



Onesnažila v odsluženem lesu iz reciklažnih in komunalnih podjetji

doc. dr. Boštjan Lesar in prof. dr. Miha Humar

UL, Biotehniška fakulteta Oddelek za lesarstvo

13/11/2016



Ambient Ljubljana
sejem pohištva



Sejem Dom plus

1

Odslužen les

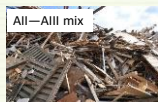


13/11/2016

2

Odslužen les - razvrščanje

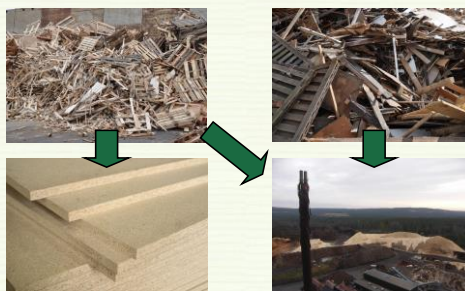
- V EU ni enotnega sistema razvrščanja odsluženega lesa
- Altholzverordnung – Nemška direktiva
 - AI – samo mehansko obdelan les
 - AII – površinsko obdelan brez halogeniranih spojin**
 - AIII – površinsko obdelan brez halogeniranih spojinami**
 - AIV – obdelan z biocidi
 - PCB Altholz – Odslužen les obdelan s PCB



13/11/2016

3

Uporaba odsluženega lesa - danes



13/11/2016

4

Uporaba odsluženega lesa - jutri



13/11/2016

5

Namen raziskave

- Karakterizacija odsluženega lesa (AI and AI-AIII miks) na v slovenskih komunalnih in reciklažnih podjetjih ter Nemškem reciklažnem podjetju

13/11/2016

6

Materiali in metode

- Vzorčenje odsluženega lesa September 2014 - Oktober 2015

Oznaka vz.	Država	Tip podjatja	Letna količina predlave (t)	Kakovost*	Termini vzorčenja
GA	Nemčija	reciklažno	100.000	A I	2 T
GB	Nemčija	reciklažno		A I - A III mix	2 T
S1A	Slovenija	reciklažno	30.000	A I	2 T - 4 T
S1BS	Slovenija	reciklažno		A I - A III mix S	2 T - 4 T
S1BB	Slovenija	reciklažno		A I - A III mix B	2 T - 4 T
S1CS	Slovenija	reciklažno		Sekanci, iglavci	8 T
S1CH	Slovenija	reciklažno	10.000	Sekanci listavci	8 T
S2B	Slovenija	komunalno		A I - A III mix	2 T - 4 T

13/11/2016

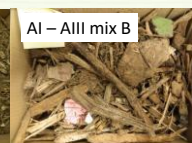
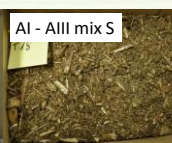
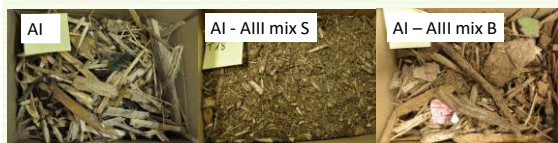
7

Vzorčenje v Nemškem reciklažnem podjetju



13/11/2016

Vzorčenje v slovenskem reciklažnem podjetju



Vzorčenje v slovenskem komunalnem podjetju



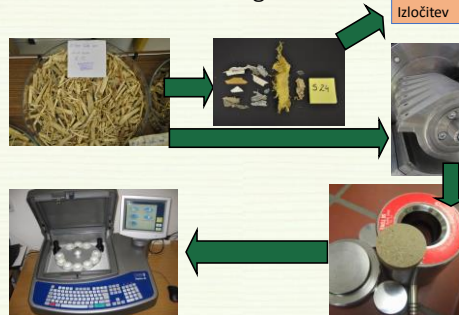
Metode: Vizualna ocena vzorcev

- Lesne vrste, lesni kompoziti
- Ne lesni materiali



13/11/2016

XRF analiza odsluženega lesa



13/11/2016

12

Sejalna analiza

- AI – AIII mix B and AI – AIII mix S – Slovensko reciklažno podjetje
 - I. vzorčenje 23.6.15
- ½ z nečistočami in ½ brez nečistoč



13/11/2016

13

Sejalna analiza - 2

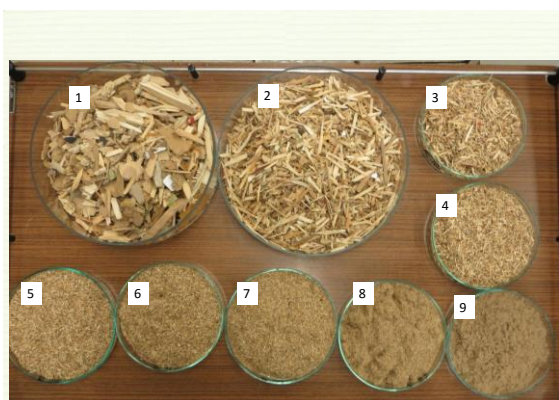
- 9 frakcij
- vzorec cca. 10 x 2 kg
- 10 min cca. 250 g

Številka	Frakcija
1	>6,14 mm
2	4,0 - 6,14 mm
3	2,0 - 4,0 mm
4	1,5 - 2,0 mm
5	1,27 - 1,5 mm
6	1,0 - 1,27 mm
7	0,60 - 1,0 mm
8	0,237 - 0,6 mm
9	0,0 - 0,237 mm

13/11/2016



14



13/11/2016

15

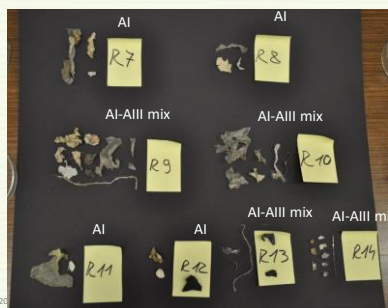
Rezultati: Vizualno ocenjevanje vzorcev - Lesne vrste

- AI vzorci
 - Smrekovina, bor, topol, bukev, hrast, ...
- AI - AIII mix samples
 - Iverne plošče (cca. 60 % - 80 %)
 - MDF in HDF plošče
 - Smrekovina,
 - Bukov,
 - Bor,
 - Hrast,
 - Robinia

13/11/2016

16

Delež ne lesnih materialov v odsluženem lesu



13/11/2016

17

Delež ne lesnih materialov v odsluženem lesu iz nemškega podjetja (GA in GB) (%)

Kategorija	Steklo	Kovine	Plastika	Tekstil	Papir	Kamni	Drugo	Povp. skupaj	Max skupaj	Min skupaj
AI	0,00	0,00	0,10	0,00	0,09	0,02	0,03	0,22	1,53	0,00
AI-AIII mix	0,06	0,17	0,35	0,03	0,31	0,03	0,19	1,04	5,58	0,00



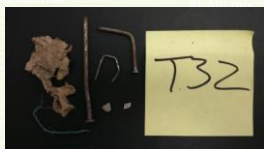
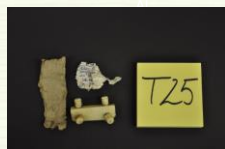
13/11/2016

18

Delež ne lesnih materialov v odsluženem lesu iz slovenskega reciklažnega podjetja (S1) (%)

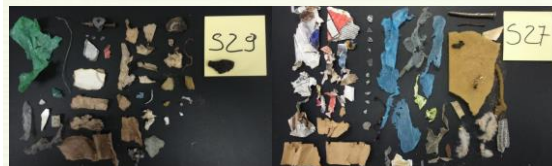
Kategorija	Steklo	Kovine	Plastika	Tekstil	Papir	Kamni	Drugo	Povp. skupaj	Max skupaj	Min skupaj
AI	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	4,3	0,0
AI - AIII B	0,0	0,1	0,3	0,0	0,3	0,0	0,4	1,4	3,6	0,0
AI - AIII S	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,9	0,0	2,0	3,6	0,2
natural wood*	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

*bukovi in smrekovi sekanci



Delež ne lesnih materialov v odsluženem lesu iz slovenskega komunalnega podjetja (S2) (%)

Kategorija	Steklo	Kovine	Plastika	Tekstil	Papir	Kamni	Drugo	Povp. skupaj	Max skupaj	Min skupaj
AI - AIII B	0,16	1,16	0,45	0,44	0,14	0,08	0,21	2,96	6,51	0,85



13/11/2016

20

Mejne vrednosti onesnažil - Altholz direktiva in EPF standard

Element/Spojina	Altholz (mg/kg)	EPF, 2004* (mg/kg)
As	2	25
Cu	20	40
F	100	100
Cd	2	50
Cl	600	1000
Cr	30	25
Pb	30	90
Hg	0,4	25
PCP	3	ND
PCB	5	ND

* European panel federation

13/11/2016

21

Skupna analiza vzorcev iz nemškega reciklažnega podjetja

Vzorec	Koncentracija/Število/Procenti	Anorganska onesnažila v odsluženem lesu							
		Cl	Cr	Cu	Fe	Zn	Br	Pb	
AI	MIN	66	0	0	58	5	0	1	
	MAX	708	39	30	322	168	4	10	
	Povprečje	314	3	3	157	15	0	3	
	Št. vzorcev	64	64	64	64	64	64	64	
	Št. nad AltholzV M.V.	2	1	0	-	-	-	0	
	Št. nad EPF M.V.	0	2	0	-	-	-	0	
	% nad AltholzV M.V.	3	2	0	-	-	-	0	
AI-AIII mix	% nad EPF M.V.	0	3	0	-	-	-	0	
	MIN	391	1	0	138	18	0	4	
	MAX	1630	114	82	624	213	1	155	
	Povprečje	802	33	18	284	73	0	27	
	Št. vzorcev	54	54	54	54	54	54	54	
	Št. nad AltholzV M.V.	43	23	18	-	-	-	11	
	Št. nad EPF M.V.	11	31	3	-	-	-	3	
AI-AIII mix	% nad AltholzV M.V.	80	43	33	-	-	-	20	
	% nad EPF M.V.	20	57	6	-	-	-	6	

Skupna analiza vzorcev iz slovenskega komunalnega podjetja

Vzorec	Koncentracija/Število/Procenti	Anorganska onesnažila v odsluženem lesu							
		Cl	Cr	Cu	Fe	Zn	Br	Pb	
AI-AIII mix B	MIN	82	0	0	140	48	0	4	
	MAX	1843	167	84	531	538	80	38	
	Povprečje	707	22	9	266	191	6	16	
	Št. vzorcev	30	30	30	30	30	29	30	
	Št. nad AltholzV M.V.	19	4	2	-	-	-	3	
	Št. nad EPF M.V.	3	6	1	-	-	-	0	
	% nad AltholzV M.V.	63	13	7	-	-	-	10	
AI-AIII mix B	% nad EPF M.V.	10	20	3	-	-	-	0	

13/11/2016

23

Skupna analiza vzorcev iz slovenskega reciklažnega podjetja S1

Vzorec	Koncentracija/Število/Procenti	Anorganska onesnažila v odsluženem lesu							
		Cl	Cr	Cu	Fe	Zn	Br	Pb	
AI-AIII mix B	MIN	0	0	0	97	12	0	3	
	MAX	720	29	27	1296	824	2	29	
	Povprečje	410	15	7	411	138	0	11	
	Št. vzorcev	16	16	16	16	16	16	16	
	Št. nad AltholzV M.V.	2	0	1	-	-	-	0	
	Št. nad EPF M.V.	0	2	0	-	-	-	0	
	% nad AltholzV M.V.	13	0	6	-	-	-	0	
AI-AIII mix S	% nad EPF M.V.	0	13	0	-	-	-	0	
	MIN	148	9	0	204	55	0	6	
	MAX	1555	367	193	6855	396	0	31	
	AVERAGE	725	59	25	1503	173	0	16	
	Povprečje	16	16	16	16	16	14	16	
	Št. vzorcev	11	9	4	-	-	-	1	
	Št. nad AltholzV M.V.	1	11	1	-	-	-	0	
AI-AIII mix S	Št. nad EPF M.V.	69	56	25	-	-	-	6	
	% nad AltholzV M.V.	6	69	6	-	-	-	0	

Viri anorganskih onesnažil prCEN/TS 14961, 2004

13/11/2016

Pollutant	Origin*
Cl	Biocides Contamination with NaCl during storage, transport... Chlorinated water PVC residues
Ca	Construction materials residues
Cr	Component of wood preservatives Antioxidant in surface coatings Motor oil residues Metal residues after milling, machining
Fe	Corrosion of steel Metal residues after milling, machining
Ni	Motor oil residues Metal residues after milling, machining
Cu	Biocides
Zn	Additive of surface coatings
As	Biocides
Br	Flame retardants
Mo	Motor oil residues
Sn	Biocides
Cd	Additives in plastics, laminates
Ti	Additive of surface coatings
Pb	Additive of surface coatings Contamination during transport Additives in plastics, laminates

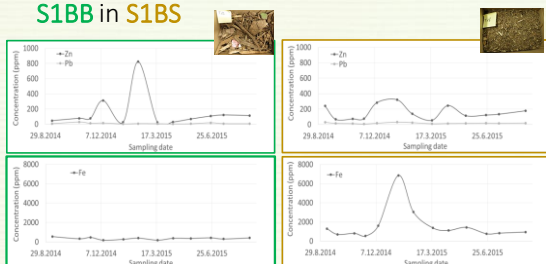
Sezonski vpliv na koncentracijo onesnažil - S1BB in S1BS



13/11/2016

26

Sezonski vpliv na koncentracijo onesnažil - S1BB in S1BS



- Ni sezonskega vpliva na koncentracije onesnažil
- Variacije so vpliv različnih virov odsluženega lesa

13/11/2016

27

Sejalna analiza – vsebnost ne lesnih materialov

Vzorec	Steklo (%)	Kovine (%)	Plastika (%)	Tekstil (%)	Papir (%)	Kamni (%)	Druge (%)	Skupaj (%)
S1BB	0.00	0.03	0.02	0.00	0.13	0.49	0.00	0.66
S1BS	0.05	0.00	0.10	0.00	0.03	1.14	0.05	1.38



13/11/2016

28

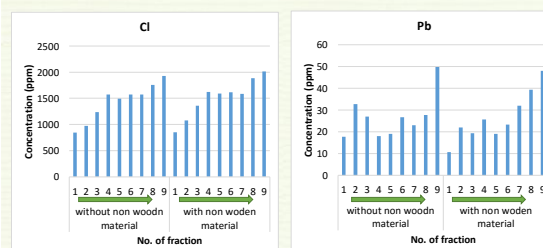
Sejalna analiza porazdelitev vzorca po posameznih sitih - vzorec S1 AI –AIII mix S



13/11/2016

29

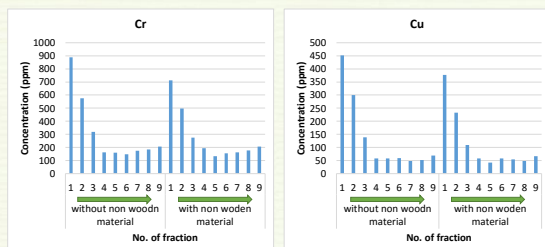
Sejalna analiza koncentracija onesnažil



13/11/2016

30

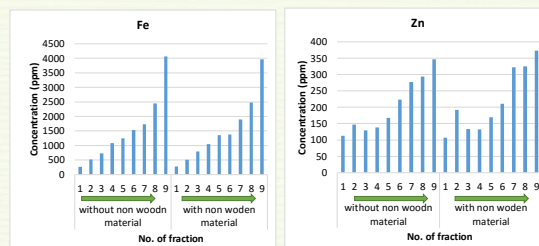
Sejalna analiza koncentracija onesnažil



13/11/2016

31

Sejalna analiza koncentracija onesnažil



13/11/2016

32

Topni del in delež lignina vzorec iz sejalne analize

Št. frakcije	Brez ne-lesnih materialov		Z nelesnimi materiali	
	Ekstraktivi (%) (topni del)	Lignin (%)	Ekstraktivi (%) (topni del)	Lignin (%)
1	8,9	28,5	8,5	29,1
2	7,0	28,4	9,0	25,8
3	8,0	29,0	7,0	25,8
4	8,3	28,0	7,5	28,0
5	7,8	28,7	9,3	28,3
6	8,0	29,8	8,4	29,5
7	11,1	30,9	9,5	30,5
8	11,7	31,3	10,3	32,3
9	12,8	35,6	14,5	36,0

33



- Analiza lenih kompozitov na slovenskem trgu
78 vzorcev lesnih kompozitov (iverna plošča, MDF, HDF, vezana plošča)
- Vzorčenje December 2014 – April 2015



Delež vzorcev s preseženimi koncentracijami anorganskih onesnažil po EPF standardu

Tip plošče	Delež posameznega kompozita (%)	Delež obloženih plošč (%)	Delež surovih plošč (%)	Cr (%)	Cl (%)	Cr and Cl (%)
Iverna pl.	52	55	0	52	5	5
Vlaknena pl.	30	33	25	20	20	10
Vezan les	0	0	0	0	0	0
OSB	0	0	0	0	0	0
Skupaj (%)	44	52	7	42	6	5

13/11/2016

35

Analiza lesnih ostankov v lesnopredelovalnem podjetju

Vzorec	Koncentracije anorganskih onesnažil (mg/kg)					
	Cl	Cr	Cu	Fe	Zn	Pb
CNC rezkar, masiven les	89	1	6	4	0	1
CNC rezkar, kompoziti	296	6	5	66	13	4
Sekanci	183	2	2	40	4	1
Skobljanje	92	1	0	8	0	1
Zaganje masiven les	79	1	1	11	0	1
Zaganje lesni kompoziti	371	4	1	67	14	5

13/11/2016

36

Zaključek

- Al odslužen les ima majhen delež ne-lesnih materialov (povprečno 0,2 %)
- Al-AIII ima do 6 krat večji delež odsluženega lesa (povprečno 1,2%)
- Delež ne-lesnih materialov je manjši v podjetjih z zahtevnimi sortitrnimi sistemi
- Do 3% Al odsluženega lesa presega mejne vrednosti po Altholz direktivi
- Najbolj kritični elementi so Cl, Cr, Cu in Pb
- 63 % vzorev Al – A III miks presega mejne vrednosti Cl po Altholz in 31 % za Cr
- **Za večjo materialno izrabo odsluženega lesa bo potrebno boljše sortiranje odsluženega lesa**

13/11/2016

37

ZAHVALA



- ARRS za sofinanciranje projektov L4-5517 in L4-7547, ter programa P4-0015

13/11/2016

38

HVALA ZA POZORNOST



13/11/2016

39