

# Spodbujanje krožnih sprememb v urbanem gradbeništvu – CINDERELA projekt

Alenka Mauko Pranjić\*, Primož Pavšič, Primož Oprčkal,  
Ana Mladenovič, Marija Nagode, Vesna Zalar Serjun,  
Mateja Košir, Stanislav Lenart, Karmen Fifer Bizjak,  
Marko Brodnik,

Zavod za gradbeništvo Slovenije

Laboratorij za kamen, agregat in reciklirane materiale  
in Odsek za geotehniko

## Novi krožni poslovni model za bolj trajnostno urbano gradbeništvo



Ta projekt je bil financiran v okviru programa Evropske Unije za raziskave in inovacije - Obzorje 2020 – pogodba št. **776751**

- Razlogi za projekt
- CINDERELA rešitve – sprostitev potencialov za snovno učinkovito urbano gradbeništvo
- Veliki praktični prikazi gradnje z gradbenimi proizvodi iz sekundarnih surovin
- Zaključek

# I del: Razlogi za projekt

## Novi krožni poslovni model za bolj trajnostno urbano gradbeništvo

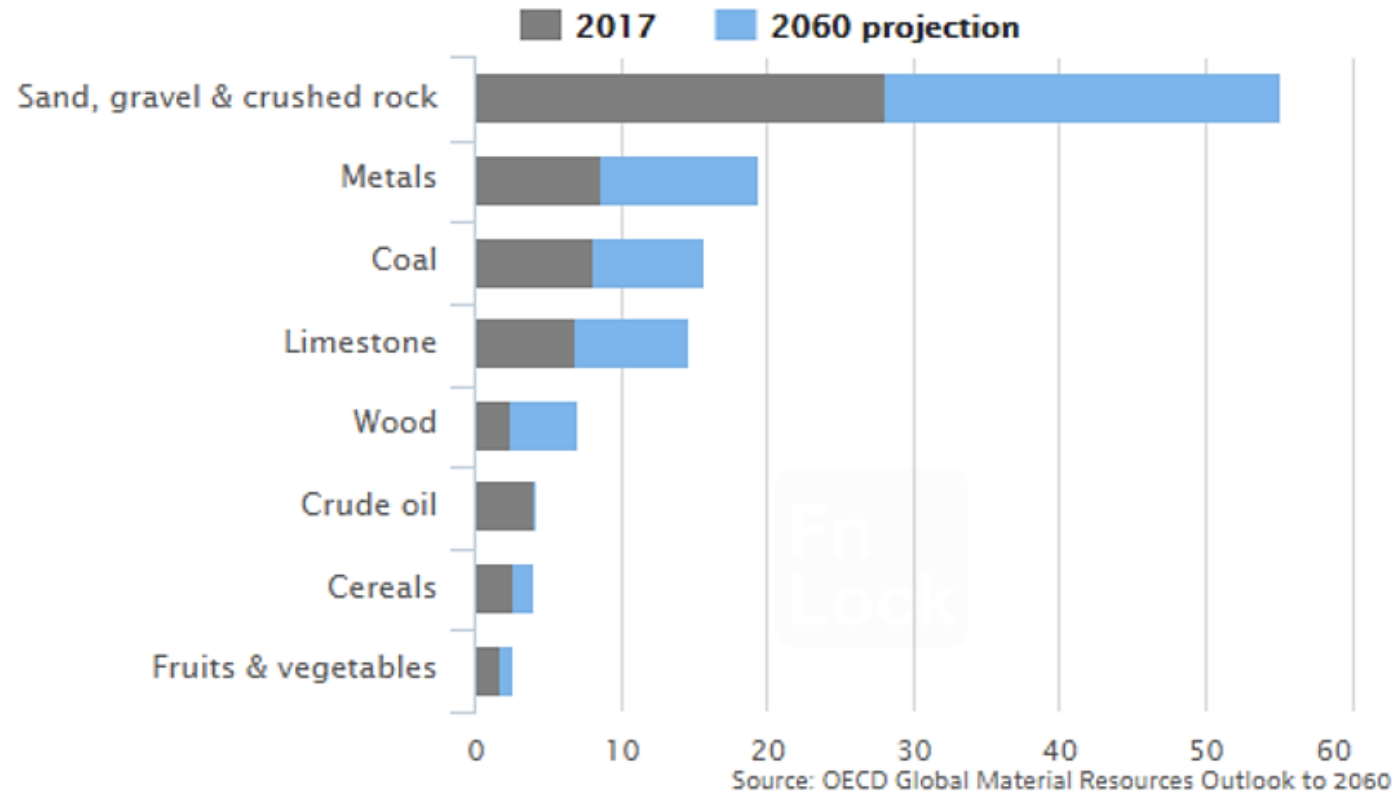


- Gradbeništvo (stavbe in infrastruktura) je panoga, ki porabi več kot 50% vseh pridobljenih surovin in proizvaja več kot 50% vseh odpadkov. Poleg tega je tudi zelo energetske intenziven sektor, ki porabi veliko vode.



## Construction materials dominate resource consumption

Consumption in gigatonnes



- Agregati (npr. pesek, prod, drobljene kamnine in prod) predstavljajo 32 % vseh pridobljenih surovin na svetu.
- Njihova letna globalna proizvodnja je **28 giga ton**.
- Do leta 2060 se bo ta proizvodnja podvojila na **55 giga ton**.

# A Roof Over Every Head

## More people, more houses

The move to urban areas over the next few decades will impact how people live as well as the number of homes needed. Population growth, combined with an increase in two-person households, means we'll need more than two billion new homes by the end of the century.<sup>3</sup>

Wealth and income, historical

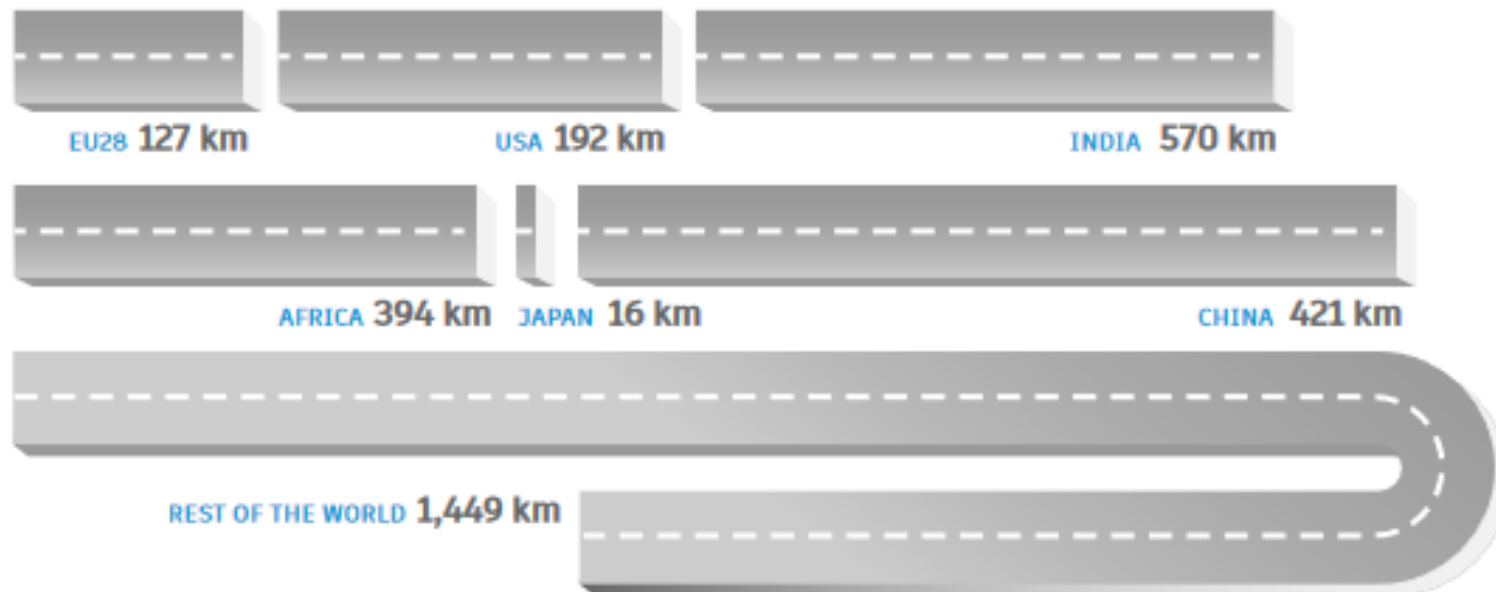
urban areas, population density is still a major factor that affects one's personal space. When it comes to housing, urban areas have long been and will long continue to be, defined by multifamily housing.

Between 2018 and 2050, multifamily housing will comprise more than half the daily average residential buildings

CHINA  
2,422

REST OF WORLD  
3,433

### GLOBAL AVERAGE DAILY NEW ROAD & HIGHWAYS CONSTRUCTION



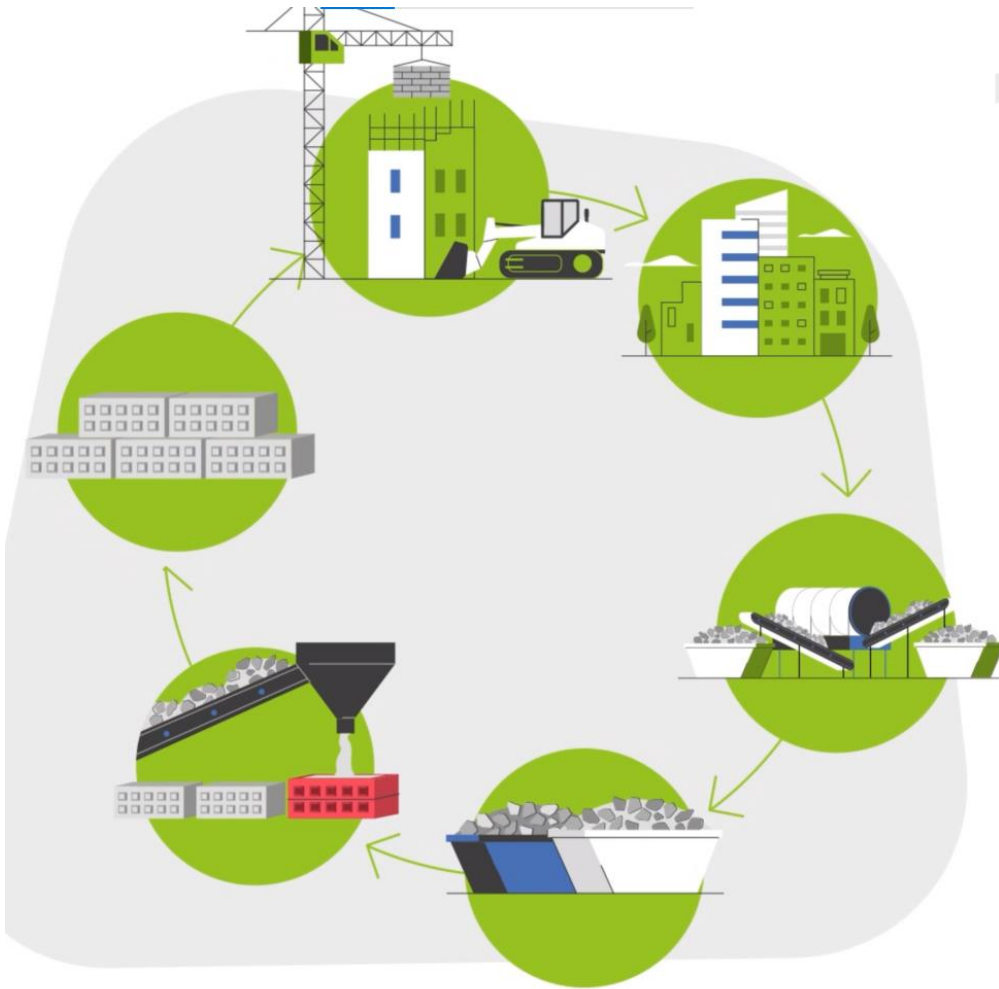
Intenzivna urbanizacija  
- 68% ljudi bo 2050 živelov  
v mestih\*,  
vsak dan je zgrajeno v  
Evropi 784 novih domov  
in 127 km novih cest\*\*

\* United Nations, \*\*World bank, Statista

## II del: CINDERELA rešitve: sprostitvev potencialov za snovno učinkovito urbano gradbeništvo

Novi krožni poslovni  
model za bolj  
trajnostno urbano  
gradbeništvo





- **Novi gradbeni proizvodi iz sekundarnih surovin**
  - Recikliran agregat
  - Umetni agregat
  - Alternativna veziva v gradbenih kompozitih
  - Novi geotehnični kompoziti
  - Zeleni betonski bloki
  - Zelene opeke
- **Novo tehnologije recikliranja in gradnje:**
  - Kaskadno recikliranje – ekstrakcija vrednih in kritičnih surovin preden se ostanki uporabijo v gradbeništvu
  - 3D tiskane stene iz reciklirane plastike
- **CinderOSS storitve:** digitalna platforma za spletne in druge storitve
- **Optimizirana orodja za sledenje masnim tokovom (GDSE), metodologije za transformacijo odpadkov v vire, BIM datoteke, CinderCEBM, protokoli,...**

## 7 korakov CINDERELA metodologije

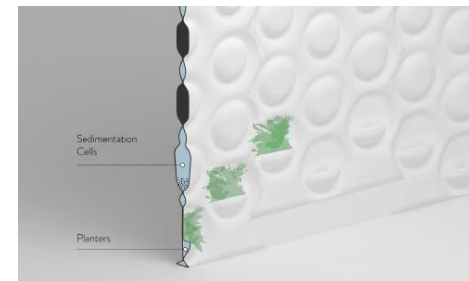
- **KORAK 1:** Identifikacija potencialnih skupin odpadkov ( “CINDERELA seznam”) v mestnih okoljih
- **KORAK 2:** Kvantifikacija lokalnih in regionalnih odpadkovnih/masnih tokov
- **KORAK 3:** vizualizacija tokov
- **KORAK 4:** ocena obstoječih in potencialnih, bolj trajnostnih vrednostnih verig
- **KORAK 5:** Razvoj in testiranje proizvodov iz sekundarnih surovin
- **KORAK 6:** Načrtovanje proizvodnje gradbenih proizvodov iz sekundarnih surovin
- **KORAK 7:** Validacija novih proizvodov v praktičnih primerih (piloti)
- Stalno spremljanje okoljskih, ekonomskih in družbenih vplivov in oblikovanje poslovnega modela

Maribor case: Regional flows of waste (GDSE tool\*).

<http://h2020repair.eu/gdse-software/package/>

Kaskadno  
recikliranje

3D tisk



Pilotna  
proizvodnja

Revitalizacija  
degradiranih  
območij



Gradnja in  
obnova cest

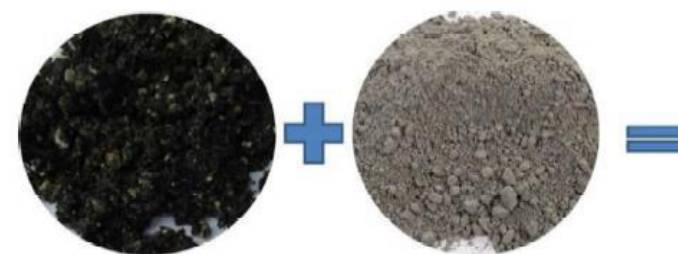
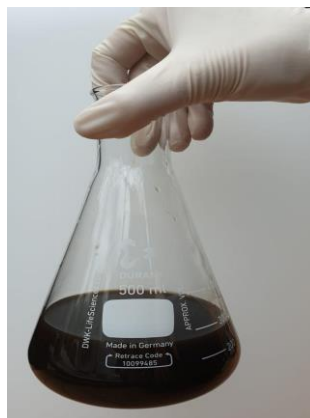
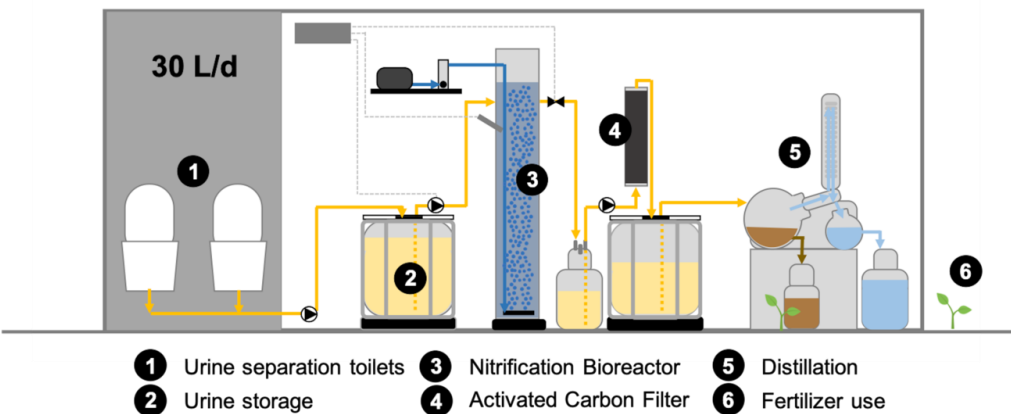
Gradnja  
objektov



- Blato iz čistilnih naprav = urbani odpadek
- Recikliranje blata v **geotehnične kompozite** z alternativnimi vezivi iz odpadkov, ki imobilizirajo biološke komponente in potencialno nevarne snovi



ChemistryLearner.com



# 3D tisk z reciklirano plastiko

Krožno gospodarstvo v gradbeništvu – kako ga vnovčiti,  
Ljubljana, GZS, 24. 2. 2023

Fluid  
Channels

Dry  
Cells

Sedimentation  
Cells

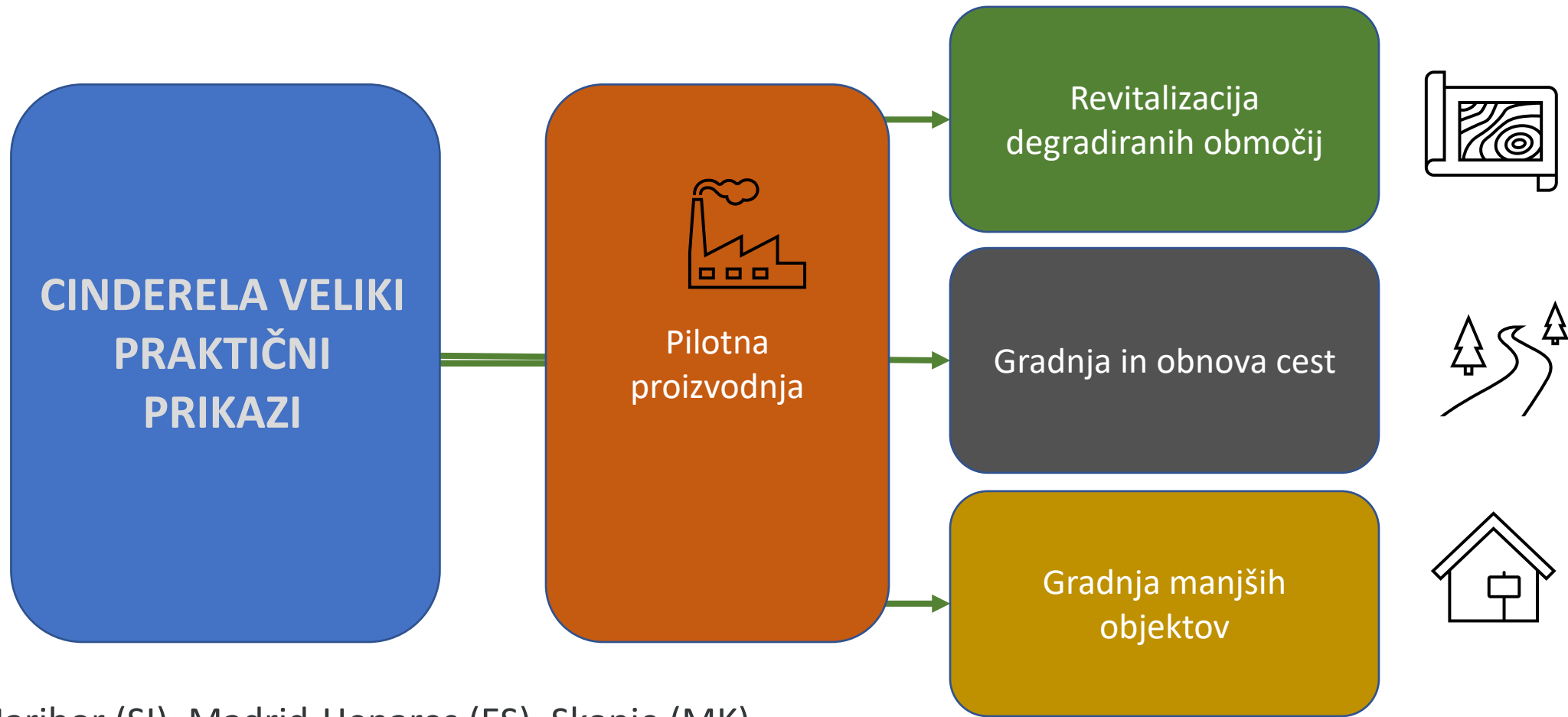
Planters



# III del: Veliki praktični prikazi gradnje z gradbenimi proizvodi iz sekundarnih surovin

## Novi krožni poslovni model za bolj trajnostno urbano gradbeništvo



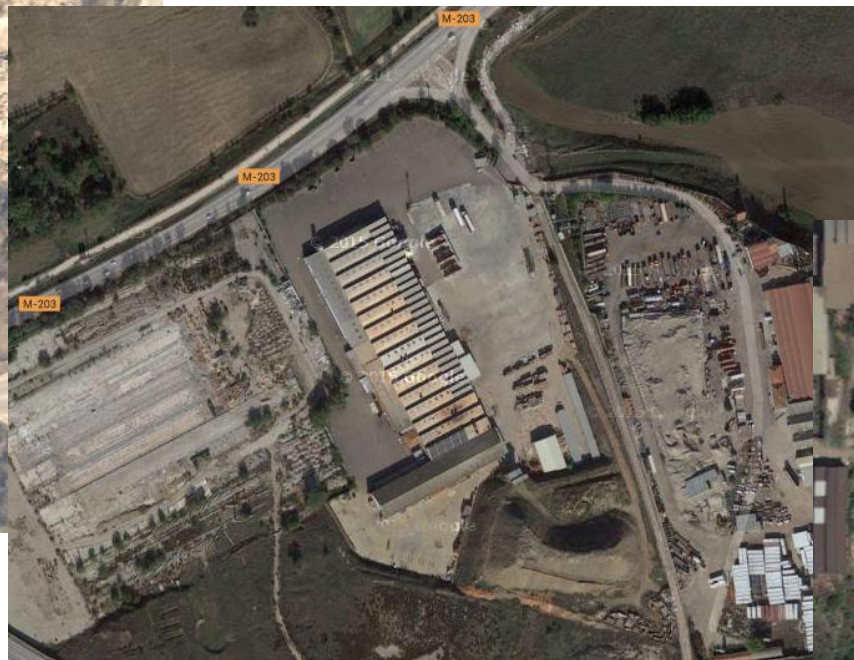


Maribor (SI), Madrid-Henares (ES), Skopje (MK)

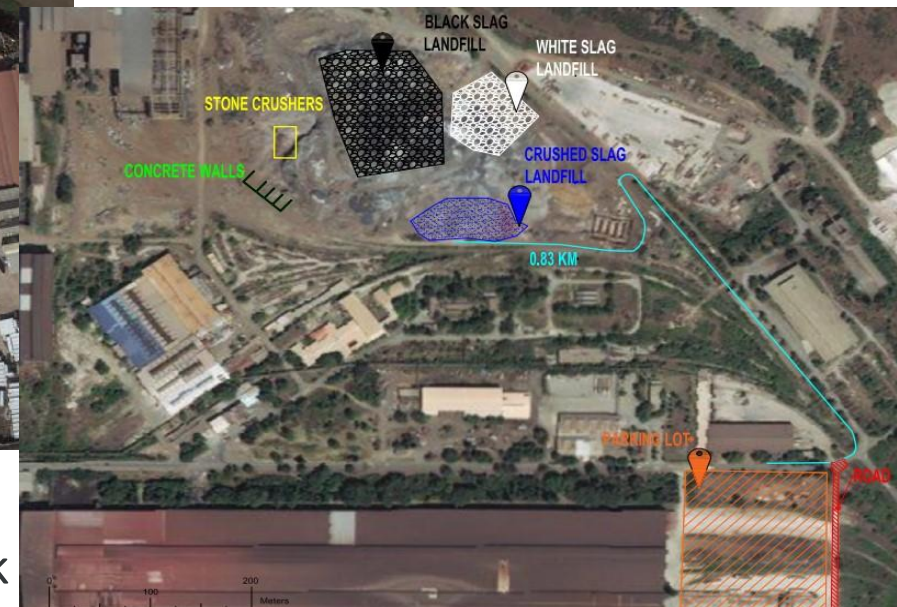
# Izbrana degradirana območja



Maribor (SI) – nekdanji  
rudarski prostor



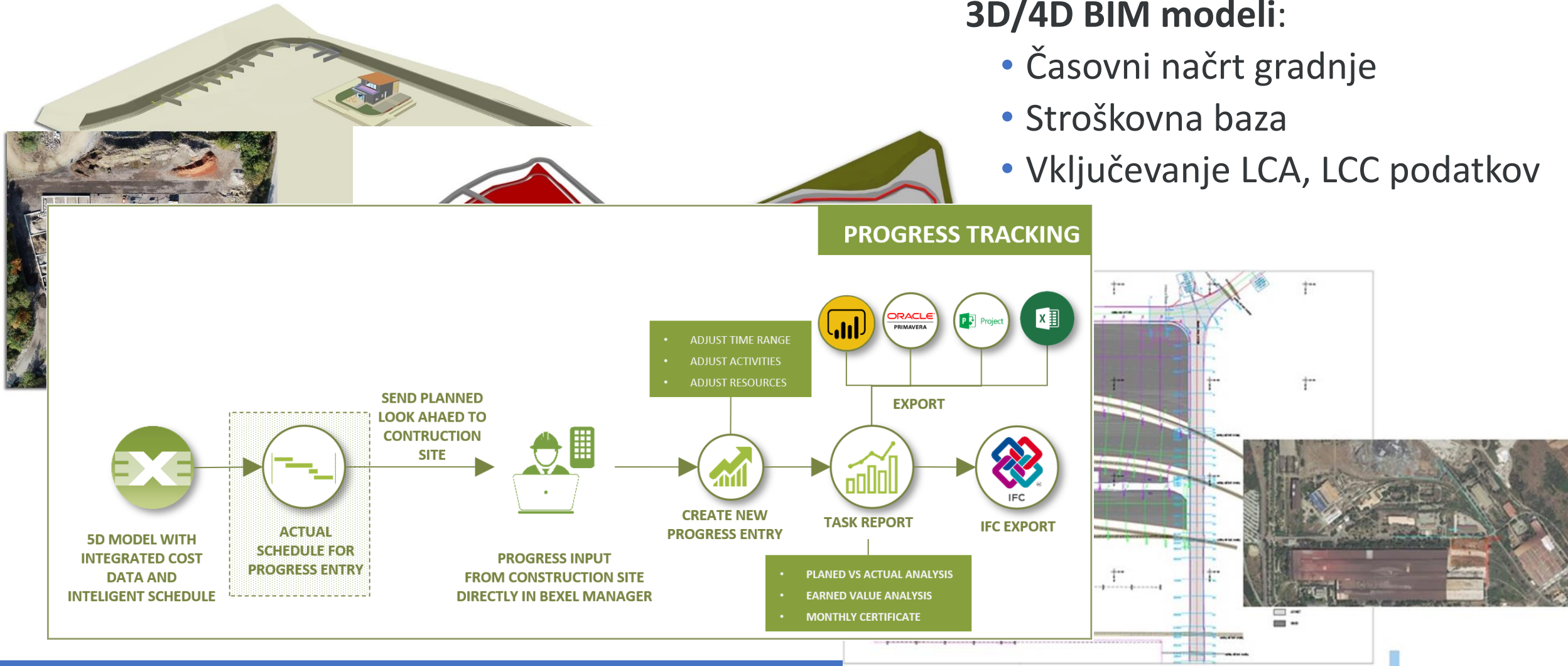
Madrid-Henares (ES) – nekdanja  
rudarski prostor, proizvodnja opek

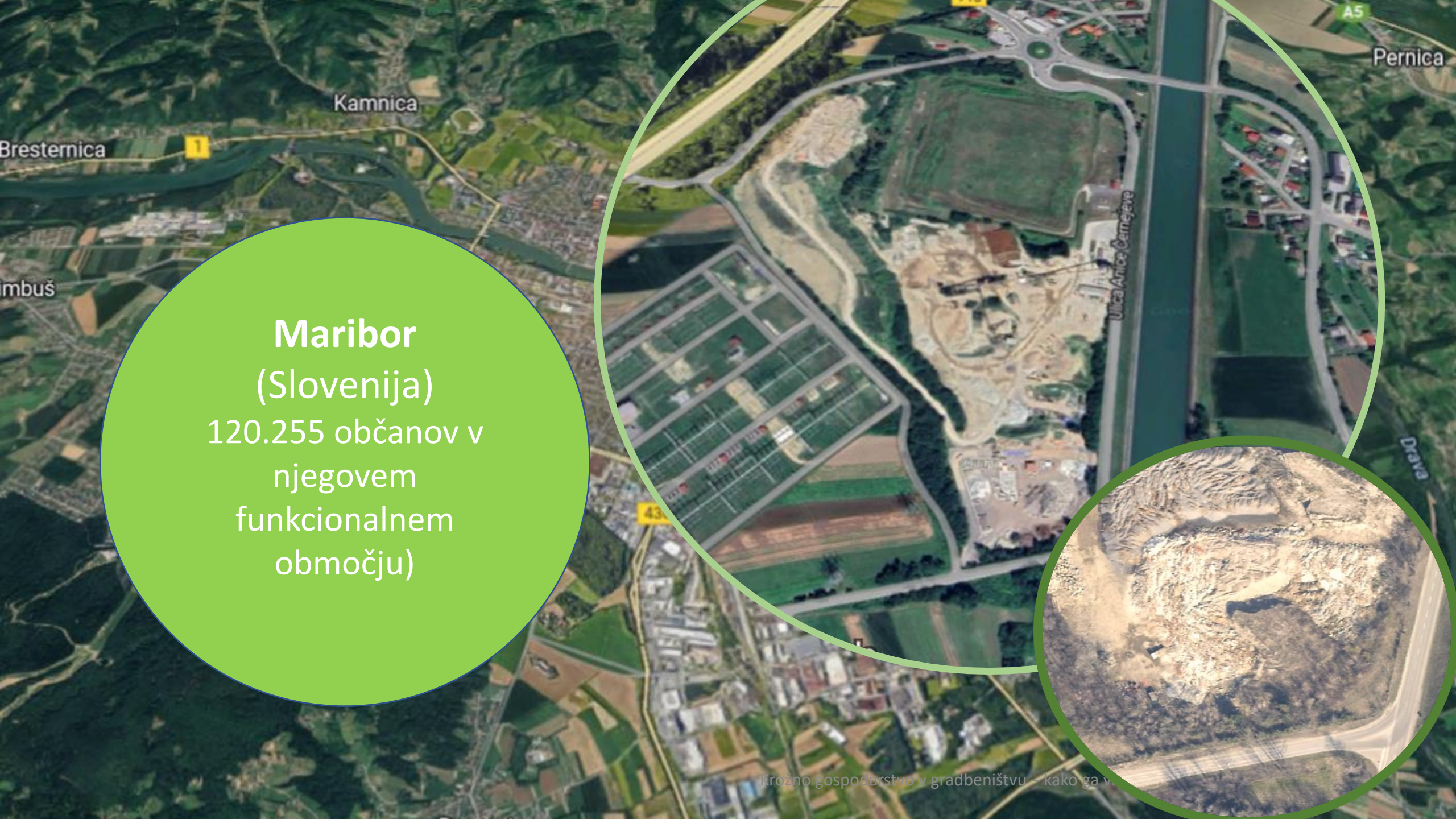


Skopje (MK) – delno degradirano, delno  
operativno mono-industrijsko območje

## 3D/4D BIM modeli:

- Časovni načrt gradnje
- Stroškovna baza
- Vključevanje LCA, LCC podatkov



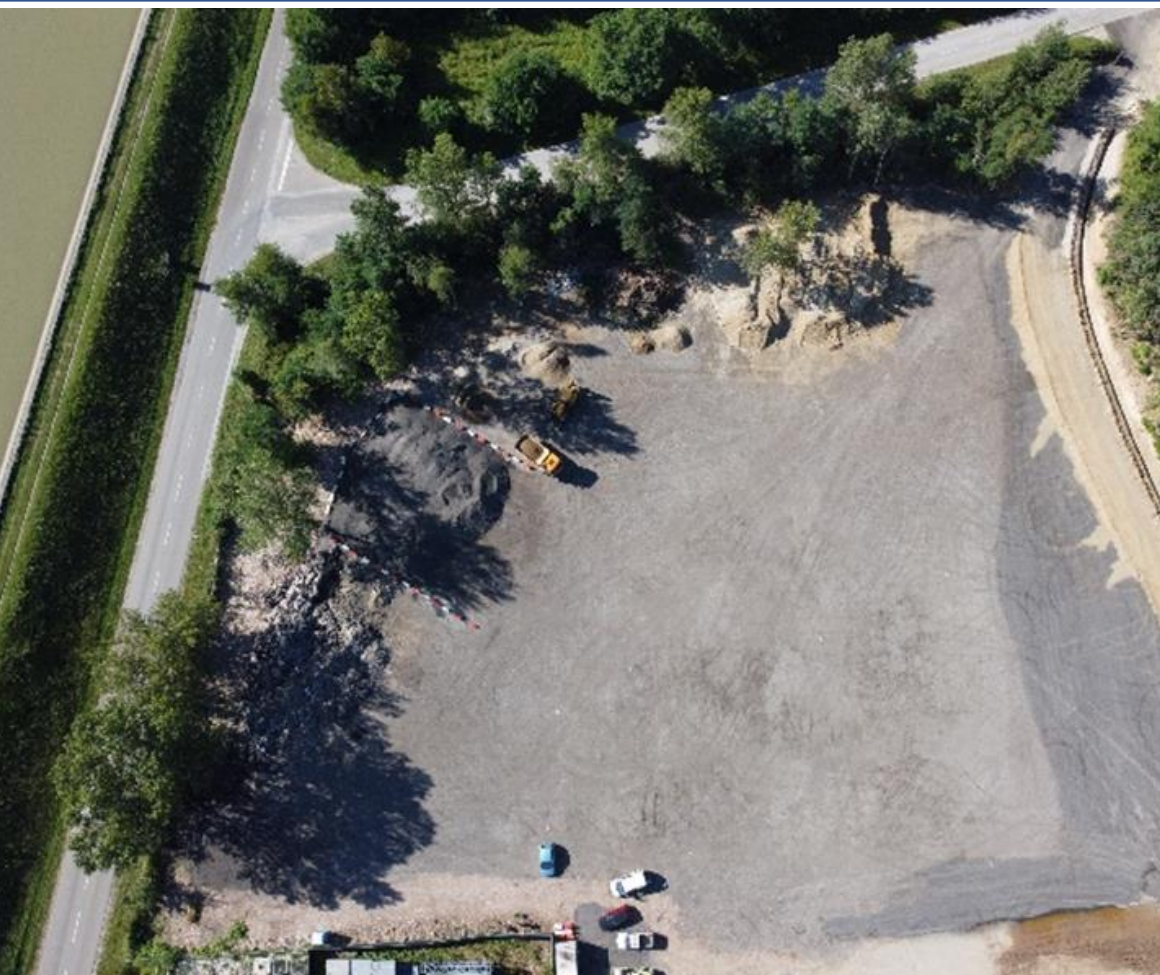


**Maribor**  
(Slovenija)  
120.255 občanov v  
njegovem  
funkcionalnem  
območju)

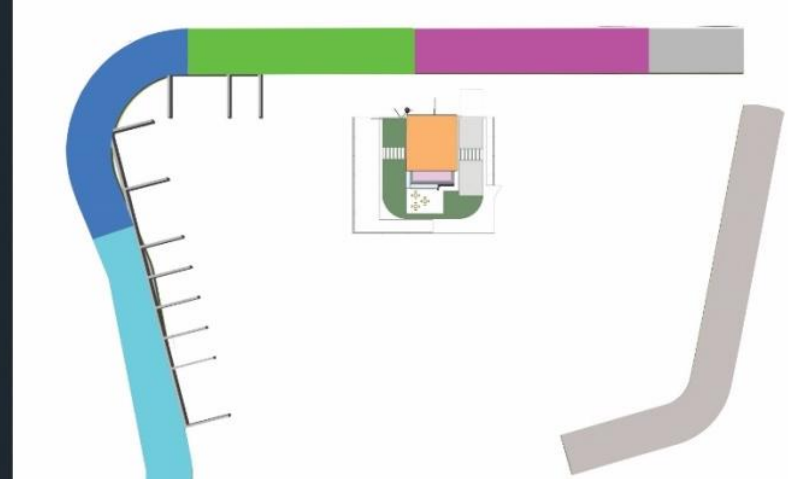
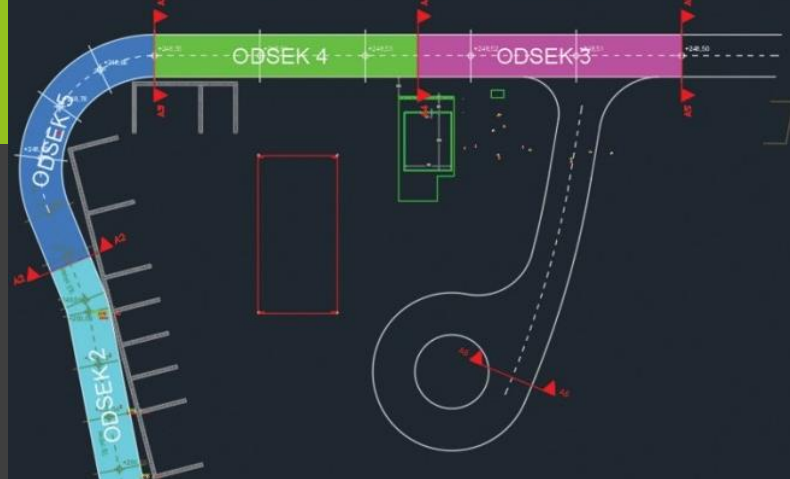
- **MARIBOR (SI):**
  - **Reciklirani agregati** (uporaba rezkanca, recikliranih ruševin...)
  - **Geotehnični kompoziti**
  - **Reciklirane zemljine**
  - **Zeleni betonski bloki**



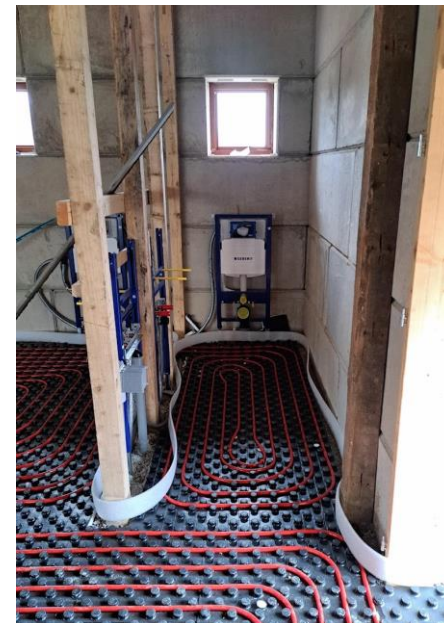
# Geotehnična dela za revitalizacijo degradiranega območja



# Gradnja ceste z materiali iz sekundarnih surovin



# Gradnja manjšega začasnega objekta z recikliranimi in ponovno uporabljenimi materiali





## • MADRID-HENARES (ES):

- **Reciklirani agregati** (reciklirane ruševine ...)
- **Ponovna uporaba peska in gline** ter **izkopanega kamna in zemljin**
- Proizvodnja **finih delcev recikiranega betona** in **ultrafinih delcev betona - ecocement**
- Proizvodnja **finih recikliranih keramičnih agregatov** in **ultrafinih recikliranih keramičnih delcev**
- **Ponovna uporaba asfaltnega rezkanca**
- **Recikliranja finega recikiranega stekla**
- Proizvodnja **tlakovcev iz recikiranega agregata**





# Praktični prikazi v Madrid-Henares

## Pilotna proizvodnja v Skopju

- SKOPJE (MK)
  - Proizvodnja **umetnih agregatov iz EOP žlinder**
  - Proizvodnja **alternativnih veziv iz bele žlinder**
  - Proizvodnja **asfalta in zelenih betonskih blokov**

- CINDERELA projekt je razvil enostavne trajnostne tehnične rešitve za preprečevanje izgube naravnih virov in zmanjšanje okoljskih vplivov v mestih
- Kombinacija tehničnih rešitev, ki preprečuje transport velikih količin primarnih surovin v mesta in odpadkov iz mesta, z novimi tehnologijami proizvodnje in različnimi novimi orodji lahko naredi urbano gradbeništvo bolj vitko in snovno učinkovito.
- Nadalje, te rešitve skupaj s sistemskimi storitvami kot so CinderOSS in CinderCEBM omogočajo enostaven prehod v krožno gradbeništvo, kar se odraža v znatnih okoljskih, ekonomskih in družbenih dobrotah.





ZAVOD ZA  
GRADENIŠTVO  
SLOVENIJE  
SLOVENIAN  
NATIONAL BUILDING  
AND CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE



Università  
Bocconi  
IEFE  
Centre for Research  
on Energy and Environmental  
Economics and Policy



- Hvala za pozornost

[alenska.mauko@zag.si](mailto:alenska.mauko@zag.si)

<https://cindeross.cinderela.eu/>

<https://www.cinderela.eu/>

Kamen na kamen palača, zrno na zrno pogača. Slovenski pregovor