

# ZELENA GRADNJA

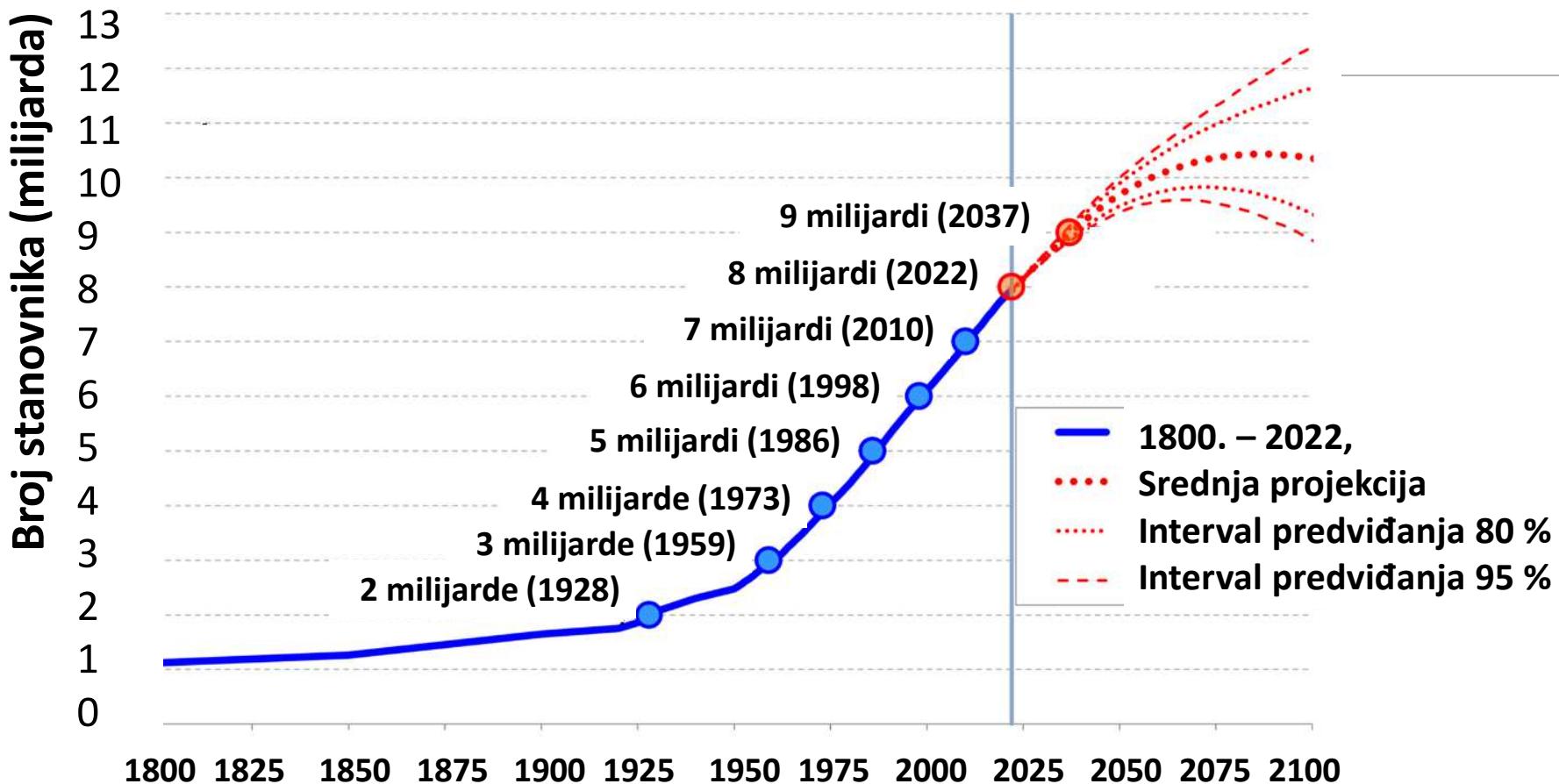
## UVOD

---

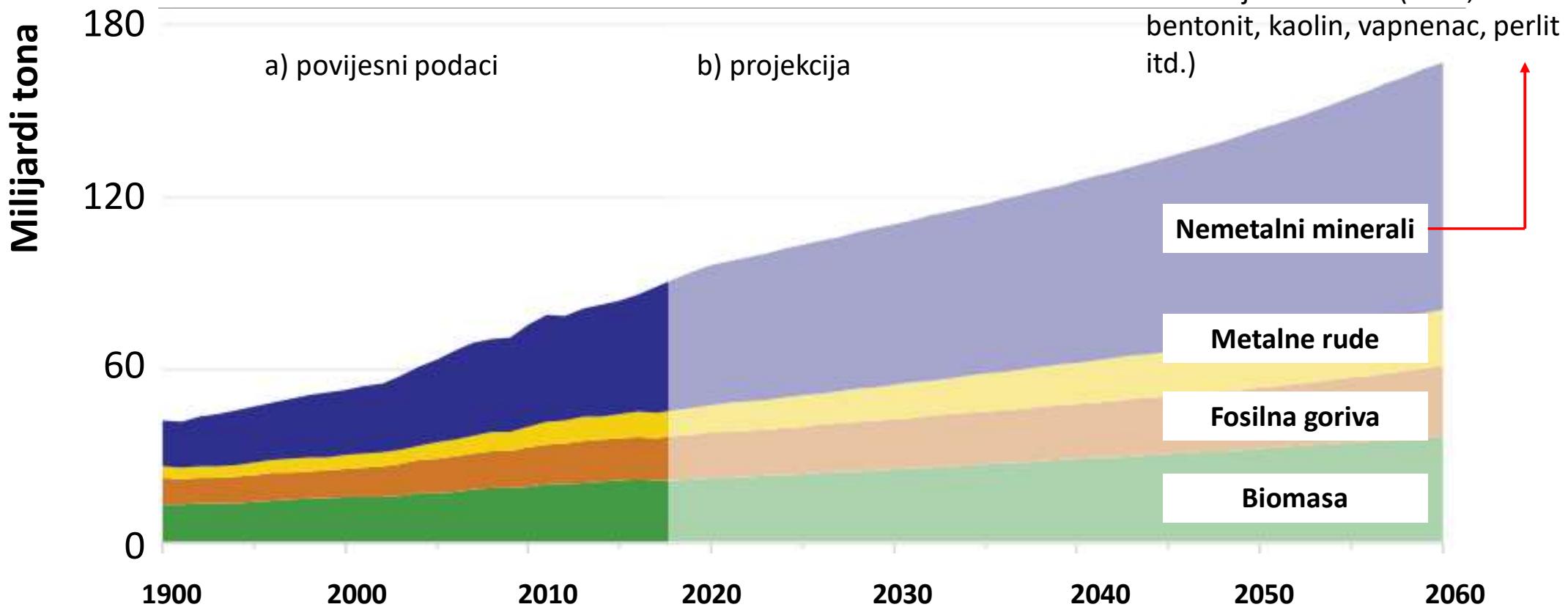
# Raspored

| Datum        | Predavanja  | Vježbe   | Projekt   |
|--------------|---|--|---|
| 6.3.2025.    | Uvod u koncepte linearog i kružnog gospodarstva i uloga građevinarstva, ključni aspekti zelene gradnje: ekološki, ekonomski, sociokулturni i tehnološki aspekti | Uvod u LCA (analiza životnog ciklusa) i LCT (razmišljanje o životnom ciklusu)<br>Definiranje cilja i opsega, Prikupljanje podataka i modeliranje sustava, Funkcionalna i deklarirana jedinica, Analiza inventara | Podjela projekata; upute  |
| 13.3.2025.   | Zakonodavni i normizacijski okvir za održivu uporabu prirodnih izvora u građevinarstvu  | Procjena utjecaja životnog ciklusa: karakterizacija, klasifikacija i normalizacija   | PREDAJA DIJELA PROJEKTA:<br>Prezentacija modela, granica sustava, definiranih elemenata |
| 20.3.2025.   | Strategije upravljanja građevnim otpadom, recikliranje i ponovna uporaba građevine, njezinih materijala i dijelova nakon rušenja                                | Rad u programskom paketu – izrada projekta   | PREDAJA DIJELA PROJEKTA:<br>Prezentacija inventara                                      |
| 27.3.2025.   | Posjeta Gnezdo, Ljubljana (primjeri gradnje s prirodnim materijalima) i Innorennew institutu, Izola u Sloveniji   |  |   |
| 3.-5.4.2025. | <b>Praktična radionica gradnje sa zemljanim materijalima – Baranja, Hrvatska</b>  |  |   |
| 10.4.2025.   | Strategija upravljanja trajnosti građevina, pristupi projektiranja na osnovi svojstava Certifikati druge generacije   | Rad u programskom paketu – izrada projekta   | PREDAJA DIJELA PROJEKTA:<br>SimaPro kostur  |
| 17.4.2025.   | Obrana projekata  |  |   |
| 24.4.2025.   | <b>Tradicionalna drvena gradnja – Turopolje, Hrvatska</b>   |  |   |

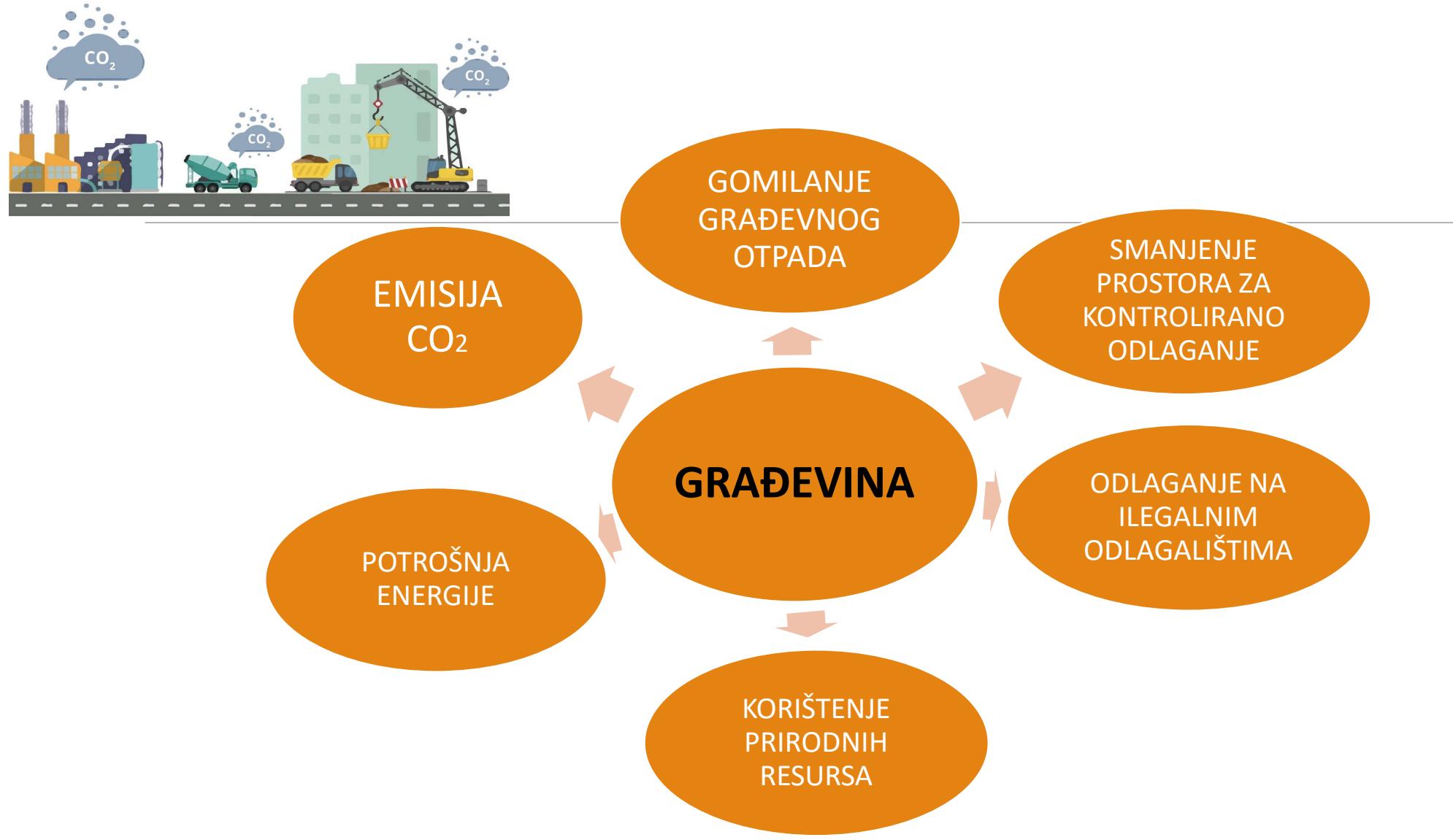
# Rast stanovništva



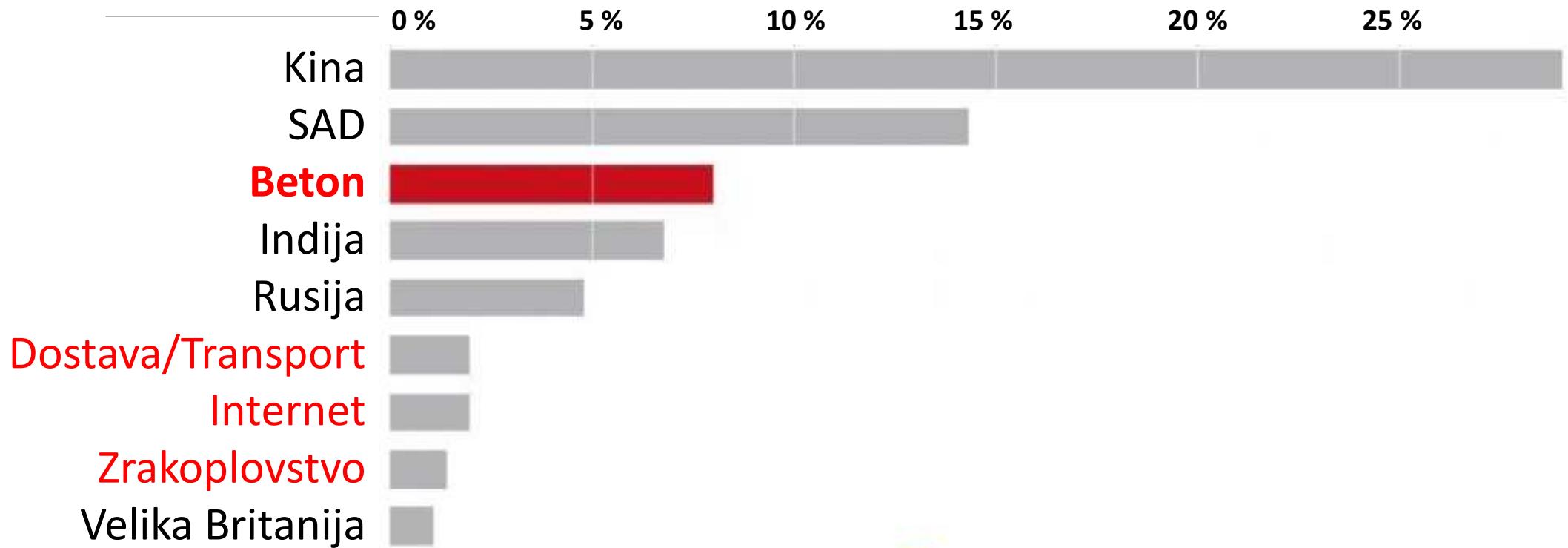
# Globalna uporaba materijala prema vrsti izvora



Izvor: Raw Materials Scoreboard 2021, European Commission, EIP on Raw Materials



# Emisije CO<sub>2</sub>



<https://inengineering.ca/carbon-emissions-of-the-construction-industry/>

# Što je kružno gospodarstvo?

---

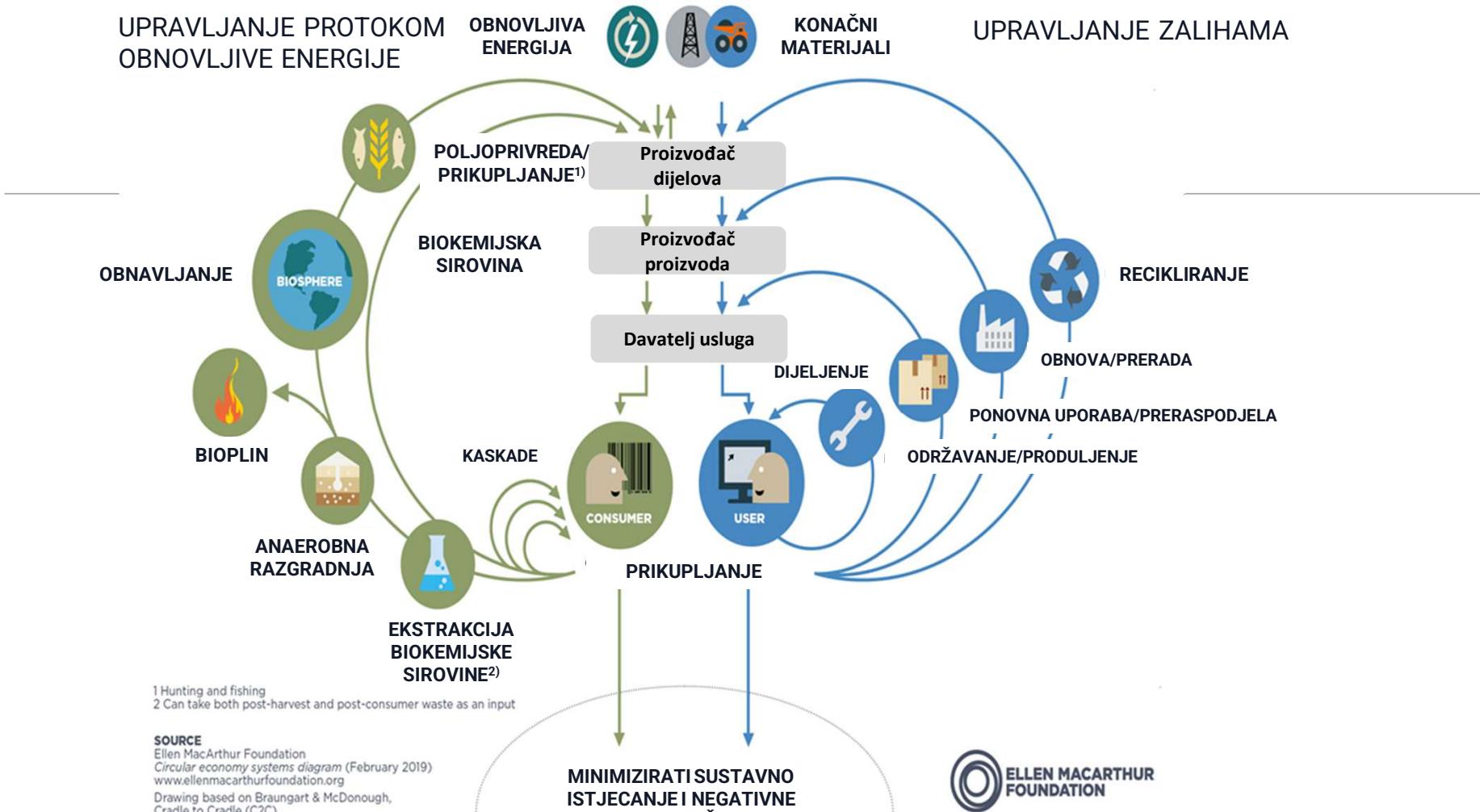
Zasniva se na tri principa:

- eliminiranje otpada i onečišćenja
- kruženje proizvoda i materijala (po njihovoj najvećoj vrijednosti)
- regeneriranje prirode

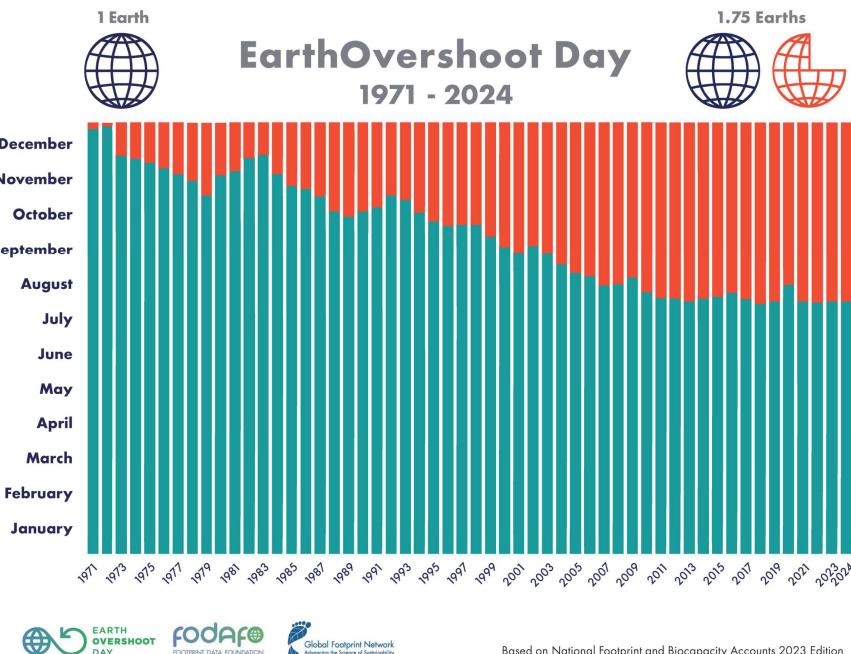
Podupire ga prijelaz na obnovljivu energiju i materijale

Kružno gospodarstvo odvaja ili prekida vezu između ekonomске aktivnosti i potrošnje ograničenih resursa

Source: <https://ellenmacarthurfoundation.org/topics/circular-economy-introduction/overview>



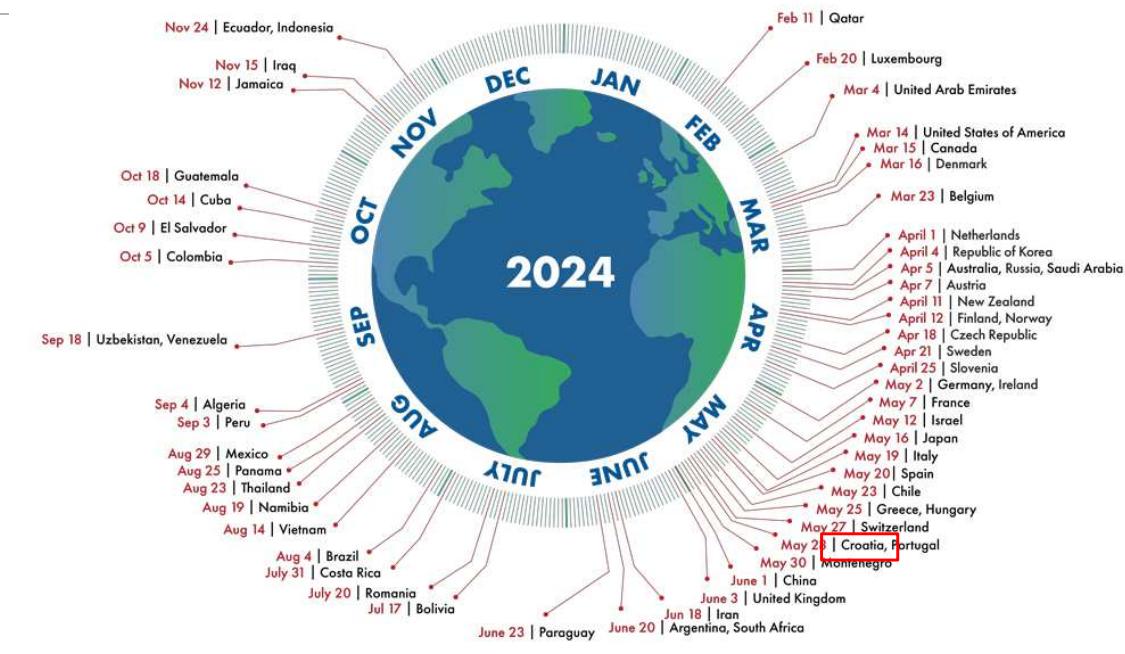
## Dan ekološkog prekoračenja - dan kada je ekološki otisak premašio biološke kapacitete planeta



Source: <https://www.overshootday.org/>

## Country Overshoot Days 2024

When would Earth Overshoot Day land if the world's population lived like...



EARTH  
OVERSHOOT  
DAY  
Source: National Footprint and Biocapacity Accounts, 2023 Edition  
[data.footprintnetwork.org](https://data.footprintnetwork.org)



# Linearno gospodarstvo

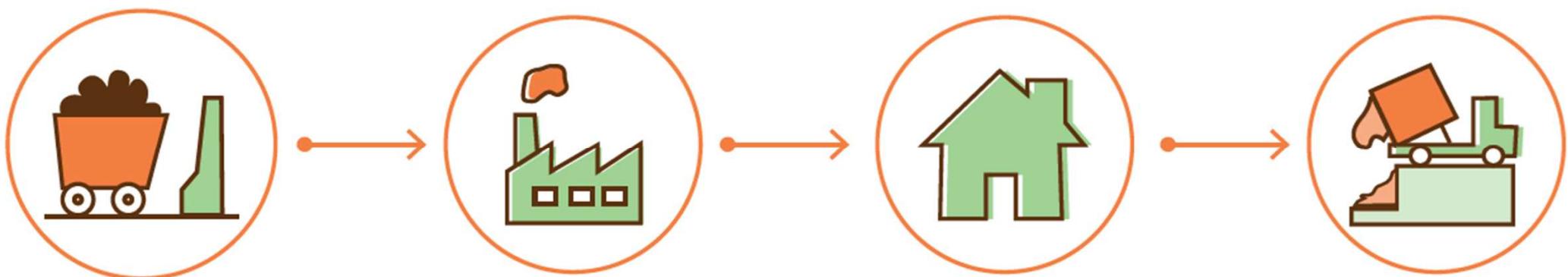
Klimatske promjene, gubitak bioraznolikosti i iscrpljivanje prirodnih resursa izazvali su globalnu krizu, koja je dovela do onoga što neki znanstvenici smatraju novom geološkom erom: **antropocenom**

- Ova situacija je velikim dijelom uzrokovana trenutnim modelom proizvodnje i potrošnje koji se naziva **linearno gospodarstvo**
- ovaj ekonomski sustav, implementiran od prve industrijske revolucije, zasniva se na obrascu „proizvodi, koristi i bacaj”, **pod pretpostavkom da su prirodni resursi neiscrpni**



# Linearno gospodarstvo

Linearni model doseže granicu svog kapaciteta i rezultirao je značajnim negativnim utjecajima na okoliš koji ugrožavaju nastanivost Zemlje za buduće generacije



Dijagram linearog gospodarstva.  
Izvor: GBCE, Circular economy in building, 2021

# Linearno gospodarstvo

Linearni model slijedi pristup „od izvora do groba“:

- materijal se nabavlja, koristi za stvaranje proizvoda, distribuira, konzumira i zatim odlaže
- ovaj model znači da se konačna količina materijala iscrpljuje, što predstavlja ozbiljan rizik za okoliš i ostavlja golemu količinu otpada, što dovodi do zagađenja diljem svijeta



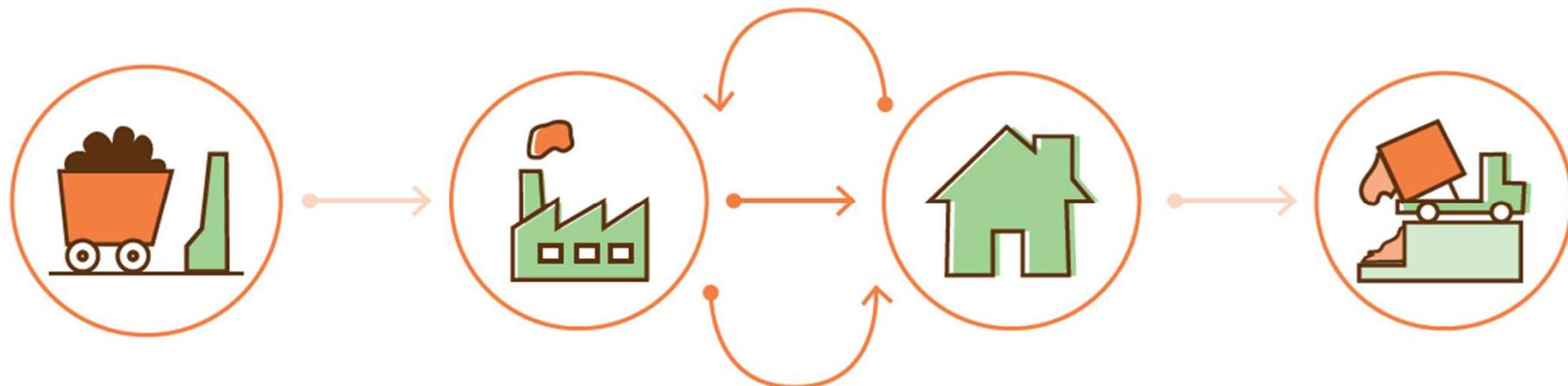
Izvor: <https://uk.glasdon.com/images/news/linear-economy-graph.jpeg>

# Kružno gospodarstvo

- Kružno gospodarstvo, kao novi model proizvodnje i potrošnje, pojavilo se kao održivija alternativa linearnom gospodarstvu
- Cilj kružnog gospodarstva je postići učinkovitije i otpornije sustave proizvodnje i potrošnje koji minimiziraju korištenje prirodnih resursa i čuvaju one koji se koriste unutar kontinuiranih ciklusa, održavajući ili poboljšavajući njihovu vrijednost
- Kružno gospodarstvo zahtijeva novi pristup u sljedećim područjima:
  - dizajn proizvoda i usluga
  - modeli upravljanja i tržišta
  - pretvaranje otpada u resurse
  - nacionalni propisi
  - opredjeljenje stanovništva da promijene svoje potrošačke navike

# Kružno gospodarstvo

- dekarbonizacija europskog gospodarstva do 2050. srž je *Europskog zelenog plana* usvojenog krajem 2019.
- provedba kružnog gospodarstva bit će ključna za postizanje dekarbonizirane Europe

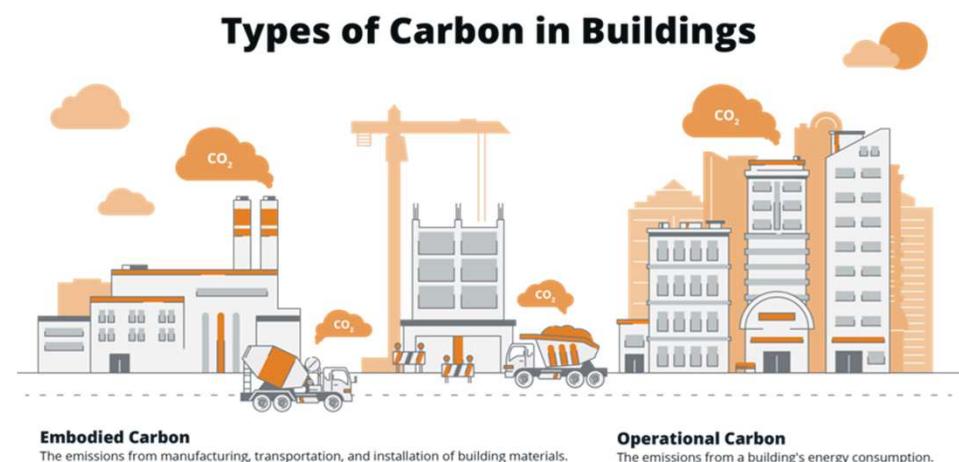


Shema kružnog gospodarstva. Izvor: GBCE. Circular economy in building. 2021

# Što je ugrađeni ugljik (embodied carbon)?

- odnosi se na aktivnosti povezane s:

- nabavom, rudarstvom, prikupljanjem sirovina
- pretvaranjem tih materijala u građevne proizvode
- njihovim prijevozom do gradilišta i ugradnjom
- održavanjem, zamjenom i uklanjanjem te odlaganjem na kraju njihovog vijeka trajanja



Izvor: <https://gupp-class.eu/>

# Prednosti smanjenja ugrađenog ugljika



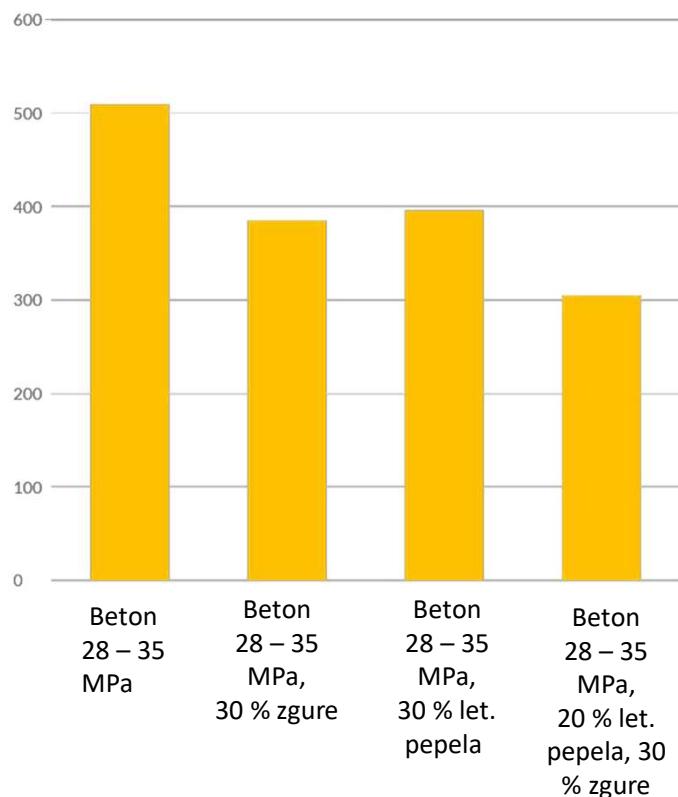
Izvor: <https://gupp-class.eu/>

# Načela

- Ne graditi kratkoročno
- Izbjegavati lokacije koje zahtijevaju stabilizaciju tla
- Razmotriti vrste konstrukcija
- Birati niskougljične proizvode
- Optimizirati oblik zgrade
- Projektirati tanje podne ploče
- Ne graditi zasebne parkirališne konstrukcije
- Upotrijebiti pomicne zidne elemente ili elemente koji se mogu obnoviti
- Izbjegavati elemente ograničene vrijednosti
- Odabrati dugotrajna rješenja za prozore i krovove

# Reciklirani materijali

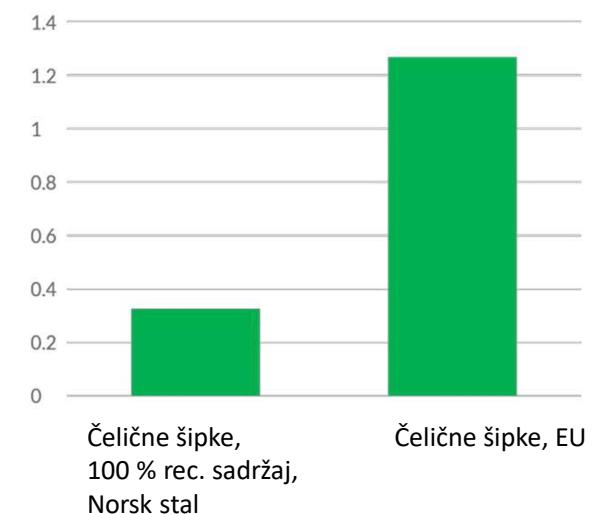
Emisije betona, kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>3</sup>



Emisije opeke, kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>3</sup>



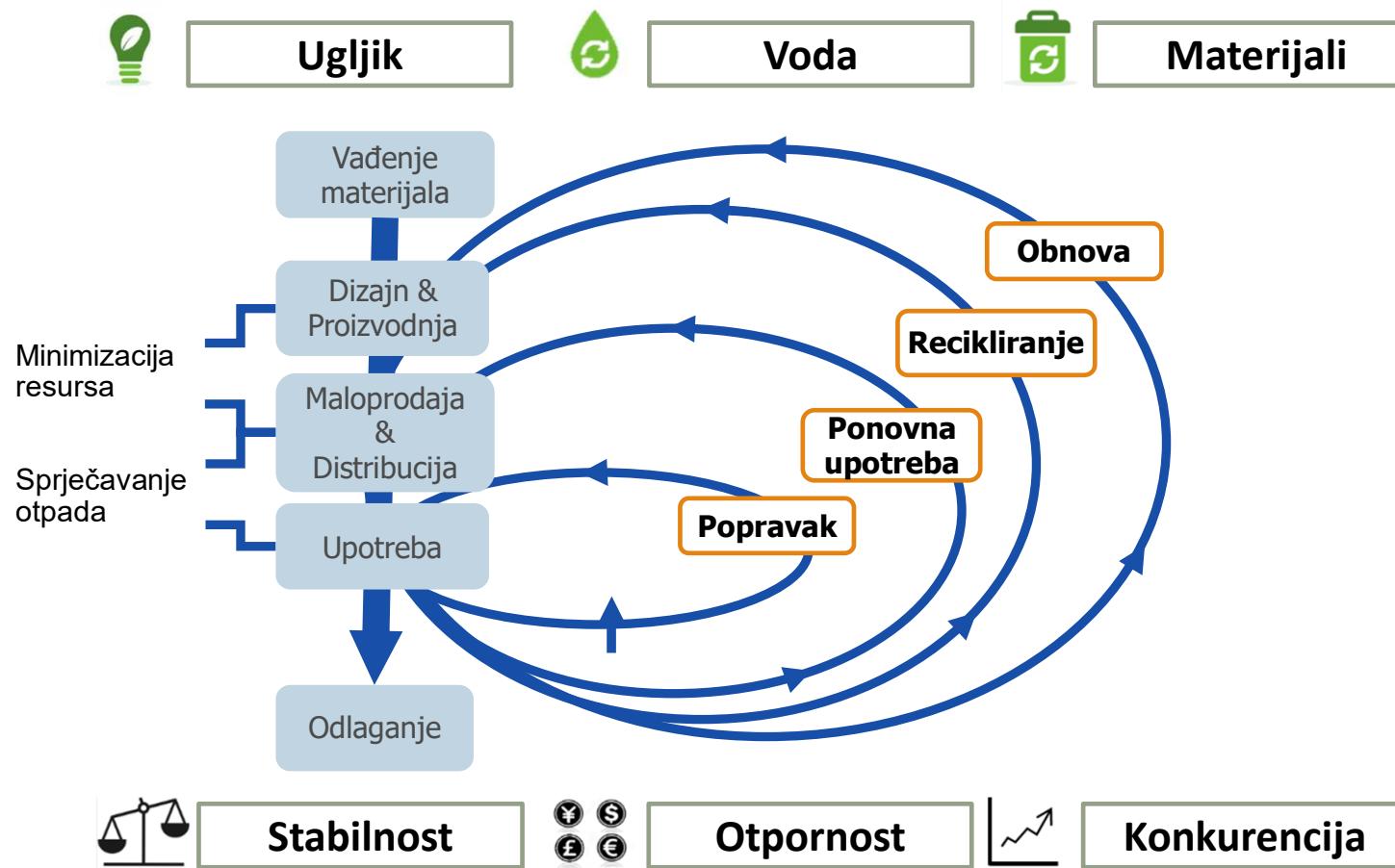
Izvor: IMPACT database



Izvor: EPD Norge, World steel

Izvor: EPDs from National concrete association, US <https://gupp-class.eu/>

# Kružno gospodarstvo

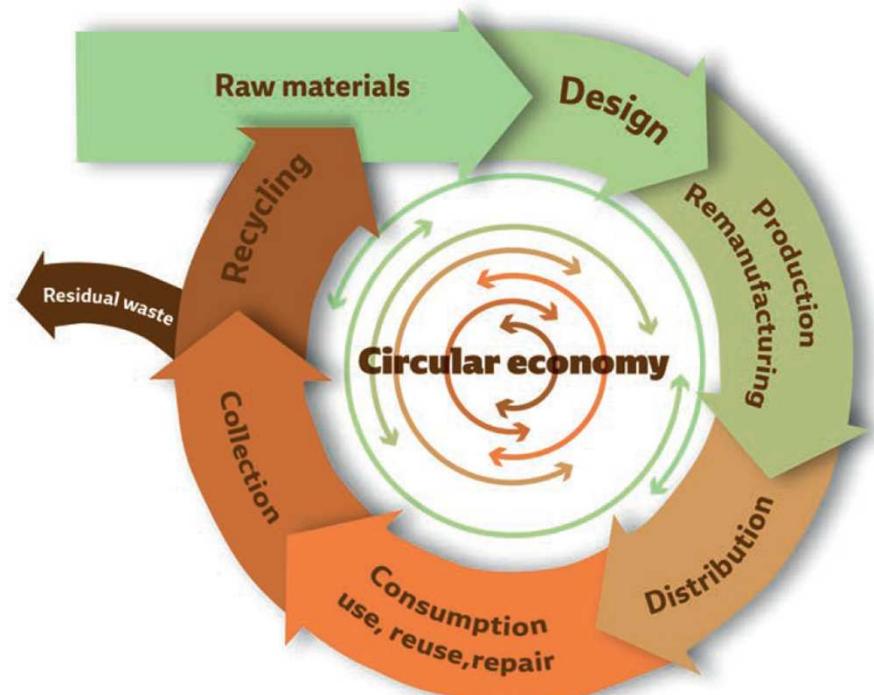


# Kružno gospodarstvo

- prednosti za okoliš
- potiče konkurentnost i stvaranje novih radnih mesta, uz stvaranje novih poslovnih prilika i inovacija u proizvodima i uslugama

ključno:

- provedba digitalizacije i novih tehnologija



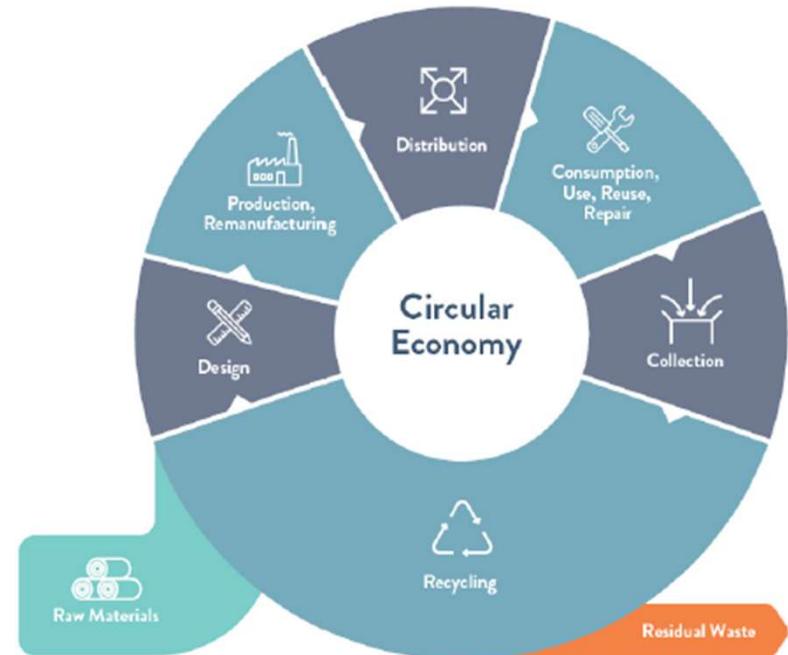
*Circular economy scheme, Izvor: Adapted from European Commission. COM (2014) 398 final*

# Kružno gospodarstvo

Vađenje sirovina i obrada materijala odgovorni su za 90 % gubitka bioraznolikosti i nedostatka vode.

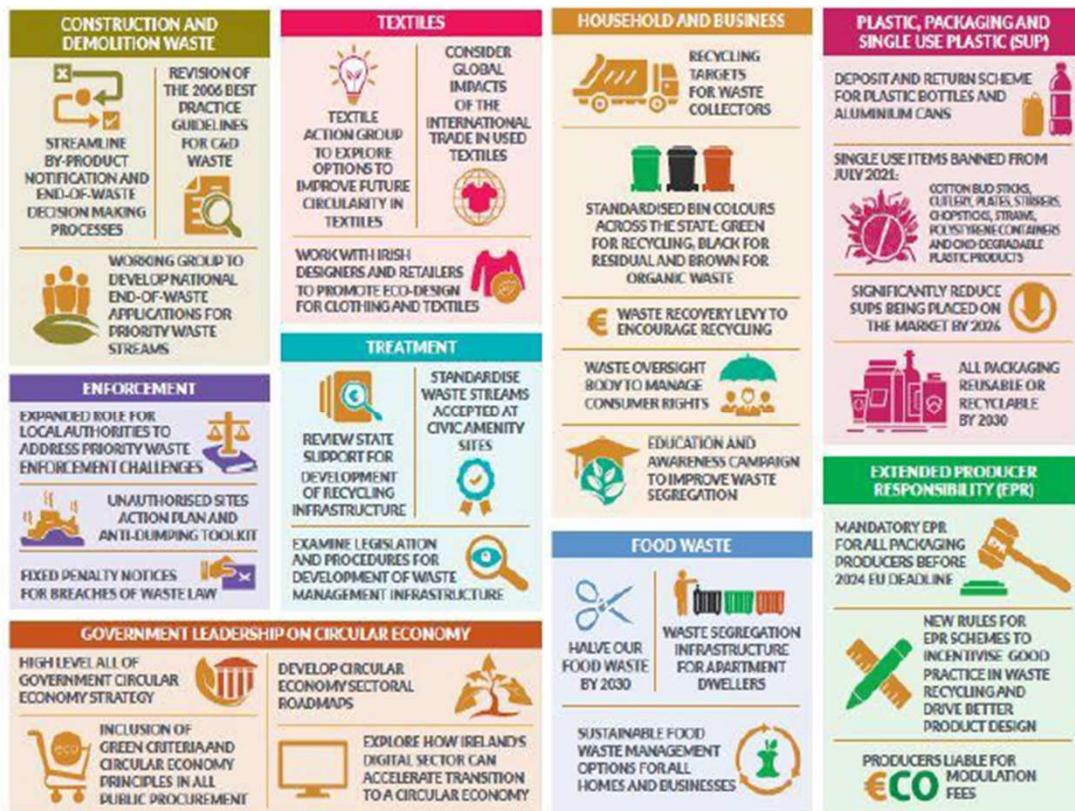
U ožujku 2020. objavljena je nova strategija EU-a za kružno gospodarstvo, čiji je cilj:

*Napraviti održive proizvode, usluge i poslovne modele i transformirati obrasce potrošnje tako da se uopće ne proizvodi otpad*



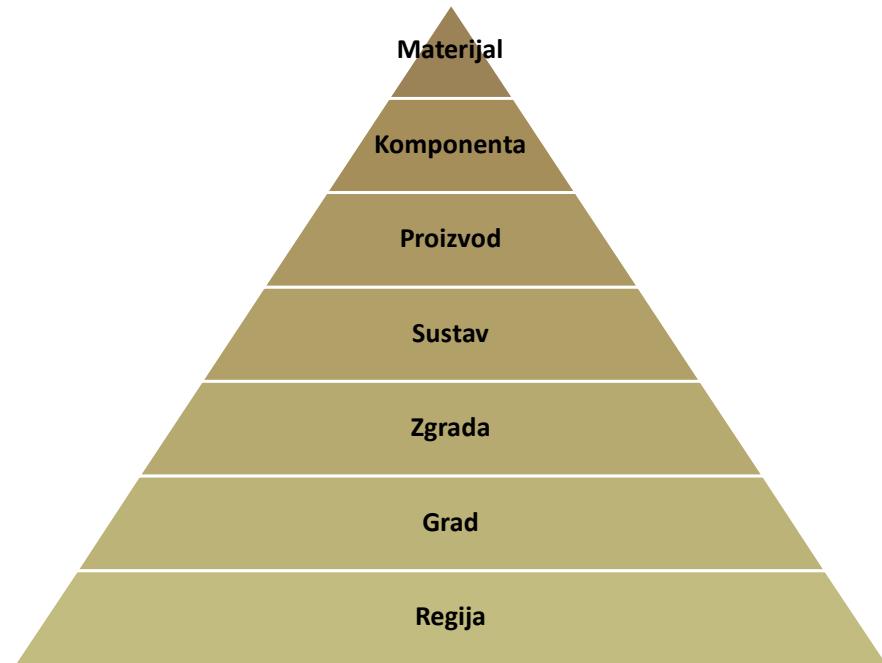
# Otpad i recikliranje

- Danas je globalna ekonomija samo 8,6 % kružna
- Trenutačno, godišnja potreba Zemlje za resursima zbog antropogenih (ljudskih) aktivnosti premašuje njezin regenerativni kapacitet
- čovječanstvo je 2019. potrošilo količinu prirodnih resursa koja je jednaka količini od 1,6 planeta



# Kružna ekonomija za građevinski sektor

- ključni sektor za europski gospodarski i društveni razvoj - stvara 18 milijuna izravnih radnih mesta
- prelazak s linearog modela otvorenih ciklusa na kružni model, zatvorenih ciklusa, zahtijeva potpunu sustavnu promjenu

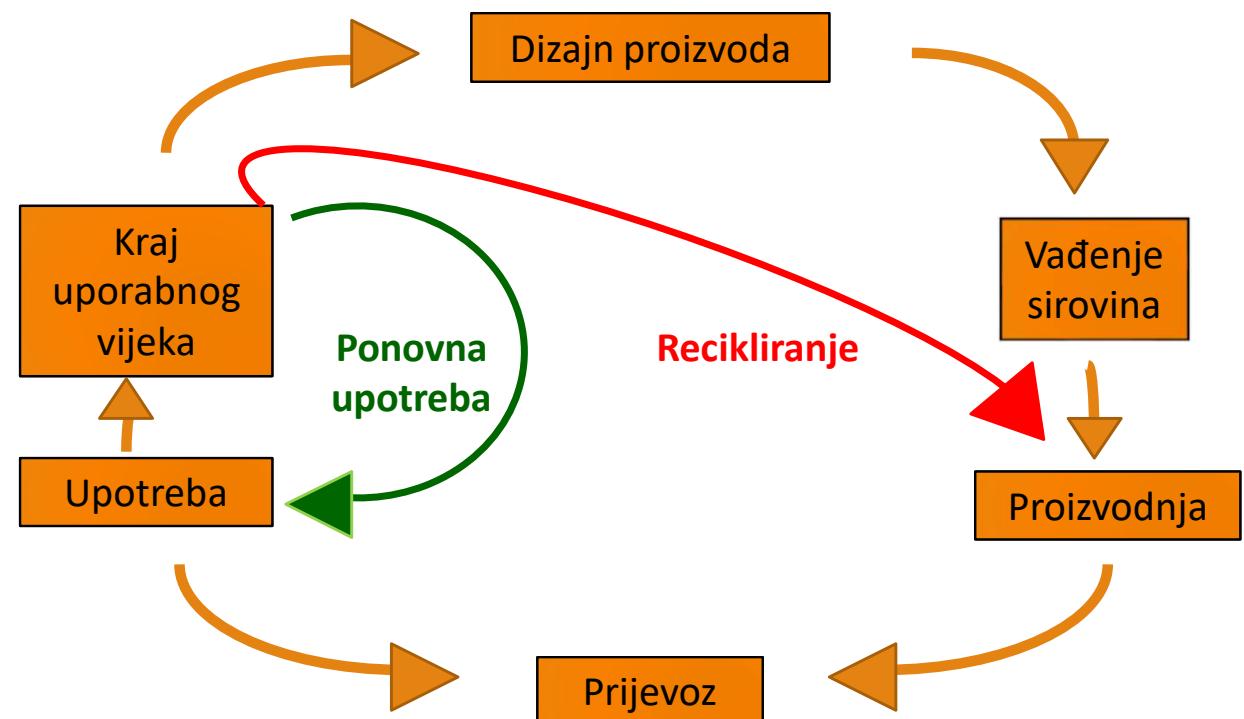


Integracija načela kružnog gospodarstva u građevinskom sektoru uključuje bavljenje različitim razinama: materijal, komponenta, proizvod, sustav, zgrada, grad i regija

# Kružna ekonomija za građevinski sektor

Pristup životnom ciklusu koji optimizira vijek trajanja zgrada, integrirajući fazu završetka uporabnog vijeka i korištenje novih modela u kojima se **materijal samo privremeno skladišti u zgradama i djeluje kao banka materijala.**

(Leising i dr., 2018.)



# Kružna ekonomija za građevinski sektor

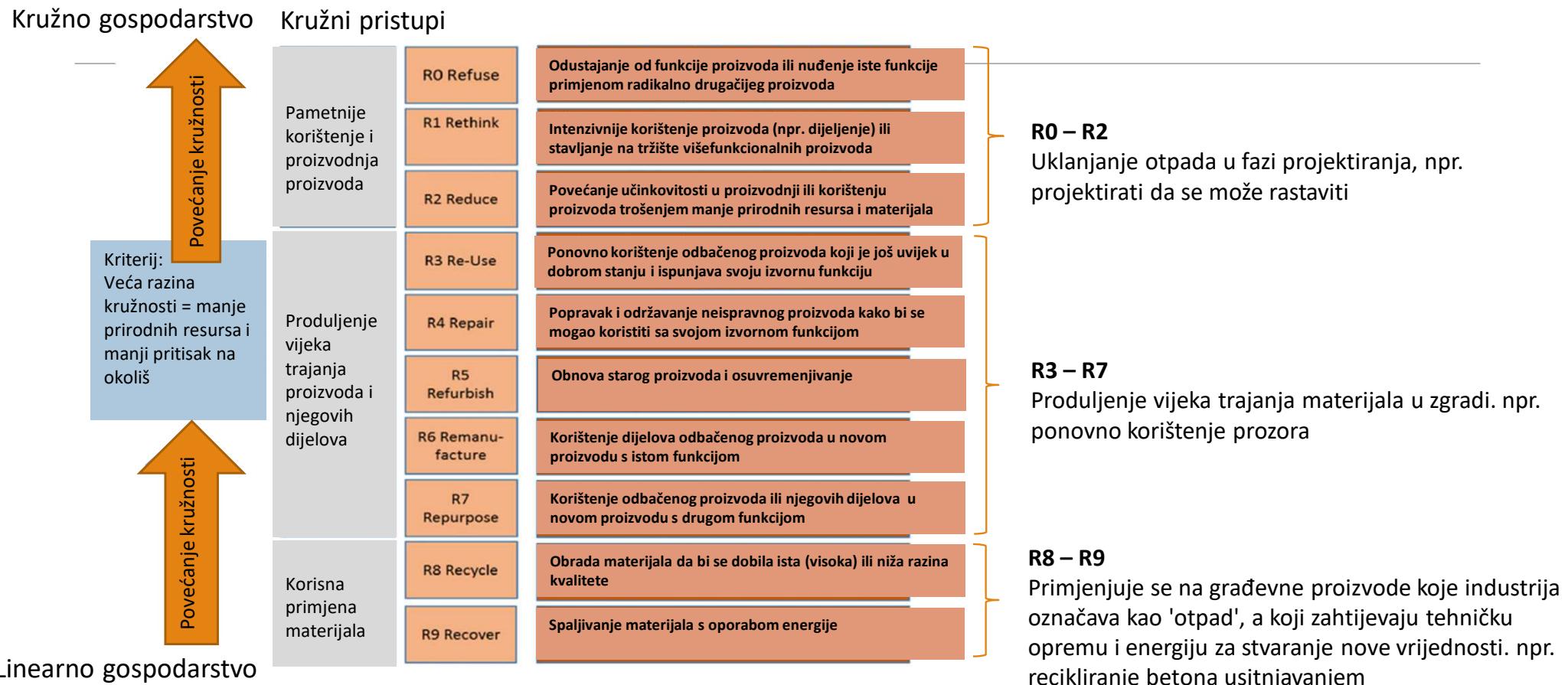
- Norma EN 15978:2011 (održivost građevina) utvrđuje, na generički način, faze životnog ciklusa građevine.
- Četiri faze su:
  1. Faza proizvoda
  2. Faza izgradnje
  3. Faza korištenja
  4. Faza kraja života
- Svaka faza ima različite učinke na okoliš, koji ovise o čimbenicima kao što su: karakteristike okoliša, korišteni materijali i tehnike gradnje, potrošena energija i voda, proizvedeni otpad itd.



# Vrste resursa

- **Materijali**
  - uključujući metale, minerale, beton i drvo koji se koriste u građevinarstvu
- **Energija (ugrađena) i povezane emisije stakleničkih plinova**
  - energija povezana s vađenjem materijala, proizvodnjom građevnih proizvoda, samom fazom izgradnje, izgradnjom i rušenjem, ali ne energija koja se koristi izravno tijekom faze upotrebe
- **Voda**
  - odnosi se na puni ciklus, ali prvenstveno na korištenje vode u zgradama
- **Zemljište**
  - neposredno korištenje zemljišta (land take)
- **Utjecaji na biološku raznolikost**

# 9 R kružnog gospodarstva



# Načela koja se primjenjuju na građevinski sektor

- izbjegavanje stvaranja otpada i onečišćenja u fazi projektiranja
  - smanjiti količinu sirovina, vode i energije potrebne za zadovoljenje potreba te dati prioritet korištenju obnovljivih izvora energije i sekundarnih sirovina
- trajnost proizvoda i materijala u uporabi
  - energetska oporaba bi uvijek trebala biti zadnja opcija, a odlagalište otpada nije predviđeno u okviru kružnog gospodarstva
- regeneriranje prirodnog kapitala
  - kružna ekonomija je regenerativna, a inspirirana je prirodnim ciklusima, gdje se sve što je rođeno i raste vraća na svoju točku porijekla, zemlju, i ponovno se rađa, tvoreći stalnu dinamičku ravnotežu
  - u prirodi ne postoji "otpad", svi elementi imaju funkciju, ponovno se koriste i transformiraju kako bi se koristili u različitim fazama



Izvor: <https://southernwasteregion.ie/sites/default/files/Circular%20Economy%20Checklist%20Construction%20Designers.pdf>

# Izazov

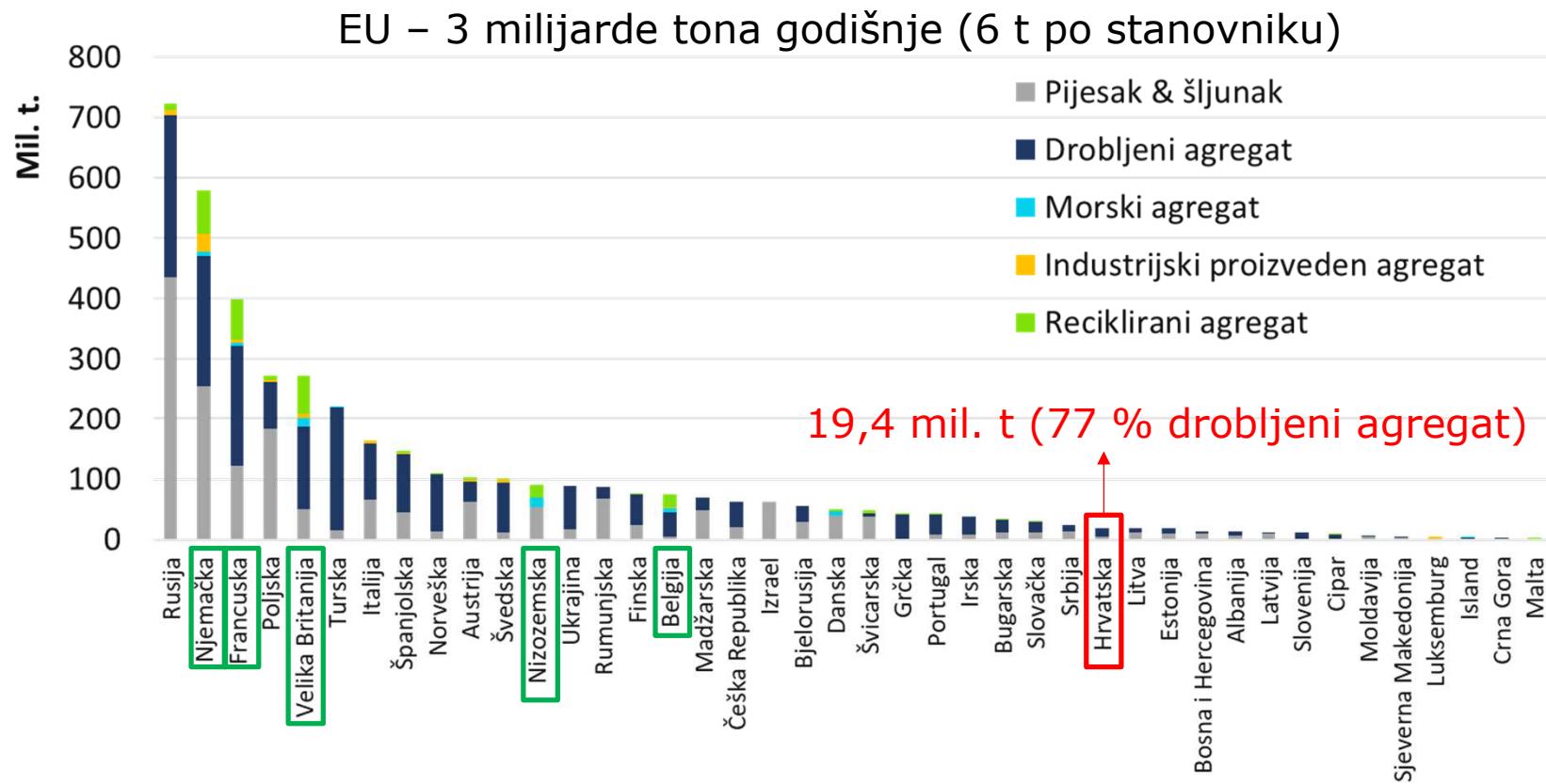
---

- građevinski materijali čine najveći dio količine materijala koji se troši u većini gradova
- unatoč velikim zahtjevima za betonom, čelikom, opekom i drvom, samo 13 % ovih ulaznih materijala potječe iz sekundarnih i obnovljivih izvora
- zgrade generiraju gotovo 40 % godišnjih globalnih emisija CO<sub>2</sub>



Izvor: Circle Economy

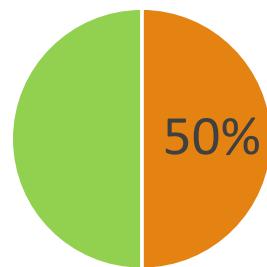
# Proizvodnja agregata



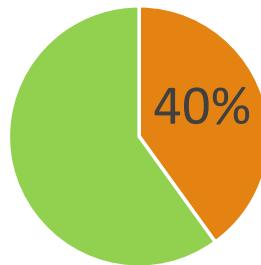
Izvor: UEPG Annual Review 2020-2021, European Aggregates association

# Utjecaj građevinskog sektora u Europi

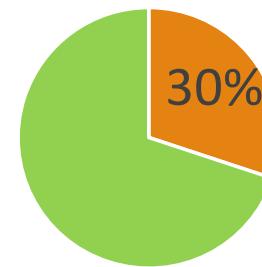
Izvadjeni materijali



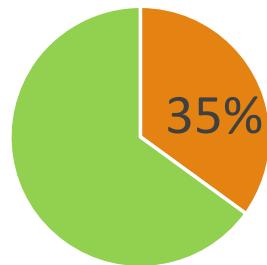
Energija



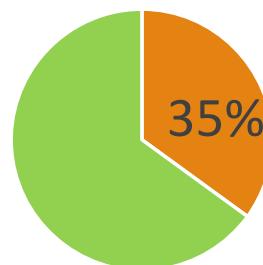
Voda



Otpad



GHG



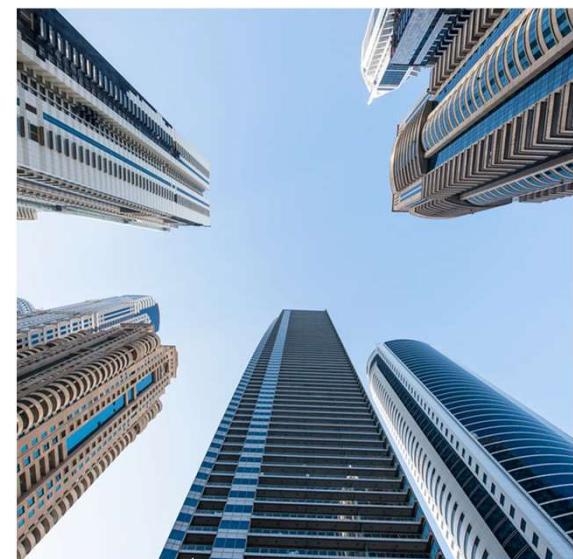
Izvor: <https://qupp-iclass.eu/>

Izvor podataka: Eurostat 2016 data. Green Building Council Spain. 2021. Report on circular economy in building in Spain[TS2]

# Klimatske promjene i fond zgrada

---

- 2010. zgrade u svijetu utjecale su na **32 % globalne konačne potrošnje energije i 19 % svih emisija stakleničkih plinova (GHG)**
- korištenje energije u zgradama na globalnoj razini moglo bi se do 2050. udvostručiti ili čak utrostručiti
- čak i ako se emisije odmah zaustave, temperature će ostati visoke još stoljećima, zbog učinka stakleničkih plinova u atmosferi od prethodnog ljudskog utjecaja



Izvor: Google image search

Izvor: Fit-to-NZEB: Ecology & Sustainability

## Klimatske promjene i fond zgrada

---

- **Ograničavanje porasta temperature** zahtijevat će značajna i trajna smanjenja emisija stakleničkih plinova
- Zgrade su suočene s velikim rizikom od **oštećenja zbog projiciranih utjecaja klimatskih promjena**, budući da su već doživjele veliki porast štete od ekstremnih vremenskih uvjeta u posljednjim desetljećima
- Vjerojatno će postojati značajne regionalne varijacije u intenzitetu i prirodi takvog utjecaja

Source: Fit-to-NZEB: Ecology & Sustainability

# Alati za mjerjenje kružnosti u građevinarstvu

---

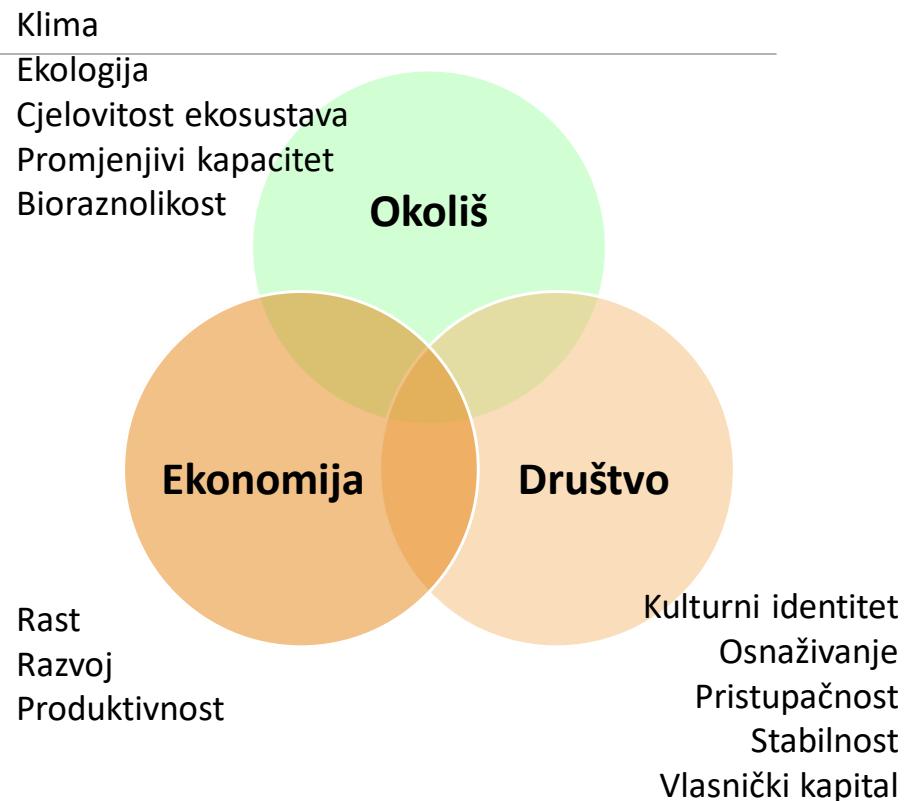
*“Ono što se ne može izmjeriti, ne može se poboljšati.”*

- osmišljen niz alata za mjerjenje i usporedbu na kvantitativni i provjerljivi način ekološke učinkovitosti zgrada i materijala te za praćenje kružnog gospodarstva u građevinskom sektoru:
  1. Procjena životnog ciklusa (Life Cycle Assessment, LCA)
  2. Izjava zaštite okoliša (Environmental Product Declaration, EPD)
  3. Razina(e)
  4. Putovnice materijala
  5. Certifikacija od kolijevke do kolijevke

Source: Green Growth Project

# Nacionalni i međunarodni građevinski propisi

1. „Zelena ekonomija je ona koja rezultira poboljšanom ljudskom dobrobiti i društvenom jednakošću, dok značajno smanjuje rizike za okoliš i ekološke nedostatke”, Izvješće o zelenim poslovima (UNEP, 2008.) i Izvješće o zelenoj ekonomiji (UNEP, 2011.a)
2. Niti jedna država paneuropske regije još nije izradila procjenu koja je posebno usmjerena na zeleno gospodarstvo. Unatoč tome, mnoge zemlje razvijaju široke strategije za ozelenjivanje gospodarstva ili su poduzele sektorske ili tematske procjene.
3. UN Environment Green Economy Initiates , program globalnog istraživanja i pomoći na razini zemlje osmišljen kako bi motivirao kreatore politike da podrže ulaganja u okoliš



Izvor: <https://gupp-class.eu/>

# Osnovni elementi



Izvor: [https://www.circle-economy.com/resources/the-key-elements-of-the-circular-economy-framework#:~:text=WHAT%20IS%20IT%3F,material\)%20towards%20a%20circular%20economy.](https://www.circle-economy.com/resources/the-key-elements-of-the-circular-economy-framework#:~:text=WHAT%20IS%20IT%3F,material)%20towards%20a%20circular%20economy.)



Dati prioritete  
regenerativnim resursima



Produljiti životni vijek



Koristiti otpad kao resurs



## DATI PRIORITETE REGENERATIVNIM RESURSIMA

Osigurati da se obnovljivi, višekratno upotrebljivi, netoksični resursi koriste kao materijali i energija na učinkovit način



### Ključne riječi:

alternativni materijali na biološkoj osnovi ◦  
materijali za višekratnu upotrebu ◦  
netoksični materijali ◦ nekriticni materijali ◦  
učinkovitost materijala ◦ alternativna  
upotreba vode ◦ učinkovitost vode ◦  
obnovljiva energija ◦ energetski učinkovita  
elektrifikacija ◦ materijali koji se mogu  
reciklirati

### Primjer učinkovitosti vode:

Berlin postaje grad spužva, odnosno promiče  
prirodne mjere koje vodenom sustavu grada  
omogućuju prirodnije djelovanje kroz projekte  
zelene infrastrukture.



## PRODULJITI ŽIVOTNI VIJEK

Održavati, popravljati i nadograđivati resurse koji se koriste kako bi se maksimalno produljio njihov životni vijek i dati im drugi život kroz strategije povrata, gdje je to primjenjivo.



### Ključne riječi:

mogućnost nadogradnje ◦ održavanje i (samo)opravak ◦ sustavi povrata ◦ sekundarni materijali ◦ prilagodljiva ponovna uporaba ◦ obnova ◦ ponovna proizvodnja ◦ opravak dijelova ili komponenti ◦ očuvanje i zaštita

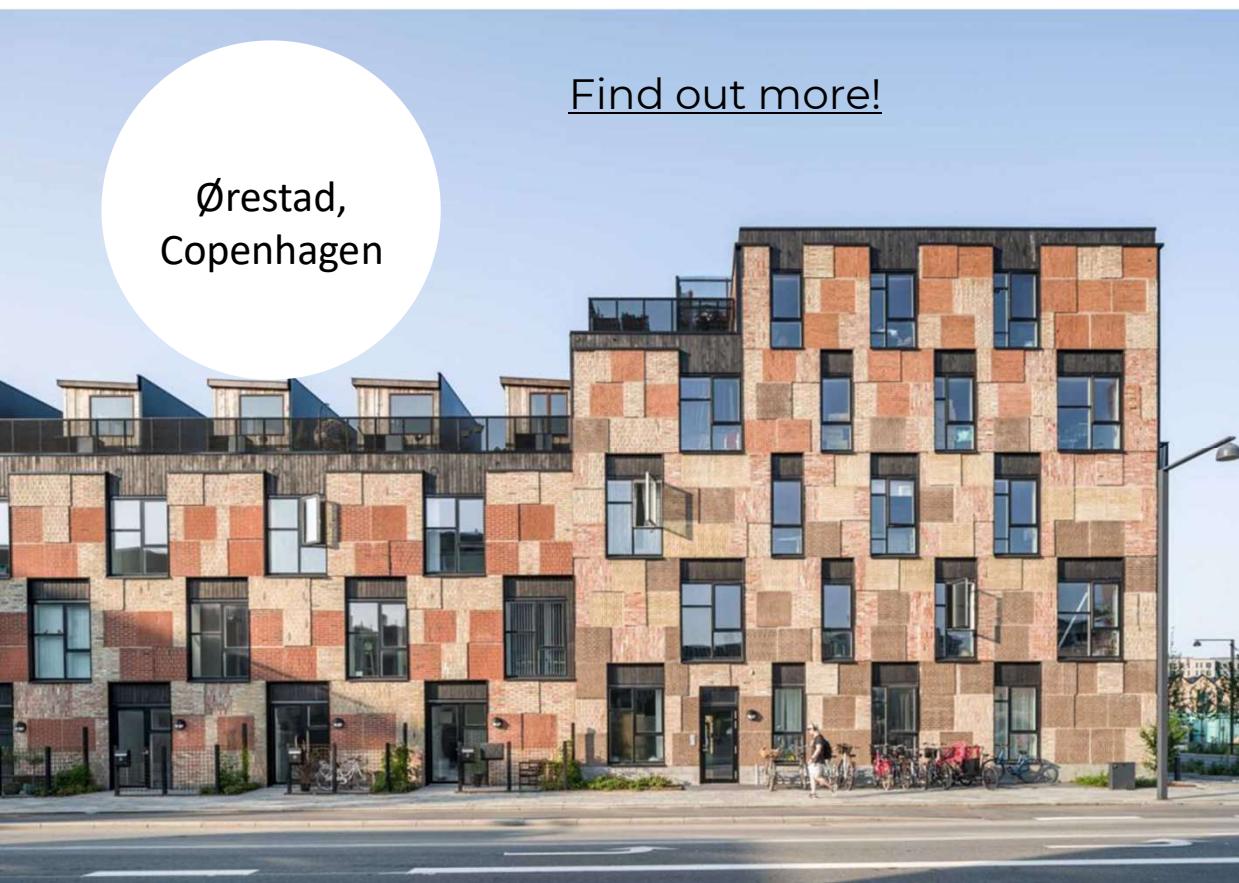
### Primjer prilagodljive ponovne upotrebe:

Četiri ogromna iskorištena spremnika plina u Beču uspješno su preuređena u stambene blokove i poslovne prostore jer su građevine bile prelijepo da bi se srušile



## KORISTITI OTPAD KAO RESURS

Iskoristiti tokove otpada kao izvor sekundarnih resursa i oporabiti otpad za ponovno korištenje i recikliranje



### Ključne riječi:

ponovna uporaba ◦ prenamjena u nove proizvode ◦ korištenje već recikliranih materijala ◦ oporaba i ponovna uporaba otpadne energije ◦ mehaničko recikliranje ◦ kemijsko recikliranje ◦ otvorena petlja ◦ zatvorena petlja

### Primjer ponovne upotrebe:

Resource Rows koristi prerađene cigle i otpadno drvo, recikliranu betonsku gredu koja se koristi kao most i stare prozore i otpadno drvo u kućicama na krovu

# Ključni elementi



Izvor: [https://www.circle-economy.com/resources/the-key-elements-of-the-circular-economy-framework#:~:text=WHAT%20IS%20IT%3F,material\)%20towards%20a%20circular%20economy.](https://www.circle-economy.com/resources/the-key-elements-of-the-circular-economy-framework#:~:text=WHAT%20IS%20IT%3F,material)%20towards%20a%20circular%20economy.)



**Projektiranje za budućnost**



**Razmatranje poslovnog modela**



**Uključivanje digitalnih tehnologija**



**Udruživanje za stvaranje zajedničkih vrijednosti**

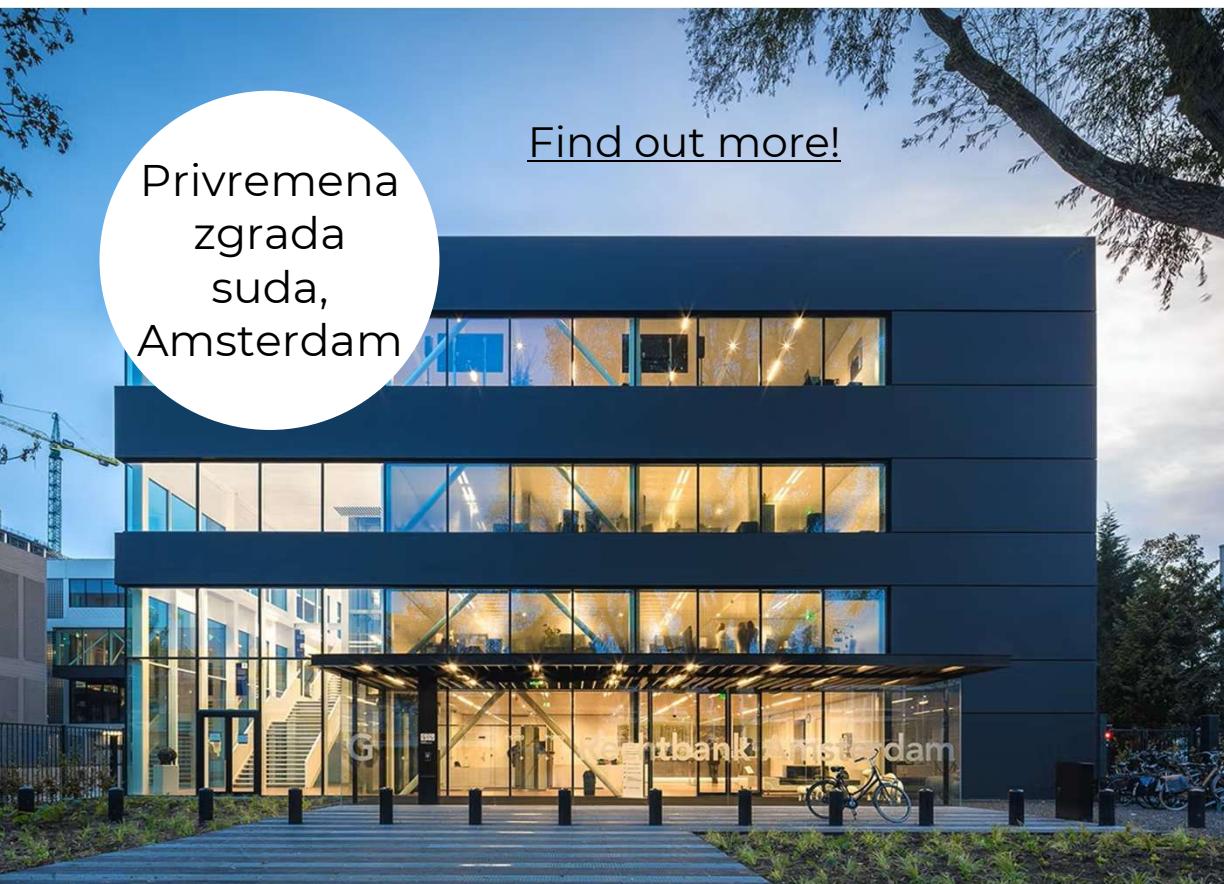


**Jačanje i unaprjeđivanje znanja**



## PROJEKTIRANJE ZA BUDUĆNOST

Usvojiti sustavnu perspektivu tijekom procesa projektiranja, kako bi se iskoristili odgovarajući materijali za odgovarajući životni vijek i produljenu buduću upotrebu i optimalnu obnovu.



### Ključne riječi:

modularnost • rastavljanje i ponovno sastavljanje • ponovna uporaba • fizička trajnost • normizacija i kompatibilnost • održavanje i popravak • prilagodljivost i nadogradnja • recikliranje materijala • biorazgradivost • monomaterijali • emocionalna trajnost • projektiranje za obrnute sustave

### Example on design for disassembly:

Privremena zgrada suda projektirana je s dobro prilagodljivom konfiguracijom dijelova koji se mogu lako sastaviti i rastaviti, kako bi građevina bila što prilagodljivija i kružnija.



## UKLJUČITI DIGITALNE TEHNOLOGIJE

Pratiti i optimizirati korištenje resursa i ojačati veze između sudionika u opskrbnom lancu putem digitalnih, internetskih platformi i tehnologija



### Output

Financial Valuation  
Material Passport  
Circularity  
Embodied Carbon

### External c

Urban mining  
Life Cycle Assess  
Marketplace C

### Ključne riječi:

analitika podataka ◦ modeliranje podataka ◦ internetske, povezane operacije ◦ senzori, sustavi za nadzor ◦ aditivna proizvodnja ◦ umjetna inteligencija ◦ online platforme ◦ peer-to-peer internetska tržišta ◦ putovnice materijala

### Primjer putovnice materijala:

**Madaster** je online knjižnica informacija o materijalima i proizvodima koja pruža uvid u korištene materijale i proizvode te njihovu lokaciju, kao i njihov utjecaj na kružnost i okoliš.



## RAZMOTRITI POSLOVNI MODEL

Razmotriti prilike za stvaranje veće vrijednosti i uskladiti poticaje kroz poslovne modele koji se zasnivaju na interakciji između proizvoda i usluga.



### Keywords:

prodaja trajne, dugotrajne robe ◦ prodaja zamjenjivih dijelova ◦ dijeljenje ili preprodaja ◦ leasing ◦ najam ◦ plaćanje po korištenju ◦ proizvodi i usluge temeljeni na pretplati

### Primjer proizvoda kao usluge:

Chainable isporučuje modularnu i kružnu kuhinju za stambene objekte kroz kružni poslovni model: kuhinja kao usluga kako bi se osigurao kružni lanac opskrbe



## UDRUŽIVANJE ZA STVARANJE ZAJEDNIČKE VRIJEDNOSTI

Surađivati u cijelom opskrbnom lancu, interno unutar organizacija i s javnim sektorom radi povećanja transparentnosti i stvaranja zajedničke vrijednosti.



### Ključne riječi:

Interna suradnja ◦ industrijska suradnja ◦ vladina suradnja ◦ suradnja zajednice ◦ industrijska simbioza

### Primjer industrijske simbioze:

30 metara biciklističke staze sadrži recikliranu plastiku koja odgovara više od 218.000 plastičnih čaša ili 500.000 plastičnih čepova za boce.  
Primjer suradnje između opskrbnog lanca za boce i građevinarstva.

<https://www.volkerwessels.com/en/nieuws/plasticroad-offers-circular-infrastructure-made-plastic-waste-large-scale>



## JAČATI I UNAPRJEĐIVATI ZNANJE

Razvijati istraživanje, poticati inovacijske mreže, strukturirati i širiti informacije



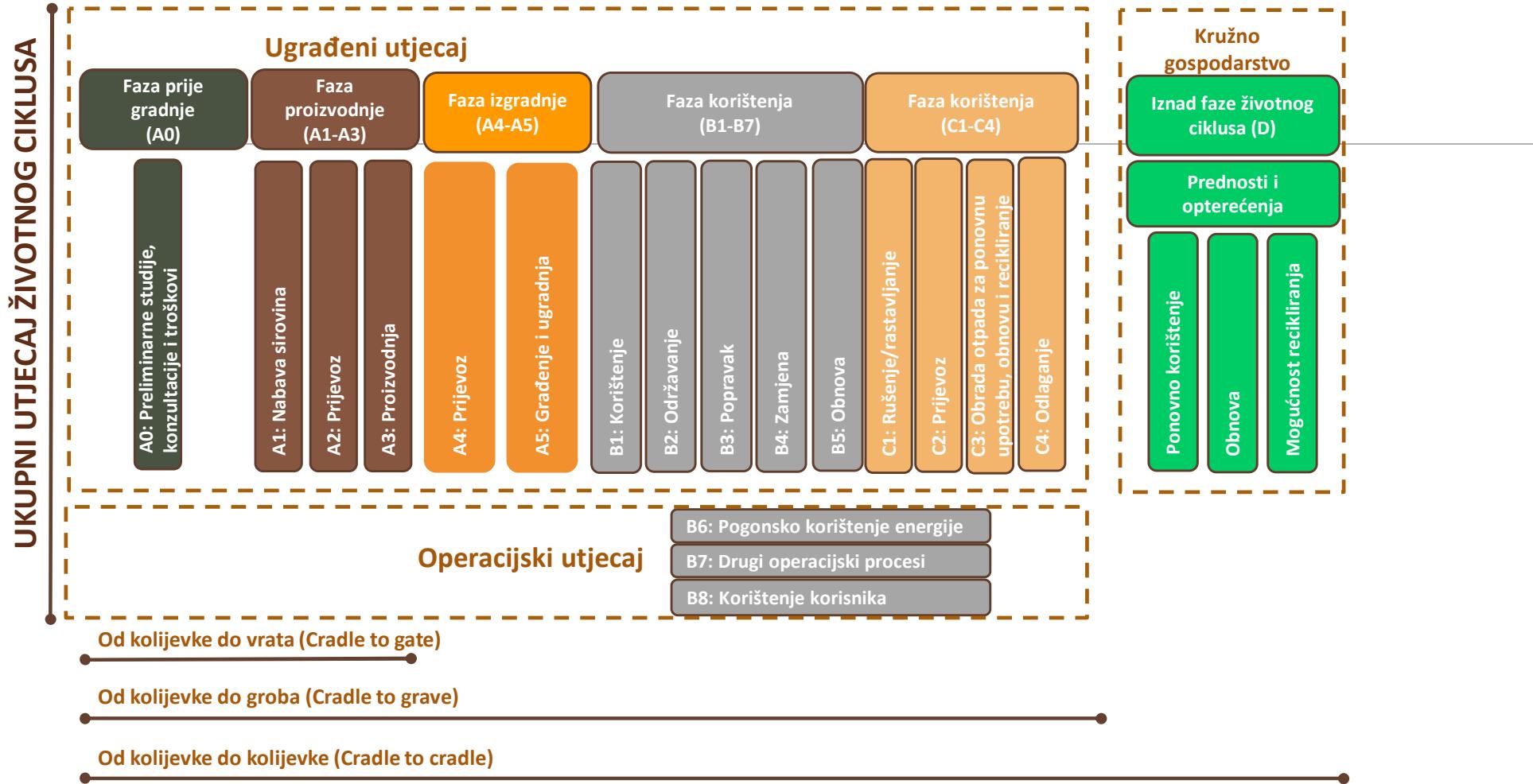
### Ključne riječi:

obrazovanje ◦ kurikulum ◦ upravljanje  
znanjem ◦ istraživanje i razvoj ◦  
komunikacija i svijest ◦ zajedničko  
stvaranje ◦ živi laboratorijski

### Primjer zajedničkog stvaranja:

Digitalna rješenja za pametnu urbanu  
mobilnost, energetsku učinkovitost,  
održivo stanovanje, digitalne javne usluge i  
građansko upravljanje. Kroz zajedničko  
stvaranje s građanima, cilj je donijeti  
ekonomski i društvene koristi ove  
transformacije svim lokalnim zajednicama.

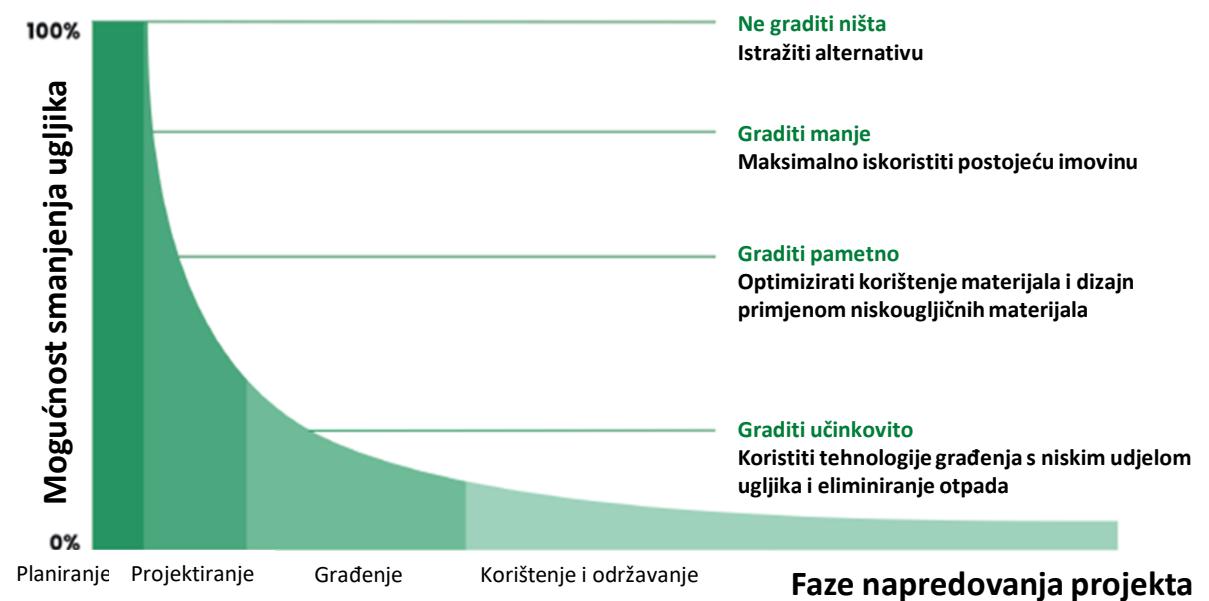
# LCA – procjena životnog ciklusa



Izvor: HRN EN 15643:2021 Održivost građevina - Okvir za ocjenjivanje zgrada i inženjerskih građevina

# LCA u ranoj fazi

- LCA izvedena rano u procesu projektiranja rezultira najvećim smanjenjem ugljika i najnižim troškovima
- Kako projekt napreduje, sposobnost smanjenja ugljika drastično se smanjuje



Izvor: [https://www.oneclicklca.com/?utm\\_source=google&utm\\_medium=paid\\_search&utm\\_campaign=UK\\_brand&gclid=Cj0KCQiA2-2eBhCIARIaAGLQ2RnJcpa2E6lBkhJTRzaViQlFsIodOETq4HPqPtspcj6UM1Hdi5VRklgaAq6wEALw\\_wcB](https://www.oneclicklca.com/?utm_source=google&utm_medium=paid_search&utm_campaign=UK_brand&gclid=Cj0KCQiA2-2eBhCIARIaAGLQ2RnJcpa2E6lBkhJTRzaViQlFsIodOETq4HPqPtspcj6UM1Hdi5VRklgaAq6wEALw_wcB)

# Faza proizvodnje

- U fazi proizvodnje, sirovine se vade, transportiraju i prerađuju u građevinski materijal
- Ova faza stvara **značajne negativne utjecaje na okoliš**
- Mnogi minerali i stijene vade se u površinskim kamenolomima i šljunčarama, što u području djelovanja podrazumijeva uništavanje vegetacije, gubitak sloja organske tvari tla i njegovu izloženost eroziji

Na primjer, proizvodnja cementa stvara približno 8 % svjetskih emisija CO<sub>2</sub>.  
60 % tih emisija nastaje zbog kemijskih reakcija tijekom procesa



**Tvornica cementa**  
Izvor: Green Growth Project

# Faza izgradnje

Ova faza uključuje transport materijala do gradilišta i proces izgradnje i montaže

- utjecaj na okoliš uzrokovani izgradnjom građevine na lokaciji, potrošnja velikih količina materijala, vode i energije, kao i stvaranje otpada od odbačenih materijala, ambalaže i sl.



Izvor: Green Growth Project

Image source: Google images

# Faza korištenja

- uključuje održavanje, popravak i obnovu
- povezana je s potrošnjom vode, pogonske energije te emisijom zagađujućih plinova kao posljedicom potrošnje energije iz fosilnih goriva
- izgradnja energetski učinkovitih zgrada i integracija lokalnih sustava obnovljivih izvora energije, na razini zgrade ili susjedstva, značajno smanjuje potrošnju neobnovljive energije - zgrade s gotovo nultom potrošnjom energije (NZEB)
- kružne strategije kao što su popravak i renoviranje produžuju životni vijek zgrade



*Image source: Google images*

Izvor: Green Growth Project

# Faza kraja životnog vijeka

- u linearnoj ekonomiji - proces rušenja, gdje materijali postaju otpad
- mogućnost ponovnog uključivanja u lanac vrijednosti materijala na kraju njihova vijeka trajanja ovisi o:
  - vrsti materijala i konstrukcijskih sustava odabralih u fazi projektiranja
  - načinu na koji se provodi rušenje i gospodarenje otpadom
- u ovoj fazi, utjecaj na okoliš vezan je uz izgaranje fosilnih goriva iz strojeva i transporta, kao i emisije povezane s odlaganjem na odlagalištima



*Image source: Google images*

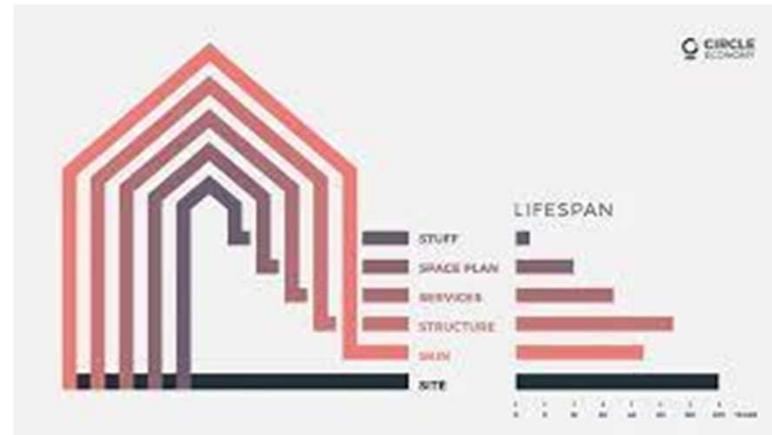
*Izvor: Green Growth Project*

# Gradjenje u slojevima

---

Razmišljanje o projektu u slojevima, a unutar svakog sloja postoje različite mogućnosti:

- Lokacija se može kontinuirano ponovno koristiti
- Građevina treba što dulje trajati
- Ovojnica i sustavi trebaju biti dostupni i zamjenjivi
- Prostor treba biti fleksibilan
- Materijali i stvari trebaju biti trajni i za višekratnu upotrebu



Izvor: <https://www.circle-economy.com/resources/new-financing-needed-to-accelerate-circular-built-environment>

Izvor: <https://drive.google.com/file/d/1kO6DhVUlsmlCevjrKGoDLfrQTWUljuXd/view>

# Smanjenje utjecaja zgrade na okoliš

- Građevni proizvodi (reciklirani materijali kao što su agregati od građevnog otpada i otpada od rušenja)
- Prijevoz agregata do mjesta proizvodnje željeznicom ili brodom
- Ekološko gospodarenje građevnim otpadom i otpadom od rušenja

## Građenje i uporaba zgrada u EU:

- Koristi polovicu svih izvađenih materijala
- troši 40 % energije
- troši 1/3 vode
- stvara 1/3 ukupnog otpada

# Utjecaj zelene javne nabave

**Izravno** – kroz poboljšanu ekološku učinkovitost kupljenih dobara, usluga i radova

**Neizravno** – korištenjem ove tržišne poluge za poticanje tvrtki na ulaganje u čišće proizvode i usluge

## Kako može pomoći?

- Zahtjevi za produljeni životni vijek proizvoda i jamstvo za rezervne dijelove
- Zahtjev za smanjenje ambalaže ili za ambalažu za višekratnu upotrebu
- Poticanje korištenja recikliranih materijala u gradnji



# Kružna nabava

*Kružna nabava može se definirati kao proces kojim javna tijela kupuju radove, robu ili usluge kojima se nastoji pridonijeti zatvorenim energetskim i materijalnim petljama unutar lanaca opskrbe, istovremeno smanjujući, a u najboljem slučaju izbjegavajući, negativne utjecaje na okoliš i stvaranje otpada u cijelom životnom ciklusu*

Public procurement  
for a circular  
economy. European  
Commission, 2017  
(p.5)

Izvor: EU GPP training toolkit

# Građenje

Mogućnosti:

- Projektiranje za rastavljanje
- Reciklirani sadržaj
- Smanjenje CO<sub>2</sub>
- Kraj životnog vijeka - zatvaranje petlji materijala
- Obnova & održavanje
- Ušteda troškova



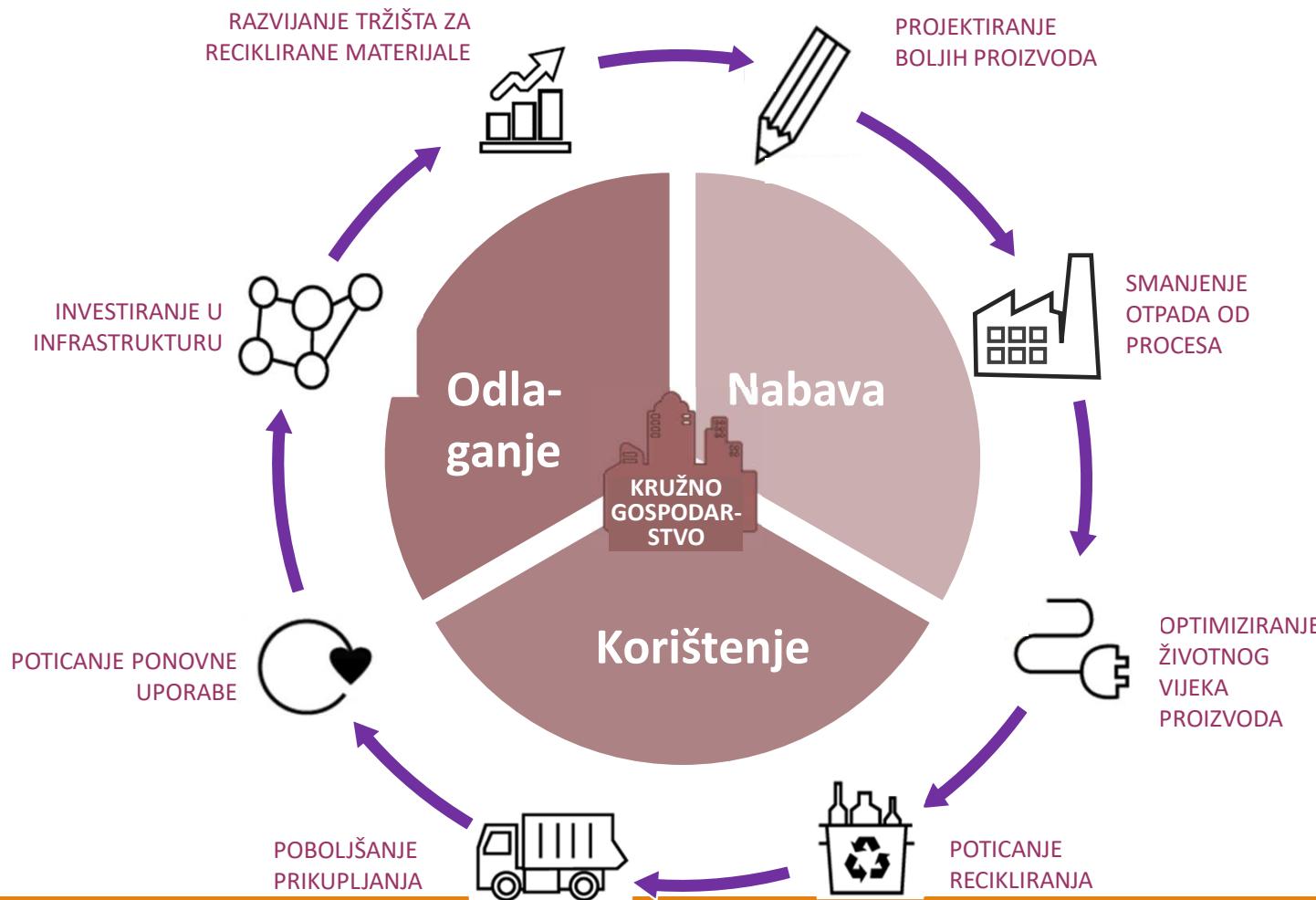
Izvor: EU GPP training toolkit



Primjeri:

- Brummen, Nizozemska - kružna Gradska vijećnica
- Nizozemska – DBFM, brzo kružno ugovaranje

# Ciklus nabave



Mogućnosti  
kružne nabave

Izvor: EU GPP training toolkit

# Sheme certificiranja zgrada

---

- **LEED** (Leadership in Energy and Environmental Design)
- **Breeam** (Building Research Establishment Environmental Assessment Method)
- **DGNB** (Deutsche Gesellschaft Fur Nachhaltiges Bauen)
- **Green Star** - Australija
- **HQE** (Haute Qualité Environnementale) - Francuska, Brazil, Kanada
- **Ska Rating** - developed by RICS
- **CASBEE** (Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency - Urban environment) - Japan

Source: Fit-to-NZEB: Ecology & Sustainability

# Zeleni krovovi

**Zeleni krov ili živi krov** je krov zgrade koji je djelomično ili potpuno prekriven vegetacijom i medijem za uzgoj, zasađenim preko hidroizolacijske membrane

- **obuhvaća zelene krovove, fasade i elemente interijera** koji mogu uključivati nekoliko drugih namjena kao što su prikupljanje i skladištenje energije i vode te pristupačnost za javnu i privatnu upotrebu



**Examples of Extensive Green Roofs**

Source: <https://www.dlrcoco.ie/sites/default/files/atoms/files/appendix16.pdf>

# Vrste zelenih krovova - intenzivni i ekstenzivni

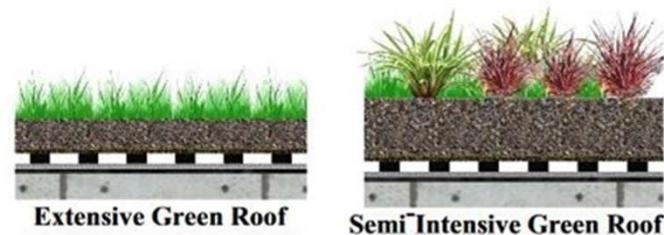
---

- **Intenzivni zeleni krovovi ili krovni vrtovi** - mali urbani parkovi
- duboki sloj zemlje koji može podržati niz biljaka, drveća i grmlja
- autohtone vrste (biljke koje bi prirodno rasle u lokalnom području)
- omogućen pristup ljudima
- redovito održavanje



Izvor: <https://www.dlrcoco.ie/sites/default/files/atoms/files/appendix16.pdf>

# Vrste zelenih krovova - intenzivni i ekstenzivni



- **Ekstenzivni zeleni krovovi** - lakši s plitkim slojem zemlje i obično nisu projektirani za pristup ljudima
- malo održavanja
- tri glavne vrste:
  - sedum ili prostirke s vegetacijom – tkanine koje se pripremaju prije izgradnje zelenog krova. Podloge se posipaju reznicama seduma; ostavljaju se u odgovarajućim uvjetima da izrastu u tkaninu; kada su tepisi spremni, smotaju se i dostavljaju na gradilište te polažu na krov
  - postavlja se sloj zemlje i zatim izravno sadi malim biljkama; ove će se biljke (često sedum) uzgajati u malim posudama
  - postavlja se sloj tla i zatim sadi sjemenom (prikladnim za lokalno okruženje), ova vrsta krovova često je poznata kao bioraznolik ili smeđi krov

Izvor: <https://www.dlrcoco.ie/sites/default/files/atoms/files/appendix16.pdf>

# Vrste zelenih krovova

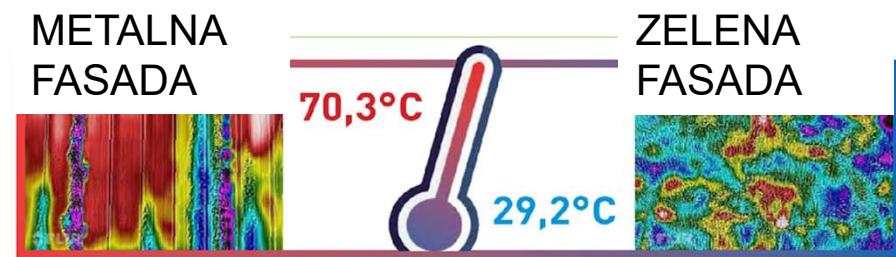


| Vrsta                      | Ekstenzivni                  | Polointenzivni                | Intenzivni                                      |
|----------------------------|------------------------------|-------------------------------|---|
| Održavanje                 | malo                         | periodično                    | veliko  |
| Navodnjavanje              | nema                         | periodično                    | redovito  |
| Biljne zajednice           | mahovina-sedum-bilje i trave | trava-začinsko bilje i grmlje | travnjak ili trajnice, grmlje i drveće          |
| Visina nadogradnje sustava | 60 – 20 mm                   | 120 – 250 mm                  | 150 – 400 mm na podzemnim garažama<br>> 1000 mm |
| Težina                     | 60 – 150 kg/m <sup>2</sup>   | 120 – 200 kg/m <sup>2</sup>   | 180 – 500 kg/m <sup>2</sup>                     |
| Cijena                     | mala                         | srednja                       | velika  |
| Korištenje                 | ekološki zaštitni sloj       | dizajnirani zeleni krov       | park kao vrt                                    |

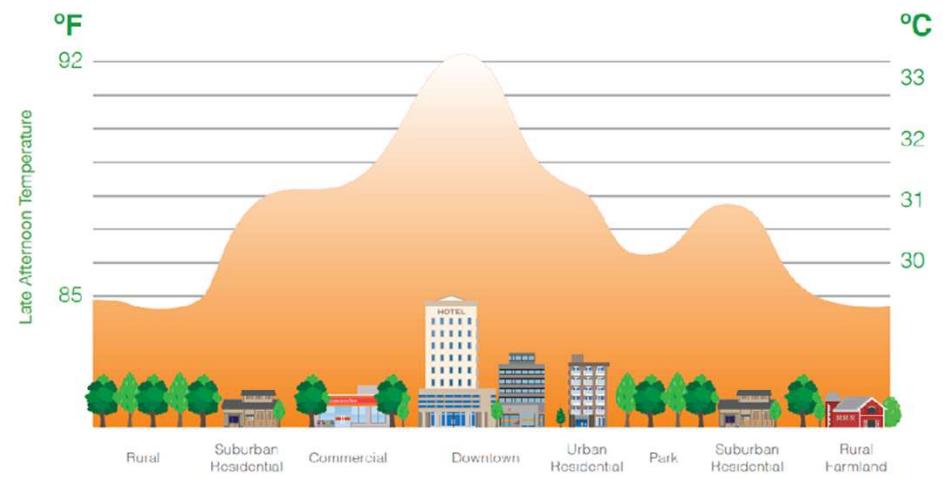
# Prednosti zelenih zidova i fasada

- Smanjenje urbanog toplinskog otoka i poboljšanje urbane mikroklima
- Zadržavanje vode
- Toplinske performanse
- Kvaliteta zraka
- Zvučna izolacija
- Bioraznolikost
- Ugodan prostor
- Urbana poljoprivreda
- Zaštita hidroizolacije
- Zaštita građevinskog fonda

EFB | European Federation of Green Roof Associations ([efb-greenroof.eu](http://efb-greenroof.eu))



Izvor: Bez názvu-1 ([zivestavby.cz](http://zivestavby.cz))



# Vrste multifunkcionalnih zelenih krovova, fasada i elemenata interijera

FUNKCIJA →

ŠIFRA – PO BOJI

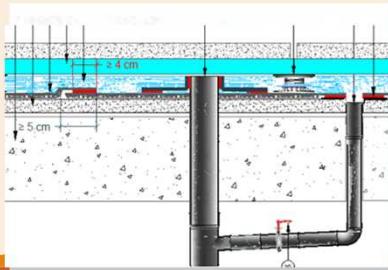
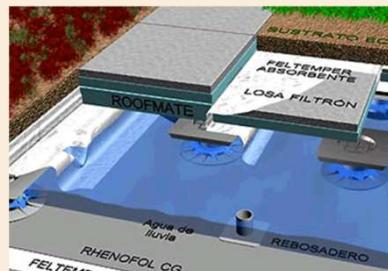
## ZELENI

Vegetacija (od mahovine, trave do drveća) i hortikultura



## PLAVI

Zadržavanje i prikupljanje vode



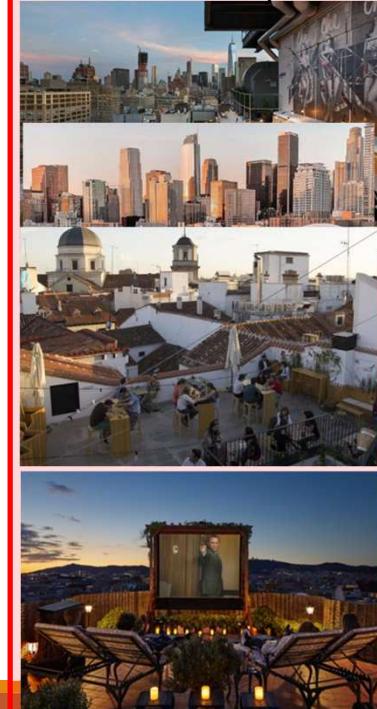
## ŽUTI

Generiranje održive energije (struje ili topline)



## CRVENI

Društvene funkcije



## SIVI

Tehničke funkcije



## Zeleni + crveni



[Rooftop garden - Green Conceptors](#)

## Zeleni + sivi



[The blue green roof - helping cities cope with stormwater \(livingroofs.org\)](#)

## Zeleni + sivi + crveni



[The best FREE water play spots in Singapore! | HoneyKids Asia](#)

## Zeleni + crveni



[10 KEY BENEFITS OF ROOF GARDENS — Todd Haiman Landscape Design](#)

## Vrtovi na zelenom krovu



[Rooftop Farming Is Getting Off The Ground : The Salt : NPR](#)

## Solarni zeleni krovovi



EFB | European Federation of Green Roof Associations ([efb-greenroof.eu](http://efb-greenroof.eu))

## Solarne zelene fasade



Copenhagen's Four-Fold Path to Carbon Neutrality  
([renewableenergyworld.com](http://renewableenergyworld.com))

## Zeleni + žuti + crveni



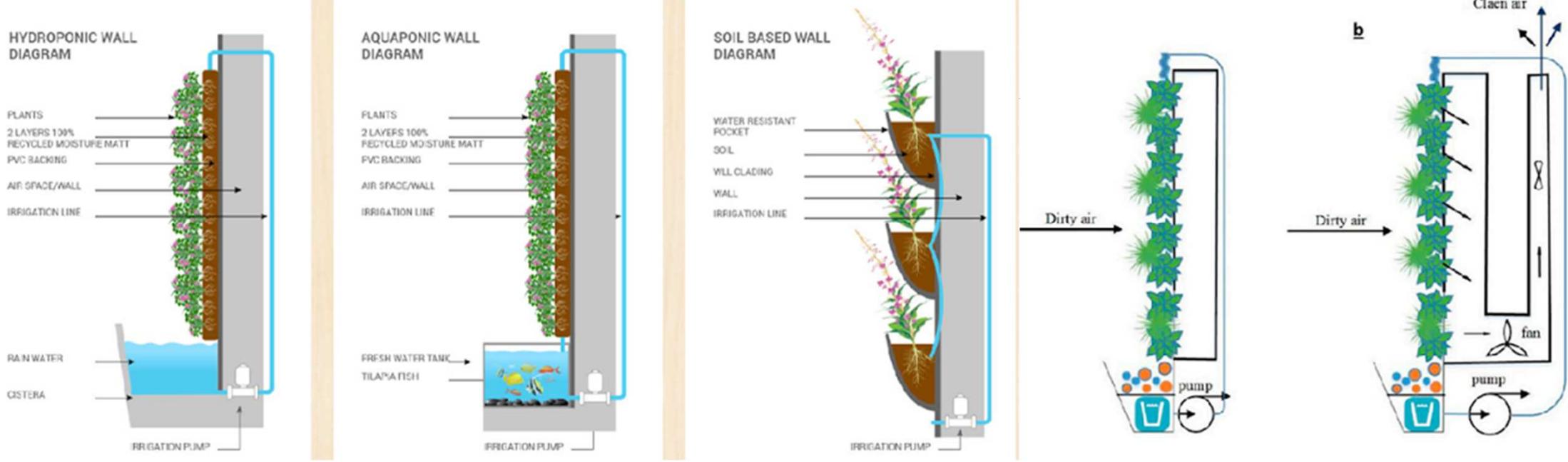
The solar cells of tomorrow come in all  
colours and patterns ([stateofgreen.com](http://stateofgreen.com))

## Krovno i/ili fasadno postrojenje za pročišćavanje otpadnih voda

Zelená střecha, zelená fasáda, kořenová čistírna  
([zivestavby.cz](http://zivestavby.cz))



# Unutarnji zeleni zidovi (živi zidovi)

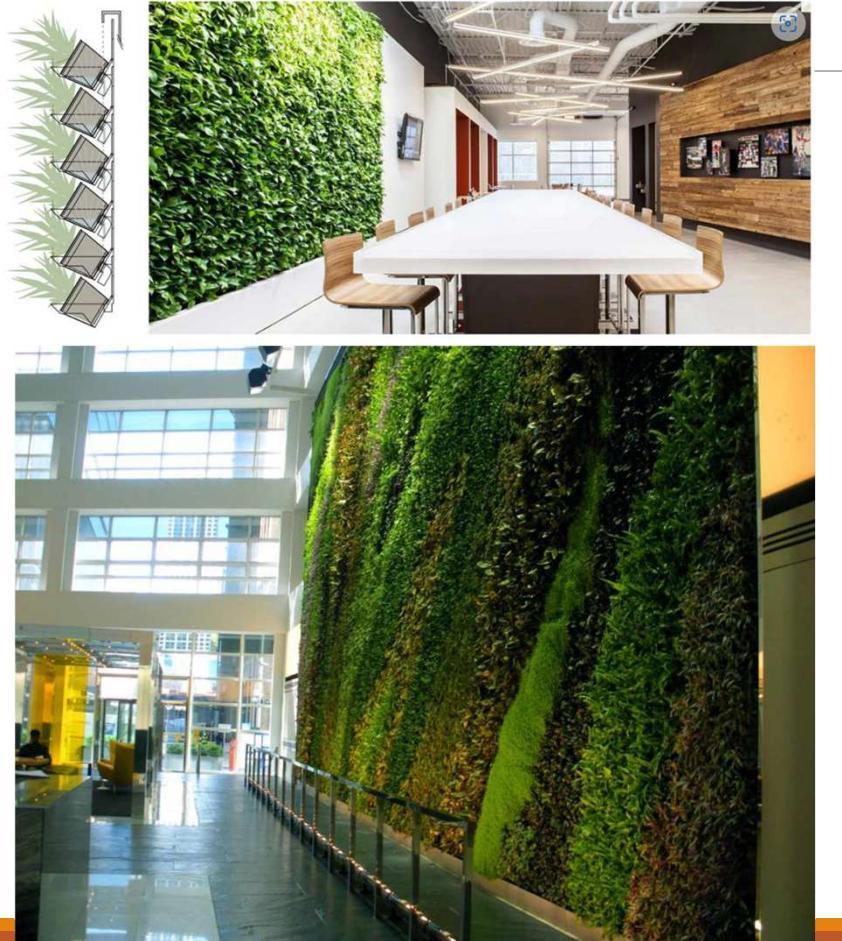


Izvor: Living Walls Planters Canada | Vertical Oxygen

<https://livewall.com/>

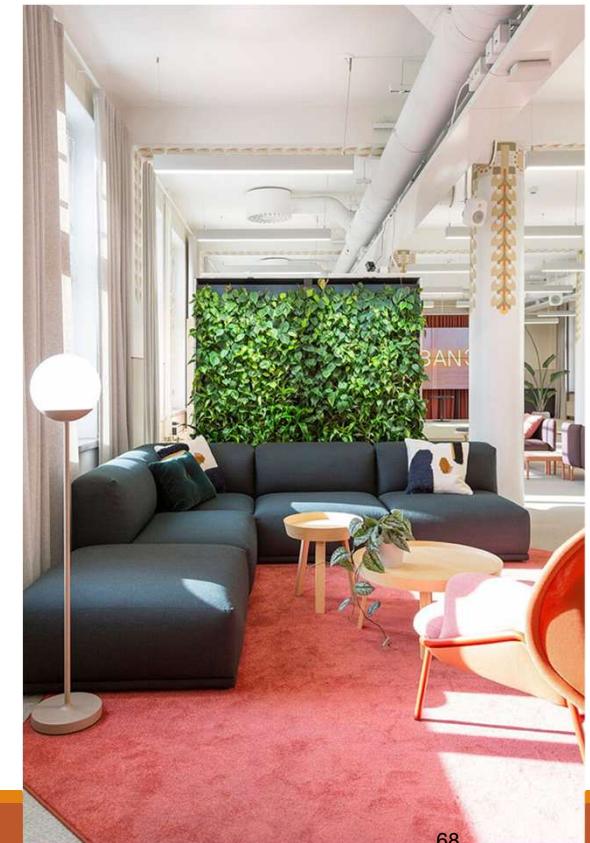


# Prednosti unutarnjih zelenih zidova



- Bolja kvaliteta zraka
- Bolja akustika
- Zdravlje i blagostanje
- Produktivnost i kreativnost
- Zadovoljstvo na radnom mjestu

[12 Spectacular Garden Walls and Atriums Worth Contemplating \(forbes.com\)](#)



# Projektiranje

---

- Suglasnost/dozvola
- Pristup zbog održavanja
- Proizvođači
- Bioraznolikost
- Opasnost od požara
- Održavanje
- Nagib krova
- Kapacitet i prostor



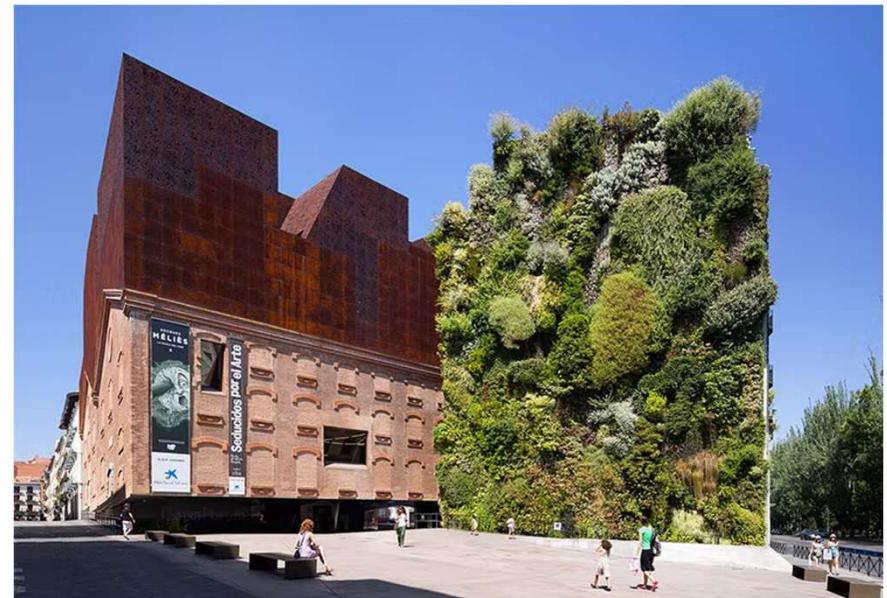
Izvor: <https://architizer.com/blog/product-guides/product-guide/green-roofs/>

# Projektiranje

---

## Opasnost od požara:

- suho raslinje na zelenim krovovima može se zapaliti
- razmotriti šljunčane ili betonske ploče, vegetacijske barijere oko krovnih prodora
- rutinsko održavanje
- osigurati da supstrat zelenog krova ne sadrži veliku količinu organskog sadržaja



*Caixa Forum Museum*

Izvor: <https://architizer.com/blog/product-guides/product-guide/green-roofs/>

# Sustav zelenog krova

---

## Nagib krova:

- svaki nagib se može ozeleniti, više od 45 stupnjeva smatra se živim zidom
- kosi krov smanjuje rizik od prodiranja vode u krovnu konstrukciju

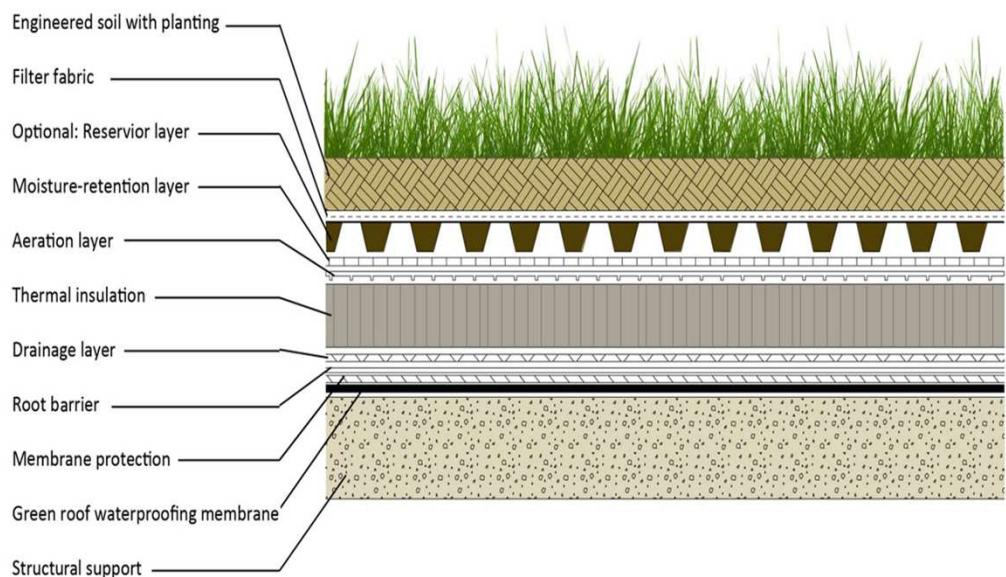
## Kapacitet i prostor:

- krov često može biti prostor gdje se specificiraju glavni tehnički sustavi
- ekstenzivni zeleni krovovi obično podržavaju 48 - 120, a intenzivni 390 - 730 kg vegetacije po kvadratnom metru

Izvor: <https://architizer.com/blog/product-guides/product-guide/green-roofs/>

# Slojevi zelenog krova

- Na dnu vodonepropusna membrana
- Izolacijski sloj
- Zaštitni sloj za sprječavanje oštećenja od korijenja
- Drenažni sloj (lagani šljunak ili lagana granulirana glina) – upija dodatnu vodu, pomaže skladištenju vode za biljke
- Filtarska podloga za upijanje vode (sprječava erodiranje sitne zemlje)
- Gornji slojevi:
  - zemlja ili supstrat – lagani materijal – granule gline, drobljena opeka – pomaže u drenaži i opskrbi biljaka hranjivim tvarima
  - biljke
  - zaštita od vjetra – štiti sloj zemlje dok se ne primi korijenje



Source: <https://www.dlrcoco.ie/sites/default/files/atoms/files/appendix16.pdf>

# Neke prednosti zelenih krovova, fasada i unutarnjih elemenata

---

- smanjenje količine površinske vode koja otječe s krova (godišnje otjecanje smanjeno za 40 % do 60 - 70 %. U nekim slučajevima, za intenzivne zelene krovove, zadržavanje vode može biti do 90 %)
- pružanje staništa, skloništa i prilika za hranjenje životinja (osobito u izgrađenim područjima)
- poboljšanje karaktera i izgleda objekta i šireg prostora
- dodatna toplinska i zvučna izolacija
- povećanje vijeka trajanja krovne membrane
- smanjenje količine prašine i zagađivača u zraku
- stvaranje novog otvorenog prostora za opuštanje i stvaranje korisnih zelenih površina

Source: <https://www.dlrcoco.ie/sites/default/files/atoms/files/appendix16.pdf>

## Dodatni izvori

Irish Green Building Council (IGBC) - Towards a circular economy in construction: Assessing low carbon, healthy, responsible products for the construction sector

<https://www.igbc.ie/wp-content/uploads/2018/06/IGBC-Report-Web-Final-21.06.18.pdf>

UK Green Building Council (UKGBC) - Circular economy guidance for construction clients: How to practically apply circular economy principles at the project brief stage

<https://www.ukgbc.org/ukgbc-work/circular-economy-guidance-for-construction-clients-how-to-practically-apply-circular-economy-principles-at-the-project-brief-stage/>

Circular Economy Implementation Packs for Products as a Service and Reuse

<https://www.ukgbc.org/ukgbc-work/circular-economy-implementation-packs/>

Zero Waste Scotland - Construction Resources For a Circular Economy Procuring resource efficient construction projects

<https://zerowastescotland.org.uk/content/procuring-resource-efficient-construction-projects>

ARUP - Circular Economy in the Built Environment

<https://www.arup.com/perspectives/publications/research/section/circular-economy-in-the-built-environment>

---

Green & Blue Roof Guide 2021, DCC - Irish Green and Blue roof guidelines for Dublin city

<https://www.dublincity.ie/sites/default/files/2021-12/dcc-green-blue-roof-guide-2021.pdf>

A guide to GREEN roofs, walls and facades, Victoria, Australia - Growing Green Guide, guide to green roofs, walls and facades.

[https://2020vision.com.au/media/41918/growing\\_green\\_guide\\_ebook\\_130214.pdf](https://2020vision.com.au/media/41918/growing_green_guide_ebook_130214.pdf)

Regularly updated Green Roofs Database

<https://www.greenroofs.com/>

European Federation of Green Roof & Wall Associations

<https://efb-greenroof.eu/>