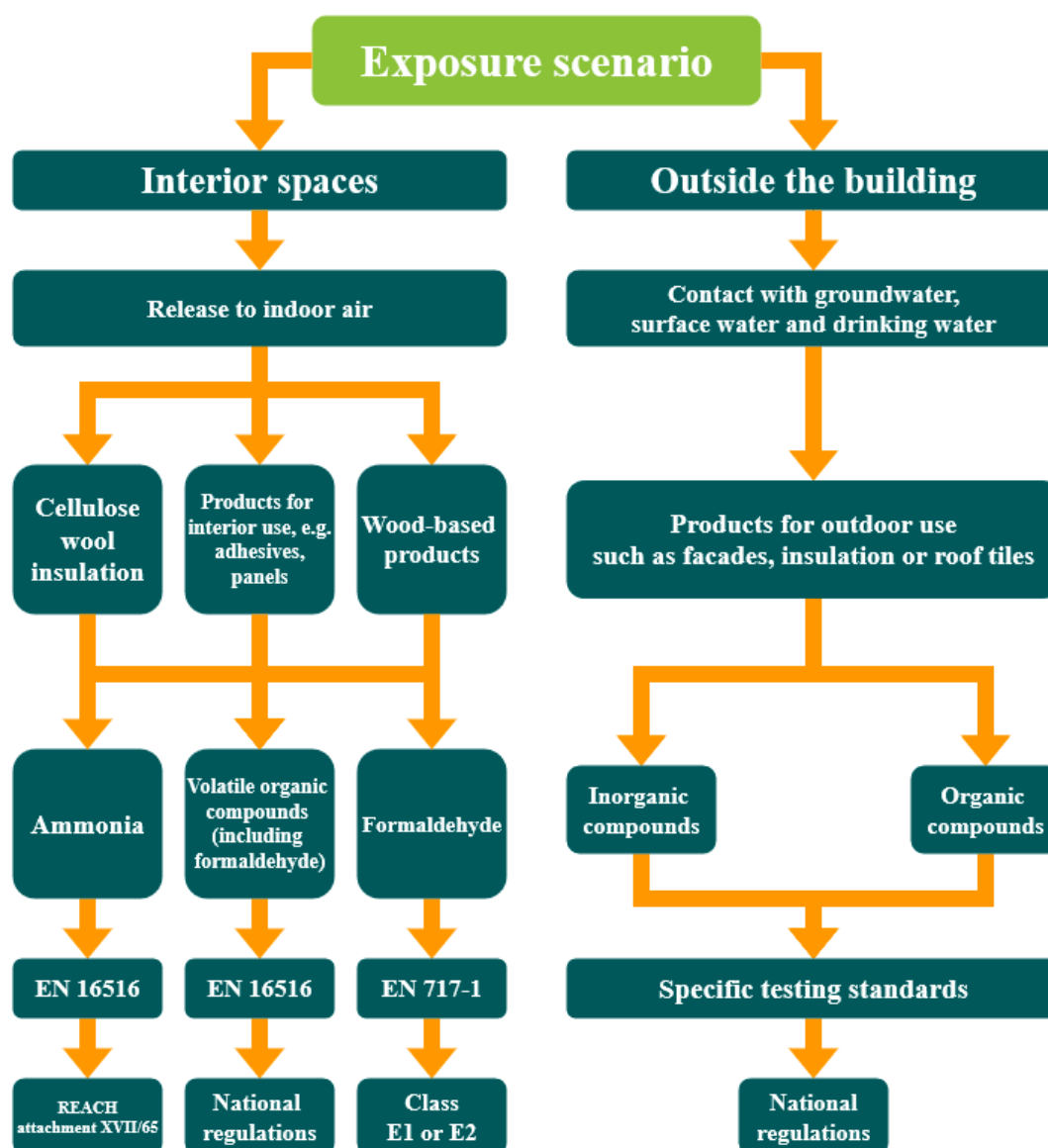
- A. sproščanje strupenih plinov;
- B. izpusti nevarnih snovi, hlapnih organskih spojin, toplogrednih plinov ali nevarnih (prašnih) delcev v zraka;
- C. izpusti snovi, ki sevajo (ionizirajoče sevanje);
- D. izpusti nevarnih snovi v podzemno, morsko in površinsko vodo ali tla;
- E. sproščanje nevarnih snovi ali substanc v vodonosnik, kar negativno vpliva na kvaliteto pitne vode;
- F. neustrezno odvajanje odpadne vode, emisij dimnih plinov ali neustrezno odstranjevanje trdnih in tekočih odpadkov;
- G. vlaga v delih gradbenih struktur ali na njihovi površini.

CEN/TC 351 Gradbeni proizvodi - Ocena sproščanja nevarnih snovi razvija horizontalne teste, ki se postopoma uvajajo v standarde za gradbene proizvode in se nanašajo na sproščanje (in/ali vsebnost) nevarnih snovi, vključno z namenskimi pogoji uporabe proizvodov.

Kratka razlaga

Testi za nevarne snovi, ki se sproščajo iz proizvodov, bi morali upoštevati ustrezne scenarije izpostavljenosti (Slika 6) in vključevati laboratorijske preiskave. Obstajata dva osnovna scenarija izpostavljenosti: sproščanje nevarnih snovi v notranji zrak (1) in v podzemne, morske in površinske vode in/ali tla (2).

Slika 6: Scenariji izpostavljenosti povezani s sproščanjem potencialno nevarnih snovi iz gradbenih proizvodov.



SCENARIJ IZPOSTAVLJENOSTI: IZPUSTI POTENCIALNO NEVARNIH SNOVI V NOTRANJNH PROSTORIH

Proizvodi, ki vključujejo organske kemične spojine, kot so topila, bitumen in polimeri, so predmet preskušanja. Keramični, stekleni in kovinski proizvodi so izvzeti iz preskušanja.

Izpusti hlapljivih organskih spojin in hlapljivih aldehydov, ki izhajajo iz gradbenih proizvodov pogosto povzročajo onesnaženje zraka v notranjih prostorih. Zato je priporočljivo oceniti sproščanje nevarnih snovi v skladu s standardom EN 16516:2017 [50] za gradbene proizvode, namenjene notranji uporabi. Preskušanja se nanašajo na izpuste hlapljivih organskih spojin in hlapljivih aldehydov v zrak v notranjih prostorih. Namen je oceniti sproščanje snovi v času namenske uporabe proizvoda. Vzorci zraka iz emisijske komore se zbirajo tri in osemindvajset dni po postavitvi proizvoda v komoro ter analizirajo s kromatografskimi metodami.

Kratka razlaga

Ker na ravni EU ne obstajajo usklajene zahteve za emisije hlapljivih organskih spojin v notranjih prostorih, se rezultati preskušanj ocenjujejo na podlagi nacionalnih zahtev.

Za lesene gradbene proizvode in druge proizvode na osnovi lesa kot so HPL stenske obloge, sestavni deli pod-ometnih stropov, lesene plošče, lesen parket, gibljive in tekstilne talne obloge ter laminirane talne obloge, uvajajo harmonizirani standardi obvezno testiranje izpustov formaldehida v skladu s standardom EN 717-1:2006 [51]. Test je namenjen oceni sproščanja formaldehida v zrak v notranjih prostorih med namensko uporabo proizvoda. Rezultat testa se nanaša na ustrezni razred emisij (bodisi E1 ali E2).

SCENARIJ IZPOSTAVLJENOSTI: SPROŠČANJE POTENCIALNO NEVARNIH SNOVI V PODZEMNE VODE, MORSKE VODE, POVRŠINSKE VODE ALI TLA

Nevarne snovi, ki se sproščajo iz gradbenih proizvodov v stiku z vodo, predstavljajo potencialno okoljsko nevarnost, ko je proizvod v uporabi. Za oceno okoljskega vpliva gradbenih proizvodov, ki se uporabljajo zunaj stavb, je priporočljivo testiranje sproščanja nevarnih snovi v površinske vode in tla na podlagi metod, vključenih v tehnična poročila CEN/TS 16637-1:2018 [52] in CEN/TS 16637-2:2014 [53]. Med preskušanjem se določijo postopki in mehanizmi izluževanja med namensko uporabo proizvoda. Preskušanje se uporablja za homogene [52] in porozne [53] materiale.

Izpostavljalna površina monolitnih in stabilnih materialov, katerih osnova ni topna v vodi, je v celoti zalita s tekočino. Določena količina tekočine za izluževanje se vnese v valjasto posodo; količina mora ustrezati koeficientu površine, določenem v CEN/TS 16637-2:2014 [53]. Pri poroznih materialih izstopajo preko difuzije. Tekočini za izpiranje je izpostavljen le zgornji sloj.

Poleg tega obstajajo standardne metode za specifične skupine proizvodov. Namenjene so testom sproščanja potencialno nevarnih snovi v okolje. Primer predstavlja EN 1744-3 Preiskusi kemijskih lastnosti agregatov – 3. del: Priprava eluatov z izluževanjem agregatov [54]. Standard določa metodo priprave eluatov za nadaljnje fizikalne in kemijske teste. Naslednja faza vključuje temeljito testiranje nevarnih snovi, kot je določeno v nacionalnih predpisih.

Rezultati preskušanja omogočajo pridobitev eluata, kjer se lahko oceni:

■ Anorganske snovi:

CEN/TS 17195:2019 Gradbeni proizvodi-Ocenjevanje sproščanja nevarnih snovi- Analiza anorganskih snovi v izlužkih [55]

CEN/TS 17197:2018+AC:2018 Gradbeni proizvodi - Ocenjevanje sproščanja nevarnih snovi - Analiza anorganskih snovi po razklopu in v izlužkih - Analiza z optično emisijsko spektrometrijo z induktivno sklopljeno plazmo (ICP/OES) (vključno s popravkom AC) [56]

CEN/TS 17200:2018+AC:2018 Gradbeni proizvodi - Ocenjevanje sproščanja nevarnih snovi - Analiza anorganskih snovi po razklopu in v izlužkih - Analiza z masno spektrometrijo z induktivno sklopljeno plazmo (ICP/MS) (vključno s popravkom AC) [57]

■ Organske spojine:

Legalizacija

CEN/TS 17332:2019 Gradbeni proizvodi: Ocenjevanje sproščanja nevarnih snovi - Analiza organskih snovi v eluatih (Construction products: Assessment of release of dangerous substances - Analysis of organic substances in eluates) [58]

Ker na ravni EU ne obstajajo usklajene zahteve glede preskušanja sproščanja nevarnih snovi v podzemne vode, morske vode, površinske vode ali tla, se rezultati ocenjujejo na podlagi nacionalnih zahtev.

OCENA PROIZVODA NA PODLAGI KEMIJSKE SESTAVE IN/ALI IZVORA SUROVIN

Za oceno vsebnosti in stopnje sproščanja nevarnih snovi iz krožnih proizvodov je vedno potrebna individualna ocena kemijske sestave in izvora surovin, iz katerih so proizvodi narejeni. V tem primeru se sklicujemo na evropske in nacionalne zahteve za surovine sekundarnih materialov. Spodaj so navedeni nekateri primeri.

Ocena radioaktivnosti se nanaša na gradbene proizvode, ki vsebujejo radioaktivne komponente, navedene v Direktivi Sveta 2013/59/EURATOM iz dne 5. decembra 2013, ki določa osnovne varnostne standarde za zaščito pred nevarnostmi, ki izhajajo iz izpostavljenosti ionizirajočemu sevanju, in razveljavlja Direktive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom in 2003/122/Euratom [59].

ZAKONODAJA GLEDE OCENJEVANJA RADIOAKTIVNOSTI:

EU: Direktiva Sveta 2013/59/EURATOM iz dne 5. decembra 2013, ki določa osnovne varnostne standarde za zaščito pred nevarnostmi, ki izhajajo iz izpostavljenosti ionizirajočemu sevanju, in razveljavlja Direktive 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom in 2003/122/Euratom [59].

Prisotnost obstojnih organskih onesnaževal, ki se kopičijo v okolju, preprečuje ponovno uporabo in recikliranje proizvodov iz gradbenih odpadkov. Uredba Evropskega parlamenta in Sveta (EU) 2019/1021 iz dne 20. junija 2019 o obstojnih organskih onesnaževalih (POP - persistent organic pollutant) [30] omejuje uporabo strupenih kemikalij v recikliranih materialih. Uredba prepoveduje uporabo gradbenih odpadkov, kot so beton, opeke, paneli in keramika, ki vsebujejo nesprejemljive spojine, navedenih v V. Prilogi dokumenta [30].

Uredbo REACH [33] uporabljamo tudi za ocenjevanje nevarnih snovi v gradbenih proizvodih. Priloga XVII k uredbi vsebuje zahteve za določene kemijske spojine. Postavka 23, Priloga XVII k uredbi REACH [33] o kadmiju je dober primer za krožno gospodarstvo. Navaja, da se plastične mešanice in proizvodi ne smejo tržiti, če koncentracija kadmija (izražena kot kovinski kadmij) doseže ali preseže 0,01% mase celotnega plastičnega proizvoda. Mešanice, pridobljene iz odpadkov PVC, imenovane »obnovljeni PVC«, se lahko tržijo kot proizvodi in mešanice, ki vsebujejo obnovljeni PVC, v primeru, če koncentracija kadmija (izražena kot kovinski kadmij) ne presega 0,1% mase celotnega plastičnega proizvoda. Poleg tega morajo dobavitelji pred prvim trženjem mešanic in proizvodov, ki vsebujejo obnovljeni PVC, slednje označiti na vidnem in berljivem mestu na slednji način: »Vsebuje obnovljeni PVC« ali dodati ustrezen piktogram.

4.3. Tehnične zahteve za gradbene proizvode

Osnovne zahteve za CPR [32] vključujejo tehnične zahteve za proizvode, ne glede na to, ali so proizvedeni v skladu z linearnimi ali krožnimi načeli gospodarstva, vendar so temeljne za izpolnjevanje predvidene uporabe proizvodov. Zahteve vključujejo:

- nosilnost in stabilnost,
- požarna varnost,
- varnost uporabe in dostopnost,
- zaščita pred hrupom,
- energijska varčnost in toplotna izolativnost.

Kratka razlaga

Gradbeni proizvodi, katerih proizvodnja ne uporablja primarnih surovin ali temelji na bistvenem zmanjšanju njihove količine, morajo izpolnjevati enake tehnične zahteve kot proizvodi, proizvedeni v skladu z načeli linearnega gospodarstva.

Če je predvidena sekundarna predelava gradbenih proizvodov, je treba preučiti, ali bo njihova reciklaža okoljsko in ekonomsko smiselna. Drugače povedano, ali izboljšuje ali poslabšuje lastnosti proizvoda (nadcikliranje ali podcikliranje). Sekundarni gradbeni proizvodi visoke kakovosti, z značilnostmi, ki niso slabše od primarnih proizvodov in so varni za uporabo ter okoljsko trajnostni, bodo zagotovili povečano družbeno zaupanje v reciklirane proizvode.

Določitev vrste proizvoda v okviru zahtev CPR [32] je ključnega pomena za sekundarne gradbene proizvode. To pomeni, da mora biti proizvod homogen in proizveden iz ponavljajoče se kombinacije surovin z enakimi lastnostmi. Fizične lastnosti reciklatov je treba potrditi na podlagi vsakokratnega nadzora proizvodnje. V pomoč so standardi za reciklate, ki določajo njihove tehnične značilnosti. Enako velja za gradbene proizvode, ki jih je možno večkrat uporabiti.

Kratka razlaga

V trenutni fazi zakonodajnega dela ni standardnih zahtev za večkratno uporabo gradbenih proizvodov.

Primeri standardov za plastične materiale, ki vsebujejo reciklate:

- EN 15347:2008 Plastika - Reciklirana plastika - Karakterizacija plastičnih odpadkov (Plastics - Recycled Plastics - Characterisation of plastics wastes) [60]
- EN 15343:2010 Plastika - Reciklirana plastika - Sledljivost recikliranja plastike in ocena skladnosti ter vsebnosti recikliranega materiala (Plastics - Recycled Plastics - Plastics recycling traceability and assessment of conformity and recycled content) [61]
- EN 15342:2008 Plastika - Reciklirana plastika - Karakterizacija reciklatov polistirena (Plastics - Recycled Plastics - Characterization of polystyrene (PS) recyclates) [62]
- EN 15344:2021 Plastika - Reciklirana plastika - Karakterizacija reciklatov polietilena (PE) (Plastics - Recycled plastics - Characterisation of Polyethylene (PE) recyclates) [63]

Inovativnost, ki omogoča recikliranje ali ponovno uporabo sekundarnih materialov, predstavlja še en izziv z vidika tehničnih zahtev. Primeri takšnih rešitev so opisani v naslednjem poglavju (poglavje 5).

5. Primeri ponovne uporabe odpadkov iz gradbenih, prenovitvenih in rušitvenih del

V tem poglavju so predstavljene možnosti ponovne uporabe ali recikliranja izbranih materialov po rušenju stavb.

5.1. Konstrukcijski les

Konstrukcijski les se uporablja v gradbeništvu in konstrukcijah za okvirje, odre, nosilce, stebre, nosilne stene in druge konstrukcijske elemente.

Odpadni les (na primer rabljene palete, talne deske, vrata ali mize) drobijo s pomočjo industrijskih strojev. Drobci lesa se lahko nato obdelajo kemijsko ali mehansko, da se odstranijo druge nečistoče in se jih pripravi za nadaljnjo obdelavo. Surovine, pridobljene na ta način, se lahko reciklirajo in uporabijo za proizvodnjo novih lesenih proizvodov, na primer vlaknene plošče ali iverne plošče. Določen delež lesa gre v soprodukcijo in v energetske obrate (kot biomasa) ter se nato predela v brikete ali pelete (gorivo). Preostali odpadni les se lahko uporabi za proizvodnjo različnih kompozitnih materialov, vendar gre večina preostalega lesa v kompostiranje. Les se uporablja tudi za proizvodnjo toplotno izolacijskih proizvodov za stavbe, kot so industrijsko proizvedena lesna volna (WW) [64] ali lesna vlakna (WF) [65]. Informacije o zahtevah za plošče na osnovi lesa, ki vključujejo reciklat, so na voljo na spletni strani European Panel Federation [66]. Gre predvsem za zahteve glede kemijske sestave odpadnega lesa.

Potrebno se je zavedati, da niso vse vrste lesa primerne za recikliranje. Konstrukcijski les lahko vsebuje nečistoče, odvisno od njegove uporabe. Konstrukcijski les je pogosto pobarvan ali polakiran, kar zagotavlja njegovo zaščito in ohranitev estetskega videza. Poleg tega je les kot naravni material dovzeten za poškodbe, ki jih povročajo insekti, plesen in vlaga. Zaradi tega ga je potrebno redno vzdrževati, da ga zaščitimo pred propadanjem (uporaba impregnacijskih sredstev). Uporaba teh sredstev pogosto zmanjša možnost ponovne uporabe lesnih proizvodov. Barve, laki in impregnacijska sredstva lahko vsebujejo kemijske snovi, ki so strupene in jih je težko odstraniti. Kovinski predmeti, kot so žblji in vijaki, vgrajeni v konstrukcijski les, lahko povzročijo onesnaženje s težkimi kovinami. Med gradnjo stavb se les z drugimi konstrukcijskimi elementi poveže z lepili ali tesnili. Nekateri sestavni deli lepil ali tesnil lahko vsebujejo okolju škodljive kemikalije.

Zaradi svojih lastnosti se les lahko veže z naravnimi snovmi, kot so smola, olja ali druge organske snovi. Ko je izpostavljen vlagi, lahko les postane habitat za mikroorganizme in plesen, kar vpliva na njegovo trajnost in stanje.

Vse nečistoče znotraj lesa predstavljajo izziv pri njegovi reciklaži. Pred sprejetjem kakršnih koli ukrepov za recikliranje je treba nečistoče natančno določiti in oceniti njihovo vrsto, da se izberejo ustrezne metode obdelave lesa in njegovega čiščenja. V kolikor je mogoče, naj bodo snovi odstranjene, da se zagotovi boljša obdelava lesa. V primeru, če les vsebuje škodljive organizme ali je zelo poškodovan, je lahko njegovo recikliranje težavno ali celo nemogoče.

5.2. Jeklo, armatura, armiran beton

Jeklo je zlitina železa z majhno količino ogljika (običajno od 0,02% do 2,1%) in drugih dodatkov. Armaturno jeklo vključuje palice ali žice iz jekla z zelo visoko strižno trdnostjo. Armiran

beton, imenovan tudi železo-beton se pogosto uporablja v gradbeništvu, sploh tam kjer sta pomembni lastnosti trdnost in trajnost. Sestavljen je iz dveh glavnih komponent: betona in jeklene armature. Kombinacija obeh materialov omogoča trdnost, nosilnost in trajnost, ki postanejo večji v kombinaciji obeh materialov skupaj kakor, če ju uporabimo ločeno.

Jekleni odpadki so sekundarni material, pridobljen z recikliranjem jekla in kovin. Čeprav izraz »odpadki« morda nakazuje, da gre za odpadek, je v resnici dragocena surovina, uporabna za proizvodnjo jekla. Sestavljen je iz kovinskih odpadkov, ki so zbrani, obdelani ali preoblikovani (staljeni) v nove proizvode ali surovine. Med jeklenimi odpadki so strukturni elementi iz rušitvenih del in mehansko poškodovane jeklene konstrukcije, ki so korodirane ali niso primerne za nadaljnjo varno uporabo. Jekleni odpadki so pomembni z okoljskega in ekonomskega vidika, saj recikliranje prispeva k zmanjšanju povpraševanja po primarni proizvodnji kovin in rudarjenju, kar vodi v manjšo porabo energije in naravnih virov [67].

Recikliranje jeklenih odpadkov vključuje taljenje v industrijskih pečeh, sledi ulivanje v kalupe, pri čemer se ustvarijo novi jekleni proizvodi. Proizvodnja jekla obsega različne metode in postopke za preoblikovanje surovin na osnovi železa in ogljika v proizvode z določenimi mehanskimi in kemičnimi lastnostmi.

V klasičnem postopku taljenja v livarski peči se železova ruda in koks (surovina na osnovi železa) postavita v talilno peč. Visoka temperatura in redukcija omogočita ločiti železo od drugih sestavin. Proizvedeno surovo železo se nato obdela za proizvodnjo jekla. V livarski peči (ang.: Basic oxygen steelmaking-BOF) so železove spojine in zlitine podvržene oksidaciji, ki omogoči odstranitev odvečnega ogljika in drugih nečistoč. Po postopku BF-BOF lahko pridobimo do 30% recikliranega jekla.

V elektro-obločnih pečeh (ang. Electric arc furnace- EAF) se polnilo segreva z električnim obločjem, doseže temperaturo več tisoč stopinj Celzija, kar omogoča taljenje jeklarskih surovin ali odpadnega materiala. Pri proizvodnji jekla v elektro-obločni peči (EAF) se lahko uporabi le reciklirano jeklo.

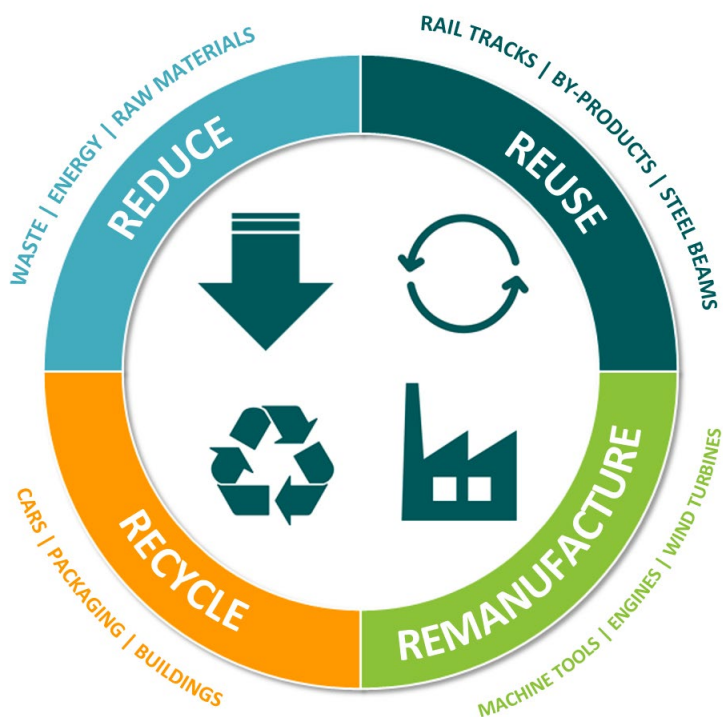
Kratka razlaga

Jeklo je material, ki se popolnoma ujema z načeli trajnostne gradnje. Na splošno lastnosti jekla ostanejo nespremenjene ne glede na število ciklov recikliranja [66].

Jeklo, namenjeno recikliranju, bi moralo biti skrbno izbrano, kar pomeni, da ne vsebuje steklenih, plastičnih, papirnatih in aluminijastih komponent. Ločevanje poteka z uporabo magnetov. Višja stopnja kontaminacije kovinskih odpadkov negativno vpliva na metalurške procese in s tem povzroča več metalurških odpadkov, kar posledično povečuje stroške proizvodnje jekla. Ne glede na stopnjo recikliranja pri reciklaži nastanejo stranski produkti, kot so mineralne spojine in livarski pesek. Ti stranski proizvodi se lahko uporabljajo v cestogradnji, za obogatitev tal in za proizvodnjo industrijskih izdelkov.

Jeklene konstrukcije imajo nižji okoljski odtis kot armirane betonske konstrukcije. Stopnja recikliranja jeklenih odpadkov (neželeznih kovinskih odpadkov) je relativno visoka, saj je jeklo med najpogostejše recikliranimi materiali na svetu. Po različnih virih in statistikah [70] se stopnja recikliranja jeklenih odpadkov giblje od 70% do več kot 90% [67]. Stopnja recikliranja jeklenih armatur vgrajenih v betone je nižja saj recikliranje betona zahteva kompleksnejše postopke.

Slika 7: Jeklo v krožnem gospodarstvu (na podlagi [68])



5.3. Steklo

Konstruktivno steklo označuje različne vrste stekla, oblikovanega in obdelanega za izpolnjevanje specifičnih gradbenih, estetskih in funkcionalnih zahtev. Najbolj priljubljene vrste konstrukcijskega stekla so natrijevo-apneno-kalijevo-silikatna stekla. V gradbeništvu se uporablja ravno steklo, kot je plavajoče (natrijevo in apneno), kaljeno, laminirano, izolacijsko, reflektivno in zvočno izolirano steklo. Plavajoče steklo izdelujejo s taljenjem silicija, sode in apna. Odlikuje ga dobra prosojnost in gladka površina. Uporabljajo ga za okna, vrata, fasade, ogledala, itd.

Posebna vrsta stekla so steklena vlakna, ki se izdelujejo z raztezanjem ali podaljševanjem taljenega stekla, da nastanejo vlakna. Vlakna se lahko kombinirajo in fiksirajo s smolami, da se ustvari izjemno trden in lahek material s širokim naborom aplikacij. Steklena vlakna se lahko dodajo betonu, da izboljšajo njegovo trdnost in odpornost na razpokanje; prav tako se lahko uporabijo pri prej izdelanih gradbenih elementih, na primer pregradah, talnih panelih, stopnicah ali fasadnih elementih, ali pa se dodajo betonskemu tlaku. Steklena vlakna se uporabljajo za izdelavo kompozitnih armaturnih palic, ki predstavljajo alternativo armaturnim jeklenim palicam.

Steklen prah, znan tudi kot mleto steklo, je mleto snov, pridobljena z drobljenjem stekla na fine delce. Uporablja se kot dodatek cementu in betonu, bodisi kot nadomestek za droben agregat (prašnat frakcijo) bodisi kot del veziva, odvisno od reaktivnosti steklenega prahu. Takšno steklo ne zahteva ločevanja po barvah in se lahko uporablja tudi, če vsebuje primesi betona in malte. Optimalna količina dodanega steklenega prahu lahko znaša do nekaj deset odstotkov mase cementa. Nad to vrednostjo se lastnosti betona postopoma slabšajo v primerjavi s kontrolnim betonom. Vrednost se spreminja glede na vrsto odpadka in stopnjo njegovega drobljenja. Številne študije opisujejo uporabo stekla kot drobnega agregata za beton.

Steklo se lahko reciklira brez slabšanja njegove kakovosti, teoretično je reciklabilnost 100 %, pod pogojem, da je izbor materiala dosleden. Steklo, namenjeno recikliranju, mora imeti enotno sestavo in mora biti brez onesnaževal, kot so kovine, plastika ali les. Onesnaževala lahko negativno vplivajo na kakovost obdelanega stekla in jih je težko odstraniti. V praksi je steklo pogosto kontaminirano, ločevanje pa pogosto ni ekonomično, zato so dejanske stopnje recikliranja nizke. Včasih se lahko ponovno uporabijo celotne steklene plošče, vendar je drobljenje običajna praksa.

Žal lahko že manjše razlike v sestavi konstrukcijskega stekla pomenijo, da ga ni mogoče mešati, saj to vpliva na trdnost in varnost končnih proizvodov. Zato steklarne, ki proizvajajo ravno steklo, lahko uporabljajo le drobljen material, pridobljen iz ustrezno sortiranega ravnega stekla. Zahtevane lastnosti za plavajoče steklo so višje kot za embalažno steklo. Drobljen material iz recikliranja, kljub čiščenju, ni idealna surovina, zato ravnanje z njim predstavlja največ težav. Testi na steklu, ki vsebuje 30 % in 60 % recikliranega plavajočega steklenega drobljenega materiala, so dokazali, da ga je mogoče varno uporabiti za komercialno taljenje stekla [72].

Zdrobljeno steklo se lahko uporabi kot surovina za proizvodnjo steklenih vlaken vključenih v armiran beton. Uporaba steklenih vlaken vključuje razpršeno armiranje betona ali polimernih in steklenih kompozitov, ki so odporni proti koroziji in kemikalijam.

Leta 2017 so vodilne evropske steklarne predstavile dokument ECN-E-17-010 [73] o kriterijih za pridobitev statusa konca odpadka, na primer za ravno steklo. Ugotovljeno je bilo, da bi pridobitev statusa konca odpadka za zdrobljeno steklo, ki nastane pri rušenju, povečalo stopnjo recikliranja, saj postopek ne zahteva toliko pravnih formalnosti.

Skupna količina steklenih odpadkov iz prenove in rušenja stavb v letu 2013 je v EU znašala 1,5 milijona ton; 58 % izhaja iz stanovanjskega sektorja, 42 % pa iz storitev. Gre le za približne ocene [72].

Kratka razlaga

Popolno recikliranje stekla predstavlja velik izziv, ki je povezan z: učinkovitim selektivnim rušenjem stavb in ustreznim ločevanjem/pripravo stekla. Steklo iz rušenja stavb je pogosto zmešano z ostalimi odpadki, PVC folijo ali kovinskimi ostružki. Vseh kontaminantov ni možno odstraniti. Obstaja veliko možnosti uporabe za visoko-kakovostno odpadno steklo. Ravnanje s čistimi steklenimi odpadki ne predstavlja težave.

Recikliranje laminiranega stekla je težavno, saj je kompleksnejše kot recikliranje enoslojnega stekla. Laminirano steklo sestavljata dve ali več stekleni plasti, ki jih povezuje polimerna folija. Takšna sestava otežuje uporabo klasičnih metod recikliranja stekla, ki vključujejo njegovo taljenje in predelavo v nove proizvode. Kljub temu nekatere metode in tehnologije omogočajo pridobivanje sestavnih delov laminiranega stekla in njihovo uporabo v industrijskih procesih. Glede na naraščajoče zanimanje za trajnostno upravljanje surovin se pričakuje, da bodo nove tehnologije in metode olajšale bolj učinkovito recikliranje laminiranega stekla.

Konstrukcijsko steklo, bi moralo biti zaradi svojih lastnosti, ločeno že tekom prenove/rušenja stavbe (pred uporabo težke gradbene mehanizacije). To je možno doseči z odstranitvijo oken/ograde/ploščic ali njihovo zaščito. Steklo bi morali ločevati glede na barvo in vrsto, torej kot prozorno in barvano. Prevele, kovine in sloji folije bi se morali odstraniti v začetnih

fazah recikliranja. Kasneje pa bi prišlo do obogatitve stekla. Steklarne reciklirano konstrukcijsko steklo uporabljajo kot surovino za dekorativni material in za proizvodnjo izolacijskih materialov (steklena volna, steklena tkanina).

5.4. Plastika

Polivinilklorid (PVC), ki se uporablja za obloge, talne obloge, okenske profile, okenske žalužije, cevi in kable, je najbolj uporabljana vrsta plastike v gradbeništvu. Polistiren (PS), običajno v obliki ekspaniranega polistirena (EPS) in ekstrudiranega polistirena (XPS), je še en polimer, splošno uporabljan v gradbeništvu. Stiren se uporablja za izdelavo XPS plošč iz pene. Poliuretan (PU) je dober izolacijski material zaradi svojih toplotno-izolacijskih lastnosti. V gradbeništvu se slednji materiali večinoma uporabljajo kot izolacijske plošče na zunanjih stenah, stropih, tleh in drugih pregradah ter kot osrednji del sestavljenih plošč. Trdna izolacija je postala prepoznaven gradbeni material, ki uporablja PU, poli-izocianurat (PIR, polyiso ali ISO) in PS [71].

Polietilen visoke gostote (HDPE) in polietilen nizke gostote (LDPE) predstavljata priljubljen gradbeni material, predvsem pri ceveh [75]. Preproge so še eno pomembno področje uporabe, kjer se uporabljajo polimerna sintetična vlakna, kot so najlon, polipropilen (olefin), akril in poliester.

Čeprav je plastika zelo primerna za recikliranje, je bil delež reciklirane plastike v skupnem komunalnem odpadu leta 2020 globalno zgolj 5,1 % [76]. Obstajata dva osnovna načina recikliranja plastike: kemično recikliranje in recikliranje surovin, kjer se XPS stopi ali raztopi, in pridobljeni monomeri polistirena se lahko ponovno uporabijo za proizvodnjo novega polistirena, običajno s postopkom brizganja [77]. Postopek recikliranja se izbere glede na kompleksnost in stopnjo kontaminacije odpadnega toka [78]. Številni proizvajalci XPS plošč iz pene izvajajo različne metode proizvodnje na osnovi recikliranega materiala, običajno iz lastnih proizvodnih odpadkov. Veliko ISO in industrijskih standardov za plastične proizvode je bistvenih za zagotavljanje ustrezne kakovosti materialov iz proizvodnje plastike.

Primarna plastika je pogosteje uporabljena kot pa reciklirana plastika, saj prva vsebuje znatno večjo količino dodatkov in je posledično kakovostnejša. Vendar mnoge študije dokazujejo, da zagotavljanje ustreznosti in nadzora vsebnosti reciklata iz odpadne plastike v novih proizvodih ne poslabšuje kakovosti proizvoda [81].

Tehnologije recikliranja odpadkov iz XPS so finančno drage. Lahko pa plošče iz XPS pene sežgemo v ustreznih obratih, pri čemer nastaja toplota, možna je tudi proizvodnja električne energije. Ta način ravnanja z odpadkom se lahko uporablja, če drugi načini recikliranja niso možni ali pa niso finančno vzdržni. Ločevanje XPS in ostalih plastičnih proizvodov na samem gradbišču izboljšuje njihovo možnost recikliranja.

Največje količine XPS so v toplotno-izolacijskih materialih. Odpadki pri vgradnji lahko predstavljajo do nekaj odstotkov vgrajenega materiala, kadar gre za fasade z veliko okni in balkonskimi vrati [79].

XPS proizvodi, ki vsebujejo recikliran polistiren, bi morali izpolnjevati vse tehnične zahteve za uporabo v stavbah. Gre zlasti za trdnost in odpornost na zunanje dejavnike, ter pogoje varne uporabe. Pozorni moramo biti na uporabo protipožarnih sredstev, kot so antipirenomi, ki preprečujejo gorenje. Heksabromociklododekan (HBCDD) je ena izmed med najpogostejših spojin. Glede na velik obseg uporabe XPS in količine odpadkov, ki nastanejo pri vgradnji, prenovi in rušenju, je smiselno razviti metodo za nadzor nevarnih antipirenov, uporabljenih pri proizvodnji gradbenih proizvodov iz XPS.

Zaradi toksičnosti, obstojnosti in visokega potenciala bioakumulacije HBCDD (hexabromocyclododecane) je potrebno izvesti naslednje korake: analizo kemijske sestave XPS (snovi, pigmenti, protipožarna sredstva, pomožna sredstva), oceno vsebnosti in sproščanja nevarnih snovi v XPS ter testiranje XPS, če vsebuje protipožarno sredstvo (hexabromocyclododecane - HBCDD) ter proučiti kemijsko sestavo [79]".

5.5. Mavec (mavčne plošče)

Odpadne mavčne plošče dobimo med prenovo stavb ali pri njihovem rušenju. Najprej jih je treba ločiti od preostalih materialov (kovinskih sponk ali drugih sestavnih delov). Naslednji korak vključuje ločevanje mavca od papirnate plasti. Pridobljeni mavec gre skozi procese recikliranja, da zopet pridobi status surovine. Mavec se lahko ponovno uporabi za izdelavo novih mavčnih plošč ali drugih gradbenih proizvodov.

Mavčni prah je stranski proizvod pri reciklaži mavčnih plošč. Njegova kemijska sestava naj bi bila enaka kot pri prvotni surovini. Mavčni prah je ključna surovina pri proizvodnji različnih gradbenih materialov, vključno z mavčnimi kartoni, mavčnimi ometi, mavčnimi kiti itd. V stiku z vodo hidrira in pri tem tvori trdno maso, zaradi česar je odličen za površinsko obdelavo in ojačanje. Glavna težava uporabe odpadnega mavca je nizka cena primarnega mavca, ki ga pridobivajo pri odstranjevanju žveplovega dioksida v termoelektrarnah ali kogeneracijskih napravah. Prehod na energetske vire, ki niso povezani z zgorevanjem fosilnih goriv, bo zmanjšal količino mavca kot primarne surovine in ponudil priložnost za uporabo recikliranega mavca.

V mnogih državah članicah se odpadki zbirajo na samih območjih rušenja. Sekundarni material, kot je mavčni prah, se neposredno dobavlja proizvajalcem gradbenih proizvodov. Vedno več raziskav je namenjenih ugotavljanju, koliko reciklirnih ciklov je mogoče izvesti, da se dosežejo mehanske lastnosti, ki niso slabše od tistih proizvodov, ki so narejeni iz primarnih surovin. Kljub temu so mavčni proizvodi eni izmed redkih gradbenih proizvodov, ki jih lahko večkrat recikliramo.

V skladu z Direktivo Evropskega parlamenta 2003/33/ES [80] naj bi odpadki, ki vsebujejo mavec, bili shranjeni na ločenih in ustrezno zavarovanih območjih, saj skladiščenje odpadkov iz mavčnih plošč skupaj s komunalnimi odpadki povzroča veliko tveganje za okolje. Mavec lahko v stiku z vodo sproži kemijske procese, ki povzročajo zakisanje tal, podzemne vode in površinske vode. Slednje ima vpliv na organizme v ekosistemu. V vodi se lahko izloči kalcijev sulfat, kjer tvori mavčne obloge, ki ovirajo naraven pretok voda. Žveplo v mavcu tvori strupen vodikov sulfid.

5.6. Mineralni odpadki (beton, opeka, cement, keramične ploščice)

Beton predstavlja mešanico cementa, drobnno- in debelo-zrnatega agregata, vode, vlaken in mineralnih dodatkov, na primer elektrofilterskega pepela, granuliranega livarskega in silikatnega prahu. Beton je mešanica z določenim razmerjem vhodnih surovin. Trdnost in obstojnost pridobi po mešanju in strjevanju, kar ga naredi primerne za različno uporabo. Konstrukcijski beton v gradbeništvu dodatno armiramo (armaturne palice, armaturna mreža). Standardno recikliranje konstrukcijskega betona vključuje procese drobljenja na manjše kose, magnetno ločevanje armature (kovinskih odpadkov) in razvrščanje na različne frakcije z uporabo sit.

Gradbeni odpadki nastajajo med obnovo in gradbenimi deli, ki potekajo med rušenjem in razgradnjo stavb. Ob selektivnem zbiranju in obdelavi odpadkov na gradbišču z uporabo

mobilnih drobilnic, omogočimo ponovno uporabo recikliranih materialov v temeljni podkonstrukciji nove gradnje. Slednje zahteva ustrezno načrtovanje in organizacijo rušenja.

Kratka razlaga

Agregat iz recikliranega betona se lahko uporablja za beton, ki ni namenjen gradnji ali pa za pomožne betonske konstrukcije (npr. podkonstrukcije). Takšen agregat se lahko uporablja v nevezani nosilni plasti ceste, na dvoriščih, dovozih in pločnikih; kot surovina za prefabricirane proizvode; podsloj utrjenih površin; ali za zapolnitev izkopnih površin.

Dejstvo je, da se po vsem svetu okoli petdeset milijonov kubičnih metrov betonskih mešanic ne vgradi in se vrnejo v betonarne. Gradbeni sektor se sooča s problemom neuporabljenega betona, ki je bil izdelan za določene projekte. Takšne okoliščine nastanejo zaradi sprememb pri načrtovanju ali napakah pri izvedbi. Vrnitev neuporabljene betonske mešanice proizvajalcu povzroča težave zaradi stroškov, problematike odstranjevanja in škodljivega vpliva na okolje. Nekatere betonarne imajo sisteme za delno recikliranje betonskih mešanic. Ti sistemi pomagajo ločiti betonsko mešanico na agregat in suspenzijo delcev v vodi. Debelozrnat agregat se skoraj v celoti pridobi nazaj in ponovno uporabi v novem betonu. Ocenjevanje primernosti vode za beton, omogoča uporabo suspenzij, ki nastanejo kot odpadki med proizvodnjo betona [81]. Betonarne, ki nimajo sistemov za pridobivanje surovin iz že narejenih mešanic, pošljejo neuporabljen beton na lokalno odlagališče, kjer ga občasno predelajo s postopkom drobljenja. Na ta način dobijo recikliran agregat, ki se dodaja betonu z nižjim trdnostnim razredom za nenosilne konstrukcije.

Nehomogena sestava, neenotne dimenzije in slabše funkcionalne lastnosti (mehanske in fizikalne) recikliranega agregata v primerjavi z naravnim agregatom predstavljajo glavni problem pri uporabi betonskih odpadkov za proizvodnjo betona. Za uporabo recikliranega agregata so lahko potrebni dodatni procesi, ki vključujejo čiščenje, drobljenje, pranje, povečanje vsebnosti cementa v betonski mešanici, kot tudi dodajanje dodatkov v betonsko mešanico [82]. Slednje poveča ceno proizvodnje betona. Po drugi strani se pričakuje, da se bodo cene naravnih agregatov dvignile, ko se bodo izčrpali obnovljivi naravni viri in ko se bodo povečale cene prevoza. Kljub temu se pričakuje, da se bodo cene recikliranega agregata z nadaljnjim napredkom metod recikliranja zniževale. Priložnosti za ponovno uporabo betonskih odpadkov za proizvodnjo betona so opredeljene v standardu EN 206 [80]. Omejitve deleža betonskih ostankov je v glavnem odvisna od njegove kakovosti, razredov izpostavljenosti in okoljskih dejavnikov, ki jim bo na novo proizveden in vgrajen beton izpostavljen. Skupina Rilem je razvila podrobnejša priporočila za selektivno rušenje betonskih konstrukcij in predstavila najučinkovitejše metode recikliranja odpadnega betona [84-85].

Opeka je zidarski gradbeni material, izdelan iz gline s postopki oblikovanja, sušenja in visokotemperaturnega žganja. Med žganjem pride do kemične reakcije, ki opeko utrdi in jo naredi trajno. Obstaja več vrst opeke, vključno s klasično glineno opeko, betonsko opeko (s cementom kot glavnim vezivom + peskom in agregatom) e.g.: agregatom in keramično opeko (iz gline in keramične gline).

Drobir iz opeke, ki nastane z drobljenjem ali obdelavo uporabljene opeke, se lahko uporablja kot recikliran material v različnih gradbenih in infrastrukturnih projektih.

Gradnja cest (podlage cest, pločniki in tlakovci) je glavno področje uporabe opečnatega odpada (običajno opečnatega in betonskega odpada). Plemenit opečni odpad se lahko uporablja kot nadomestek nekaterih tradicionalnih agregatov v betonskih mešanicah in maltah ter kot drenažni sloj v vrtovih ali drugih območjih, ki zahtevajo učinkovito odvajanje vode.

Uporaba drobirja iz opeke v betonskih mešanicah je omejena zaradi njegovega absorbiranja vode in negativnega vpliva na njegove mehanske lastnosti in vzdržljivost.. Vsebnost opeke v betonskih ostankih, ki se uporabljajo za proizvodnjo betonske mešanice, se običajno obravnava kot onesnaženje. Uporaba drobirja iz opeke, ki nastane pri rušenju stavb je najbolj ekonomična na gradbišču, na primer za ojačanje tal ali za gradnjo nasipa.

Drobir iz opeke se uporablja pri cestni infrastrukturi za oblikovanje in utrjevanje zemljine (mešanice opeke in apna) ter za izdelavo začetnih podkonstrukcij. Glede na dejstvo, da je drobir iz opeke zelo krhek in visoko absorpcijski material (visoka poroznost omogoča absorpcijo velike količine vode), so opečnate podkonstrukcije priporočene za ceste z manjšo prometno obremenitvijo. Na primer na podeželju, gozdne ceste ali kotčasne ceste na gradbiščih, festivalih in drugih dogodkih. V takih primerih je drobir iz opeke cenovno ugoden in funkcionalen gradbeni material. Lahko se uporabi pod kolesarskimi stezami, pločniki, parkirišči in igrišči.

Način, ki ga uporabimo pri zbiranju drobirja iz opeke je potrebno selektivno izbrati že na samem mestu rušenja. V takem primeru ni mogoča klasična metoda rušenja, zato jo je potrebno zamenjati s postopnim razstavljanjem, pri čemer se materiali delijo na frakcije. Skrbno razstavljanje opečnih konstrukcij lahko pomaga pri pridobivanju celih opek. Gradbeni materiali, pridobljeni na ta način, se lahko ponovno uporabijo pri gradnji - po ustreznem čiščenju - kot dekorativni ali konstrukcijski elementi ali pregrade. V preteklosti so opeke čistili le ročno s kladivi. Danes je postalo priljubljeno avtomatizirano čiščenje brez uporabe kemikalij, na osnovi vibracij. Deli opečnih fasadnih opek, debelih nekaj centimetrov, se uporabljajo kot ploščice v notranjosti modernejših interierijev.

Prisotnost malt in ometov na površini opeke predstavlja prepreko za njihovo ponovno uporabo kot stenskih elementov. Ohranjanje apnenih in cementnih ali mavčnih plasti poslabša estetiko in trajnost nove stene. Ostanki starega cementa oslabijo stik med opekami. Star cement je porozen in zato kopiči škodljive okoljske onesnaževalce ter nepredvidljivo absorbira vodo.

6. Povzetek in zaključki - napovedi in usmeritve o razvoju krožnega gospodarstva v gradbenem sektorju

Glavni dejavniki, ki vplivajo na nizko raven predelave gradbenih proizvodov po koncu njihove življenjske dobe, so pomanjkanje znanja med deležniki vključenimi v rušenje. Ti niso dovolj ozaveščeni o ekonomskih koristih in možnostih recikliranja pri ustreznih metodah razgradnje. Dejavniki so še razmeroma majhen delež gradbenega odpadka, ki ni onesnažen s primesmi (in s tem reciklabilen), ter pomanjkanje izkušenj in tehnologij predelave, ki omogočajo uporabo recikliranih gradbenih materialov. Za učinkovito izvajanje procesov recikliranja je potrebno sodelovanje med proizvajalci, podjetji, ki se ukvarjajo z recikliranjem in regulativnimi organi, da se zagotovi učinkovito in dobičkonosno recikliranje. Priročnik je namenjen ozaveščanju omenjenih ciljnih skupin. Upamo, da bo priročnik prispeval k želim rezultatom.

V trenutni fazi zakonodajnega dela ni standardnih zahtev za ponovno uporabo gradbenih proizvodov. Zakonodajna dela o ponovni uporabi gradbenih proizvodov nastalih pri rušenju ali razgradnji bi okrepil prakse krožnega gospodarstva. Če bi v zakonodajo vključili pojem »ponovna uporaba«, bi bilo treba določiti pogoje za recikliranje proizvoda, ter pričakovane pogoje uporabe. Na ta način bi zagotovili primernost proizvoda za ponovno uporabo in metode ocenjevanja parametrov po koncu življenjske dobe. Treba je poudariti, da je za ponovno uporabljene/reciklirane proizvode določanje njihove uporabnosti po regulativi CPR izziv. Zato se morajo spremembe uveljavljati že v fazi sprejemanja zakonodaje.

7. Seznam literature

- [1] International Energy Agency (2019). Global Status Report for Buildings and Construction.
- [2] European Commission (2019). The European Green Deal. European Commission, Brussels, COM/2019/640 final
- [3] <https://www.construction-products.eu/publications/green-deal/>
- [4] <https://www.europarl.europa.eu>.
- [5] A. Jordan, V. Gravey, (Eds.). (2021). Environmental Policy in the EU: Actors, Institutions and Processes (4th ed.), Routledge.
- [6] European Commission. (2023). Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council establishing a framework for ensuring a secure and sustainable supply of critical raw materials and amending Regulations (EU) 168/2013, (EU) 2018/858, 2018/1724 and (EU)2019/1020, European Commission, COM/2023/160 final, 2023/0079(COD)
- [7] European Parliament and Council of the European Union. (2018). Directive (EU) 2018/844 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 2010/31/EU on the energy performance of buildings and Directive 2012/27/EU on energy efficiency, Official Journal of the European Union, L 156/75
- [8] https://environment.ec.europa.eu/topics/waste-and-recycling/construction-and-demolition-waste_en.
- [9] https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Waste_statistics#Total_waste_generation.
- [10] European Parliament and Council of the European Union. (2008). Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives, Official Journal of the European Union, L 312/3
- [11] Chancellery of the Sejm. (2012). Act of 14 December 2012 on waste, Journal of Laws 2013, item 21
- [12] Zákon o odpadech. Zákon č. 541/2020 Sb.
- [13] Uredba o odpadkih (Uradni list RS, št. 37/15, 69/15, 129/20, 44/22 – ZVO-2 in 77/22) [13]
- [14] Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen Kreislaufwirtschaftsgesetz - KrWG) Vom. 24. Februar 2012
- [15] Commission of the European Communities EUROSTAT. (2010). Guidance on classification of waste according to EWC-Stat categories v.2
- [16] European Commission. (2014). Commission Decision of 18 December 2014 amending Decision 2000/532/EC on the list of waste pursuant to Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council Text with EEA relevance, Official Journal of the European Union, L 370/44

- [17] Byggföretagen. (2020). Resurs- och avfallsriktlinjer vid byggande och rivning
- [18] ÖNORM B3151- Dismantling of buildings as a standard method for demolition
- [19] <https://cityloops.eu/>
- [20] European Commission. (2018). Guidelines for the waste audits before demolition and renovation works of buildings, May 2018
- [21] European Commission. (2020). Level(s) indicator 2.2: Construction and Demolition waste and materials, Publication version 1.0, October 2020
- [22] E. Schneeberger. (2023). Broschüre Baurestmassen – Verwertung und Entsorgung, Leitfaden zum richtigen Umgang mit Baurestmassen auf Baustellen, Ausgabe 2023
- [23] M. Wahlström, M. zu Castell-Rüdenhausen, P. Hradil, K. Hauge Smith, A. Oberender, M. Ahlm, J. Götbring, J. Bjerre Hansen. (2019). Improving quality of construction & demolition waste – Requirements for pre-demolition audit. The Nordic Council of Ministers.
- [24] M. Kozicki, A. Niesłochowski. (2020). Materials Contamination and Indoor Air Pollution Caused by Tar Products and Fungicidal Impregnations: Intervention Research in 2014–2019. Sensors 2020, 20, 4099
- [25] European Parliament and Council of the European Union. (2004). Regulation (EC) No 850/2004 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 on persistent organic pollutants and amending Directive 79/117/EEC, Official Journal of the European Communities, L 158/7
- [26] The Council of the European Union Decision of 19 December 2002 establishing criteria and procedures for the acceptance of waste at landfills pursuant to Article 16 of and Annex II to Directive 1999/31/EC: 2003/33/EC. Official Journal L 011 , 16/01/2003 P. 0027 - 0049
- [27] EN 12457-1:2002 Characterisation of waste - Leaching - Compliance test for leaching of granular waste materials and sludges - Part 1: One stage batch test at a liquid to solid ratio of 2 l/kg for materials with high solid content and with particle size below 4 mm (without or with size reduction)
- [28] EN 12457-2:2002 Characterisation of waste - Leaching - Compliance test for leaching of granular waste materials and sludges - Part 2: One stage batch test at a liquid to solid ratio of 2 l/kg for materials with high solid content and with particle size below 4 mm (without or with size reduction)
- [29] EN 12457-3:2002 Characterisation of waste - Leaching - Compliance test for leaching of granular waste materials and sludges - Part 3: One stage batch test at a liquid to solid ratio of 2 l/kg for materials with high solid content and with particle size below 4 mm (without or with size reduction)
- [30] European Parliament and Council of the European Union. (2019). Regulation (EC) No 850/2004 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 on persistent organic pollutants and amending Directive 79/117/EEC, Official Journal of the European Communities, L 158/7
- [31] <https://www.tracimat.be/>

- [32] European Parliament and Council of the European Union. (2011). Regulation (EU) No 305/2011 of the European Parliament and of the Council of 9 March 2011 laying down harmonised conditions for the marketing of construction products and repealing Council Directive 89/106/EEC Text with EEA relevance, Official Journal of the European Union, L 88/5
- [33] European Parliament and Council of the European Union. (2006). Regulation (EC) No 1907/2006 of the European Parliament and of the Council of 18 December 2006 concerning the Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REACH), establishing a European Chemicals Agency, amending Directive 1999/45/EC and repealing Council Regulation (EEC) No 793/93 and Commission Regulation (EC) No 1488/94 as well as Council Directive 76/769/EEC and Commission Directives 91/155/EEC, 93/67/EEC, 93/105/EC and 2000/21/EC, Official Journal of the European Union, L 396/1
- [34] Chancellery of the Sejm. (2004). Act of 16 April 2004 on construction products, Journal of Laws 2004 No. 92 item 881
- [35] Verordnung zur Einführung einer Ersatzbaustoffverordnung, zur Neufassung der Bundesodenschutzund Altlastenverordnung und zur Änderung der Deponieverordnung und der Gewerbeabfallverordnung¹, Vom 9. Juli 2021.
- [36] Nařízení vlády, kterým se stanoví technické požadavky na vybrané stavební výrobky. Nařízení vlády č. 163/2002 Sb.
- [37] Zakon o gradbenih proizvodih (ZGPro-1) (Uradni list RS, št. 82/13)
- [38] European Parliament and Council of the European Union. (2008). Decision No 768/2008/EC of the European Parliament and of the Council of 9 July 2008 on a common framework for the marketing of products, and repealing Council Decision 93/465/EEC, Official Journal of the European Union, L 218/82
- [39] EN 1519-1:2019 Plastics piping systems for soil and waste discharge (low and high temperature) within the building structure - Polyethylene (PE) - Part 1: Requirements for pipes, fittings and the system
- [40] CEN/TS 14541-2:2022 Plastics pipes and fittings - Utilisation of thermoplastics recycles - Part 2: Recommendations for relevant characteristics
- [41] CEN/TS 14541-2:2022 Plastics pipes and fittings - Utilisation of thermoplastics recycles - Part 2: Vocabulary
- [42] EN 197-6:2023 Cement - Part 6: Cement with recycled building materials
- [43] EN 12620:2002+A1:2008 - Aggregates for concrete
- [44] EAD 170005-00-0305 Recycled Clay Masonry Units, EOTA, July 2017
- [45] EAD 010028-00-0103 Shallow and Reusable Foundation Kit for Lightweight Structures, EOTA, July 2017
- [46] EAD 180022-00-0704 Prefabricated plastic fitting made from recycled waste plastics and designed for drainage, EOTA, May 2018
- [47] ISO 14021:2016 Environmental labels and declarations - Self-declared environmental claims (Type II environmental labelling)

- [48] EN 15804+A1:2014-04 Sustainability of construction works - Environmental product declarations - Core rules for the product category of construction products
- [49] EN 15978:2012 Sustainability of construction works - Assessment of environmental performance of buildings - Calculation method
- [50] EN 16516:2017+A1:2020-12 Construction products: Assessment of release of dangerous substances - Determination of emissions into indoor air
- [51] EN 717-1:2006 Wood-based panels - Determination of formaldehyde release - Part 1: Formaldehyde emission by the chamber method
- [52] CEN/TS 16637-1:2018 Construction products - Assessment of release of dangerous substances - Part 1: Guidance for the determination of leaching tests and additional testing steps
- [53] CEN/TS 16637-2:2014 Construction products - Assessment of release of dangerous substances - Part 2: Horizontal dynamic surface leaching test
- [54] EN 1744-3:2002 Testing for chemical properties of aggregates - Part 3: Preparation of eluates by leaching of aggregates
- [55] CEN/TS 17195:2019 Construction products - Assessment of release of dangerous substances - Analysis of inorganic substances in eluates
- [56] CEN/TS 17197:2018+AC:2018 Construction products: Assessment of release of dangerous substances - Analysis of inorganic substances in digests and eluates - Analysis by Inductively Coupled Plasma - Optical Emission Spectrometry (ICP-OES)
- [57] CEN/TS 17200:2018+AC:2018 Construction products: Assessment of release of dangerous substances - Analysis of inorganic substances in digests and eluates - Analysis by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry (ICP-MS)
- [58] CEN/TS 17332:2019 Construction products - Assessment of release of dangerous substances - Analysis of organic substances in eluates
- [59] Council of the European Union. (2013). Council Directive 2013/59/Euratom of 5 December 2013 laying down basic safety standards for protection against the dangers arising from exposure to ionising radiation, and repealing Directives 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom and 2003/122/Euratom, Official Journal of the European Union, L 13/1
- [60] EN 15347:2008 Plastics - Recycled Plastics - Characterisation of plastics wastes
- [61] EN 15343:2010 Plastics - Recycled Plastics - Plastics recycling traceability and assessment of conformity and recycled content
- [62] EN 15342:2008 Plastics - Recycled Plastics - Characterization of polystyrene (PS) recycles
- [63] EN 15344:2021 Plastics - Recycled plastics - Characterization of Polyethylene (PE) recycles
- [64] EN 13168:2012+A1:2015 Thermal insulation products for buildings - Factory made wood wool (WW) products - Specification

- [65] EN 13171:2012+A1:2015 Thermal insulation products for buildings - Factory made wood fibre (WF) products - Specification
- [66] <https://europanel.org/>
- [67] M. How. (2021) Scrap use in the steel industry Fact sheet, pp. 4–5, https://worldsteel.org/wp-content/uploads/Fact-sheet-on-scrap_2021.pdf
- [68] World steel Association. (2023) Sustainability Indicators 2023 report, <https://worldsteel.org/wp-content/uploads/Sustainability-indicators-report-2023.pdf>
- [69] <https://worldsteel.org/>
- [70] <https://ec.europa.eu/eurostat/web/main/home>
- [71] <https://worldsteel.org/circular-economy/>
- [72] J. Rybicka-Łada, A. Kuśnierz, M. Kosmal. (2019). The impact of recycled glass cullet addition on the glass melting process, *Szkło i Ceramika* 3, pp. 22–25
- [73] I. Velzeboer, A. Van Zomeren. (2017). End of Waste Criteria for Inert Aggregates in Member States, vol. ECN-E--17-010, no. May, p. 43, 2017
- [74] CCME. (2019). Guide for Identifying, Evaluating and Selecting Policies for Influencing Construction, Renovation and Demolition Waste Management. 2019
- [75] G. Santos, E. Esmizadeh, M. Riahinezhad. (2023). Recycling Construction, Renovation, and Demolition Plastic Waste: Review of the Status Quo, Challenges and Opportunities, *J. Polym. Environ.*, doi: 10.1007/s10924-023-02982-z
- [76] Global Energy & Environment Research Team at Frost & Sullivan. (2020). Global Waste Recycling and Circular Economy Market, Outlook, 2020
- [77] J. Sokołowski. (2010). Plastic recycling, Warsaw University of Technology
- [78] APPRICOD. (2006). Guide Towards Sustainable Plastic Construction and Demolition Waste Management in Europe
- [79] A. Szczygielska, H. Prejzner, R. Geryło. (2014). Possibilities of recycling expanded polystyrene waste and problems related with this issue, *Izol.* 11-12/2014
- [80] European Parliament and Council of the European Union. (2003). Directive 2003/33/EC of the European Parliament and of the Council of 26 May 2003 on the approximation of the laws, regulations and administrative provisions of the Member States relating to the advertising and sponsorship of tobacco products, *Official Journal of the European Union*, L 152/16
- [81] EN 1008:2004 Mixing water for concrete - Specification for. sampling, testing and assessing the suitability of water, including water recovered from concrete production processes
- [82] Multi-author publication, scientific editor: Jan Deja. (2020). Concrete. Technologies and Research Methods. Chapter 3. R. Mróz. The role of aggregates in shaping the properties of concrete. Polish Cement Association, Cracow 2020
- [83] EN 206:2014-04 Concrete. Requirements, Properties, Production and Compliance

- [84] RILEM Recommendation. (1994). Specification for concrete with recycled aggregates, Materials and Structures, vol. 27, pp. 557-559
- [85] Warsaw University of Technology (2016). Annex 9.6 Guidelines for using materials recycled from concrete surfaces No. 9, pp. 1-30

8. Seznam slik

Slika 1: Pregled politik, pobud in komunikacije v okviru Evropskega zelenega dogovora za gradnjo (na podlagi [3]).

Slika 2: Delež ustvarjanja odpadkov glede na gospodarske dejavnosti v EU (podatki za leto 2020; vir: Eurostat spletni podatki [9]).

Slika 3: Hierarhična shema ravnanja z gradbenimi odpadki

Slika 4: Viri onesneževanja v grajenem okolju

Slika 5: Poenostavljen diagram za trženje gradbenega proizvoda v skladu Uredbo (EU) št. 305/2011

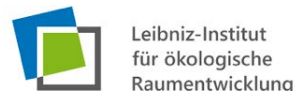
Slika 6: Scenariji izpostavljenosti za sproščanje nevarnih snovi iz gradbenih proizvodov.

Slika 7: Jeklo v krožnem gospodarstvu (na podlagi [68])

CirCon4Climate



V projektu sodelujejo:



Supported by:



on the basis of a decision
by the German Bundestag

<https://www.euki.de/en/>

Mnenja, ki so izražena v tej publikaciji, so odgovornost avtorjev in ne izražajo nujno stališča Zveznega ministrstva za gospodarstvo in podnebno politiko (BMWK).

