

4. konferenca z mednarodno udeležbo
Konferenca VIVUS – s področja kmetijstva, naravovarstva, hortikulture in floristike ter živilstva in prehrane
»Z znanjem in izkušnjami v nove podjetniške priložnosti«
20. in 21. april 2016, Biotehniški center Naklo, Strahinj 99, Naklo, Slovenija

4th Conference with International Participation

Conference VIVUS – on Agriculture, Environmentalism, Horticulture and Floristics, Food Production and Processing and Nutrition

»With Knowledge and Experience to New Entrepreneurial Opportunities«

20th and 21st April 2016, Biotechnical Centre Naklo, Strahinj 99, Naklo, Slovenia

Okoljska sprejemljivost izolacijskih materialov

Tomaž Levstek

Biotehniški center Naklo, Slovenija, tomaz.levstek@bc-naklo.si

Izvešček

Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah med drugim zelo natančno določa, kakšna mora biti gradnja, da so toplotne izgube čim manjše. Izolacija zunanje ovojne stavbe je med pomembnejšimi ukrepi, saj predstavlja do 25% prihrankov toplote. Na trgu je ponudba izolacijskih materialov zelo pestra in kar nekaj jih nosi oznako »ekološki«, ki pa večinoma ni upravičena. V prispevku smo primerjali tri skupine izolacijskih materialov glede na njihov izvor in vrednotili šest vplivov na okolje zaradi njihove proizvodnje. Vse vrednosti smo točkovali in ponderirali ter tako dobili lestvico materialov glede na njihov okoljski vpliv. Med naravnimi materiali je na prvem mestu bombaž (29,8 točk), sledi mu slama (29,4 točk) in plošče iz lesnih vlaken (25,8 točk). Pri mineralnih materialih je penjeno steklo (34,5 točk) daleč prekosilo mineralna volna (2,4 točke). V skupini organskih materialov so okolju najbolj prijazne poliuretanske plošče (2,3 točke), sledi pa mu stiropor z absorberjem toplotnega sevanja (2,1 točke). Na skupni lestvici vseh materialov je absolutni zmagovalec penjeno steklo, sledijo pa mu bombaž, slama, lesna vlakna in celulozna vlakna. Na zadnjem mestu so plošče iz lesne volne (1 točka).

Ključne besede: trajnostna gradnja, učinkovita raba energije, toplotna izolacija

Environmental acceptability of insulation materials

Abstract

Regulations of energy efficiency in buildings determines also, how to minimize heat loss in building construction. The insulation of the external envelope of the building is one of the most important measure, because it represents up to 25% heat savings. There is a wide range of insulating materials on the market and some of them are labeled "organic", which is mostly not justified. In this paper we compared three groups of insulating materials according to their origin and then we evaluated six environmental impact of their production. All values were scored, so we got the scale of materials with different environmental impact. The first place in the group of natural materials goes to cotton (29,8 points), then straw (29,4 points) and panels of wood fiber (25,8 points) follow. A foam glass (34,5 points) in the group of mineral materials is far surpassing the mineral wool (2,4 points). In the group of organic materials polyurethane panels (2,3 points) are the most environmentally friendly, then polystyrene with thermal radiation absorber (2,1 points) follows. On the overall scale of all materials an absolute winner is foam glass, then cotton, straw, wood fibers and cellulose fibers follow. At the last place are the panels of wood wool (1 point).

Keywords: sustainable construction, efficient energy use, heat insulation

1 Uvod

Ukrepi učinkovite rabe energije (URE) v stavbah med drugim zajemajo tudi energetske učinkovite gradnje in sanacijo obstoječih zgradb. Gre za uporabo gradbenih materialov z najvišjimi prihranki pri ogrevanju in hlajenju stavb, kar predstavlja kar 41 % vse porabe primarne energije. Pravilna in dobra izolacija zunanega ovoja stavbe je med najpomembnejšimi dejavniki URE, saj lahko toplotne izgube skozi ovoj stavbe dosežejo 20–25 % celotnih izgub. Zunanji ovoj ima relativno veliko površino glede na ostale površine, ki tudi prinašajo toplotne izgube (streha, tla, okna), zato je izbor pravega izolacijskega materiala zelo pomemben.

Poleg tehničnih zahtev, ki jih morajo izpolnjevati izolacijski materiali, so pomembni tudi vplivi na okolje v tako imenovanem življenjskem ciklu proizvoda, tj. v času njegove proizvodnje, vgradnje, uporabe in odstranitve. V poplavi različnih izolacijskih materialov, ki so zelo različni po svojem izvoru, obliki in mestu vgradnje, je težko presoditi, kolikšen je vpliv določenega materiala na okolje. Poleg tega so vplivi na okolje vrednoteni s številnimi bolj ali manj standardiziranimi in merljivimi kazalniki, ki pa se v večini članicah EU zelo počasi uveljavljajo. Oznaka »ekološki« večinoma ne odraža dejanskih lastnosti, ki naj bi imele pozitiven vpliv na okolje, ali pa označuje le eno lastnost, za katero je znan pozitiven vpliv na okolje.

2 Materiali in metode

Namen prispevka je primerjati in vrednotiti šest okoljskih kazalnikov vpliva proizvodnje izolacijskih materialov na okolje. S pomočjo ponderiranega točkovanja smo sestavili lestvico materialov, ki dejansko prikazuje stopnjo vpliva na okolje. Z grafično interpretacijo smo prikazali posamezne izstopajoče materiale in njihove lastnosti, ki vplivajo na število točk in uvrstitev na končno lestvico. Izbrali smo šest okoljskih kazalnikov, ki zajemajo vplive na rabo energije, vode, tal in podnebja, to so: skupna (obnovljiva in neobnovljiva) količina potrebne energije za proizvodnjo v megajoulih, uporaba sladkovodnih virov v kubičnih metrih, potencial vodnega in talnega zakisanja v kilogramih SO₂ ekvivalenta, evtrofikacijski potencial v kilogramih PO₄ ekvivalenta, globalni toplogredni potencial v CO₂ ekvivalentu, potencial razgradnje stratosfernega ozona v kilogramih ekvivalenta freona (R-11).

Glede na izvor smo izbrali 14 izolacijskih materialov:

- naravne: lesna vlakna, lesna volna, celulozna vlakna, ekspandirana pluta, slama, konopljin filc, bombaž, laneni filc,
- mineralne: mineralna volna, penjeno steklo,
- organske: ekspandirani in ekstrudirani polistiren, poliuretan.

3 Rezultati in razprava

Vrednosti posameznih kazalnikov so zaradi velikega razpona zelo razpršene, zato smo jih utežili glede na pomembnost. Izbrali smo sledeče ponderje vpliva na okolje: potrebna energija za proizvodnjo 25, uporaba sladkovodnih virov pri proizvodnji 25, toplogredni potencial 25, potencial zakisanja vode in

tal 10, evtrofikacijski potencial 10 in potencial razkrajanja stratosferskega ozona 5. Število točk posameznega materiala je ponderirana vrednost tega materiala. Večje število točk tako pomeni višje mesto na lestvici in s tem večjo okoljsko sprejemljivost, kar grafično prikazujejo višji stolpci (priloga).

3.1 Naravni materiali

Na prvih treh mestih so materiali, ki so pri enem od treh najpomembnejših kazalnikov (poraba energije, poraba vode, toplogredni potencial) dobili maksimalno število točk (Tabela 1).

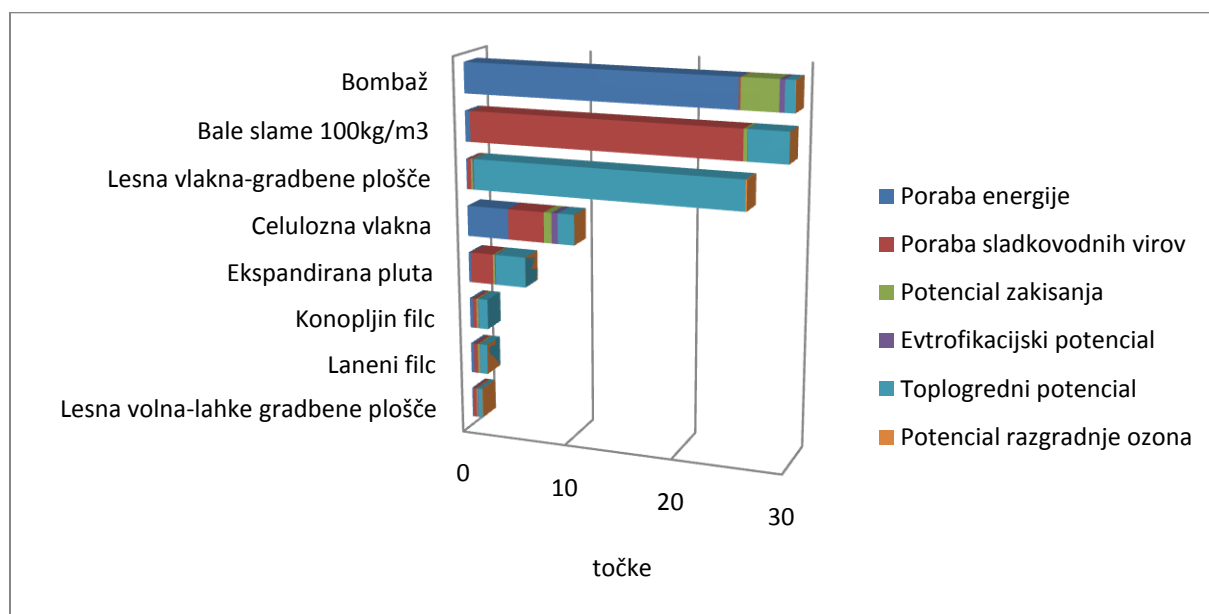
Tabela 1: Točkovani kazalniki naravnih materialov

	Poraba energije	Poraba sladkovodnih virov	Potencial zakisanja	Evtrofikacijski potencial	Toplogredni potencial	Potencial razgradnje ozona	Skupno število točk	Mesto
Naravni izolacijski materiali								
Bombaž	25,000	0,155	3,313	0,447	0,889	0,040	29,844	1
Bale slame 100kg/m ³	0,475	25,000	0,340	0,039	3,589	361 x 10 ⁻⁶	29,442	2
Lesna vlakna-gradbene plošče	0,116	0,332	0,162	0,123	25,000	0,133	25,866	3
Celulozna vlakna	3,95	3,432	0,725	0,589	1,561	268 x 10 ⁻⁶	10,260	4
Ekspandirana pluta	0,22	2,162	0,172	0,097	2,874	338 x 10 ⁻⁷	5,529	5
Konopljin filc	0,278	0,361	0,177	0,058	0,882	172 x 10 ⁻⁸	1,756	6
Laneni filc	0,280	0,403	0,176	0,030	0,735	776 x 10 ⁻⁸	1,623	7
Lesna volna-lahke gradbene plošče	0,12	0,304	0,098	0,070	0,416	0,0275	1,040	8

Vir: Oekobaudat, lasten

Bombaž je edini med vsemi materiali dobil maksimalno število točk za nizko količino porabljenega energije za proizvodnjo, kar mu je prineslo prvo mesto. Ob tem je potrebno poudariti, da gre za konvencionalno pridelan in predelan bombaž in ne ekološki, ki je pri predelavi veliko bolj zahteven in zato zelo obremenjujoč za okolje. Poleg tega je dobil za najnižji potencial zakisanja največ točk med naravnimi materiali. Manjše število točk je dobil za toplogredni potencial in porabo sladkovodnih virov in zanemarljivo število točk za evtrofikacijski potencial in potencial razgradnje ozona (Slika 1). Pomembno je poudariti tudi to, da bombaž zaseda 2 % vseh svetovnih obdelovalnih površin in za njegovo zaščito porabijo 25 % svetovnih količin fitofarmaceutskih sredstev, kar

pomeni, da je za okolje zelo obremenjujoč. V prispevku tega nismo upoštevali, ker smo vrednotili samo predelavo surovega bombaža v končni izdelek, ki je namenjen izolaciji.



Slika 1: Točkovani kazalniki za naravne materiale

Vir: Oekobaudat, lasten

Slama na drugem mestu ima skoraj enako število točk, vendar je njihova razporeditev popolnoma drugačna. Maksimalno število točk je dobila za nizek potencial zakisanja in opazno število točk za nizek toplogredni potencial. Ostali kazalniki kot so potrebna energija za proizvodnjo, evtrofikacijski potencial in potencial razgradnje ozona so zaradi visokih vrednosti dobili majhno število točk in so na grafu komaj opazni.

Gradbene plošče iz lesnih vlaken imajo maksimalno število točk pri toplogrednem potencialu, kar jim je omogočilo tretje mesto, pri ostalih kazalnikih pa so dobile malo število točk.

Na sredini lestvice se nahajajo celulozna vlakna, kar je presenetljivo glede na to, da so pridobljena iz odpadnega papirja. Pri tem je zanimivo, da so pri vseh kazalnikih dobila opazno število točk, izstopata pa nizka poraba energije in majhna poraba sladkovodnih virov (Slika 1).

Naslednja na lestvici je ekspandirana pluta, ki je velik porabnik energije pri proizvodnji, poleg tega pa ima relativno visok potencial razgradnje ozona in potencial zakisanja. Največ točk pa je dobila za nizko porabo sladkovodnih virov in nizek toplogredni potencial.

Na predzadnjih dveh mestih sta dokaj izenačena konopljin in laneni filc, ki sta po vseh kazalnikih okoljsko zelo potratna materiala.

Proizvodnja lahkih plošč iz lesne volne je energetska in okoljsko zelo potratna, zato je število točk minimalno, kar ima za posledico zadnje mesto na lestvici.

3. 2 Mineralni materiali

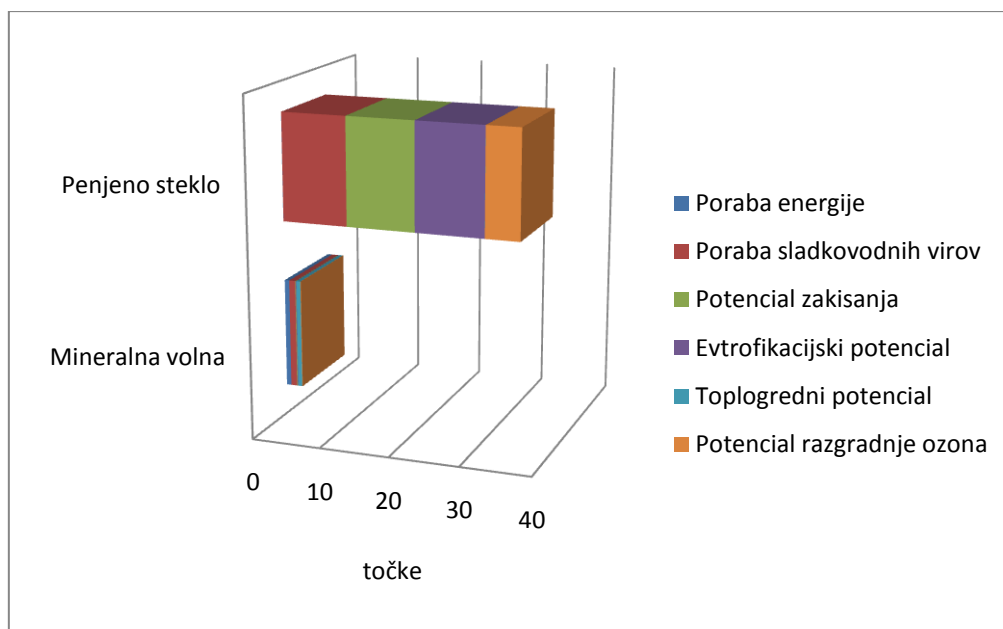
Izbrali smo kameno volno, ki je poleg steklene volne že dolgo najbolj uporabljen izolacijski material, in penjeno steklo, ki je relativno nov material. Velika prednost penjenega stekla je, da ga lahko pridobijo iz različnih oblik rabljenega stekla v postopku reciklaže, kar je do okolja zelo prijazno in po hierarhiji okoljskega managementa pri ravnanju z odpadki, tako imenovanem 3R (reuse, reduce, recycle), tudi zelo zaželeno. Tudi ostali kazalniki kažejo, da močno prekaša mineralno volno (Tabela 2).

Tabela 2: Število točk posameznih kazalnikov za mineralne materiale

Mineralni izolacijski material	Poraba energije	Poraba sladkovodnih virov	Potencial zakisanja	Evtrofikacijski potencial	Toplogredni potencial	Potencial razgradnje ozona	Skupno število točk
Mineralna volna	0,68	0,912	0,093	0,083	0,618	0,0689	2,457
Penjeno steklo	0,01	9,517	10,000	10,000	0,008	5,0000	34,540

Vir: Oekobaudat, lasten

Kar pri treh kazalnikih, potencialu zakisanja, evtrofikacijskem potencialu in potencialu razgradnje ozona je dobilo penjeno steklo maksimalno število točk. Izstopa tudi nizka poraba sladkovodnih virov. Pri mineralni volni imajo vsi kazalniki malo število točk, kar kaže na to, da kljub veliki razširjenosti to ni material, ki bi bil prijazen do okolja (Slika 2).

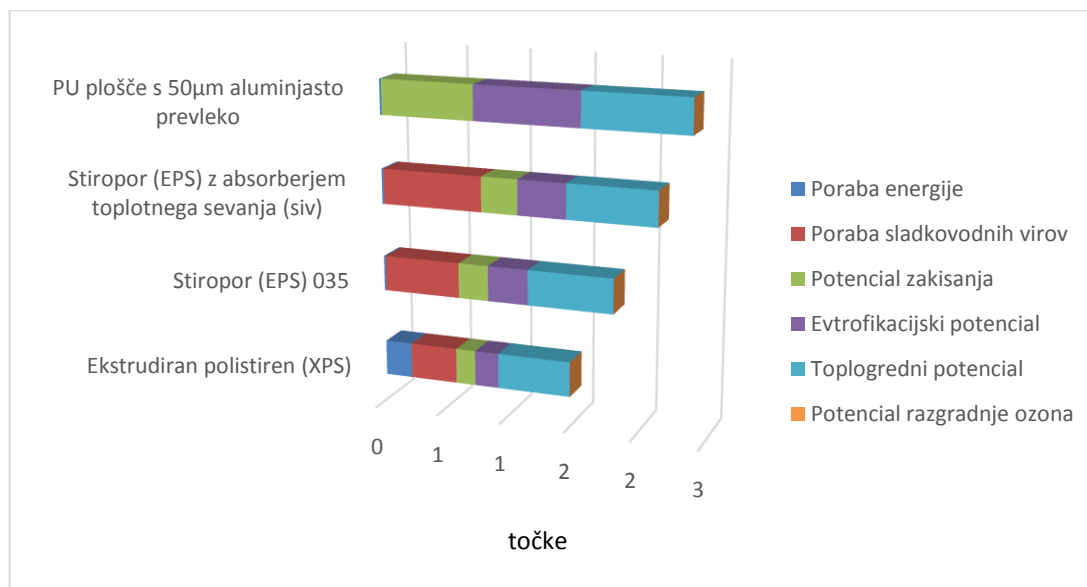


Slika 2: Točkovani kazalniki za mineralne materiale

Vir: Oekobaudat, lasten

3.3 Organski materiali

Organski materiali so za izolacijo sten in fasad zelo priljubljeni zaradi enostavnega transporta in manipulacije ter dobrih izolativnih lastnosti. Točkovane vrednosti kazalnikov so v tej skupini nižje kot v ostalih skupinah, poleg tega pa med materiali v tej skupini ni izrazitih favoritov z velikim številom točk.



Slika 3: Točkovani kazalniki organskih materialov

Vir: lasten

Presenetljivo je, da prvo mesto zasedajo poliuretanske plošče z aluminjasto prevleko, ki so na tem mestu predvsem zaradi nizkih vrednosti treh kazalnikov: potenciala zakisanja, evtrofikacijskega potenciala in toplogrednega potenciala. Vrednosti ostalih kazalnikov so zanemarljivo nizke in jih na grafu sploh ni opaziti. Zelo tesno jim na drugem mestu sledi stiropor s toplotnim absorberjem, ki ima večino točk porazdeljenih med štiri lastnosti. Največ jih je dobil za majhno porabo vode v proizvodnji in nizek toplogredni potencial, opazno število pa še za nizek potencial zakisanja in evtrofikacijski potencial. Zanimivo je, da dodajanje grafita, ki povečuje njegovo toplotno absorpcijo, ne povzroča večjih okoljskih problemov, kar bi vplivalo na njegovo uvrstitev. Res pa je, da ocenjujemo samo vpliv proizvodnje na okolje, ne pa tudi vpliv odlaganja izolacijskih materialov po njihovi uporabi, torej v celotnem življenjskem ciklu.

Naslednji je navaden stiropor, ki ima skoraj enako porazdelitev točk, vendar jih je za vsak kazalnik prejel manj. Podobno porazdelitev ima ekstrudiran polistiren na zadnjem mestu, ki pa je med vsemi organskimi materiali prejel največ točk za nizko porabo energije za proizvodnjo (Slika 3).

7 Zaključek

V tabeli 3 smo združili točkovane kazalnike za vse materiale. Opazimo lahko, da se je na vrhu oblikovala skupina štirih precej izenačenih izolacijskih materialov, med katerimi je razlika v številu

točk minimalna. Zanimivo je, da so vsi štirje dobili vsaj za eno lastnost maksimalno število točk. Izraziti favorit je penjeno steklo, ki je kar pri treh lastnostih prejelo maksimalno število točk in tako zaseda prvo mesto.

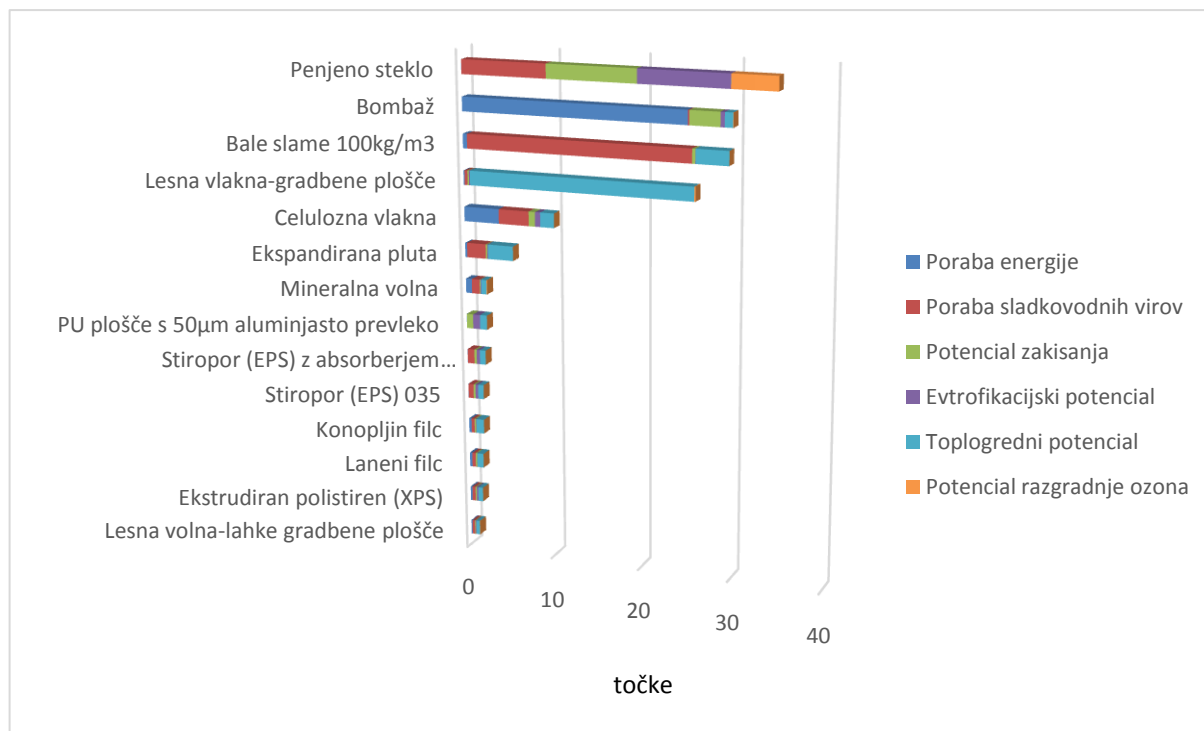
Tabela 2: Skupno število točk in razvrstitev vseh materialov

Izolacijski material	Skupno število točk	Lestvica/mesto
Penjeno steklo	34,5405	1
Bombaž	29,8439	2
Bale slame 100kg/m ³	29,4423	3
Lesna vlakna-gradbene plošče	25,8658	4
Celulozna vlakna	10,2598	5
Ekspandirana pluta	5,5290	6
Mineralna volna	2,4566	7
PU plošče s 50µm aluminijasto prevleko	2,3599	8
Stiropor (EPS) z absorberjem toplotnega sevanja (siv)	2,1241	9
Stiropor (EPS) 035	1,8024	10
Konopljin filc	1,7560	11
Laneni filc	1,6233	12
Ekstrudiran polistiren (XPS)	1,4741	13
Lesna volna-lahke gradbene plošče	1,0401	14

Vir: lasten

Na grafu (Slika 4) vidimo, da ima penjeno steklo najbolj pestro in enakomerno porazdelitev točk. Kljub temu je dobil zelo malo točk za porabo energije in toplogredni potencial. Ostali trije, bombaž, slama in lesna vlakna, so najboljša mesta dosegli že v svoji skupini naravnih materialov, vendar predvsem na račun ene izstopajoče lastnosti, ki je prinesla največ točk. Bombaž na drugem mestu ima samo 5 točk manj, vendar je glavnino točk dobil za majhno porabo energije pri proizvodnji ter nekaj malega še za nizek potencial zakisanja in toplogredni potencial. Pri vseh ostalih kazalnikih (poraba vode, eutrofikacijski potencial, potencial razgradnje ozona) je dobil zanemarljivo število točk. Slama je za las zgrešila drugo mesto, njena visoka uvrstitev pa je predvsem posledica majhne porabe sladkovodnih virov za proizvodnjo in nizkega toplogrednega potenciala. Med prve štiri so se uvrstile še gradbene plošče iz lesnih vlaken, ki so visoko mesto dosegle predvsem zaradi nizkega toplogrednega potenciala, ostali kazalniki pa so dobili zanemarljivo število točk in niso bistveno vplivali na uvrstitev. Na sredini lestvice nekoliko izstopata ekspandirana pluta in celulozna vlakna, kar je negativno presenečenje, saj gre za recikliran papir, pri katerem bi pričakovali, da ni pretirano obremenjujoč za okolje. Glavnino točk so vlakna dobila predvsem za štiri kazalnike: porabo

energije in sladkovodnih virov, potencial zakisanja in toplogredni potencial.



Slika 4: Skupno število točk za vse materiale glede na kazalnike

Vir: lasten

Ekspandirana pluta pa je glavnino točk dobila za dva kazalnika: porabo sladkovodnih virov in toplogredni potencial. V spodnjem delu lestvice je ostalih osem materialov, ki so po številu točk dokaj izenačeni. Najprej je mineralna volna, ki se nahaja na sredini lestvice in ima večino točk enakomerno porazdeljenih za porabo energije in sladkovodnih virov ter toplogredni potencial. Pri vseh ostalih kazalnikih je dobila zelo nizko število točk. Nato sledijo trije dokaj izenačeni organski materiali v spodnjem delu lestvice: poliuretanske plošče z aluminjasto prevleko, stiropor s toplotnim absorberjem in stiropor, ki imajo zelo malo točk predvsem za potencial razgradnje ozona, stiropor pa je tudi velik porabnik vode pri proizvodnji.

Zanimivo je, da se na zadnjih štirih mestih nahajajo trije naravni materiali, za katere ni bilo mogoče predvideti tako slabe uvrstitve. Slabo uvrstitev plošč iz lesne volne na zadnje mesto še lahko nekako upravičimo s potratnim industrijskim postopkom izdelave, popolno presenečenje pa sta laneni in konopljin filc, ki sta pri vseh lastnostih dobila malo število točk. Transport in postopek izdelave obeh je zelo podoben in energetsko ter snovno potraten, saj oba poleg kemijsko impregniranega lana in konoplje z natrijevim karbonatom vsebujeta še 15 % poliestrskih vlaken.

Na predzadnjem mestu je precej popularen ekstrudiran polistiren, ki ga odlikuje kar nekaj dobrih tehničnih lastnosti, vendar je njegova proizvodnja okoljsko zelo problematična.

Očitno je, da je oznaka »ekološki« upravičena predvsem za nekatere naravne in mineralne materiale, saj njihova proizvodnja ne vpliva bistveno na okolje. Žal je tudi med naravnimi materiali nekaj takih, ki so za okolje zelo problematični in pri tem prekašajo celo večino organskih.

Literatura in viri

1. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit. (2015). Oekobaudat. Dostopno na: <http://oekobaudat.de/datenbank/browser-oekobaudat.html>
2. PE INTERNATIONAL AG, Leinfelden-Echterdingen. (2013). Anpassung der Ökobau.dat an die europäische Norm EN 15804. Dostopno na http://www.oekobaudat.de/fileadmin/downloads/endbericht_ZB1141.pdf

Priloga: Okoljski kazalniki in njihovo vrednotenje

IZOLACIJSKI MATERIAL	Skupna potrebna energija				Uporaba sladkovodnih virov			
	MJ		ponder	točke	m ³		ponder	točke
Mineralna volna	923,07	0,001083341	25	0,68	0,1837	5,444	25	0,912
Stiropor (EPS) 035	43894	2,27822E-05	25	0,01	0,284	3,521	25	0,590
Stiropor (EPS) z absorberjem toplotnega sevanja (siv)	43657	2,29058E-05	25	0,01	0,216	4,630	25	0,775
Ekstrudiran polistiren (XPS)	3000,84	0,00033324	25	0,21	0,4582	2,182	25	0,366
PU plošče s 50µm aluminjasto prevleko	42428	2,35693E-05	25	0,01				0,000
Penjeno steklo	42127	2,37377E-05	25	0,01	0,0176	56,818	25	9,517
Lesna volna-lahke gradbene plošče	5076	0,000197006	25	0,12	0,5508	1,816	25	0,304
Ekspandirana pluta	2804,8	0,000356532	25	0,22	0,07748	12,907	25	2,162
Lesna vlakna-gradbene plošče	5420	0,000184502	25	0,12	0,505	1,980	25	0,332
Celulozna vlakna	159,22	0,006280618	25	3,95	0,04881	20,488	25	3,432
Laneni filc	2247	0,000445038	25	0,28	0,4161	2,403	25	0,403
Konopljin filc	2268,1	0,000440898	25	0,28	0,4641	2,155	25	0,361
Bombaž	25,18	0,039714059	25	25,00	1,08	0,926	25	0,155
Bale slame 100kg/m ³	1325,88	0,000754216	25	0,47	0,0067	149,254	25	25,000

Vir: Oekobaudat, lasten

IZOLACIJSKI MATERIAL	Potencial zakisanja tal in vode				Eutrofikacijski potencial			
			ponder	točke			ponder	točke
	kg SO ₂ -ekv.				kg fosf.-ekv.			
Mineralna volna	0,341	2,929	10	0,093	0,047	21,245	10	0,064
Stiropor (EPS) 035	0,136	7,353	10	0,233	0,013	80,000	10	0,240
Stiropor (EPS) z absorberjem toplotnega sevanja (siv)	0,113	8,850	10	0,281	0,011	95,238	10	0,286
Ekstrudiran polistiren (XPS)	0,207	4,826	10	0,153	0,021	47,237	10	0,142
PU plošče s 50µm aluminjasto prevleko	0,044	22,727	10	0,720	0,005	209,205	10	0,628
Penjeno steklo	0,003	315,457	10	10,000	0,000300	3333,333	10	10,000
Lesna volna-lahke gradbene plošče	0,322	3,103	10	0,098	0,056	17,947	10	0,054
Ekspandirana pluta	0,184	5,441	10	0,172	0,040	24,845	10	0,075
Lesna vlakna-gradbene plošče	0,196	5,102	10	0,162	0,032	31,646	10	0,095
Celulozna vlakna	0,044	22,857	10	0,725	0,007	151,355	10	0,454
Laneni filc	0,181	5,537	10	0,176	0,130	7,669	10	0,023
Konopljin filc	0,179	5,574	10	0,177	0,067	15,024	10	0,045
Bombaž	0,010	104,515	10	3,313	0,009	114,890	10	0,345
Bale slame 100kg/m ³	0,093	10,730	10	0,340	0,101	9,901	10	0,030

Vir: Oekobaudat, lasten

IZOLACIJSKI MATERIAL	Toplogredni potencial					Potencial razkrajavanja ozona			
	kg CO ₂ -ekv.			ponder	točke	kg R11-ekv.		ponder	točke
Mineralna volna	72,57	242,570	0,004	25	0,618	1,69000E-09	591715976,331	5	0,0689
Stiropor (EPS) 035	59,5	229,500	0,004	25	0,654	3,41000E-07	2932551,320	5	0,0003
Stiropor (EPS) z absorberjem toplotnega sevanja (siv)	49,7	219,700	0,005	25	0,683	2,50000E-07	4000000,000	5	0,0005
Ekstrudiran polistiren (XPS)	96,91	266,910	0,004	25	0,562	6,90100E-06	144906,535	5	0,0000
PU plošče s 50µm aluminjasto prevleko	15	185,000	0,005	25	0,811	1,90000E-05	52631,579	5	0,0000
Penjeno steklo	17533	17703,000	0,000	25	0,008	2,33000E-11	42918454935,622	5	5,0000
Lesna volna-lahke gradbene plošče	190,3	360,300	0,003	25	0,416	4,23000E-09	236406619,385	5	0,0275
Ekspandirana pluta	-117,8	52,200	0,019	25	2,874	3,44300E-06	290444,380	5	0,0000
Lesna vlakna-gradbene plošče	-164	6,000	0,167	25	25,000	8,75000E-10	1142857142,857	5	0,1331
Celulozna vlakna	-73,9	96,100	0,010	25	1,561	4,34300E-07	2302555,837	5	0,0003
Laneni filc	34,02	204,020	0,005	25	0,735	1,50100E-05	66622,252	5	0,0000
Konopljin filc	7,991E-06	170,000	0,006	25	0,882	6,76600E-05	14779,781	5	0,0000
Bombaž	-1,263	168,737	0,006	25	0,889	2,92800E-09	341530054,645	5	0,0398
Bale slame 100kg/m ³	-128,2	41,800	0,024	25	3,589	3,22000E-07	3105590,062	5	0,0004

Vir: Oekobaudat, lasten