

Interreg

ITALIA-SLOVENIJA



RETRACKING

Progetto standard co-finanziato dal Fondo europeo di sviluppo regionale
Standardni projekt sofinancira Evropski sklad za regionalni razvoj



ZAG

Model krožnega gospodarstva izdelkov iz kompozitov, ojačanih s steklenimi vlakni (GFRP)

Plastika in kompoziti v hierarhiji ravnanja z odpadki
Zaključna konferenca projekta RETRACKING

Ljubljana, 29.11.2019



Avtorji

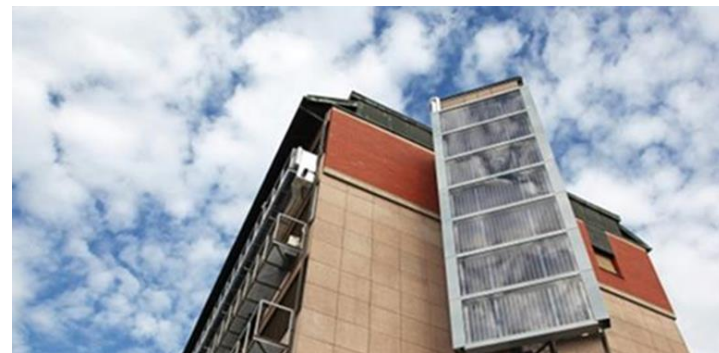
ZAG: Alenka Mauko Pranjić, Janez Bernard, Marija Nagode, Peter Nadrah, Janez Turk, Mateja Štefančič, Janko Čretnik, Primož Oprčkal,

GZS: Antonija Božic Cerar, Janja Leban,

Predstavil: Primož Oprčkal



Zavod za gradbeništvo Slovenije



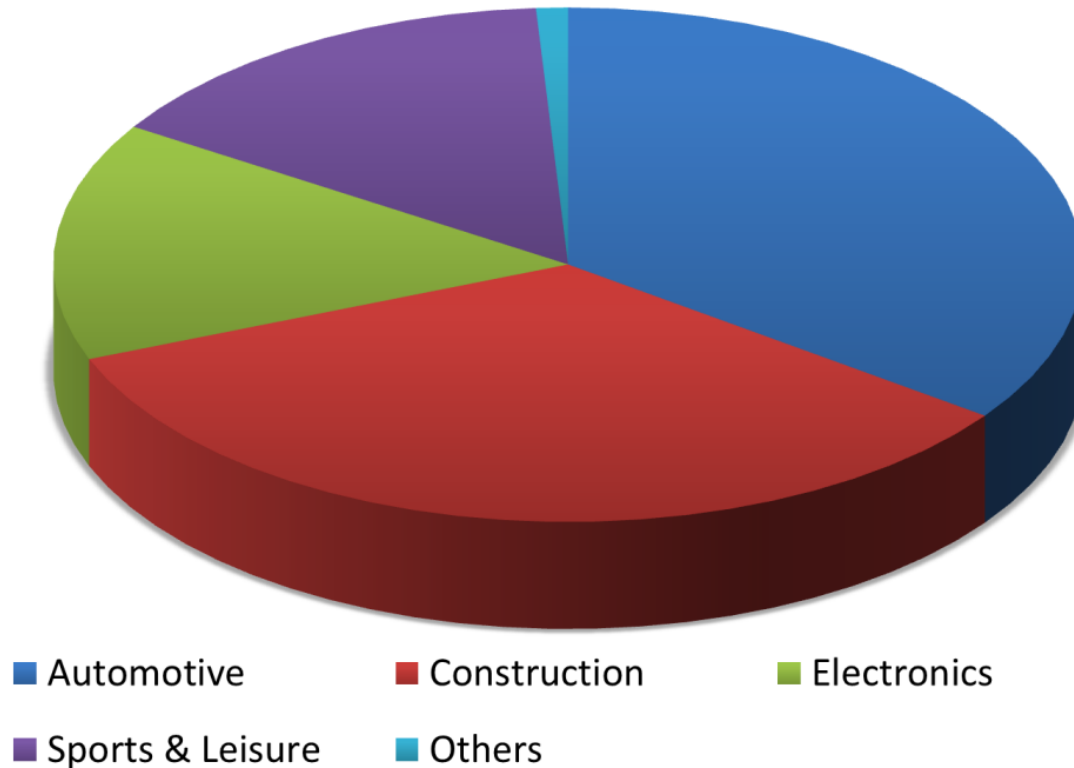
- Javni raziskovalni zavod;
- 220 zaposlenih;
- 5 oddelkov: Materiali, Gradbena fizika, Konstrukcije, Geotehnika in prometnice, Metrologija;
- Letno poslovanje: app. 8-10 mio €

Glavne aktivnosti:

- Osnovne in aplikativne raziskave,
- Razvoj novih metod testiranja in preskušanja,
- Certificiranje in atestiranje proizvodov, materialov in izvedenih del,
- Izobraževanje,
- Sodelovanje pri pripravi tehničnih zahtev in standardov v gradbeništvu.



Kompoziti utrjeni s steklenimi vlakni (GFRP)



Vir 1. Composites Market Size, Share & Trends Analysis Report By Product (Carbon, Glass), By Resin (Thermosetting, Thermoplastic), By Manufacturing Process, By Application, By End Use, And Segment Forecasts, 2018 - 2024



Kompoziti utrjeni s steklenimi vlakni (GFRP) - osnovni podatki

- Trenutna poraba steklenih vlaken v industriji utrjenih polimerov v EU (2015) naj bi znašala približno 1100 ton letno (3).
- Nemčija je največji proizvajalec GFRP, sledijo ji vzhodna Evropa, Francija, Irska in Velika Britanija, Italija, Portugalska in Španija (3).
- Število patentov na temo utrjenih kompozitnih plastik se je v obdobju med 2001 in 2013, ko je število patentov preseglo 3000 (1), več kot podvojilo.
- Do leta 2024 se za proizvodnjo in prodajo GFRP pričakuje svetovna rast velikosti trga z letno stopnjo 7,8% (2).

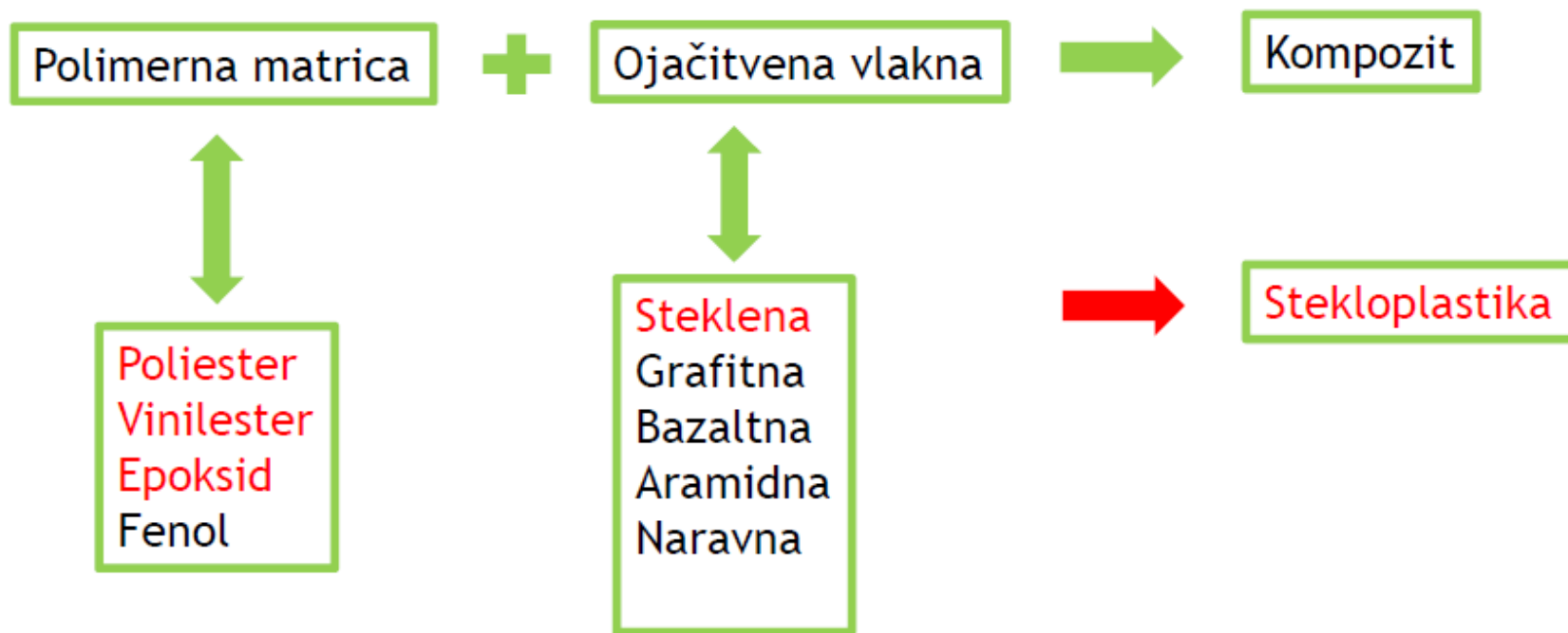
Vir 1. *Composites Market Size, Share & Trends Analysis Report By Product (Carbon, Glass), By Resin (Thermosetting, Thermoplastic), By Manufacturing Process, By Application, By End Use, And Segment Forecasts, 2018 - 2024*

Vir 2. A.P. Chatzimichali and K. D. Potter.; *Transl. Mater. Res.* (2) 026001 (2015).

Vir 3. <https://www.statista.com/> accessed 17.09.2018)



Osnovna sestava kompozitov utrjenih z vlakni



Vir 4. Bernard, J., 2018: Lastnosti, proizvodnja in reciklaža stekloplastike. delavnica projekta INTERREG ITA-SI Retracking.



Ojačitvena vlakna

90°

Sestava	E z borom	E brez bora	ECR	S	R	Kvarčno steklo
SiO ₂	52 - 56 %	59 %	54 - 62 %	64 - 66 %	60 - 65 %	99,9 %
Al ₂ O ₃	12 - 16 %	12,1 - 13,2 %	9 - 15 %	24 - 26 %	17 - 24 %	
B ₂ O ₃	5 - 10 %					
CaO	16 - 25 %	22 - 23 %	17 - 25 %		5 - 11 %	
MgO	0 - 5 %	3,1 - 3,4 %	0 - 5 %	8 - 12 %	6 - 12 %	
ZnO			2,9 %			
Na ₂ O	0 - 1 %	0,6 - 0,9 %	1 %	0 - 0,1 %	0 - 2 %	
K ₂ O	V sledeh	0 - 0,2 %	0,2 %		0 - 0,2 %	
TiO ₂	0,2 - 0,5 %	0,5 - 1,5 %	2,5 %			
Zr ₂ O ₃				0 - 1 %		
Fe ₂ O ₃	0,2 - 0,4 %	0,2 %	0,1 %	0 - 0,1 %		
F ₂	0,2 - 0,7 %	0 - 0,1 %	V sledeh			



4. Bernard, J., 2018: Lastnosti, proizvodnja in reciklaža stekloplastike.
delavnica projekta INTERREG ITA-SI Retracking.



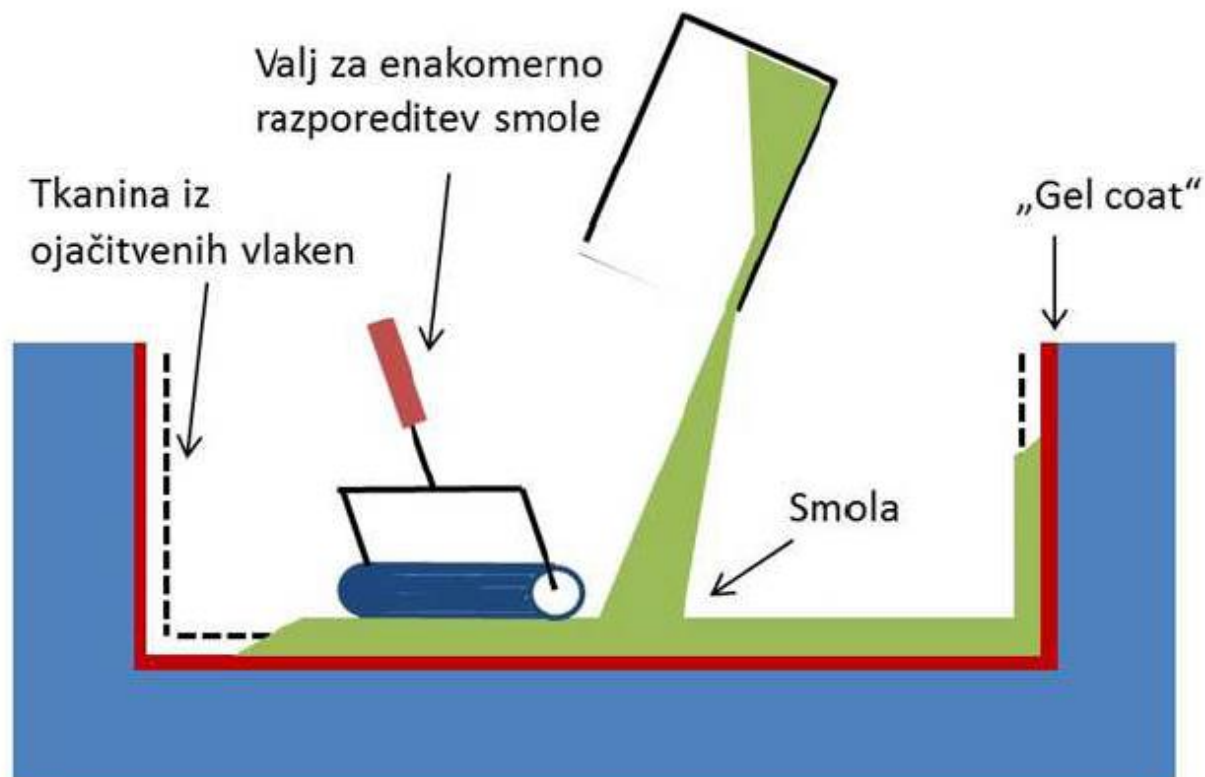
Procesi izdelave z vlakni utrjenih kompozitov

- Ročna laminacija (Hand lay-up)
- Vakuumska infuzija (Vacuum bag moulding)
- Impregnacija v avtoklavu (Autoclave moulding)
- Vlečenje (Poltrusion)
- Navijanje (Filament winding)
- RTM (Resin transfer moulding)
- Laminacija s pištolo na sekance (Chopper gun lay-up)

4. Bernard, J., 2018: Lastnosti, proizvodnja in reciklaža stekloplastike.
delavnica projekta INTERREG ITA-SI Retracking.



Ročna laminacija



Shema ročne laminacije.

4. Bernard, J., 2018: Lastnosti, proizvodnja in reciklaža stekloplastike. delavnica projekta INTERREG ITA-SI Retracking.



Vakuumska infuzija in impregnacija v avtoklavu



Posnetek pri pripravi izdelka - plošče z vakuumsko infuzijo.

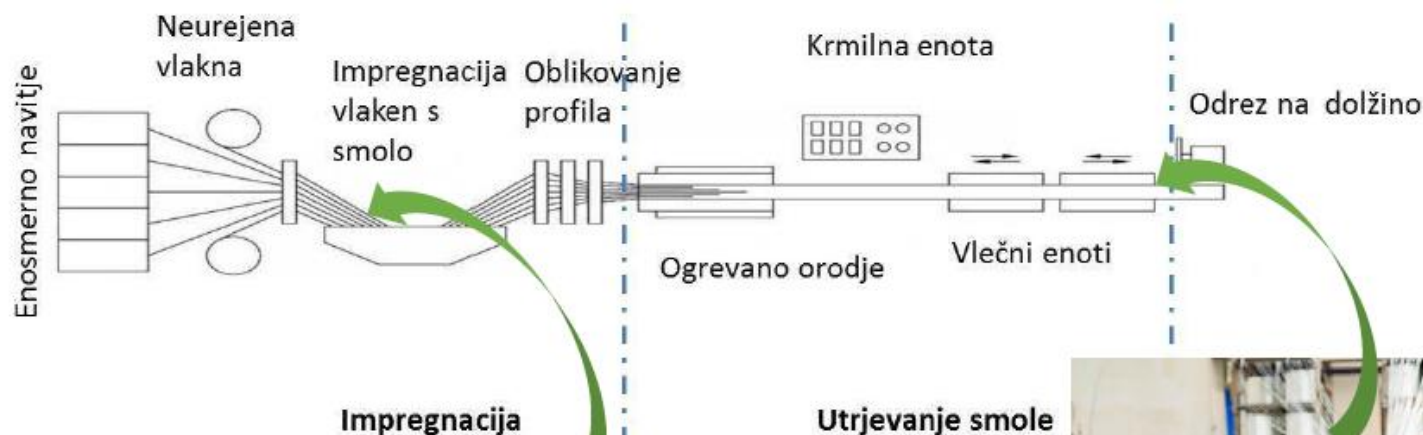


Kompresijska komora za impregnacijo

Vir 4. Bernard, J., 2018: Lastnosti, proizvodnja in reciklaža stekloplastike. delavnica projekta INTERREG ITA-SI Retracking.



Vlečenje in navijanje



Shema tehnologije vlečenja.

Levo spodaj - posnetek omakanja steklenih vlaken s smolo.

Desno spodaj - posnetek izdelka na koncu linije.

Vir 4. Bernard, J., 2018: Lastnosti, proizvodnja in reciklaža stekloplastike.
delavnica projekta INTERREG ITA-SI Retracking.



Laminacija s pištolo na sekance

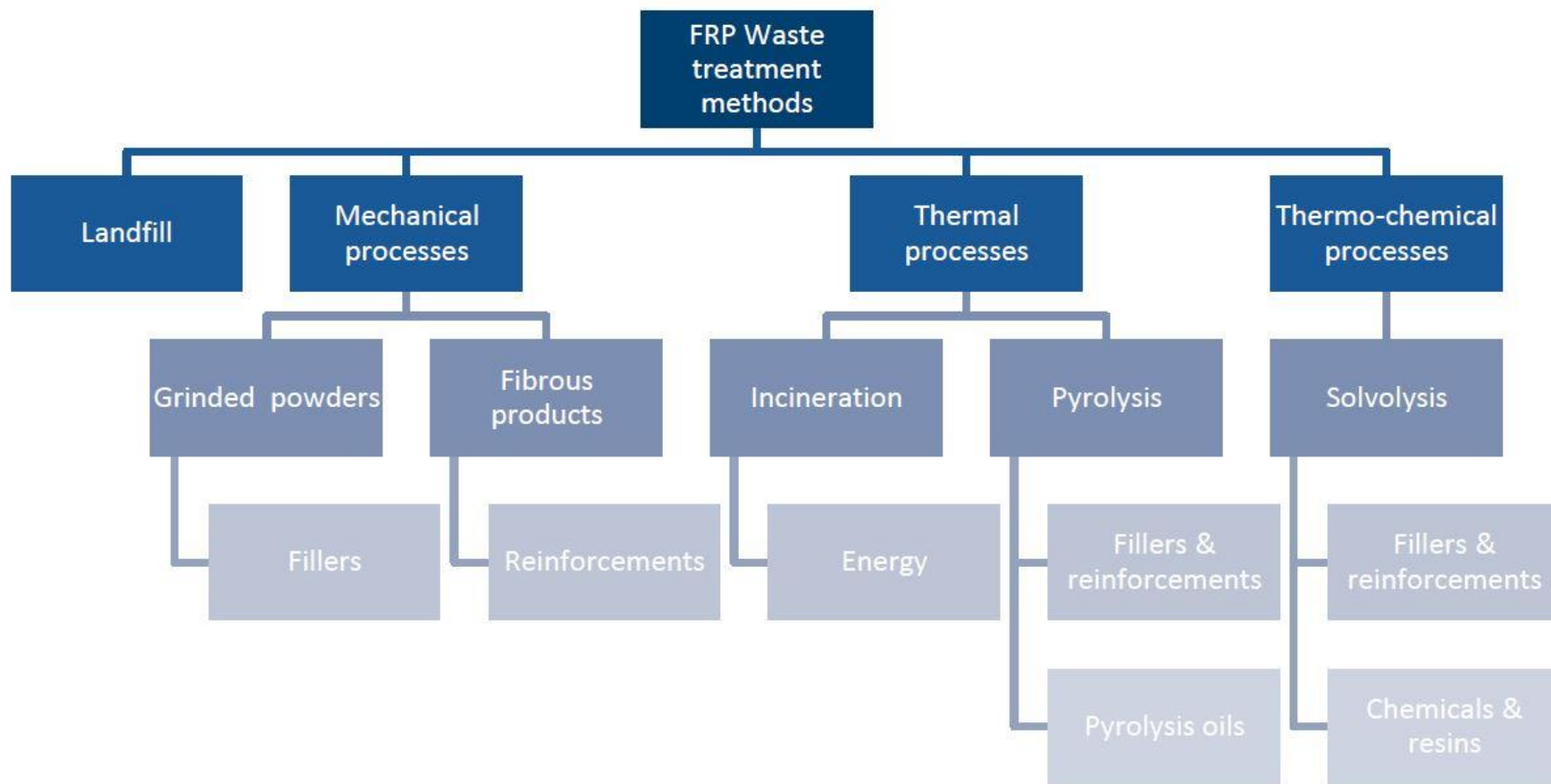


Posnetek laminacije s pištolo na sekance.

*Vir 4. Bernard, J., 2018: Lastnosti, proizvodnja in reciklaža stekloplastike.
delavnica projekta INTERREG ITA-SI Retracking.*



Življenjski cikel kompozitov utrjenih s steklenimi vlakni



Vir 5. Fleischer et al., 2018. Composite materials parts manufacturing. CIRP Annals, 67/2, pp.: 603-626.

Vir 6. <http://www.windfarmbop.com/circular-economy-use-of-wind-turbines-blades-as-combustible-and-mix-material-for-cement-production/>

Analiza masnih tokov za kompozite utrjene z vlakni

- Metodologija - določitev pristopa po korakih z uporabo različnih kriterijev za zbiranje in obdelavo podatkov:



Katalog odpadkov

Number, Product/waste source	Waste code ¹	Description of waste
07 WASTES FROM ORGANIC CHEMICAL PROCESSES		
Glass fiber mat from molding	07 02 13	Waste plastic
12 WASTES FROM SHAPING AND PHYSICAL AND MECHANICAL SURFACE TREATMENT OF METALS AND PLASTIC		
FRP plastics shavings and turnings from production and other processes	12 01 05	Plastics shavings and turnings
15 WASTE PACKAGING; ABSORBENTS, WIPING CLOTHS, FILTER MATERIALS AND PROTECTIVE CLOTHING NOT OTHERWISE SPECIFIED		
FRP pallets, used for packaging and transportation of different products	15 01 05	Composite packaging
16 WASTES NOT OTHERWISE SPECIFIED IN THE LIST		
End of life vessels, boats, planes, cars, motorcycles, caravans, and similar	16 01 04* 16 01 06	End-of-life vehicles or End-of-life vehicles, containing neither liquids nor other hazardous components



Katalog odpadkov



Katalog odpadkov

17 CONSTRUCTION AND DEMOLITION WASTES (INCLUDING EXCAVATED SOIL FROM CONTAMINATED SITES)		
Different types of pipes	17 02 03 17 02 04*	Plastic Glass, plastic and wood containing or contaminated with hazardous substances
Different types of worn out water reservoirs, including waste water reservoirs, water treatment reservoirs, sewage reservoirs etc.		
Storage tanks for different types of liquids		
Freezer chain components		
FRP roofing and fencing, FRP sandwich panels		
Flooring panels made of FRP, usually used for exterior		
FRP reinforcement for concrete, used instead of steel reinforcements		
FRP carriers, supporters for raised and suspended floors/ceilings.		
Sewage /pavement gratings and other similar products		
Traffic signs and equipment for signalization		



Katalog odpadkov



Katalog odpadkov

19 WASTES FROM WASTE MANAGEMENT FACILITIES, OFF-SITE WASTE WATER TREATMENT PLANTS AND THE PREPARATION OF WATER INTENDED FOR HUMAN CONSUMPTION AND WATER FOR INDUSTRIAL USE		
Waste from recycling process that cannot be used in further processing	19 12 04	Plastic and rubber
20 MUNICIPAL WASTES (HOUSEHOLD WASTE AND SIMILAR COMMERCIAL, INDUSTRIAL AND INSTITUTIONAL WASTES) INCLUDING SEPARATELY COLLECTED FRACTIONS		
Sport equipment e.g. obsolete skis, tennis rackets	20 03 07	Bulky waste
Car trunks	20 01 39	Plastics
	20 03 07	Bulky waste
Slides and other equipment for children and sport playgrounds, water slides	20 03 07	Bulky waste
	20 01 39	Plastics
	17 02 03	Construction and demolition wastes - plastic
	17 02 04*	Construction and demolition - glass, plastic and wood containing or contaminated with hazardous substances
Swimming pools and other equipment	20 03 07	Bulky waste
	20 01 39	Plastics
	17 02 03	Construction and demolition wastes - plastic
	17 02 04*	Construction and demolition - glass, plastic and wood containing or contaminated with hazardous substances

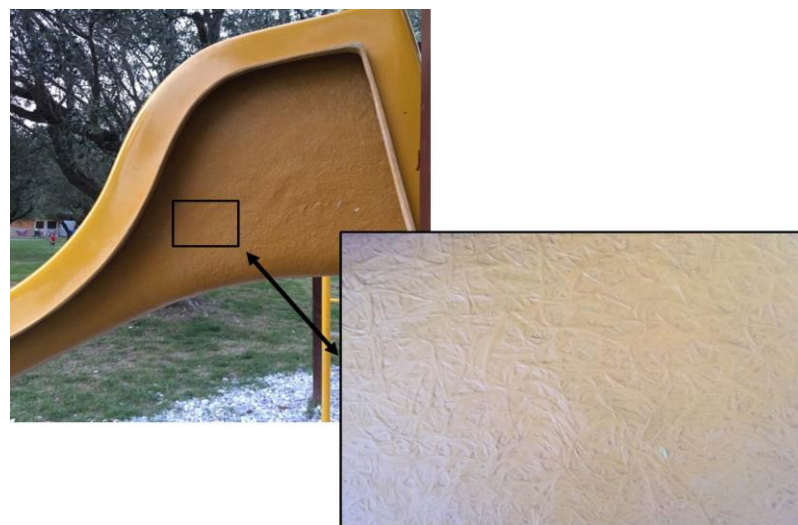


Katalog odpadkov

20 MUNICIPAL WASTES (HOUSEHOLD WASTE AND SIMILAR COMMERCIAL, INDUSTRIAL AND INSTITUTIONAL WASTES) INCLUDING SEPARATELY COLLECTED FRACTIONS		
FRP hoses for irrigation and other obsolete irrigation products	20 01 39	Plastics
	20 03 07	Bulky waste
Tanks, vats and similar equipment used in different agricultural fields and households	20 01 39	Plastics
	20 03 07	Bulky waste
Bathroom and kitchen sinks, baths and other similar products	20 03 07	Bulky waste
	17 02 03	Construction and demolition waste - plastic
	17 02 04*	Construction and demolition - glass, plastic and wood containing or contaminated with hazardous substances



Katalog odpadkov



Analiza masnih tokov -Slovenki del PA

Koda odpadka	Proizvedeno v letu 2017 (proizvajalci) (kg)	Zbrano v letu 2017 (podjetja za ravnanje z odpadki) (kg)
07 02 13	3,534,523	1,788,818
12 01 05	686,674	693,964
15 01 05	143,100	173,831
16 01 04*	55,130	4,595,100
16 01 06	0	0
17 02 03	0	23,310
17 02 04*	0	0
19 12 04	31,990	185,419
20 01 39	108,242	1,058,183
20 03 07	55,535	18,091,361
Σ	4,615,194	26,609,986
Zabeležka	Navedena količina predstavlja odpadke iz proizvodnje FRP, plastike in kompozitov, ki bi lahko bili primerni za postopek recikliranja v prototipu iz projekta RETRACKING.	Podatki predstavljajo skupno količino zbranih odpadkov v podjetjih s programskega področja! Dejanska količina odpadkov FRP ni znana in predstavlja le del izračunanih količin.



Analiza masnih tokov -Slovenki del PA

Sestava proizvodov	Smole: vinilni estri, poliester, epoksid itd. Vlakna: steklo, ogljik	Večina podjetij takšnih informacij ni razkrila.
Vir materialov	V povprečju 82% ima poreklo iz EU , manjše količine izvirajo iz Kitajske in ZDA.	
Uporabljeni procesi izdelave	Lamination , vacuum moulding, filament winding, hand lamination	
Proizvodi	Prevladujejo izdelki z visoko dodano vrednostjo : Ladjedelništvo, cevi, rezervoarji, športna oprema, sestavni deli motornih koles.	
Delež prodaje na domačem / tujem trgu	Izvozi predstavlja 50 do več kot 95% oz. 63% v povprečju .	Samo eno podjetje je poročalo, da 100 % posluje le na domačem trgu.
Trajnostnost	Življenjska doba izdelkov je do 50 let (povprečno 30). Vsa podjetja ponujajo storitve popravila!	
Letna proizvodnja odpadkov	Od 1,5 do 5% proizvedenih odpadkov na skupno maso proizvodov (v povprečju 10 ton na MSP)	
Ravnanje z odpadki	Predano zbiralcu odpadkov, večinoma za odlaganje in sežiganje v Sloveniji!	Samo eno podjetje je poročalo o ločenem zbiranju FRP na zbiralniku odpadkov.
Kvaliteta odpadkov	Enotna sestava, nadzorovano ločevanje odpadkov (vlakna, inertna mineralna polnila, smole)	Le eno podjetje je poročalo o nizki kakovosti odpadkov zaradi heterogene sestave (nizka stopnja ločenosti).



Analiza masnih tokov -Slovenski del PA

- Količine proizvedenih / uvoženih surovin za proizvodnjo FRP ni bilo mogoče določiti (proizvajalci teh informacij niso razkrili).
- V povprečju se izvozi 63% vseh proizvodov FRP (proizvajalci niso razkrili končnih trgov).
- Odpadke FRP iz proizvodnje se predajo zbiralcem.
- Povezava med podatkovnimi bazami ARSO zbiralcev odpadkov in predelovalcev odpadkov ni vzpostavljena, zato natančnih podatkov o ravnanju z odpadki FRP ni.
- Glede na pridobljene informacije so odpadki FRP ali odloženi ali predelani v gorivo.
 - FRP odpadki s programskega območja so večinoma odloženi na odlagališčih.
 - Gorivo pridobljeno iz FRP se uporablja v WTE in v cementarnah.



Analiza masnih tokov -Slovenski del PA

- **Viri odpadkov so razpršeni:**
 - Proizvajalci (52 identificiranih podjetij za proizvodnjo plastike in polimernih kompozitov, 19 podjetij, ki proizvajajo izdelke FRP);
 - podjetja za ravnanje z odpadki - 53 identificiranih (22 javnih podjetij, 19 podjetij za popravilo in demontažo vozil, 12 zasebnih podjetij);
- Trenutno je materialni tok linearen: proizvajalec → uporabnik → (servisne storitve - vzdrževanje) → zbiralnik odpadkov → predelovalec odpadkov → (odlaganje smeti, sežig, izvoz)



Vplivi analize na oblikovanje modela krožnega gospodarstva

Tok odpadkov iz proizvodnje kompozitov:

- **Nizka stopnja kontaminacije** in mešanja z drugimi odpadki,
- Zelo **ločene frakcije glede na sestavo** pri izvoru,
- **Stabilen vir** glede kakovosti in količine,
- Večinoma **nenevarna** (problematiko ne utrjenih večkomponentnih veziv ali adsorbiranih onesnažil je treba **potrditi od primera do primera !!!**),
- **Problem možnih nevarnih lastnosti** (prašenje delcev prahu iz vlaken, vsebnost potencialno strupenih elementov in snovi v vezivnih vlaknih in vlaknih, hlapne potencialno nevarne snovi),
- **Razpršeni viri** - težave pri vzpostavljanju zanesljivega sistema zbiranja odpadkov (ločevanje in vzdrževanje čistosti, dolžina transportnih poti, nadzorovano začasno skladiščenje itd.).



Vplivi analize na oblikovanje modela krožnega gospodarstva

Tok odpadkov iz podjetij, ki se ukvarjajo z odpadki:

- **Potencialno onesnaženo** zaradi absorpcije potencialno strupenih snovi tekom življenjske dobe,
- **Nizka stopnja ločvanja** glede na sestavo (pomešano z drugimi odpadki),
- **Nezanesljiv vir** glede kakovosti in količine,
- Večinoma nenevarno (? Je potrebno potrditi od primera do primera),
- **Problem morebitnih nevarnih lastnosti** (zlasti pri odpadkih od demontaže starih vozil in rušenja industrijske infrastrukture - cevi, bazenov, rezervoarjev iz kemične industrije),
- „**Ročno odbiranje**“ - tehnologija za samodejno prepoznavanje in ločevanje odpadkov FRP še ni v splošni uporabi.





www.ita-slo.eu/retracking



Project partners



Polo Tecnologico di Pordenone (IT)



Gees Recycling (IT)



Zavod za gradbeništvo Slovenije (SLO)



Infordata Sistemi Srl (IT)



Gospodarska zbornica Slovenije (SLO)

