

OJAČENI POLIMERNI KOMPOZITI – koristi z vidika zmanjševanja ogljičnega odtisa?

dr. Alenka Mauko Pranjic¹, dr. Petra Triller¹, dr.
Primož Oprčkal¹

doc. dr. Ana Mladenovič¹, dr. Janez Bernard¹, dr.
Janez Turk¹, Antonija Božic Cerar², Andreja
Palatinus²

¹ Zavod za gradbeništvo Slovenije

² Gospodarska zbornica Slovenije

Vsebina predstavitve

- Uvod
- FRC v gradbeništvu (več sledi kasneje v ostalih predavanjih)
- Uporaba FRC pri protipotresni zaščiti – analize na ZAG
- FRC odpadki – problem
- Snovna predelava odpadkov s FRC in proizvodi na osnovi recikliranih FRC – Retracking projekt
- Zaključki

Uvod

1. **FRC** (angl. fibre reinforced composites) **ali GFRP** (angl. glass fibre reinforced polymers) so **polimerni kompoziti ojačeni z vlakni**
2. **Prednosti proizvodov:** relativno visoka trdnost, lahki, enostavni za oblikovanje, električna izolativnost, nizki stroški proizvodnje...
3. **ŠIROKA UPORABA v različnih sektorjih**





Vir: <https://arevo.com/>



Divergent3D Blade: karbonsko vlaknaste cevke in 3D printan Al

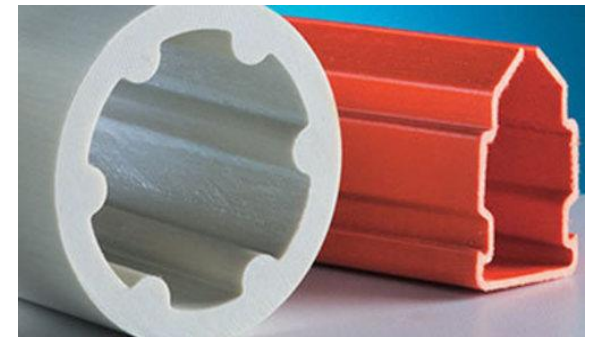
Vir: <https://www.3dsourced.com/rankings/best-3d-printed-car/>



Thermwood in Boeing: Boeing 777x program

FRC v gradbeništvu

- Armature
- Tekstil za strukturne ojačitve
- Prefabricirani elementi





Heydar Aliyev Cultural Center - Zaha Hadid Architects



Vir: <https://technologyinarchitecture.wordpress.com/2018/06/30/glass-fiber-reinforced-polymer-gfrp/>



House of Dior - Christian de Portzamparc



Vir: <https://technologyinarchitecture.wordpress.com/2018/06/30/glass-fiber-reinforced-polymer-gfrp/>



<https://materialdistrict.com/article/plastic-bridges-rotterdam/>

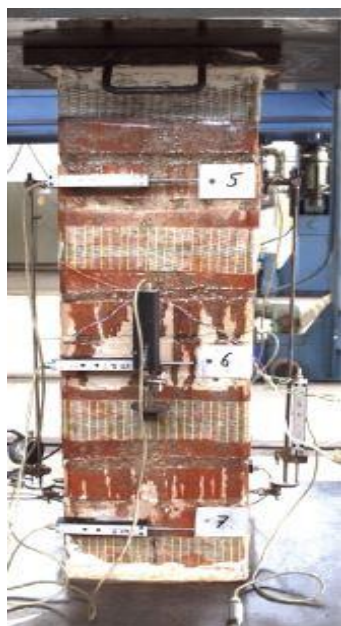


Paviljon iz SIGRAFIL® 50k karbonskih vlaken (vir: <https://www.sgllcarbon.com>)

Potresna sanacija in ojačevanje opečnih stavb

Klasični načini utrjevanja:
prefugiranje, injektiranje,
prednapenjanje zidov in uporaba
raznolikih ometov

Sodobni načini utrjevanja:
ovijanje zidov v močne polimerne
tkanine, oblaganje zidov in sidranje
oblog v zid ter lepjenje kompozitnih
materialov na zid z deformabilnimi
polimeri



Kompozitna tkanina in
epoksidno lepilo
(Witzany in sod., 2014)



Kompozitne mreže,
kompozitna malta
in sidra)

Deformabilni
polimeri

VEČETAŽNI PREIZKUŠANEC V NARAVNEM MERILU



CILJ: Raziskati potresno obnašanje FRC utrjene nearmirane zidane konstrukcije, zgrajene v 60. letih prejšnjega stoletja na našem območju.

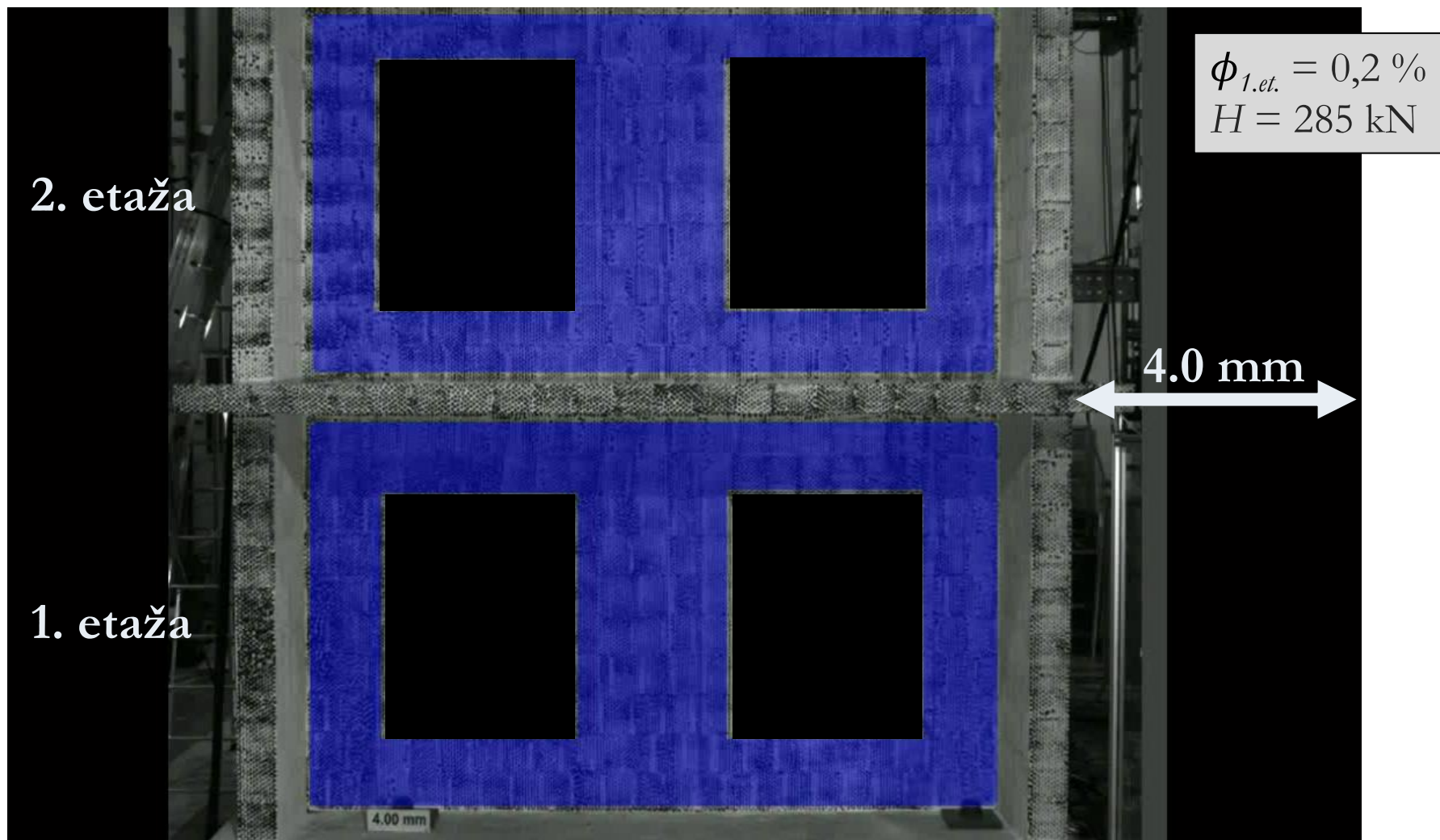
3 etažni preizkušanelec ($h_{\text{etaže}} = 2,0 \text{ m}$)

- Zidovje: opečni votlaki in malta za splošno rabo
- Hz. plošče: armirani beton

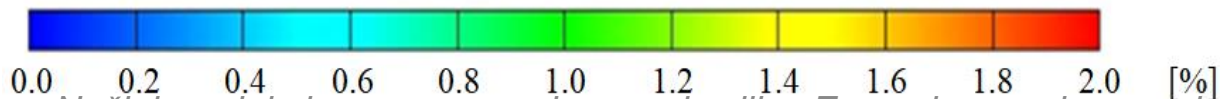
→ Določitev učinkovitosti utrjevanja na osnovi primerjave potresnega obnašanja osnovnega (neutrjenega) in utrjenega preizkušanca

Večetažni preizkušanelec v Laboratoriju za konstrukcije ZAG

OPTIČNI SISTEM ZA MERJENJE DEFORMACIJ



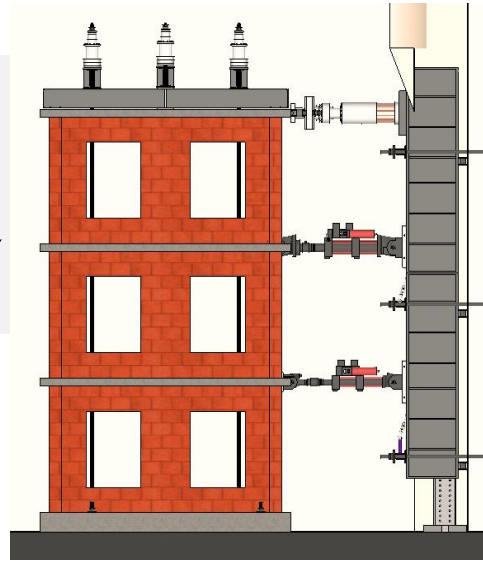
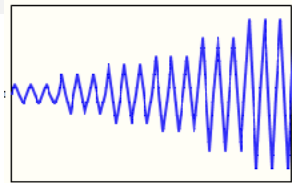
Glavne deformacije



CIKLIČNA STRIŽNA PREISKAVA PREIZKUŠANCA V OSNOVNEM IN UTRJENEM STANJU

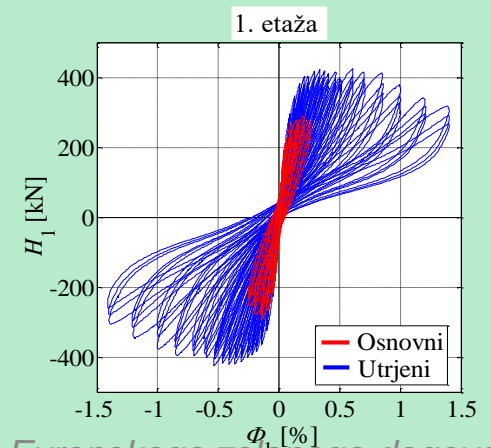
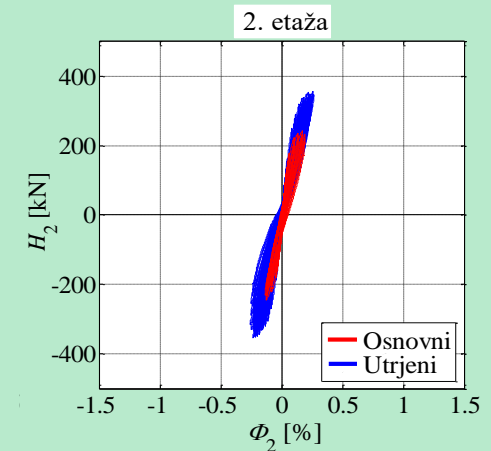
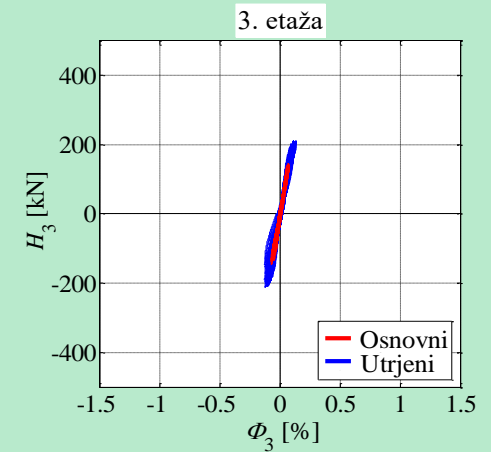
OBTEŽBA MED PREISKAVO

- konstantna vertikalna obtežba
- ciklična naraščajoča horizontalna obtežba



REZULTATI →

- Histerezne krivulje (razmerje med horizontalno silo in zasukom etaže) - **osnovni** : **utrjeni** preizkušanec
- **Z utrjevanjem se tako potresna odpornost (ordinatna os) kot tudi sposobnost deformiranja (abscisna os) znatno povečata**

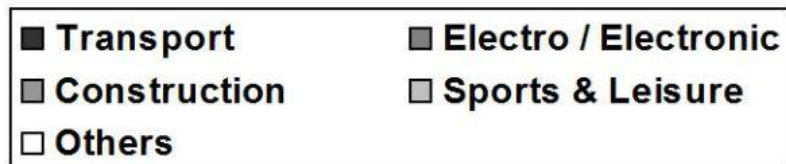
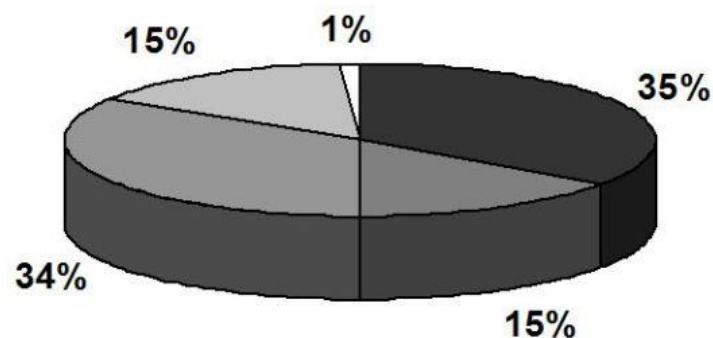


Histerezne krivulje po etažah preizkušanca.

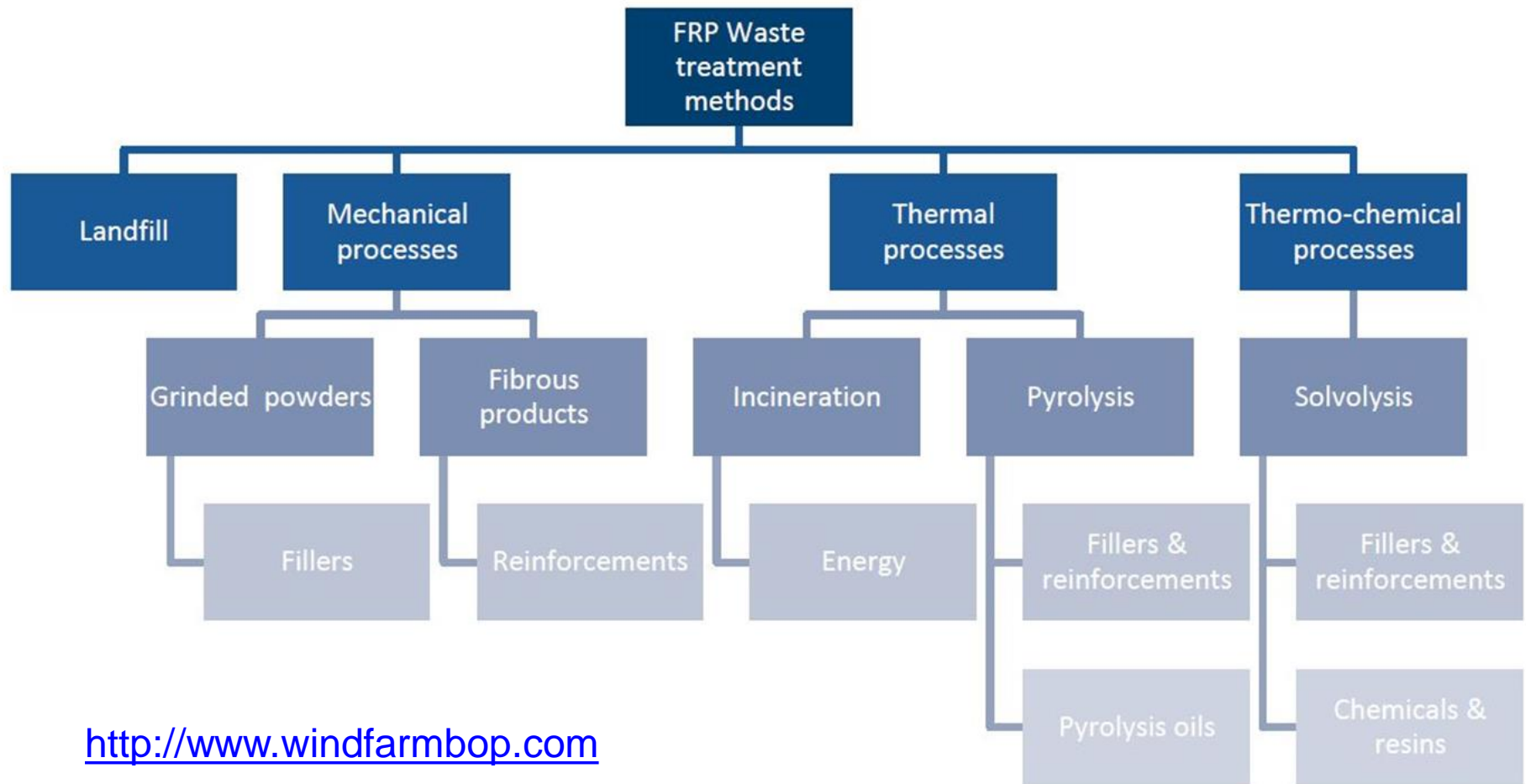
FRC odpadki - problem

- Nižje hierarhije ravnanja z odpadki (sežig, odlaganje....),
- Ni ločenega zbiranja – FRC odpadki se pojavljajo v različnih skupinah – slaba sledljivost masnih tokov, prisotnost nevarnih substanc
- Nelegalno odlaganje odpadkov

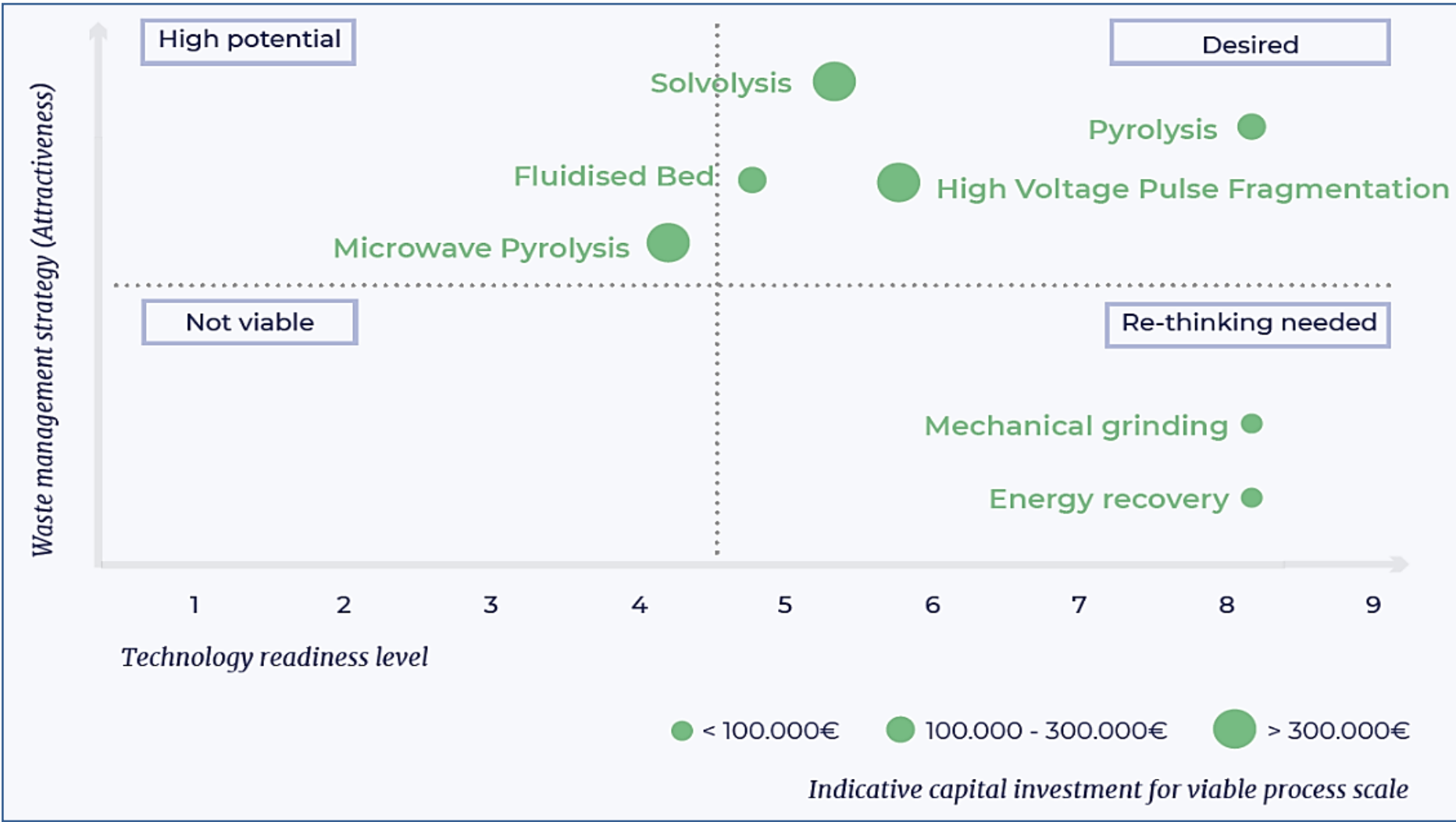
• ...



Ravnanje s FRC odpadki

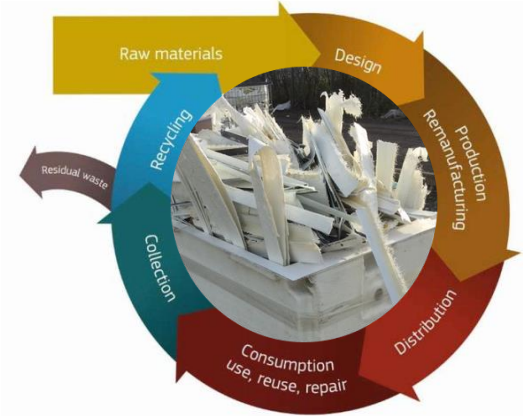


<http://www.windfarmbop.com>



Vir: Suschem, 2018

ANALIZA MASNIH TOKOV



ODPADEK IZ PROIZVODNJE

FRC

Čiste in stabilne frakcije odpadkov, večinoma nenevarnih odpadki (vendar problem neutrjenih multikomponentnih veziv in smol), problem emisij prahu, viri odpadkov so geografsko razpršeni

61 potencialnih povzročiteljev FRC odpadkov iz proizvodnje v Sloveniji

ZBIRALCI/PREDELOVALCI FRC

ODPADKOV, KOMUNALNI

heterogeno in različne frakcije odpadkov, ki zahtevajo poseben ravnanje in predelavo. Vrste odpadkov vključujejo športni material, izdelane dele, cevi, plastične posode, odpadno plastiko.

93 potencialnih zbiralcev, predelovalcev FRC odpadkov v Sloveniji

RETRACKING - INOVATIVNE REŠITVE ZA ZAPIRANJE ZANK



PILOTNA PROIZVODNJA

Enostavna, ekonomična proizvodnja proizvodov iz recikliranih odpadkov, opremljenih z RFID čipi



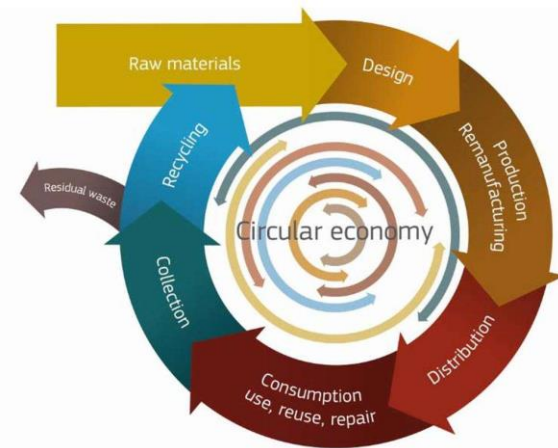
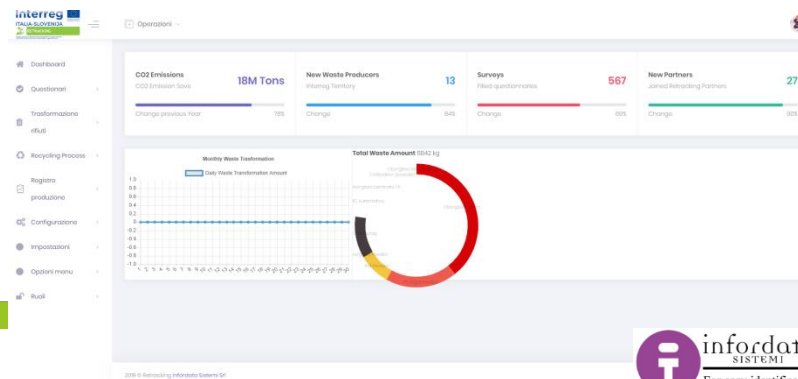
Digitalno poslovanje - spletno upravljanje vrednostne verige, kontrola proizvodnje, proizvodov...

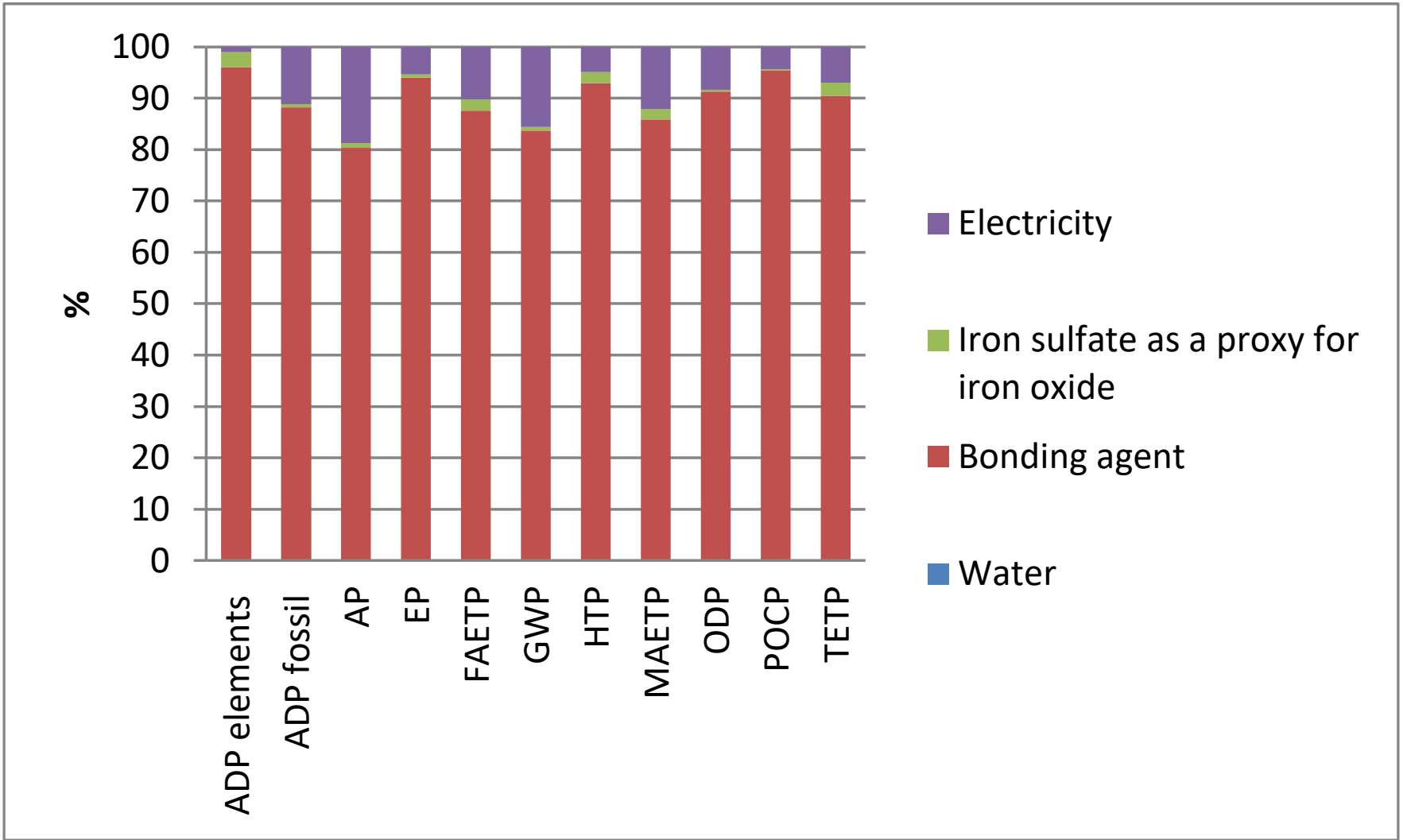


RETRACKING SPLETNA PLATFORMA



Povezovanje deležnikov: večja sledljivost masnih tokov, učinkovito zapiranje zank



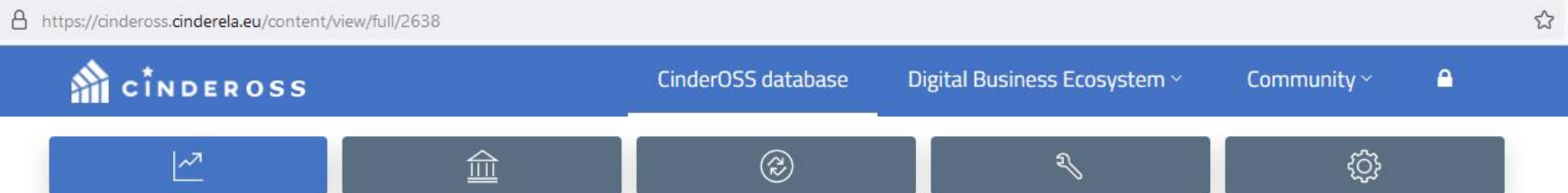


CinderOSS platforma



Projekt je financiran iz EU programa Obzorje 2020, pogodba št. 776751

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



Plastic Road

PlasticRoad features numerous advantages compared to conventional roads, both in terms of construction and maintenance. Plastic is much more sustainable and opens the door for a number of new innovations such as power generation, quiet road surfaces, heated roads and modular construction. Additionally, the PlasticRoad design features a 'hollow' space that can be used for cables, pipes and rainwater.



Zaključki

- Razpon uporabe FRC proizvodov se vedno bolj večja zaradi njihovih pozitivnih lastnosti
- Hkrati narašča problem FRC odpadkov
- Snovna predelava z drobljenjem FRC odpadkov in uporaba reciklirata kot agregata / polnila v novih proizvodih je enostavna in izvedljiva, vendar pod pogojem, da je vir odpadkov čim bolj homogen (odpadki iz proizvodnje).

- Hvala za pozornost!

alenska.mauko@zag.si

Oddelek za materiale in Laboratorij za kamen, agregate in reciklirane materiale

andrijana.skapin@zag.si

janez.bernard@zag.si

Laboratorij za polimere

petra.triller@zag.si

Odsek za mostove inženirske objekte