

2.12 Gradbeni odpadki so kakovosten surovinski tok za gradbeništvo

dr. Ana Mladenović,
dr. Alenka Mauko Pranjić
Laboratorij za kamen, agregat
in reciklirane materiale,
Zavod za gradbeništvo Slovenije
t: 01 28 04 250
e: ana.mladenovic@zag.si
alenka.mauko@zag.si
www.zag.si

Povzetek

Učinkovita in hitra ozelenitev gradbenega sektorja bi lahko imela, tako zaradi njegove velikosti kot velikega vpliva na okolje in vire, velik pozitiven učinek na planet. Surovinsko odvisna Evropa potrebuje nove načine ravnanja z viri, nove poslovne modele in nova razmišljanja. Gradbeni odpadki so voluminozen, kakovosten surovinski tok, ki lahko hrani gradbeni sektor. Učinek koristne rabe gradbenih odpadkov se lahko še poveča ob hkratnem razvoju orodij za večjo preglednost, sledljivost, transparentnost in načrtovanje rušenja, predelave in vgrajevanja recikliranih agregatov, ki nastanejo iz gradbenih odpadkov. Veliko lahko k temu pripomore večja digitalizacija gradbenega in odpadkovnega sektorja. To je sinergijska, zmagovalna kombinacija, ki zmanjšuje onesnaževanje.

2.12.1 Uvod

Danes, ko nam zaradi klimatskih sprememb, hitrega naraščanja prebivalstva ter izginjanja živalskih in rastlinskih vrst grozi pomanjkanje hrane, vode in drugih virov, je odgovornost vsakega posameznika in celotne človeške skupnosti, da se začnemo obnašati drugače, bolj odgovorno do planeta in do prihodnjih rodov.

Evropa ima poleg tega še specifične probleme, ki so posledica surovinske in energetske odvisnosti od ostalega sveta (delež v letni svetovni proizvodnji surovin je manj kot 5-odstoten). Na listi strateških kritičnih surovin je vsako leto več surovin, v zadnji izdaji (COM(2020), 474 final) že 30 (med njimi npr. fosfor, krom, platina).

Strategije in akcijski plani EU, med njimi Evropa 2020 – Strategija za pametno, trajnostno in vključujočo rast (COM(2010) 2020 final), Časovni okvir za Evropo, gospodarno z viri (COM(2011) 571 final), Zaprtje zanke – akcijski načrt EU za krožno gospodarstvo (COM(2015) 614 final), Novi akcijski načrt za krožno gospodarstvo – Za čistejšo in konkurenčnejšo Evropo (COM(2020) 98 final) in Evropski zeleni dogovor (COM(2019) 640 final), zahtevajo prehod v družbo recikliranja in vzpostavitev krožnega gospodarstva, ne samo kot nove ekonomske, ampak tudi sociološke in družbene paradigme. V krožnem gospodarstvu se snovne zanke zapirajo na lokalnem nivoju, količina odloženih

odpadkov pa se zmanjšuje. Odpadki (v EU jih nastane letno 3 tone na prebivalca) so torej pripoznani kot surovina za potrebe krožnega, vključujočega gospodarstva, v katerem proizvodi po koncu življenjske poti začnejo nove življenjske cikle v enaki ali predelani obliki in ki nadomešča linearni model potrošnje, v katerem se proizvodi po končanem življenjskem ciklu odvržejo.

Največje prednosti takšnega pristopa so učinkovitejša, racionalnejša raba virov (z viri ravnamo kot dober gospodar), manjše onesnaževanje, manjša poraba energije, večja konkurenčnost gospodarstva, nova delovna mesta in etična rast z upoštevanjem omejitev planeta.

Najnovejši dokument EU, Evropski zeleni dogovor, celo prinaša stališče, da bi morala EU prenehati izvažati odpadke iz EU. Komisija bo zato ponovno proučila pravila o pošiljkah odpadkov in nezakonitem izvozu. To je smiselno v luči ohranjanja celotnega planeta, saj z geografskim premikanjem problema tega ne rešujemo, ampak ga zaradi emisij, nastalih s transportom, celo povečamo. Smiselno in etično je torej, da se problem odpadkov rešuje lokalno, predvsem z recikliranjem v sekundarne surovine in njihovo uporabo v lokalnem okolju.

2.12.2 Gradbeništvo je lahko velik ponor odpadkov

Intenzivna poraba naravnih surovin – in s tem povezan vpliv na okolje – se lahko učinkovito zmanjša v gradbeništvu, ki je kot panoga največji porabnik surovin. V tej dejavnosti se letno porabi več kot 50 % vseh eksploatiranih materialov (Migliore idr., 2020). V EU predstavlja gradbeništvo enega od najpomembnejših sektorjev, ki ustvari 9 % BDP in zagotavlja več kot 18 milijonov delovnih mest (spletne strani Evropske komisije).

V gradbeništvu je možno porabiti velike količine materialov. V primerih, da ti niso okoljsko inertni, se z različnimi vezivi ali postopki nevarne komponente trajno imobilizirajo. Novi proizvodi iz recikliranih odpadkov so po kakovosti pogosto enakovredni ali celo boljši od konvencionalnih. Za predelavo in uporabo imamo znanje, tehnologije, realne možnosti uporabe in operativno zakonodajo. Pri tem je pomemben tudi vidik masnih izravnav, če torej nastane veliko nekega odpadka, potrebujemo velikega porabnika, kar gradbeništvo nedvomno je.



Slika 1: Predelava mešanih gradbenih ruševin in hkrati tudi proizvodnja recikliranega agregata



Slika 2: Posnetek recikliranega agregata iz betona

2.12.3 Zakonodaja spodbuja recikliranje

Preboj na področju vzpostavljanja krožnega gospodarstva se je v EU zgodil z dvema pomembnima dokumentoma, ki ju je v pravni red privzela tudi Slovenija. Prvi je Direktiva o odpadkih (2008/98/EC in 2018/851/EC). Ta na področju ravnanja z odpadki favorizira njihovo snovno izrabo in jih obravnava kot vire surovin, ki lahko po pravilnem recikliranju, kot v budističnem verovanju, doživijo ponovno rojstvo, s čimer je krog od zibelke do zibelke sklenjen. Sežig in odlaganje odpadkov sta na dnu prioritete lestvice. Prvi zato, ker je za sežig 1 tone odpadkov potrebnih 6 ali več ton zraka, ki ga je potem treba očistiti, in drugi zaradi obremenjevanja okolja ter izgube prostora in surovin. Direktiva tudi zahteva, da se vedno skuša izbrati takšno ravnanje z odpadkom, ki je čim višje na prioriteten lestvici.

Drugi noveliran dokument je s področja gradbeniške zakonodaje in uvaja nove cilje s paradigmo, da ni važno, od kod je nek material in kako se imenuje (lahko je tudi odpadek), pomembno je, kakšne so njegove lastnosti, kakšna uporabnost in okoljski odtis, ne pa izvor ali ime. Gre za Uredbo o gradbenih proizvodih (305/2011), ki prinaša novo bistveno zahtevo 7, s katero zahteva recikliranje in trajnostno rabo virov. Gradbena zakonodaja torej recikliranje odpadkov omogoča in zahteva. Nov paket evropskega krožnega gospodarstva (COM(2020) 98 final) celo napoveduje morebitno uvedbo zahtev glede vsebnosti recikliranih materialov za nekatere gradbene proizvode in povečanje snovne predelave za gradbene odpadke.

2.12.4 Recikliranje gradbenih ruševin

Količinsko daleč največji delež odpadkov predstavljajo gradbeni odpadki in odpadki iz rušenja objektov (v nadaljevanju gradbeni odpadki), ki nastajajo pri rušenju, obnovi ali gradnji objektov (stavb in infrastrukturnih objektov) in v Evropi predstavljajo 30 % vseh odpadkov. Sestavljajo jih večinoma odpadki iz skupine 17, ki se po izvoru delijo na odpadke iz rušenja objektov (beton, opeka, omet, mavec, les, steklo, izolacijski materiali, kovine, asfaltni rezkanec, mešane gradbene ruševine) in na tiste iz zemeljskih izkopov ali izkopov iz vodnih teles.

V Sloveniji je v letu 2018 nastalo 8,4 milijona ton odpadkov (SURs, 2019), od tega 59 % gradbenih odpadkov (4,98 milijona ton), ki so glavni razlog, da se je celotna količina v Sloveniji nastalih odpadkov glede na leto 2017 povečala za skoraj 36 %. Tako velik snovni tok je torej na razpolago za snovno uporabo v gradbenem sektorju!

Da bi se lahko čim več gradbenih odpadkov recikliralo, je pomembno, da so ločeni že na samem izvoru, torej da se objekt ruši selektivno. V objektu so lahko prisotne nevarne snovi (npr. azbest, PCB, mineralna olja, strupene barve), zato je nujna predhodna evalvacija objekta in odstranitev teh snovi še pred začetkom rušenja. Evropska komisija je izdala Vodila za pregled objektov pred rušenjem (EC, 2018), ki predpisuje načine in kvaliteto pregleda, priporočila za ravnanje z odpadki ter zagotavljanje sledljivosti odpadkov.

Rušenje objekta mora potekati v obratnem vrstnem redu, kot je bil zgrajen, po Načrtu rušenja in Načrtu ravnanja z odpadki. Izgovor, da ni časa za selektivno rušenje, je v resnici samo izgovor za nezainteresiranost in brezbržnost. V časovnico je treba samo vključiti čas za to aktivnost.

Selektivno rušene in pravilno ločene materiale se lahko predela v reciklirani agregat za vgradnjo na mestu samem ali pa jih prevzame pooblaščen zbiralec oz. predelovalec. Pri tem je pomembno poudariti, da so odpadki odgovornost investitorja, da pa lahko ta pooblasti izvajalca del, ki v njegovem imenu gradbene odpadke odda in zapre evidenčne liste.

Običajni način predelave sestoji iz primarnega sortiranja, drobljenja, odstranjevanja armature in sejanja v frakcije recikliranega agregata. Predelava selekcioniranih gradbenih odpadkov je istočasno proizvodnja gradbenega materiala (slika 1), to je recikliranega agregata, za katerega v tem trenutku začne veljati gradbena zakonodaja. Odpadek izgubi status odpadka, kar predelovalec dokazuje tudi z okoljevarstvenim dovoljenjem za predelavo.

Pri recikliranju gradbenih odpadkov je pomembno, da se prepreči onesnaževanje s finimi delci, zlasti tistimi pod 10 mikrometrov, zato je treba material med predelavo vlažiti.

2.12.5 Reciklirani agregati

Iz predelanih gradbenih ruševin torej nastane reciklirani agregat (slika 2). Agregati so eden izmed osnovnih materialov v gradbeništvu; delež agregata v betonu je približno 80 %, v asfaltu 90 % in v nevezanih plasteh 100 %. Trenutna svetovna poraba predstavlja 95 % naravnih in 5 % alternativnih agregatov (recikliranih in umetnih), kar jasno kaže potencialne glede uporabe. Seveda nikoli ne bomo mogli nadomestiti vseh naravnih agregatov, to je nerealno, kljub temu pa bi lahko povečali delež alternativnih agregatov.

Vrsta in kakovost ruševin, stopnja ločevanja pri rušenju in način predelave v agregat so tisti parametri, ki določajo kakovost recikliranega agregata. Ključne zahteve so: odpornost na atmosferske vplive in antropogeno onesnaževanje; odpornost na mehanske obremenitve; ustrezna zrnavost, ki zagotavlja njegovo vgrajenost ter dobre nosilne in filtrne lastnosti (v primeru uporabe v nevezanih plasteh), in stabilna mineraloška sestava (da se sestavine agregata v življenjski dobi ne spreminjajo). Seveda ne smejo imeti škodljivih primesi, ki bi lahko negativno vplivale na okolje.

Ugotavljanje lastnosti in kakovosti recikliranega agregata poteka po istih tehničnih specifikacijah kot za naravne in umetne agregate – po standardih, ki so bili izdelani na ravni EU in sprejeti kot obvezni tudi v Sloveniji. To so harmonizirani standardi za agregate, pri čemer proizvajalec vzpostavi kontrolo proizvodnje po sistemu za ocenjevanje in preverjanje nespremenljivosti lastnosti (AVCP) 4 ali 2+ in material daje na trg z Izjavo o lastnostih in v primeru sistema 2+ tudi s Certifikatom kontrole proizvodnje.

2.12.6 Uporabnost recikliranih agregatov

Reciklirani agregati se lahko uporabljajo v številnih aplikacijah, odvisno od lastnosti materiala in zahtev za končni proizvod. Velja, da je vsak material možno za kaj porabiti, za vse namene namreč ne potrebujemo najboljših materialov. To je racionalna in odgovorna raba virov. Receptura mora biti tudi dovolj robustna, da brez škode za kakovost proizvoda prenese variacije v lastnosti sestavin na bazi odpadka.

Danes se reciklirani agregati povprečne kakovosti najpogostejše uporabljajo za nevezane, dinamično neobremenjene nosilne plasti (zasipi, nasipi), kjer so zahteve za varnost nizke. Njihova uporaba je primerna zlasti v večjih inženirskih objektih, kot so na primer protipoplavni ali protihrupni nasipi. Recikliran agregat iz betonskih ruševin se je izkazal celo za boljšega od naravnega, če ga uporabimo kot nosilno nevezano plast v cestogradnji (slika 3), saj se v primerjavi z naravnim bolje in lažje zgosti, poleg tega izkazuje manj deformacij v teku uporabe (Mladenović idr., 2006).

Pravilno selekcionirani in homogeni reciklirani agregati se lahko vgrajujejo tudi v proizvode z višjimi varnostnimi zahtevami, kot je na primer beton. Strokovnjaki na področju betona se danes trudijo za razvoj zelenih betonov, zlasti zaradi velikih izpustov toplogrednih plinov in velike porabe energije v proizvodnji cementa. To so betoni, v katerih je naravni agregat nadomeščen z alternativnimi agregati na osnovi odpadkov in/ali cement deloma ali v celoti nadomeščen z alternativnimi vezivi, prav tako na

osnovi odpadkov. Za zelene betone so najprimernejši agregati iz betonskih ruševin, čeprav je tudi z drugimi tipi recikliranih agregatov možno izdelati betone sprejemljive kakovosti za določen namen uporabe. Za uporabo v betonih višjega kakovostnega razreda so najprimernejši čisti, dobro sortirani reciklirani agregati iz betona (slika 4) ali opeke. V tem primeru najbolje izkoristimo njihove odlične lastnosti zaradi latentnega vezivnega potenciala, ki je posledica številnih ostankov nehidratiziranega portlandskega cementa (v nobenem betonu v življenjski dobi hidratizacija cementa ne doseže 100 %), medtem ko gre v primeru agregata iz drobljene opeke za pucolansko vezivno reakcijo, ki v alkalnem mediju betona poteka med zrnji opeke in svežim cementom ter tvori nove hidratacijske produkte.

Običajno iščemo končne porabnike v lokalnem okolju, kar pomeni, da se zmanjšajo tudi stroški in okoljski vplivi zaradi dolgih transportnih poti. Pri končni uporabi vedno iščemo ravnotežje med recikliranjem v proizvodu z večjo dodano vrednostjo, kot je vrednost proizvoda, iz katerega je odpadke nastal (angl. upcycling), in recikliranjem v proizvodu z zmanjšano vrednostjo (angl. downcycling). Zadnji izraz ne bi smel imeti negativne konotacije, saj na ta način lahko recikliramo večje količine odpadkov ter uporabimo enostavne, cenene in okoljsko sprejemljive tehnologije. Proces bo uspešen, če oba, tako imetnik odpadka in končni uporabnik, prepoznata dolgoročne koristi tega poslovnega modela, tudi finančne.

2.12.7 Spodbujanje krožnih poslovnih modelov

Realna stopnja recikliranja gradbenih odpadkov v Sloveniji je nizka (po oceni ne presega 30 %) in ni v skladu z uradnimi statističnimi podatki. Identificirani so številni problemi. Vzroki so predvsem človeški faktor (ni korenčka in ne palice), premalo znanja in nezaupljivost do novih materialov (v celotni verigi, od investitorja in projektanta do izvajalca), morda delno tudi tehnološka podhranjenost in zakonodajni primanjkljaji.

V projektu CINDERELA, ki ga financira Evropska unija v okviru programa za raziskave in inovacije Obzorje 2020, je bilo ugotovljeno več vodilnih principov, ki lahko spodbudijo k prehodu v krožno gradbeništvu med drugim z uporabo recikliranih agregatov. To so:

- spodbujevalno nacionalno, regionalno in lokalno okolje,
- ozaveščene vrednostne verige in deležniki,
- usklajena zakonodaja,
- učinkoviti in merljivi krožni poslovni modeli (vključno z LCA),
- enostavne, cenovno učinkovite tehnologije,
- transparentni podatki in močna podpora orodja za odločevanje.

2.12.8 Okolje, ki spodbuja uporabo sekundarnih surovin v gradbeništvu

Nacionalna, regionalna in lokalna okolja, ki imajo razvite strategije za krožno gospodarstvo in snovno učinkovito gradbeništvu, določene ustrezne kazalnike za spremljanje napredka in oblikovane spodbude za uporabo sekundarnih surovin (npr. Zeleno javno naročanje, finančne spodbude za proizvodnjo in uporabo trajnostnih materialov, davčne in finančne olajšave pri uporabi sekundarnih surovin ipd.), lahko aktivno pospešujejo razvoj krožnega gospodarstva v gradbeništvu. Primer dobre



Slika 3: Vgradnja recikliranega agregata iz betona v nosilno nevezano plast ceste

prakse strategije za krožno gospodarstvo v gradbeništvu je Nizozemska, ki je leta 2017 popolnoma prepovedala odlaganje gradbenih odpadkov. Leta 2016 sta nizozemsko ministrstvo za infrastrukturo in ministrstvo za gospodarstvo izdali načrt za krožno gospodarstvo na Nizozemskem do leta 2050. Ena izmed vizij strategije je, da bo do leta 2050 nizozemska gradbena industrija organizirana tako, da bodo načrtovanje, razvoj, delovanje, upravljanje in razgradnja gradbenih objektov (stavb in infrastrukture) zagotavljali trajnostno gradbeništvu. Pri gradnji stavb in infrastrukture se bodo uporabljali večinoma obnovljivi proizvodi.

Zeleno javno naročanje je pomembno področje uvajanja krožnega gradbeništva, saj lahko javni naročniki s svojo kupno močjo oblikujejo proizvodnjo in ponudbo trajnostnih proizvodov. Uporaba recikliranih agregatov je v Uredbi o zelenem javnem naročanju (Ur. l. RS, 51/17 in 64/19) vključena samo na področju projektiranja oz. izvedbe gradnje cest, kjer predpisuje prioritarno uporabo recikliranega asfaltne granulat (rezkanca) pri gradnji vozišča ceste za proizvodnjo novih bituminiziranih zmesi, podredno pa zlasti za plasti, stabilizirane s hidravličnim ali bitumenskim vezivom, tampon (vključno z bankinami), posteljico, nasipe in zasipe. Pri gradnji objektov so pomembna tehnična navodila o pravilni uporabi sekundarnih surovin. Trenutno se pripravljajo nove tehnične specifikacije za ceste in druga zemeljska dela, ki bodo nadomestila verzijo iz leta 2001 (TSC 06.800: 2001).

Spodbude za snovno učinkovito gradnjo se morajo uvajati usklajeno, npr. prepoved odlaganja odpadkov ali povečani davki na odlaganje morajo biti hkrati usklajeni s preprečevanjem nelegalnega odlaganja in večjim inšpekcijskim nadzorom ter spodbujanjem uporabe recikliranih proizvodov. V mnogih državah je nelegalno odlaganje gradbenih odpadkov še vedno velik problem, tudi v Sloveniji, zato je pomembno ozaveščanje deležnikov na več nivojih.



Slika 4: Beton z mešanico recikliranega agregata iz opeke in polnilom iz opečnega drobirja

2.12.9 Ozaveščeni deležniki

Uporaba recikliranih agregatov ne sme biti samo del strategije na papirju, ampak mora imeti konkretno definirane aktivnosti in kazalnike za meritev uspešnosti prehoda v krožno gospodarstvo. Pri tem so zelo uporabna podporna orodja, ki omogočajo večje povezovanje deležnikov (npr. portali za digitalno poslovanje vzdolž vrednostne verige za večji in hitrejši pretok blaga, storitev, informacij, dostopnost informacij in izvajanje storitev). V projektu CINDERELA se razvija storitev na enem mestu (angl. One Stop Shop Service), CinderOSS, ki omogoča dostop do informacij o najnovejših tehnologijah, trajnostnih proizvodih, ponuja informacije o zakonodaji in spodbudah ter nudi vrsto (digitalnih) storitev od oblikovanja krožnega poslovnega sistema do knjižnic za digitalno gradbeno modeliranje (BIM) z materiali iz sekundarnih surovin in vizualizacije snovnih tokov v mestih.

2.12.10 Usklajena regulativa

Evropska regulativa o gradbenih proizvodih (EC 305/2011) vključuje vse potrebno za dajanje na trg tudi proizvodov iz sekundarnih surovin. Kar je nujno, je sistemsko povezovanje med okoljsko zakonodajo (končanje statusa odpadka) in gradbeno zakonodajo na način, da ne bo ovirana uporaba sekundarnih surovin v smislu dolgotrajnih postopkov, ko se primeri uporabe sekundarnih surovin rešujejo od primera do primera oz. se jih celo preprečuje. Potrebna je transparentna zakonodaja, ki bo veljavna za vse.

2.12.11 Učinkoviti krožni poslovni modeli

Pri vzpostavitvi snovno učinkovitega gradbeništva je pomembno, da so tehnologije recikliranja enostavne in jih je možno izvajati s konvencionalno opremo, ki jo gradbeništvo že pozna. Zelo pomembno je, da so novi krožni poslovni modeli in snovna učinkovitost merljivi v času celotnega življenjskega obdobja, od zibelke do groba oziroma do ponovne zibelke, ki označuje ponovno recikliranje oz. ponovno uporabo gradbenih proizvodov. To lahko merimo z Analizo življenjskega ciklusa okoljskih (LCA – angl. Life Cycle Assessment), ekonomskih (LCC – Life Cycle Costing) in družbenih vplivov (S-LCA – Social Life Cycle Assessment). Upoštevanje eksternalij (okoljskih, družbenih vplivov) je zlasti pomembno tudi pri naročanju gradbenih projektov in del.

2.12.12 Transparentni podatki in podpora orodja

Velik problem na področju gradbenih in ostalih odpadkov, ki se uporabljajo kot sekundarne surovine za gradbeništvo, predstavljata transparentnost in sledljivost tokov, zlasti pri ugotavljanju ponorov odpadkov v urbanih regijah. Čeprav ima Slovenija vpeljan informacijski sistem poročanja o odpadkih, v praksi prihaja do težav zaradi nepravilnega poročanja in pomanjkljivih informacij o ravnanju z njimi oz. njihovi usodi. Aarhuška konvencija (spletne strani Evropske komisije) zagotavlja vsake-mu posamezniku oz. združenju pravico dostopati do okoljskih podatkov, ki jih zbirajo javne agencije, kar pomeni tudi do podatkov o odpadkih, ki jih zbirajo javne agencije. Na osnovi podatkov o odpadkih in njihovih tokovih deluje v projektu CINDERELA optimizirano orodje za prikaz masnih tokov GDSE (angl. Geodesign Decision Support Environment), ki je lahko močno odločevalsko orodje za oblikovanje politik in tudi novih krožnih poslovnih modelov.

2.12.13 Zaključek

Gradbeni odpadki so surovina za reciklirane agregate, ki jih z obstoječim znanjem in tehnologijo v gradbeništvu že uporabljamo. Z zelo visoko stopnjo zaupanja lahko trdimo, da je učinkovito in okoljsko varno recikliranje teh odpadkov možno. Prednosti so številne, morda najpomembnejše v povezavi z ohranjanjem naravnih virov, zmanjšanjem emisij in porabe energije, čistejšim okoljem ter novimi poslovnimi priložnostmi. Žal je stopnja recikliranja v Sloveniji nizka. Doseči bi bilo treba nacionalni konsenz o tem, v katero smer se bo Slovenija na tem področju razvijala: ali bomo vse odpadke, tudi tiste, ki bi jih lahko predelali, vozili v tujino ali pa bomo razvijali krožno gospodarstvo, industrijsko simbiozo in posledično uživali številne benefite, ki jih ti poslovni modeli prinesejo. Da vsaka država sama poskrbi za svoje odpadke, je tudi etično in pošteno. Najti bi bilo treba modus vivendi tudi z dobronamernimi nevladnimi in okoljevarstvenimi organizacijami ter mediji, ki pogosto populistično lansirajo v javnost neresnice, z namenom vznemirjanja ljudi in povečevanja gledanosti oz. branosti. Uporabimo svojo pamet in svoje znanje za to, da bomo prišli do alternativnih surovin in jih čim bolj optimalno izbrali.

Viri

- CINDERELA – New Circular Economy Business Model for More Sustainable Urban Construction: Finančni program Evropske unije za raziskave in inovacije Obzorje 2020, pogodba št. 776751.
- COM(2017) 490 final: Communication from the Commission to the European Parliament, The Council, The European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions on the 2017 list of Critical Raw Materials for the EU.
- COM(2010) 2020final: Communication from the Commission. Europe 2020. A strategy for smart, sustainable and inclusive growth.
- COM(2011) 517 final: Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Roadmap to a Resource Efficient Europe.
- COM(2015) 614 final: Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Closing the loop - An EU action plan for the Circular Economy.
- COM(2020) 98 final: Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. A new Circular Economy Action Plan. For a cleaner and more competitive Europe.
- COM(2019) 640 final: Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. The European Green Deal.
- Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives. Uradni list Evropske unije 312 z dne 22. 11. 2008.
- Directive (EU) 2018/851 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 2008/98/EC on waste. Uradni list Evropske unije 150 z dne 14. 6. 2018.
- Guidelines for the waste audits before demolition and renovation works of buildings. EU Construction and Demolition Waste Management. Evropska komisija. 2018.
- Migliore, M., Talamo, C. in Paganin, G. (2020). Strategies for Circular Economy and Cross sectoral Exchanges for Sustainable Building Products, Preventing and Recycling Waste, Springer.
- Mladenović, A., Pavšič, P., Porisienti, S., Bianco, L., Said, S., Kokot, D. in Ipavec, A. (2006). Methodology for testing and implementing selected recycled materials and industrial by-products in road construction. SPENS - Sustainable Pavements for European New Member States. EC, Sixth Framework Programme, Sustainable Surface Transport.
- 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. Uradni list Evropske unije 88 z dne 4. 4. 2011.
- Spletne strani Evropske komisije. The Aarhus Convention. Pridobljeno s <https://ec.europa.eu/environment/aarhus/> (zadnjič obiskano 19. 5. 2020).
- Spletne strani Evropske komisije. Construction. Pridobljeno s https://ec.europa.eu/growth/sectors/construction_en (zadnjič obiskano 19. 5. 2020).
- SURS, 2019. Pridobljeno s <https://www.stat.si/StatWeb/News/Index/8419> (zadnjič obiskano 19. 5. 2020).
- TSC 06.800: 2001 Tehnična specifikacija za javne ceste. Ponovna uporaba materialov v cestogradnji. Recikliranje. Republika Slovenija Ministrstvo za promet.
- Uredba o zelenem javnem naročanju. Uradni list RS, št. 51/17 z dne 14. 9. 2017 in 64/19 z dne 24. 10. 2019.