

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta
za gradbeništvo
in geodezijo



Jamova cesta 2
1000 Ljubljana, Slovenija
<http://www3.fgg.uni-lj.si/>

DRUGG – Digitalni repozitorij UL FGG
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

To je izvirna različica zaključnega dela.

Prosimo, da se pri navajanju sklicujete na bibliografske podatke, kot je navedeno:

Oblak, M., 2015. Načrtovanje stavb z zmanjšanim vplivom na okolje. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentorica Dovjak, M., somentor Kunič, R.): 92 str.

Datum arhiviranja: 30-11-2015

University
of Ljubljana

Faculty of
Civil and Geodetic
Engineering



Jamova cesta 2
SI – 1000 Ljubljana, Slovenia
<http://www3.fgg.uni-lj.si/en/>

DRUGG – The Digital Repository
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

This is original version of final thesis.

When citing, please refer to the publisher's bibliographic information as follows:

Oblak, M., 2015. Načrtovanje stavb z zmanjšanim vplivom na okolje. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljani, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Dovjak, M., co-supervisor Kunič, R.): 92 pp.

Archiving Date: 30-11-2015

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta za
*gradbeništvo in
geodezijo*



Jamova 2
1000 Ljubljana, Slovenija
telefon (01) 47 68 500
faks (01) 42 50 681
fgg@fgg.uni-lj.si

UNIVERZITETNI ŠTUDIJSKI
PROGRAM GRADBENIŠTVO
ORGANIZACIJSKO
TEHNOLOŠKA SMER

Kandidat:

MIHA OBLAK

**NAČRTOVANJE STAVB Z ZMANJŠANIM VPLIVOM
NA OKOLJE**

Diplomska naloga št.: 3451/OTS

**DESIGNING BUILDINGS WITH REDUCED
ENVIRONMENTAL IMPACT**

Graduation thesis No.: 3451/OTS

Mentorica:

doc. dr. Mateja Dovjak

Somentor:

doc. dr. Roman Kunič

Ljubljana, 24. 11. 2015

ERRATA

Stran z napako	Vrstica z napako	Namesto	Naj bo
-----------------------	-------------------------	----------------	---------------

»Ta stran je namenoma prazna«

Izjava o avtorstvu

Podpisani **MIHA OBLAK** izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom:

»Načrtovanje stavb z zmanjšanim vplivom na okolje«

Izjavljam, da je elektronska različica v vsem enaka tiskani različici.

Izjavljam, da dovoljujem objavo elektronske različice v repozitoriju.

Hotavlje, 9. 11. 2015

Miha Oblak

(podpis)

»Ta stran je namenoma prazna«

BIBLIOGRAFSKA — DOKUMENTACIJSKA STRAN Z IZVLEČKOM

UDK: 504.12:721(043.2)
Avtor: Miha Oblak
Mentor: doc. dr. Mateja Dovjak
Somentor: doc. Dr. Roman Kunič
Naslov: Načrtovanje stavb z zmanjšanim vplivom na okolje
Tip dokumenta: Diplomaska naloga – univerzitetni študij
Obseg in oprema: 92 str., 30 pregl., 34 sl.
Ključne besede: Uredba o zelenem javnem naročanju, EPD, konstrukcijski sklop, gradbeni proizvod, izolacija, zakonodaja

Izвлеček

V diplomski nalogi proučujemo nove smernice za načrtovanje stavb, ki so okolju bolj prijazne, z večjim poudarkom na Uredbi o zelenem javnem naročanju. V zadnjem času so namreč bili tako na državnem kot na mednarodnem nivoju vzpostavljeni nove okoljske ureditve, standardi in zakoni.

Gradbeni sektor porabi kar 40 % vsega materiala, 40 % vse energije in pridela okoli 35 % vseh odpadkov, zato Slovenija in Evropska unija spodbujata in razvijata različne okoljske rešitve, s katerimi bi zagotovili bolj trajnostno gradnjo.

V diplomski nalogi smo najprej opredelili osnovne pojme, ki se pojavljajo skozi celotno delo – to sta predvsem analiza življenjskega cikla in okoljska deklaracija proizvodov. Poleg tega pa smo naredili pregled zakonodaje, ki velja za gradbene proizvode v Sloveniji. Večjo pozornost smo namenili Uredbi o zelenem javnem naročanju, ki je začela pred kratkim veljati z namenom zmanjšanja vplivov na okolje in zgledega ravnanja z državnimi financami.

Po vzoru Uredbe o zelenem javnem naročanju smo naredili 24 različnih primerov, kjer smo uporabili različne volumnske vrednosti lesa in lesnih tvoriv ter jih primerjali med sabo. Na koncu smo naredili še primerjavo med cenami in ogljičnim odtisom posameznih materialov.

»Ta stran je namenoma prazna«

BIBLIOGRAPHIC — DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT

UDC: 504.12:721(043.2)
Author: Miha Oblak
Supervisor: Assist. Prof. Mateja Dovjak, Ph.D.
Co-advisor: Assist. Prof. Roman Kunič, Ph.D.
Title: Designing buildings with reduced environmental impact
Document type: Graduation Thesis – University studies
Notes: 92 p., 30 tab., 34 fig.
Key words: Decree on green public procurement, EPD, construction assembly, construction product, insulation, legislation

Abstract:

This thesis studies the new guidelines for designing buildings that are more environmentally friendly, with greater emphasis on the Decree on Green Public Procurement. Recently, new environmental legislation, standards and laws have been adopted, both nationally and internationally.

The construction sector consumes 40 % of all materials, 40 % of all energy and produces 35 % of all waste, which is why Slovenia and the European Union promote and develop a variety of environmental solutions in order to ensure more sustainable construction.

The thesis first provides definitions of the basic concepts occurring in connection with construction products, in particular of the Life Cycle Analysis and Environmental Product Declaration. In addition, an overview of the ISO 14000 environmental standards, which are intended to provide the elements of an effective environmental management system for businesses, is given.

Greater attention is paid to the Decree on Green Public Procurement which has recently entered into force with the aim of reducing the environmental impact and presenting exemplary management of state finances.

Following the example of the Decree on Green Public Procurement, 24 different structural assemblies were made, in which different volumes of timber and wood-based materials were used and compared with each other. In the end, the key findings were recorded and a comparison between the prices and the carbon footprint of individual materials was made.

»Ta stran je namenoma prazna«

ZAHVALA

Za pomoč, usmerjanje ter vse strokovne nasvete pri nastajanju diplomske naloge se iskreno zahvaljujem mentorici doc. dr. Mateji Dovjak ter somentorju doc. dr. Romanu Kuniču.

Iskrena hvala tudi vsem sošolcem za pomoč in vse lepe trenutke v študijskih letih, še posebej pa Nejcu Avguštinu.

Prav tako pa bi se zahvalil mojim staršem ter sestrama za potrpežljivost, vzpodbudo ter vso podporo.

»Ta stran je namenoma prazna«

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	1
1.1	NAMEN DIPLOMSKE NALOGE	3
1.2	CILJI DIPLOMSKE NALOGE	4
1.3	METODE	4
2	TEORETIČNO OZADJE ALI OPIS POJMOV	6
2.1	ANALIZA ŽIVLJENJSKEGA CIKLA (ANG. <i>LIFE CYCLE ASSESSMENT, LCA</i>)	6
2.1.1	NAMEN IN CILJ	7
2.1.2	ŠTIRI GLAVNE FAZE LCA	7
2.1.3	UPORABA LCA	10
2.1.4	ANALIZA PODATKOV	11
2.1.5	VARIANTE	12
2.1.6	OGLJIČNI ODTIS	13
2.2	NAČRTOVANJE ZA OKOLJE (ANG. <i>DESIGN FOR THE ENVIRONMENT – DFE</i>)	14
2.2.1	PRAKSE NAČRTOVANJA ZA OKOLJE	15
2.2.2	CILJI DFE	16
2.2.3	KAKO PODJETJA NAČRTUJEJO ZA OKOLJE	16
2.2.4	PROGRAM OZNAČEVANJA VARNEJŠIH IZDELKOV	16
2.3	OKOLJSKA DEKLARACIJA PROIZVODOV (EPD)	17
2.3.1	ZADOŠČANJE ZAHTEVAM NA TRGU	17
2.3.2	POENOSTAVLJENA IZMENJAVA INFORMACIJ	18
2.3.3	LAŽJE DELO S PROIZVODI V PODJETJIH	18
2.3.4	KLJUČNE KARAKTERISTIKE	19
2.3.5	VODILNA NAČELA MEDNARODNEGA SISTEMA EPD	19
2.3.6	PREDNOSTI UPORABE EPD-JEV	20
2.3.7	TRENTUTNA UPORABA OKOLJSKIH DEKLARACIJ PROIZVODOV	21
2.3.8	PRIMER EPD-JA	21
3	ZAKONODAJNI OKVIR	25
3.1	DIREKTIVA O GRADBENIH PROIZVODIH	25
3.1.1	MEHANSKA ODPORNOST IN STABILNOST	26
3.1.2	VARNOST PRED POŽAROM	26
3.1.3	HIGIENSKA, ZDRAVSTVENA IN OKOLJEVARSTVENA ZAŠČITA	26
3.1.4	VARNA UPORABA OBJEKTA	27
3.1.5	ZAŠČITA PRED HRUPOM	27
3.1.6	VARČNA RABA ENERGIJE IN TOPLOTNA ZAŠČITA	27
3.1.7	TRAJNOSTNA RABA NARAVNIH VIROV	27
3.2	ZNAK CE	27
3.3	OKOLJSKI STANDARDI ISO 14000	28
3.3.1	SIST EN ISO 14001:2005 [ISO 14001]	31
3.3.2	ISO 14020:2000 (E) [ISO 14020]	33
3.3.3	SIST EN ISO 14021:2002 [ISO 14021]	34
3.3.4	ISO 14024:1999 (E) [ISO 14024]	34
3.3.5	ISO 14025:2000 [ISO 14025]	35
3.3.6	ISO 14040: 1997 [ISO 14040]	38
3.4	UREDBA O ZELENEM JAVNEM NAROČANJU	41

3.4.1 STAVBE	42
3.5 ZNAKI ZA OKOLJE	45
4 MODELI	47
4.1 KONSTRUKCIJSKI SKLOPI	48
4.1.1 NOSILNA KONSTRUKCIJA	50
4.1.2 TOPLOTNA IZOLACIJA	50
4.1.3 HIDROIZOLACIJA	51
4.2 ENDOSKELET	51
4.2.1 STREHA	51
4.2.2 ZUNANJA STENA	55
4.2.3 MEDETAŽNA KONSTRUKCIJA	58
4.2.4 NOTRANJA DELITEV	61
4.3 EKSOSKELET	64
4.3.1 STREHA	64
4.3.2 ZUNANJA STENA	67
4.3.3 MEDETAŽNA KONSTRUKCIJA	71
4.3.4 NOTRANJA DELITEV	74
4.4 PRIMERJAVA	77
5 ZAKLJUČEK	86
VIRI	88

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Družina standardov ISO 14000	30
Preglednica 2: Razlike med različnimi tipi oznak	38
Preglednica 3: Sestava poševne endoskeletne strehe 1	52
Preglednica 4: Sestava poševne endoskeletne strehe 2	53
Preglednica 5: Sestava poševne endoskeletne strehe 3	53
Preglednica 6: Sestava endoskeletne zunanje stene 1	55
Preglednica 7: Sestava endoskeletne zunanje stene 2	56
Preglednica 8: Sestava endoskeletne zunanje stene 3	56
Preglednica 9: Sestava endoskeletne medetažne konstrukcije 1	59
Preglednica 10: Sestava endoskeletne medetažne konstrukcije 2	59
Preglednica 11: Sestava endoskeletne medetažne konstrukcije 3	60
Preglednica 12: Sestava endoskeletne predelne stene 1	62
Preglednica 13: Sestava endoskeletne predelne stene 2	62
Preglednica 14: Sestava endoskeletne predelne stene 3	63
Preglednica 15: Sestava poševne eksoskeletne strehe 1	65
Preglednica 16: Sestava poševne eksoskeletne strehe 2	65
Preglednica 17: Sestava poševne eksoskeletne strehe 3	66
Preglednica 18: Primer klasične eksoskeletne zunanje stene	68
Preglednica 19: Sestava eksoskeletne zunanje stene 1	69
Preglednica 20: Sestava eksoskeletne zunanje stene 2	69
Preglednica 21: Sestava eksoskeletne zunanje stene 3	70
Preglednica 22: Sestava eksoskeletne medetažne konstrukcije 1	72
Preglednica 23: Sestava eksoskeletne medetažne konstrukcije 2	73
Preglednica 24: Sestava eksoskeletne medetažne konstrukcije 3	73
Preglednica 25: Sestava eksoskeletne predelne stene 1	75
Preglednica 26: Sestava eksoskeletne predelne stene 2	75
Preglednica 27: Sestava eksoskeletne predelne stene 3	76
Preglednica 28: Uporabljeni proizvodi	78
Preglednica 29: Pregled ogljičnega odtisa posameznih proizvodov	84
Preglednica 30: Primerjava med fizikalnimi lastnostmi toplotnoizolacijskih gradbenih materialov, ogljičnim odtisom različnih toplotnih izolacij za doseganje toplotne prehodnosti $U = 0,28 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ na enoto površine ovoja stavbe	85

»Ta stran je namenoma prazna«

KAZALO SLIK

Slika 1: Metodologija analize življenjskega cikla [Zelenaslovenija]	6
Slika 2: Slika faz analize življenjskega cikla [ISO 14040]	10
Slika 3: Modela "od zibelke do vrat" in "od zibelke do groba" [Zelenaslovenija]	12
Slika 4: Znak DfE	17
Slika 5: Primer EPDja [Exiba]	24
Slika 6: Model ravnanja z okoljem [ISO 14001]	31
Slika 7: Univerzalni znak za recikliranje	34
Slika 8: Mejni prehod Sočerga [Mnz.gov.si]	45
Slika 9: Primera mednarodnega in državnega okoljskega znaka [EU Ecolabel logo], [Austria Bio Garantie Logo]	46
Slika 10: Primer endoskeletne gradnje (levo) [dama-haus.si] in eksoskeletne gradnje (desno) [finance.si]	47
Slika 11: Primer endoskeletne strehe [Knauf Insulation]	51
Slika 12: Primerjava cen toplotnih izolacij pri modelu endoskeletne poševne strehe	54
Slika 13: Slika endoskeletne zunanje stene	55
Slika 14: Primerjava cen pri modelu endoskeletne zunanje stene	58
Slika 15: Primer endoskeletne medetažne konstrukcije	58
Slika 16: Primerjava cen endoskeletne medetažne konstrukcije	61
Slika 17: Primer endoskeletne predelne stene	61
Slika 18: Primerjava cen endoskeletne predelne stene	63
Slika 19: Primer eksoskeletne strehe [Knauf Insulation]	64
Slika 20: Primerjava cen poševne eksoskeletne strehe	67
Slika 21: Primer eksoskeletne zunanje stene [Knauf Insulation]	68
Slika 22: Primerjava cen eksoskeletne zunanje stene	71
Slika 23: Primer eksoskeletne medetažne konstrukcije	72
Slika 24: Primerjava cen eksoskeletne medetažne konstrukcije	74
Slika 25: Primer eksoskeletne predelne stene	74
Slika 26: Primerjava cen eksoskeletne predelne stene	76
Slika 27: Povprečen ogljični odtis različnih toplotnoizolacijskih materialov izražen na kilogram mase izbranega materiala	81
Slika 28: Ogljični odtis različnih toplotnoizolacijskih materialov na enoto prostornine	81
Slika 29: Ogljični odtis različnih toplotnoizolacijskih materialov na enoto površine pri toplotni prehodnosti $U = 0,28 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	82
Slika 30: Povprečen ogljični odtis nosilnih elementov izražen na kilogram mase izbranega materiala	82
Slika 31: Ogljični odtis nosilnih elementov na enoto prostornine	83
Slika 32: Povprečen ogljični odtis oblog izražen na kilogram mase izbranega materiala	83
Slika 33: Ogljični odtis oblog na enoto prostornine	84

»Ta stran je namenoma prazna«

1 UVOD

Gradbeništvo se je skozi zgodovino precej spreminjalo. Do začetka industrijske revolucije so bili za gradnjo konstrukcij uporabljeni predvsem osnovni naravni materiali (les, kamen, slama in ilovica), ki so se pridobivali v bližnji okolici. Ljudje so dobro poznali vplive podnebja in z odličnim bioklimatskim načrtovanjem gradili za življenje primerne domove [Krainer A. 1993]. Z razvojem gradbeništva sta se zviševali raven predelave in obdelave naravnih gradiv in proizvodnja novih vrst materialov (opeka, kovine). Napredek družbe je povezan z razvojem, industrijsko proizvodnjo in izdelavo novih gradiv. Nova gradiva pa omogočajo ljudem spoznavanje novih tehnologij ter predvsem lažnejše in boljše življenje. [Žarnić R. 2005]

Z industrijsko revolucijo sta se prav tako povečali potrošnja in izmenjava blaga. Od leta 1700 se je količina mednarodne izmenjave povečala za 800-krat. V zadnjih 100 letih pa se je industrijska proizvodnja povečala za 100-krat. V začetku 20. stoletja je bila proizvodnja sintetičnobiooloških materialov (umetni materiali, plastika in podobno) zanemarljiva, danes pa znaša več kot 102 milijona ton. Prav tako se je v tem času povečala poraba fosilnih goriv za več kot 50-krat. [T. E. Graedel in B. R. Allenby. 1995]

Naraščanje prebivalstva je največji vzrok za izrazito rast industrije, razširjeno uporabo in porabo materialov. V zadnjem stoletju se je število prebivalcev povečalo iz slabih dveh milijard na zdajšnjih več kot sedem milijard. [Združeni narodi, 2012] Po poročilu Združenih narodov [Združeni narodi, 2004] naj bi se do sredine stoletja to število povečalo za dodatni dve milijardi, na koncu stoletja pa naj bi se ustavilo na nekje med 10 in 15 milijard ljudi. Predvsem v razvitem svetu z naraščanjem prebivalstva narašča tudi potreba po gradbenih delih – od stanovanj in cest do tovarn in drugih konstrukcij. Zaradi vse večjih pritiskov človeka na okolje in vse večjega izkoriščanja neobnovljivih virov energije se povečuje zavedanje o trajnostnem pomenu varovanja okolja. Tako bo v 21. stoletju svetovna ekonomija odvisna od varčevanja z energijo, ekološkega načrtovanja, recikliranja, ponovne uporabe, ponovne izdelave in popravil. [R. Kunič, 2008]

Konstrukcije in delovanje grajenega okolja imajo glede na vlogo v ekonomiji disproporcionalne vplive na naravno okolje. Gradbeništvo predstavlja nekje med 6 % in 8 % bruto domačega proizvoda razvitih držav, vendar gradbeni sektor porabi kar 40 % vsega materiala, 40 % vse energije in pridela okoli 35 % vseh odpadkov. [T. E. Graedel, B. R. Allenby. 1995]

Posamezna hiša ima vpliv samo na lokalno okolje (mikro nivo), na drugi strani pa imajo mesta lahko vpliv na makro in mezo nivo (celotna regija, država, globalna raven), tako da

spreminjajo vodni krog, onesnažujejo zrak, prispevajo h globalnim okoljskim spremembam, imajo velik vpliv na biodiverzitetu, prispevajo k eroziji zemlje in imajo izjemno negativne posledice na kvaliteto vode.

Posamezna konstrukcija stavbe je zgrajena iz več različnih sestavnih delov, kjer ima vsak svojo nalogo. Večina teh industrijskih produktov ima v primerjavi s stavbami precej krajšo življenjsko dobo. Slednja pri stavbah znaša od 50 do 100 let. Po drugi strani pa je doba delovanja stavbe nepredvidljiva, saj ogromno komponent preneha delovati ob različnih časih. Zato je vedno bolj pomemben trajnostni razvoj (ang. *Sustainability*) tega industrijskega sektorja, ki je zelo odvisna od preusmeritve od zdajšnjih praks do smotrnejše uporabe materialov, od neobnovljivih virov k obnovljivim, od velikih količin odpadkov do velikega obsega recikliranja materialov in ponovne uporabe. Podobno kot v ostalih industrijskih panogah bi lahko tudi v gradbeništvu začeli s proučevanjem naravnih sistemov, pri katerih je trajnost lastnost kompleksne mreže elementov.

To novo področje industrijske ekologije zagotavlja vpogled v trajnost grajenega okolja. Za trajnostne stavbe velja, da se v času načrtovanja gradnje, obratovanja in odstranitve sledi načelu skrbnega ravnanja z okoljem in ohranjanja naravnih virov ter da sta njihova gradnja in uporaba ekonomični. Prav tako morajo biti takšne stavbe prijazne do uporabnikov in njihovega zdravja ter morajo izpolnjevati pričakovanja glede funkcionalnosti in prispevati k ohranjanju družbenih in kulturnih vrednot.

Slovenija se v skladu z zahtevami Evropske unije vedno bolj ukvarja tudi s tem področjem. Z Uredbo o zelenem javnem naročanju in drugimi predpisi uvaja vse več okoljskih zavez. S tem želi dati zgled privatnemu sektorju, hkrati pa skrbi za trajnostni razvoj in okolju prijazno gradnjo. Slovenija je v preteklosti na zahtevo Evropske unije že uvajala spremembe v gradbenem sektorju. Leta 2000 je sprejela Direktivo za gradbene proizvode, s katero je bil omogočen prost pretok proizvodov znotraj Unije. Z vstopom v Unijo je prav tako začela veljati obvezna označitev gradbenih izdelkov CE. Omeniti pa je potrebno tudi sprejetje mednarodnih standardov ISO 14000, in sicer z namenom boljšega upravljanja z okoljem, uveljavljanja širšega interesa javnosti, povečanja konkurenčnosti itd.

Na drugi strani pa si različne organizacije vedno bolj prizadevajo doseči in izkazovati ustrezen odnos do okolja, s tem da obvladujejo vplive svojih proizvodov in storitev na okolje skladno s svojo okoljsko politiko in okvirnimi cilji. To izvajajo v skladu s čedalje bolj ostro zakonodajo, razvojem gospodarske politike in drugimi ukrepi, ki spodbujajo varstvo okolja. Tovrstne prakse so posledica tudi vse večjega zanimanja in zaskrbljenosti strank glede vprašanj okolja in trajnostnega razvoja.

Mnoge organizacije so že izvedle okoljske "preglede" ali "presoje", s katerimi so ocenile svoj način ravnanja z okoljem. Ti pregledi pa sami po sebi ne dajejo zadostnega zagotovila, da

način organizacije izpolnjuje zahteve, ki izhajajo iz zakonodaje in njene politike, pa tudi ne, da bo organizacija te zahteve stalno izpolnjevala. Pregledi so tako lahko učinkoviti le, če jih organizacija opravlja v sklopu strukturiranega sistema vodenja, ki je vključen v organizacijo. [SIST EN ISO 14001:2004]

V svetu se pojavljajo različne deklaracije, priporočila in orodja, s katerimi si organizacije lahko pomagajo pri izdelovanju bolj ekološko usmerjenih izdelkov ali procesov, ki imajo manjši vpliv na človekovo zdravje in/ali okolje. Med ta orodja spadajo tudi analiza življenjskega cikla, načrtovanje za okolje (ang. *Design for Environment, DfE*) in okoljske deklaracije za proizvode EPD-ji (ang. *Environmental Product Declaration*).

Omeniti je potrebno tudi eko-učinkovitost (ang. *Eco-efficiency*), ki predstavlja enega glavnih orodij za spodbujanje trajnostnega razvoja. Temelji na konceptu ustvarjanja več proizvodov in storitev, medtem ko podjetja zmanjšujejo količino porabljenega materiala in energije. Zahteva tudi zmanjšanje strupenih odpadkov, večjo uporabo materialov, ki so primernejši za recikliranje, povečanje trajnosti resursov in odpornosti proizvodov. Izraz je postal sinonim za filozofijo vodenja, usmerjeno v trajnost ter ekološko in ekonomsko učinkovitost.

Rešitev problema je v naravnih materialih, ki se ponovno vračajo v uporabo. Naravni materiali nudijo poleg zmanjšanja okoljskih vplivov tudi vsestranskost in estetiko. Prednost teh materialov je tudi zmožnost recikliranja in ponovne uporabe. Slovenija je država, ki je dobro oskrbovana z naravnimi gradbenimi materiali, še posebej z lesom, ki pokriva kar 60 % države. Les je trajen material in obnovljiv vir, ki pa so mu še ne dolgo nazaj pripisovali samo kurilno vrednost. V gradbeništvu je vsestransko uporaben, in sicer kot nosilen material za finalno obdelavo, pomoč pri gradnji, za notranjo opremo itd. Slovenija ima s svojim lesnim bogastvom neizmerne možnosti za preusmeritev gospodarstva na energetske bolj varčno in okolju prijazno industrijo. Pri Uredbi o zelenem javnem naročanju pa gre v prid lesu zahteva na področju stavb o vgradnji najmanj 15-odstotnega deleža lesa ali lesnih tvoriv v objekte.

1.1 Namen diplomske naloge

V diplomski nalogi bomo pregledali priporočila, smernice in direktive za ekološko in trajno gradnjo konstrukcij, ki je vedno bolj aktualna. Nato bomo na primeru stanovanjskega objekta po navodilih Uredbe o zelenem javnem naročanju proučili različne konstrukcijske sklope ter možnosti upoštevanja in smiselnost same Uredbe pri zasebnih uporabnikih.

Vse več držav se ukvarja z načinom, kako zmanjšati količino odpadkov in onesnaženost in povečati trajnost. V drugih industrijskih panogah so z resnimi ekološkimi prijemi začeli že pred kakšnim desetletjem, medtem ko se je gradbena industrija s tem področjem začela ukvarjati šele v zadnjem času. V evropskem prostoru se uveljavljajo t. i. EPD-ji, ki naj bi

pomagali pri boljši ozaveščenosti pri izbiri proizvodov. Na drugi strani Atlantika pa so že v začetku devetdesetih let začeli s “smernicami” načrtovanja za okolje (DfE).

Poleg zgoraj omenjenih smernic in direktiv bomo proučili tudi zakonodajo, ki se nanaša na gradbene proizvode, in na koncu vse skupaj aplicirali tudi na dejanski primer, kjer bomo ugotavljali, koliko pridobimo z uporabo naravnih materialov.

Diplomska naloga vsebuje več poglavij. Uvodnemu poglavju sledi poglavje, kjer bomo predstavili osnovne pojme, ki spremljajo ekološko, trajnostno gradnjo. V tretjem poglavju se bomo posvetili mednarodnim in nacionalnim pravnim aktom, ki trenutno bolj ali manj posegajo v slovensko proizvodnjo gradbenih izdelkov. Nato sledi še poglavje, v katerem bomo na različnih konstrukcijskih sklopih preverjali dejansko vrednost naravnih proizvodov, njihovo učinkovitost glede na prostornino ali maso in smiselnost njihove uporabe. Na koncu bodo predstavljene ključne ugotovitve, ki se nanašajo na obravnavano tematiko diplomske naloge.

1.2 Cilji diplomske naloge

Glavni cilji diplomske naloge so:

- opredeliti terminologijo in metode, ki spremljajo ekološko in trajnostno gradnjo,
- pregledati veljavno mednarodno in nacionalno zakonodajo na področju gradbenih proizvodov,
- na osnovi zahtev Uredbe o zelenem javnem naročanju sestaviti modele konstrukcijskih sklopov za streho, zunanjo steno, medetažno konstrukcijo in notranje predelne stene (z različnimi volumskimi vrednostmi lesa in lesnih tvoriv in različnimi nosilnimi konstrukcijami) in proučiti različne parametre (toplotno prehodnost, ceno ter volumsko vrednost lesa in lesnih tvoriv),
- predstaviti ključne ugotovitve na področju okoljskih vplivov gradbenih proizvodov ter smiselnost izpolnitve Uredbe z vidika cene in prijaznosti do okolja.

1.3 Metode

Pri iskanju literature smo si pomagali s spletom, od koder izvira veliko virov. Največ virov smo našli z iskalnikom Google search in na spletnem portalu Science direct. Poleg strokovnih člankov smo kot vire uporabili tudi spletne strani različnih proizvajalcev.

Vire za opis standardov smo poiskali v Centralni tehniški knjižnici Univerze v Ljubljani, kjer za standarde velja, da so dostopni samo pod nadzorom in jih je mogoče brati zgolj v knjižnici. Večina teh standardov je bila napisana v angleščini, nekaj pa jih je bilo že prevedenih v slovenski jezik.

Na spletu smo prav tako našli Uredbo o zelenem javnem naročanju, ki je prosto dostopna na straneh Pravno-informacijskega sistema Republike Slovenije (PIS).

Pri modelih smo poleg lastnega znanja uporabili določene rešitve iz predmeta Stavbarstvo II ter rešitve določenih konstrukcijskih sistemov proizvajalcev toplotnih izolacij in montažnih hiš, ki so objavljene na spletu.

2 TEORETIČNO OZADJE ALI OPIS POJMOV

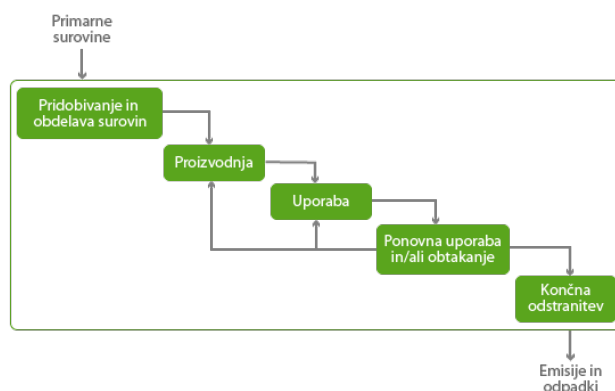
V tem delu bomo podrobneje preučili, Analizo življenjskega cikla, Načrtovanje za okolje ter Okoljsko deklaracijo za proizvode.

Analiza življenjskega cikla proizvodov je objektivna metoda, s katero se ovrednoti vpliv določenega proizvoda ali storitve na okolje in je povezana z zdravjem ljudi, ki živijo v tem okolju. Gre za metodo, ki spremlja proizvod skozi njegovo celotno obdobje in je začela nastajati v sedemdesetih letih prejšnjega stoletja.

Načrtovanje za okolje je pristop k spreminjanju procesa oblikovanja proizvodov z namenom povečanja, ponovne rabe in recikliranja delov posameznega proizvoda. T. i. industrijska presnova (ang. *Industrial metabolism*) proučuje celotno industrijsko verigo od virov in procesov do končnih rezultatov industrije z namenom, da pridobi vpogled v izkoriščenost resursov.

EPD-ji (ang. *Environmental Product Declaration*), postajajo za proizvajalce gradbenih materialov in drugih izdelkov za gradnjo objektov vse bolj pomembni in zavezujoči. Uveljavljajo se kot glavni ali vsaj kot eden pomembnejših kriterijev za ocenjevanje kakovosti proizvodov v smislu okoljskih lastnosti v vseživljenjskem krogu stavbe. Mnogi proizvajalci so že začeli zbirati zahtevano dokumentacijo za pridobitev le-teh, spet drugi spoznavajo, da brez tovrstnih deklaracij niso konkurenčni.

2.1 Analiza življenjskega cikla (ang. *Life cycle assessment, LCA*)



Slika 1: Metodologija analize življenjskega cikla [Zelenaslovenija]

Analiza življenjskega cikla (LCA) je metoda, s katero ocenimo, kakšen vpliv na okolje ima določen proizvod skozi celoten življenjski cikel “od zibelke do groba” (od surovin – virov, proizvodnje, distribucije in uporabe do odpada ali reciklaže). LCA omogoča širši vpogled na skrb za okolje s/z:

- pripravo seznama relevantnih vložkov energije, materialov in okoljskih izpustov,
- ocenjevanjem možnih vplivov na okolje,
- interpretacijo rezultatov, s katerimi bi omogočili boljše odločitve.

2.1.1 Namen in cilj

Cilj LCA je primerjava celotnih spektrov okoljskih vplivov, ki so predpisani posameznim izdelkom in storitvam, z namenom, da bi izboljšali procese, politiko podpore in zagotovili trdno podlago za utemeljene odločitve.

Izraz življenjski cikel se nanaša na idejo, da pravična in celostna presoja zahteva oceno pridobivanja surovin, proizvodnje, distribucije, uporabe in odstranjevanja, vključno z vsemi koraki transporta, ki so potrebni ali povzročeni z obstojem proizvoda.

Obstajata dve glavni vrsti LCA. T. i. pripisovalna (ang. *Attributional*) LCA poskuša ugotoviti škodljive vplive proizvodnje in uporabe izdelka ali določene storitve oz. procesa v nekem trenutku (praviloma v bližnji preteklosti). T. i. posledična LCA pa skuša opredeliti okoljske posledice odločitev ali predlaganih sprememb sistema v raziskavah (usmerjenih v prihodnost), kar pomeni, da je v primeru odločitve potrebno upoštevati trg in ekonomske posledice. V razvoju je še tretja vrsta LCA, in sicer socialna LCA.

Postopki ocenjevanja življenjskega cikla (LCA) so del standardov ravnanja z okoljem ISO 14000 – ISO 14040:2006 in 14044:2006. Analiza življenjskega cikla toplogrednih plinov (TGP) pa je tudi v skladu s standardoma PAS 2050 in GHG Protocol Life Cycle Accounting and Reporting Standard.

2.1.2 Štiri glavne faze LCA

Po standardih ISO 14040 in 14044 analiza življenjskega cikla poteka v štirih ločenih fazah (kot je prikazano v spodnji sliki- slika 2). Faze so pogosto soodvisne, tako da rezultati ene faze vplivajo na zaključek druge faze.

Analiza življenjskega cikla se začne z jasnim definiranjem obsega in cilja raziskave, ki določata okvir raziskave in pojasnujeta, kako in komu so namenjeni rezultati. To je ključni korak in ISO standardi zahtevajo, da sta cilj in področje LCA jasno opredeljena in skladna s

predvideno uporabo. Cilj in področje dokumenta tako vsebujeta tehnične podrobnosti, ki vodijo nadaljnje delo, in sicer:

- funkcionalno enoto, ki določa, kaj natančno se proučuje, in kvantificira storitev, ki jo prinaša sistem proizvoda, s čimer zagotavlja reference, s katerimi lahko povežemo vhode (ang. *Input*) in izhode (ang. *Output*) obravnavanega sistema. Poleg tega je funkcionalna enota pomembna kot osnova, ki omogoča, da se primerja in analizira alternativno blago ali storitev;
- meje sistema;
- vse predpostavke in omejitve;
- metode dodeljevanja, uporabljene za razdelitev okoljske obremenitve procesa, ko si več procesov ali funkcij deli isti proces;
- izbrane kategorije vplivov. [ISO 14040]

Druga faza LCA je t. i. določitev inventarja življenjskega cikla (ang. *Life Cycle Inventory* oz. *LCI*), ki vključuje oblikovanje inventarja tokov/procesov v in iz narave (za sistem izdelkov). Seznam tokov vključuje porabo vode, energije, surovin in izpustov v zrak, zemljo in vodo. Za razvoj inventarja je potrebno zgraditi model tehničnega sistema, ki uporablja podatke o vseh vstopih (ang. *Input*) in izstopih (ang. *Output*). Tok modela je ponavadi prikazan z diagramom, ki vključuje dejavnosti, ki se bodo ocenjevale v ustrezni dobavni verigi, in daje jasno sliko o mejah tehničnih sistemov. Vhodni in izhodni podatki, ki so potrebni za izdelavo modela, se zbirajo za vse dejavnosti znotraj okvirja sistema, vključno z dobavno verigo. [ISO 14040]

Podatki morajo biti povezani v funkcionalno enoto, ki je opredeljena v prvi fazi, torej pri opredelitvi ciljev in obsega študije. Podatke se lahko predstavi v tabelah, prav tako se lahko v tej fazi izvede že nekaj razlag. Rezultati popisa so LCI, ki zagotavljajo (v obliki elementarnega toka v in iz okolja) informacije o vseh vstopih in izstopih vseh procesnih enot, ki so vključene v raziskavo. [ISO 14040]

Število seznamov tokov lahko naraste do več sto, odvisno od postavljenih mej sistema. Za analize življenjskega cikla nekega produkta – bodisi generičnega (tj. reprezentativnega industrijskega povprečja) bodisi na ravni določene blagovne znamke – se podatki običajno zbirajo s pomočjo anketnih vprašalnikov. Vprašalniki zajemajo celoten spekter vstopov in izstopov, ponavadi s ciljem, da predstavijo 99 % mase proizvoda in 99 % energije, ki se uporablja v proizvodnji in v kakršnih koli okoljsko občutljivih tokovih, čeprav le-ti spadajo v raven 1 % vstopov.

Eno od področij, kjer je verjetno težko dobiti podatke, so tokovi iz tehnološke sfere (ang. *Techno-sphere*). Tehnološka sfera je definirana kot nekaj umetno narejenega (ang. *Man-made world*), pri čemer je po mnenju strokovnjakov možno te vire 100 % reciklirati. Za LCI so "techno-sphere" izdelki (proizvodi dobavnih verig) tisti, ki so umetno proizvedeni. Na žalost pa tisti, ki izpolnjujejo vprašalnike o procesu uporabe umetnih proizvodov kot sredstva za doseg cilja, ne morejo določiti, koliko vhodnih procesov uporabljajo. Velja namreč, da nimajo dostopa do podatkov v zvezi z vhodi in izhodi za pretekle proizvodne procese izdelkov. Podjetje, ki opravlja LCA, se mora nato, v kolikor nima podatkov iz svojih preteklih študij, obrniti na sekundarne vire. Vire teh informacij običajno predstavljajo nacionalne zbirke podatkov, ki so zlahka dostopne ali pa prihajajo skupaj z orodji LCA. Pri tem pa je potrebno paziti, da sekundarni viri podatkov odražajo realne regionalne in nacionalne razmere.

Tretja faza je presoja vplivov življenjskega cikla (ang. *Life Cycle Impact Assessment*), s čimer analizi popisa sledi analiza vpliva. Ta faza LCA je namenjena ocenjevanju pomembnosti morebitnih okoljskih vplivov, ki temeljijo na rezultatih tokov LCI. Klasična presoja vplivov življenjskega cikla (LCIA) je sestavljena iz naslednjih elementov:

- izbor kategorij vplivov, kategorij kazalnikov in opredelitvenih modelov,
- razporeditvena faza, kjer so parametri popisa razdeljeni in dodeljeni posebnim kategorijam učinkov oz. vplivov,
- merjenje učinkov oz. vplivov, kjer so tokovi LCI označeni z eno izmed mnogih možnih metodologij LCIA in kategorizirani v skupne enakovredne enote, ki se nato združijo, da dobimo splošne kategorije vplivov. [ISO 14040]

V mnogih analizah življenjskega cikla karakterizacijo zaključuje analiza LCIA. To je tudi zadnja obvezna faza po standardu ISO 14044:2006. Vendar pa lahko poleg zgornjih obveznih korakov LCIA glede na cilj in obseg študije LCA izvedemo tudi druge neobvezne elemente, kot so normalizacija, grupiranje in tehtanje. Pri normalizaciji se rezultati kategorij vplivov iz študije navadno primerjajo s celotnim vplivom v regiji (npr. v Sloveniji). Grupiranje je sestavljeno iz rangiranja in razvrstitve kategorij vplivov. Med tehtanjem pa so različni okoljski vplivi prilagojeni en drugemu tako, da se jih lahko združi, da dobimo eno vrednost za celoten vpliv na okolje. ISO 14044:2006 na splošno odsvetuje tehtanje in navaja: "tehtanje se ne sme uporabljati v LCA študijah, ki so namenjene uporabi v primerjalnih trditvah za javnost". Ta nasvet je pogosto prezrt, zaradi česar (lahko) prihaja pri rezultatih tehtanja do visoke stopnje subjektivnosti. [ISO 14040]

Zadnja faza je faza interpretacije rezultatov. Interpretacija življenjskega cikla je sistematična tehnika za identifikacijo, količinsko opredelitev, preveritev (verifikacijo) in ocenitev podatkov, pridobljenih iz rezultatov popisa življenjskega cikla in/ali presoje vplivov življenjskega cikla (LCIA). V fazi interpretacije so združeni rezultati analize inventarja in

ocene vpliva. Rezultat te faze pa je niz sklepov in priporočil za študijo. Po ISO 14040:2006 bi ta razlaga morala vključevati:

- opredelitev pomembnih vprašanj, ki temeljijo na rezultatih faz LCI in LCIA določene analize življenjskega cikla,
- vrednotenje študij glede na popolnost, natančnost in doslednost pregledov,
- zaključke, omejitve in navodila. [ISO 14040]

Ključni namen opravljanja interpretacije življenjskega cikla je, da določimo raven zaupanja v končne rezultate ter jih posredujemo pošteno, natančno in celovito. Interpretacija rezultatov LCA ni tako enostavna in se začne z razumevanjem točnosti rezultatov in zagotavljanjem, da bodo uresničeni cilji študije. To dosežemo z določanjem podatkovnih elementov, ki bistveno prispevajo k vsaki kategoriji vplivov, ki ocenjujejo občutljivost teh pomembnih podatkovnih elementov, ocenjujejo popolnost in doslednost študije ter sprejemajo sklepe in priporočila, ki temeljijo na jasnem razumevanju, kako je bila izvedena analiza življenjskega cikla in kako smo prišli do rezultatov.

Na koncu opravimo referenčni test, pri čemer je najboljša alternativa tista, kjer LCA kaže, da je pri varianti od zibelke do groba najmanj negativnih vplivov na zemljo, zrak in vodo. [ISO 14040]



Slika 2: Slika faz analize življenjskega cikla [ISO 14040]

2.1.3 Uporaba LCA

Raziskava iz leta 2006 [J. S. Cooper, J. Fava, 2006] je pokazala, da se LCA najpogosteje uporablja za podporo poslovne strategije (18 %), raziskave in razvoj (18 %), kot prispevek k načrtovanju izdelka ali procesa (15 %), za izobraževanje (13 %) in za označevanje proizvodov

ali deklaracij (11 %). Za LCA velja, da je vseskozi integrirana v grajeno okolje kot orodje, in sicer podobno kot evropske smernice za projekt izgradnje ENSLIC (ang. *Energy Saving through promotion of Life Cycle assessment in buildings*) za zgradbe, razvoj in implementacijo, ki predstavljajo smernice praktikov za metode implementacije podatkov LCI v proces načrtovanja in projektiranja. [Malmqvist in sod., 2011]

Velike korporacije po vsem svetu bodisi same opravljajo LCA bodisi naročijo zunanje študije, medtem ko vlade podpirajo razvoj nacionalnih zbirk podatkov za podporo LCA. Posebej je treba omeniti naraščajočo uporabo LCA za označevanje ISO tipa III, ki predstavlja okoljske proizvodne deklaracije (ang. EPD oz. Environmental Product Declaration), ki so definirane kot "kvantificirani okoljski podatki za izdelek z vnaprej določenimi kategorijami parametrov, ki temeljijo na standardih ISO 14040, vendar ne brez dodatnih okoljskih informacij". [S. Singh, B. R. Bakshi, 2009] Te certificirane nalepke neodvisnih izdelovalcev, ki temeljijo na LCA, zagotavljajo pomembno podlago za ocenjevanje relativne okoljske koristi konkurenčnih izdelkov. Sicer pa igra certificiranje pomembno vlogo v današnji industriji. Neodvisno certificiranje namreč lahko pokaže predanost podjetja k varnejšim in okolju prijaznejšim produktom.

LCA ima tudi pomembno vlogo pri presoji vplivov na okolje, integriranem upravljanju z odpadki in študijah onesnaženosti.

2.1.4 Analiza podatkov

Analiza življenjskega cikla je veljavna toliko kot njeni podatki, zato je ključnega pomena, da so podatki, uporabljeni za izvršbo LCA, točni in ažurni. Ko med seboj primerjamo različne analize življenjskih ciklov, je zelo pomembno, da so na voljo enakovredni podatki za oba izdelka ali procesa. Če ima en izdelek na voljo več podatkov, ga ni možno enakopravno primerjati z drugim izdelkom, za katerega imamo manj podrobnih podatkov.

Obstajata dve osnovni bazi LCA podatkov, in sicer podatki procesnih enot in okoljski vhodno-izhodni podatki (ang. *Environmental Input-Output data oz. EIO*). Baza slednjih temelji na nacionalnih vhodno-izhodnih ekonomskih podatkih. Podatki procesnih enot pa izhajajo iz neposrednih raziskovanj podjetij in obratov, ki proizvajajo produkte, ki jih izvajajo na ravni procesnih enot, opredeljenih z mejami obravnavanega sistema.

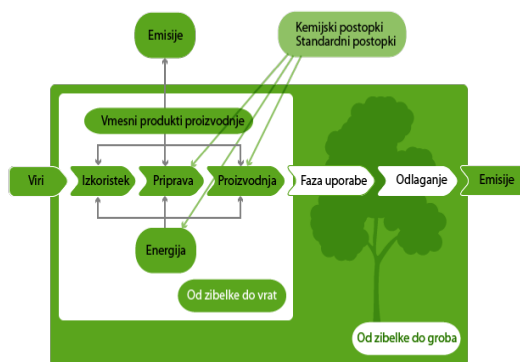
Veljavnost podatkov je eno temeljnih vodil analiz življenjskega cikla. Zaradi globalizacije, hitrega tempa raziskav in razvoja na trg nenehno prihajajo novi materiali in proizvodne metode. Zato je pri izvajanju LCA zelo pomembno, a hkrati zelo težko, uporabljati najnovejše informacije. Če hočemo, da so sklepi nekega LCA veljavni, moramo imeti najažurnejše podatke, vendar pa potrebujemo za proces zbiranja le-teh veliko časa. Če na izdelku in njegovem povezanem postopku niso bile od zadnje LCA opravljene nikakršne spremembe, potem ni težav z veljavnostjo podatkov.

Življenjski cikel je običajno sestavljen iz več faz, vključno s pridobivanjem materialov, predelavo, proizvodnjo, uporabo in odlaganjem izdelkov. Če je možno določiti okolju najbolj škodljivo fazo, potem lahko z uvedbo ustreznih sprememb učinkovito zmanjšamo njen vpliv na okolje.

2.1.5 Variante

Obstaja več variant LCA analiz, in sicer:

- **Od zibelke do groba** (ang. *Cradle-to-grave*): je celotna analiza življenjskega cikla od pridobivanja surovin (zibelka) do faze uporabe in odpada (groba).
- **Od zibelke do vrat** (ang. *Cradle-to-gate*): je delna analiza življenjskega cikla, ki poteka od pridobivanja surovin do izhoda iz proizvodnje (torej se zaključi pred dostavo uporabnikom). Fazi uporabe in odpada sta v njej zanemarjeni oz. ovrženi. Ta varianta je včasih osnova tudi za EPD-je (ang. *Environmental Product Declaration*). S pomočjo variante od zibelke do vrat se lahko preko te analize pripravi tudi popis življenjskega cikla (LCI). To omogoča, da se preko LCA analize zbere vse vplive virov, ki jih je "ustanova" kupila. Nato se lahko dodajo stopnje, ki vključujejo transport do obrata in procese za lažjo "obdelavo" lastnih ocen (za lastne proizvode) analize od zibelke do vrat.



Slika 3: Modela "od zibelke do vrat" in "od zibelke do groba" [Zelenaslovenija]

- **Od zibelke do zibelke** (ang. *Cradle-to-cradle*): je specifična vrsta analize od zibelke do groba, kjer je zadnja stopnja namesto odpada proces reciklaže. Je metoda, s katero minimaliziramo okoljski vpliv izdelkov z "vzpostavitvijo" (ang. *Employing*) trajnostne proizvodnje, obratovnih in odpadnih praks, in ki si prizadeva v razvoj izdelkov vključiti družbeno odgovornost. Iz postopka recikliranja izvirajo novi identični (asfalt, steklo itd.) ali drugačni izdelki (steklena volna itd.).

- **Od vrat do vrat** (ang. *Gate to gate*): je delna analiza, kjer gledamo samo proces na dodano vrednost v celotni proizvodni verigi. Kasneje ga je mogoče povezati z analizo od zibelke do groba, ki jo lahko zaključimo kot celoto.
- **Od vira do kolesa** (ang. *Well to wheel*): je specifična analiza, ki se uporablja za proces transporta goriv in vozil. Ta analiza omogoča ocenjevanje skupne porabe energije ali učinkovitosti pretvorbe energije ter vpliva emisij morskih plovil, letal in motornih vozil, vključno z njihovim ogljičnim odtisom, in goriv, ki se uporabljajo v vsakem od različnih načinov prevoza. [Brinkman N. in sod., 2005]
- **Analiza ekonomskega vhodno-izhodnega življenjskega cikla** (ang. *Economic input-output life cycle assessment, EIO-LCA*): vključuje uporabo podatkov o tem, kolikšen okoljski vpliv lahko pripišemo posameznemu gospodarskemu sektorju in koliko proizvodov ali storitev kupi posamezen sektor od drugih sektorjev. Takšna analiza lahko predstavlja dolge verige (npr. za izgradnjo konstrukcije potrebujemo energijo, vendar pa za proizvodnjo energije potrebujemo konstrukcije itd.), ki nekoliko blažijo določene težave procesa LCA. Vendar se EIO-LCA opira na povprečja, povezana z določenim izdelkom, ki so lahko ali pa tudi niso reprezentativna za določeno podskupino sektorja, in zato ni primerna za ocenjevanje okoljskih vplivov nekega izdelka. Poleg tega ni potrjen prevod ekonomskih količin v okoljske vplive. [Limitations of the EIO-LCA Method and models]
- **LCA, ki temelji na ekologiji** (ang. *Ecologically based LCA, Eco-LCA*): medtem ko konvencionalna LCA uporablja veliko enakih pristopov in strategij kot Eco-LCA, slednja obravnava veliko širši razpon ekoloških vplivov. Zasnovana je bila za zagotavljanje navodil za smotrno upravljanje človekovih dejavnosti z razumevanjem posrednih in neposrednih vplivov na ekološke vire in okoliške ekosisteme. Eco-LCA je metodologija, ki kvantitativno upošteva urejanje in podporne storitve v življenjskem ciklusu gospodarskih dobrin in izdelkov. V tem pristopu so storitve kategorizirane v štiri glavne skupine: podpora, regulacija, rezervacija in kulturne storitve.

2.1.6 Ogljični odtis

Ogljični odtis ali popis emisij toplogrednih plinov v življenjskem ciklu izdelka predstavlja vpliv izdelka na podnebne spremembe, zato je tudi del ocene analize življenjskega cikla. Ogljični odtis se osredotoča samo na en vidik oz. okoljski vpliv podnebnih sprememb. Zaradi poenostavljenega razumevanja so emisije toplogrednih plinov preračunane na ekvivalent (ekv.) ogljikovega dioksida, ki je med toplogrednimi plini najbolj prepoznaven.

Za izračun emisij si lahko pomagamo z orodjem, ki omogoča izračun količine izpustov toplogrednih plinov pri izvajanju določenih dejavnosti. Izračun ogljičnega odtisa nam pove, kako se izbor uporabe energij odraža pri prihrankih energije in ogljičnega odtisa. Obstaja več

vrst programov, s katerimi lahko izračunamo, koliko ogljikovega dioksida in drugih toplogrednih plinov povzročijo posamezne izbire v proizvodnji in storitvah.

Ekvivalent ogljikovega dioksida (ang. *Carbon Dioxide Equivalent, CDE*) dobimo tako, da se količine (mase) posameznih toplogrednih plinov pomnožijo z njihovimi potenciali globalnega segrevanja. S takšnim preračunom je omogočeno, da se vpliv različnih toplogrednih plinov sešteje in izrazi v isti enoti, kar predstavlja ogljični odtis. Izraža se z enoto ekvivalenta ogljikovega dioksida (CO₂ – ekv.).[eco-hub.eu]

2.2 Načrtovanje za okolje (ang. *Design for the environment – DfE*)

Načrtovanje za okolje (DfE) je program, ki ga je leta 1992 ustanovila Agencija za varstvo okolja (ang. *Environmental Protection Agency, EPA*) v ZDA in ki deluje tako, da preprečuje onesnaževanje in z njim povezana tveganja za ljudi in okolje. Program DfE vsebuje informacije najboljših okoljskih praks ter išče pristope k zmanjšanju vplivov nekega izdelka ali procesa na človekovo zdravje in okolje, pri čemer se vplivi obravnavajo v celotnem življenjskem ciklu. Pri iskanju optimiziranih izdelkov ali procesov so bila v pomoč oblikovalcem razvita različna programska orodja. Trije glavni cilji DfE so:

- promoviranje “zelenega čiščenja” ter prepoznavanje varnejših potrošniških in industrijskih izdelkov preko varnejšega označevanja,
- opredelitev najboljših praks na področjih, ki segajo od avtoličarske dejavnosti do kozmetičnih salonov,
- prepoznavanje varnejših kemikalij, ki vključuje s pomočjo ocene alternativ tudi premislek o življenjskem ciklu.

DfE je globalno gibanje, katerega namen je načrtovati oz. oblikovati izdelek, ki ima čim manjše negativne posledice na okolje in zdravje ljudi. Gibanje vključuje okoljske meritve, ki ciljajo na pobude za oblikovanje in okoljske motive za izboljšanje zasnove izdelka z namenom zmanjšanja zdravstvenih in okoljskih vplivov. Namen strategije DfE je izboljšanje tehnologije in taktik načrtovanja s ciljem povečanja obsega izdelkov, ki so okolju in zdravju prijazni. DfE z vključitvijo eko-učinkovitosti (ang. *Eco-efficiency*) v oblikovanje upošteva celoten življenjski cikel izdelka, pri čemer izdelki ob zmanjšanju uporabe virov še vedno ohranijo svojo uporabnost. V ospredju DfE je zmanjševanje okoljsko-ekonomskih stroškov za potrošnike, medtem ko glavni poudarek ostaja na okvirju življenjskega cikla določenega izdelka. Z uravnoveženjem potreb kupcev ter okoljskih in družbenih vplivov želi DfE “izboljšati izkušnjo uporabe izdelkov za potrošnike in proizvajalce in hkrati zagotoviti minimalen vpliv na okolje”.

DfE je v ZDA program Agencije za varovanje okolja, njegov namen pa je obveščanje javnosti o manj škodljivih nadomestkih določenih izdelkov. To poteka preko označevanja okoljsko varnih proizvodov z oznako DfE in z zagotavljanjem informacij o varnejših ali alternativnih proizvodih tistih, ki uporabljajo škodljive kemikalije.

Vendar pa velja na tem mestu omeniti, da trenutno še ne obstaja oddelek ali program, kjer bi posebej obravnavali gradbene proizvode in jih označevali s to oznako.

2.2.1 Prakse načrtovanja za okolje

Štirje glavni koncepti, ki spadajo pod okrilje DfE so:

- **Zasnova za okoljsko predelavo in proizvodnjo:** zagotavlja, da so pridobivanje surovin (rudarstvo, vrtanje itd.), obdelava (predelava za ponovno uporabo materialov, kovinsko taljenje itd.) in predelovalne dejavnosti opravljene z uporabo materialov in procesov, ki niso nevarni za okolje ali zaposlene, ki opravljajo delo v okviru teh dejavnosti. To vključuje zmanjšanje odpadkov in nevarnih stranskih proizvodov, onesnaževanja zraka ter zmanjšanje porabe energije in vpliva drugih negativnih dejavnikov.
- **Načrtovanje okoljske embalaže:** zagotavlja, da so materiali, uporabljeni pri pakiranju, okolju prijazni. To je mogoče doseči s pomočjo ponovne uporabe transportiranih izdelkov, odpravo nepotrebnih papirjev in pakirnih proizvodov, z učinkovito rabo materialov in prostora, uporabo recikliranih materialov ali materialov, ki se jih da reciklirati.
- **Načrtovanje za odstranjevanje ali ponovno uporabo:** zelo pomemben je tudi konec življenjske dobe izdelka, saj nekateri izdelki po odstranitvi na odlagališča oddajajo nevarne kemikalije (v zrak, zemljo ali vodo). Načrtovanje za ponovno uporabo ali obnavljanje izdelka bo spremenilo nabor materialov, ki se bodo uporabljali v prihodnje, in pri tem upoštevalo vodila, da se bo lahko materiale kasneje razstavljalo in ponovno uporabljalo in s tem zmanjšalo njihove negativne okoljske vplive.
- **Načrtovanje za energetska učinkovitost:** predstavlja oblikovanje proizvodov na tak način, da se zmanjša poraba energije v celotni dobi izdelka. [U.S. EPA Design for the Environment]

LCA je zadolžena za napovedovanje vplivov različnih (proizvodnih) alternativ za obravnavan izdelek, tako da lahko izberemo okolju najbolj prijazno alternativo. LCA lahko tako služi kot orodje pri določanju okoljskega vpliva nekega izdelka ali procesa. Obenem lahko pravilna izvedba LCA pomaga oblikovalcu primerjati več različnih izdelkov v več kategorijah, kot so raba energije, strupenost, zakisljevanje, emisije CO₂, tanjšanje ozonskega plašča, izčrpavanje virov itd. S primerjavo različnih izdelkov lahko oblikovalci odločajo o tem, na katere okoljske nevarnosti se morajo osredotočiti, da bi bil izdelek okolju bolj prijazen.

2.2.2 Cilji DfE

Danes si vsa podjetja prizadevajo proizvajati dobrine za čim nižjo ceno, hkrati pa ohranjati kakovost in konkurenčnost na globalnem trgu in izpolnjevati želje potrošnikov po okolju prijaznih izdelkih. V pomoč pri spopadanju s temi izzivi EPA spodbuja podjetja, da v proces projektiranja vključijo okoljske vidike. Koristi vključevanja DfE so: zmanjšanje stroškov, znižanje poslovnih in okoljskih tveganj, razširjene poslovne in tržne priložnosti in izpolnjevanje okoljskih predpisov.

2.2.3 Kako podjetja načrtujejo za okolje

Podjetja lahko načrtujejo za okolje tako, da:

- ocenijo vplive svojih procesov in produktov na človekovo zdravje in okolje,
- ugotovijo, katere informacije so potrebne za sprejemanje odločitev o zdravju ljudi in okolju,
- izvajajo oceno alternativ,
- razmislijo o vplivih in koristih pri izbiri oz. nadomeščanju kemikalij,
- zmanjšujejo uporabo in sproščanje strupenih kemikalij z razvijanjem čistejših tehnologij,
- preprečujejo onesnaževanje, zagotavljajo energetske učinkovitost in druge ukrepe za ohranjanje virov,
- izdelujejo proizvode, ki jih je mogoče ponovno uporabiti ali reciklirati,
- spremljajo vplive na okolje in stroške, povezane z vsakim izdelkom ali procesom,
- prepoznajo, da sta kljub hitrim spremembam v mnogih primerih potrebna ponovno ocenjevanje in nenehno izboljševanje. [U.S. EPA Design for the Environment]

2.2.4 Program označevanja varnejših izdelkov

Program DfE za označevanje varnejših izdelkov si prizadeva zaščititi zdravje ljudi in okolje. DfE deluje skupaj s potrošniki in proizvajalci v smeri povečanja varnosti pri širokem izboru izdelkov. Program je pomemben, ker nalepko DfE dobijo samo izdelki, ki izpolnjujejo okoljske standarde, s čimer je omogočeno, da lahko kupci že na prvi pogled prepoznajo varnejše izdelke. Trenutno nosi oznako DfE več kot 2700 izdelkov. Postopek za varnejše označevanje izdelkov poteka v več korakih, ki vključujejo izbiro materialov z najmanjšim vplivom na zdravje in okolje, zmanjševanje količin uporabljenih materialov in koncept “od zibelke do groba”.



Slika 4: Znak DfE

2.3 Okoljska deklaracija proizvodov (EPD)

Okoljska deklaracija proizvodov (ang. *Environmental Product Declaration, EPD*) je preverjen dokument o okoljskih podatkih proizvodov, ki temeljijo na LCA in drugih pomembnih informacijah. EPD je prav tako skladna z mednarodnim standardom ISO 14025 (okoljske izjave tip III).

Okoljska deklaracija je v standardu ISO 14025 opredeljena kot količinski okoljski podatki za izdelek z vnaprej določenimi kategorijami parametrov, ki temeljijo na seriji standardov ISO 14040, in vsebuje tudi dodatne okoljske informacije. Okoljska izjava je ustvarjena in registrirana v okviru okoljskih izjav programa tipa III, kot je na primer prav mednarodni sistem EPD. [What is an EPD; 2015]

Splošni cilj deklaracije EPD je zagotoviti ustrezne in preverjene informacije o izdelkih, ki jih lahko izkoristijo tako projektanti, investitorji, kot tudi drugi uporabniki. Pomemben vidik EPD-jev je zagotoviti podlago za pravično primerjavo proizvodov in storitev glede na njihovo okoljsko učinkovitost. EPD-ji lahko odražajo stalno okoljsko izboljševanje proizvodov in storitev v daljšem časovnem obdobju ter so sposobni komunicirati in dodajati pomembne okoljske informacije skozi dobavno verigo izdelka.

V tretjem poglavju sta opisani tudi okoljski izjavi tipa I in tipa II.

2.3.1 Zadoščanje zahtevam na trgu

Na trgu obstaja vse večje povpraševanje po informacijah o količinskem okoljskem vplivu. Tako poslovni sektor kot tudi drugi deli družbe imajo potrebo po mednarodnem pristopu

priznanih sistemov, ki omogoča sporočanje ustreznih in verodostojnih informacij o okoljski učinkovitosti sistemov. EPD-ji se razvijajo s splošnim namenom, da bi izpolnili te zahteve in zadovoljevali te potrebe.

V okviru učinkovitega komuniciranja je treba omeniti dve posebni zaslugi EPD-jev. Slednji namreč predstavljajo:

- dinamično komunikacijsko orodje, ki je sočasno z razvojem izdelkov,
- eno deklaracijo za nacionalne in mednarodne trge.

2.3.2 Poenostavljena izmenjava informacij

EPD-ji predstavljajo koristno orodje pri zelenih in drugih naročilih tako v javnem kot zasebnem sektorju. EPD-ji, ki se uporabljajo v ta namen, lahko vključujejo vse vrste informacij (npr. o vsebnosti nevarnih snovi, informacije o razstavljanju, predelavi in recikliranju odsluženih izdelkov in odpadkov). Kot vir informacij za te aplikacije se lahko številne EPD-je predstavi ljudem, ki sodelujejo pri zelenih naročilih in ocenjevanjih dobaviteljev. [Why EPD]

Prednosti za proizvajalce, uvoznike in dobavitelje, ki zagotavljajo informacije, so:

- pogosta oblika poročanja,
- široka paleta komunikacijskih možnosti,
- mednarodno priznanje.

Prednosti za kupce oz. naročnike in trgovce na drobno, ki prejemajo informacije, so:

- enostaven dostop do preverjenih informacij,
- zagotavljanje drugih ustreznih informacij,
- možnost pravičnih sodb.

2.3.3 Lažje delo s proizvodi v podjetjih

Zdi se, da se okoljevarstveno delo v številnih podjetjih danes vse bolj osredotoča na vprašanja, povezana s proizvodi, s čimer se EPD-ji lahko uporabljajo kot strateško orodje za različne vrste okoljskega dela podjetij. Metodologija EPD-jev, vključno s strukturiranim in natančno opredeljenim postopkom za kartiranje vseh pomembnih okoljskih vidikov s perspektive življenjskega cikla, ki temelji na LCA, pa bo zelo verjetno organizacijam avtomatično delala uslugo v smislu zanesljivega in posodobljenega znanja, ki se lahko na mnoge načine uporabi za dvig konkurenčnosti. EPD-ji namreč omogočajo [Why EPD]:

- prikazovanje dobrega poznavanja in nadzora nad razvojem povezanih proizvodov v njihovi dobavni verigi,
- vhod v okoljsko primerno zasnovo in delo na razvoju izdelka,

- olajšanje izvajanja in ohranjanja učinkovitega sistema ravnanja z okoljem (EMS).

2.3.4 Ključne karakteristike

Glavne značilnosti okoljskih izjav v mednarodnem sistemu EPD lahko opišemo kot:

- **Objektivne:** sistem EPD temelji na obvezni uporabi mednarodno sprejete in veljavne metode za analizo življenjskega cikla (LCA). Ta zahteva omogoča prepoznavanje in osredotočanje na najpomembnejše okoljske vidike celostne perspektive, ki vodi k nenehnemu izboljševanju.
- **Verodostojne:** gre za še eno zahtevo sistema EPD v zvezi z vidikom kritičnega pregleda, odobritve in spremljanja izvajanja s strani neodvisnega ocenjevalca.
- **Nevtralne:** trditve o okoljski sprejemljivosti, cenitvah in predhodno določenih stopnjah okoljske uspešnosti, ki morajo biti izpolnjene v okviru sistema EPD, ne obstajajo.
- **Primerljive:** EPD omogoča primerjave z vzpostavitvijo t. i. pravilnika kategorije izdelka (ang. *Product Category Rules, PCR*) za izbrane skupine proizvodov ali storitev. PCR opisuje usklajena pravila za zbiranje podatkov, metodologije, izračune in predstavitev rezultatov v okviru LCA.
- **Odrpte za vse storitve in blago:** mednarodni sistem okoljskih deklaracij za proizvode prakticira načelo prepovedi selekcioniranja, ki omogoča, da se sistem uporablja za vse proizvode (blago in storitve).
- **Odrpte vsem zainteresiranim stranem:** večina vidikov sistema EPD se ravna in trži predvsem skozi enostavno dostopne informacije na internetu.
- **Okoljsko usmerjene:** EPD zagotavlja možnost vključitve ocene možnih vplivov na okolje.
- **Poučne:** sistem EPD ima ambicijo, da pomaga razložiti podatke, navedene v EPD-jih, tako, da bo mogoče zagotoviti razlage pojmov, definicij in konceptov in splošne informacije o pomembnih okoljskih vprašanjih.

2.3.5 Vodilna načela mednarodnega sistema EPD

Vodilna načela sistema EPD po standardu ISO 14025 so [What is an EPD]:

- **Prostovoljnost:** ni obvez.
- **Preglednost:** skozi vse faze razvoja in delovanja programa.
- **Dostopnost za vse zainteresirane strani:** na voljo vsem potencialnim kandidatom, ki izpolnjujejo zahteve programa.
- **Odrprt dialog z zainteresiranimi stranmi in posvetovanje o PCR:** izvedba formalnega in odprtega postopka posvetovanja z zainteresiranimi stranmi ter

pridobitev vhodnih podatkov in pripomb o predlaganih dokumentih PCR od vseh zainteresiranih strani.

- **Funkcionalnost izdelka:** zagotavljanje, da se upošteva funkcionalnost izdelka, torej njegovo predvideno uporabo in s tem povezane ravni delovanja.
- **Znanstvena utemeljenost:** graditev na metodologiji za razvoj EPD-jev, ki temelji na znanstveno sprejetih pristopih za LCA in odseva pomembne okoljske vidike, ki so relevantni za proizvod.
- **Zaupnost:** zagotavljanje popolne zaupnosti določenih informacij.
- **Stroškovna učinkovitost:** zagotavljanje temeljev na odprtih, dobro uveljavljenih, tržno usmerjenih in mednarodno priznanih sistemih za preverjanje in registriranje.

2.3.6 Prednosti uporabe EPD-jev

Mednarodni sistem EPD se uporablja za vse vrste izdelkov in storitev znotraj jasno določenih kategorij proizvodov. EPD-ji so oblikovani tako, da izpolnjujejo različne potrebe po informacijah v dobavni verigi, za končne izdelke tako v zasebnem kot v javnem sektorju, pa tudi za bolj splošne namene pri dejavnostih informiranja in trženja.

Glavne prednosti okoljskih deklaracij proizvodov so:

1. Za tiste, ki ustvarjajo EPD-je in zagotavljajo informacije o trgu.

EPD-ji zagotavljajo možnosti za posredovanje količinskih in preverjenih informacij o okoljski učinkovitosti izdelkov, obravnavanih celovito z vidika življenjskega cikla. EPD-ji so:

- **objektivni:** z uporabo znanstveno sprejetih in veljavnih metod, ki temeljijo na mednarodnih standardih analize življenjskega cikla (LCA);
- **neselektivni in nevtralni:** ker ni zahtev po cenitvah ali trditvah o vnaprej določeni okoljski uspešnosti;
- **prilagodljivi:** z omogočanjem kakršnih koli sprememb ali izboljšav EPD-jev, kot je po ustreznem zunanjem pregledu in preverjanju zahtevano s strani podjetij oz. organizacij.

2. Za tiste, ki uporabljajo EPD-informacije za različne namene.

Ker EPD-ji vsebujejo dejanske in preverjene informacije o okoljski učinkovitosti izdelkov in storitev, jih je mogoče uporabiti kot vir informacij za različne namene. EPD-ji so:

- **primerljivi:** ker se podatki v EPD-jih zbirajo in izračunavajo na podlagi mednarodno sprejetih in usklajenih pravil;
- **verodostojni:** na podlagi zahtev za redne inšpekcijske kontrole, preglede, odobritve in spremljanje neodvisnih preveriteljev;

- **točni:** ker je potrebno stalno posodablјati podatke, ki temeljijo na rutinah in ki jih imajo podjetja za dokumentacijo in nadaljnje postopke.

2.3.7 Trenutna uporaba okoljskih deklaracij proizvodov

Komunikacija s trgom

Trenutno se EPD-ji uporabljajo za komuniciranje s trgom o profilih okoljskih proizvodov bodisi preko objavljenih EPD-jev bodisi preko podatkovnih zbirk in orodij. Na primer v Nemčiji orodje za pomoč pri izbiri izdelkov DGNB navigator objavlja poleg objav podjetij samih ali programa IBU tudi EPD-jeve rezultate gradbenih proizvodov. Uporaba EPDjev v B2B (ang. *Business to business*) postaja v zadnjem času bolj izrazita za systemske proizvode, kot so zunanji toplotnoizolacijski kompozitni sistemi (ETICS). Nemško združenje ETICS je objavilo t. i. izjavo okoljskega sistema (ESD), ki jo sestavljajo posebni ločeni EPD-ji posameznih elementov sistema. [Anna B., Siegrun K., Johannes K., 2011]

Opravljanje LCA je opredeljeno v standardih ISO 14040 in ISO 14025. Ta okvir velja za vse vrste izdelkov ali študij. Za EPD-je gradbenih proizvodov je veljaven standard EN 15804 (od sredine leta 2011), ki natančno opredeljuje načine za izračun, razvoj scenarijev, izbiro kazalcev itd. To omogoča vzpostavitev doslednih upravljalnih podatkovnih struktur. Za gradnjo v prihodnje predstavlja LCA EN 15978 ustrezen standard.

Prepoznavanje okoljskih vrhuncev

Del projekta EPD je priskrba poročil LCA ocenjevalcem. Ta poročila ponavadi vsebujejo podatke o okoljskem prispevku proizvodov in analize občutljivosti, ki so koristen vir za identifikacijo možnosti izboljšanja. Te analize kažejo ocenjevalcem, ali je bil izračun opravljen pravilno, neke vrste stranski učinek analiz pa je tudi opredelitev okoljske vroče točke (ang. *Hot-spot*) za proizvajalce. Analize v EPD LCA poročilih so lahko zelo dragocen vir informacij za zasnovo okoljskih strategij.

Uporaba analize življenjskega cikla stavb (*ang. building-LCA*) za proizvajalce

Ocena okoljskega profila izdelka (npr. med projektom EPD) omogoča proizvajalcem, da razumejo svoje posledice. Ko je izdelek vključen v zgleden »building-LCA«, lahko namreč podjetja pridobijo informacijo, kako pomemben je ta izdelek v okviru življenjskega cikla neke stavbe. Okvirji za certificiranje vzdržnosti sistema, kot je na primer sistem DGNB, omogočajo tudi opredelitev in oceno dodatnih meril učinkovitosti ter boljše razumevanje in načrtovanje razvoja izdelkov.

2.3.8 Primer EPD-ja



OKOLJSKA IZJAVA IZDELKA

v skladu s standardom ISO 14025

Nosilec izjave	EXIBA-Extruded Polystyrene (XPS) Foam Insulation
Urednik	Environmental Construction Products Organisation (ECO)
Številka izjave	ECO-XPS-010101-1007
Datum izdaje	07.07.2010
Veljavnost	07.07.2013

Izolacija iz ekstrudiranega penjenega polistirena (XPS)
EXIBA



www.eco-europe.org





01 POVZETEK

EXIBA - Izolacija iz ekstrudiranega penjenega polistirena (XPS)

Ta izjava temelji na PCR dokumentu „PCR Foam Plastics 2009“ (ki ga je za IBU kot PCR „Schaumkunststoffe“, 2009 -11 recenzirala neodvisna zunanja strokovna komisija).

Izvajalec programa
IBU - Institut Bauen und Umwelt e.V.

Hans Petrus (zvrstni direktor IBU)

Izvajalec LCA

PE INTERNATIONAL GmbH

Nosilec izjave


EXIBA – European Extruded Polystyrene Insulation Board Association
Avenue E. van Nieuwenhuysse, 4
1160 Brussels, Belgium

Številka izjave
ECO-XPS-010101-1007

Predmet izjave: Izdelek / enota
Plošče iz XPS (ekstrudiranega penjenega polistirena) brez halogeniziranih penil, ki jih proizvajajo članice združenja EXIBA. Izjava se nanaša na 1 m² 100mm debele XPS plošče, oziroma 0.1 m³, s povprečno gostoto 34.5 kg/m³.

Datum izdaje
07.07.2010

Veljavnost
07.07.2013

Overitev
Overitev izjave s strani neodvisnega organa v skladu s standardom ISO 14025
 interni zunanji

Dr. Birgit Grahl,
zunanji overovitelj, pooblaščen pri neodvisni zunanji strokovni komisiji (IBU)

REZULTATI LCA TESTA

1m² 100mm DEBELE PLOŠČE IZ EKSTRUDIRANEGA PENJENEGA POLISTIRENA*

Okoljski parametri	Enotna Q1 m ³ XPS plošče	Faza proizvodnje	Faza vgradnje	Faza uporabe	Konec življenjskega cikle	Sistem novovoda
Primarna energija, neobnovljiva	[MJ]	320.46	7.43	5.19	-61.89	
Primarna energija, obnovljiva	[MJ]	3.22	0.010	0.026	-1.124	
Izčrpavanje abiotičnih virov (element ADP)	[kg Sb eqv.]	2.42 E -4	1.62 E -4	3.68 E -4	-3.07 E -4	
Potencial globalnega segrevanja (GWP 100)	[kg CO ₂ eqv.]	14.15	0.527	6.183	-3.591	
Potencial izčrpanja ozona (ODP)	[kg R11 eqv.]	4.58 E -7	1.00 E -7	1.29 E -7	-1.74 E -7	
Potencial zakisnine ozračja (AP)	[kg SO ₂ eqv.]	0.046	0.003	1.67 E -3	-0.009	
Evtrojni potencial (EP)	[kg PO ₄ eqv.]	0.003	5.34 E -4	3.82 E -4	-7.94 E -4	
Fotokemični potencial tvorbe ozona (POCP)	[kg C ₂ H ₄ eqv.]	0.038	2.69 E -3	1.94 E -4	-6.66 E -4	

* Podatki evropskega povprečja so povzeti po podatkih članic združenja EXIBA in zbirke podatkov „GaBi4“.

 **OKOLJSKA IZJAVA IZDELKA**
v skladu s ISO 14025

EXIBA - Izolacija iz ekstrudiranega penjenega polistirena (XPS)

02 IZDELEK

PODROČJE VELJAVNOSTI OKOLJSKE IZJAVE
Podatki analize temeljijo na več kot 90% izdelanega XPS brez halogeniziranih penil, ki ga v Evropi prodajo članice združenja EXIBA. Podatke iz leta 2007 je prispevalo 18 obratov petih proizvajalcev (BASF SE, Dow Europe GmbH, JACKON Insulation GmbH, Knauf Insulation GmbH in URSA Insulation S.A.).

KARAKTERISTIKE IZDELKA
Ekstrudiran polistiren (XPS) je termoplastična izolacijska pena, v obliki plošč z gostoto od 30 do 50 kg/m³. Okoljski učinek XPS izdelkov, ki imajo drugačno gostoto ali debelino od referenčne gostote 34.5 kg/m³, lahko izračunamo z uporabo naslednje enačbe:

$$I_{\text{XPS}} = I_{\text{ref}} \times \frac{\rho_{\text{XPS}}}{\rho_{\text{ref}}} \times \frac{d_{\text{ref}}}{d_{\text{XPS}}}$$

PODROČJA UPORABE
Številne lastnosti toplotne izolacije XPS omogočajo njeno uporabo na mnogih področjih, kot so: obodna izolacija objektov, izolacija območnih streh teras, izolacija poševnih streh, izolacija tal vključno z visoko obremenjenimi industrijskimi tlemi, izolacija toplotnih mostov zunanjih sten, ETICS, izolacija predelnih votlih sten, izolacija stropov kremenjskih zgradb, izdelavo tvarniško predpriljubljenih elementov, kot so sendvič paneli, izolacija gradbene opreme in industrijskih instalacij (cevodov in podobno).

Plošče so dobavljive z različno tlačno trdnostjo, od 150 do 700 kPa. Za različna področja uporabe jih proizvajajo z različnimi površinami: z ekstrudirano, ravno, žlebljasto ali termično naberljivo površino. Prav tako so na voljo z različno obdelanimi robovi, kot so gladki rob, posneti rob ali pero in utar.

TEHNIČNE LASTNOSTI

V naslednji tabeli podajamo tehnične lastnosti. Zvočno-izolacijske lastnosti za XPS materiale niso relevantne. Glede požarnih lastnosti so ti materiali običajno razvrščeni v Evropski razred E v skladu z EN 13501-1.

Deklarirana toplotna prevodnost [W/mK] po EN 12667 in EN 13164, Aneks C	0.030 – 0.041
Deformacija pod določeno tlačno obremenitvijo in temperaturnih pogojev 20 kPa; 80°C ali 40 kPa; 70°C v [%]	≤ 5
Tlačna nesposobnost ali tlačna trdnost [kPa] pri 10% upogibu po EN 828 (CS/10V)	150 – 700
Tlačni modul elastičnosti [kPa] po EN 828	10000 – 40000
Nalazna trdnost [kPa] pravokotno na površino po EN 1637 (TR)	100 – 400
Lezjenje pod tlačno obremenitvijo (50 let, 2% upogib) / dolgoročna tlačna trdnost [kPa] v skladu z EN 1606 (C/112/y) (c)	up to 250
Dolgoročno vpijanje vode z difuzijo [Vol.-%] po EN 12088 (WDV)	≤ 3 – 5
Prehod vodne pare μ [1] po EN 12086 (MU)	50 – 250
Odpornost na ponavljajoče cikle zamrzovanja in taljenja (navihsa vpojnost vode) v [Vol.-%] po EN 12091 (FT)	≤ 2
Dimenzijska stabilnost pod določenimi temperaturnimi pogoji in pri specifični vlažnosti, 70°C, 90% v [%] po EN 1604 (DS/TR)	≤ 5



OKOLJSKA IZJAVA IZDELKA

v skladu s ISO 14025

Številka izjave	ECO-XPS-010101-1007
Datum izdaje	2010-07-07

STRAN 03



EXIBA - Izolacija iz ekstrudiranega penjenega polistirena (XPS)

02 2.1 PROIZVODNJA

IZDELAVA
XPS je prvenstveno izdelan iz polistirena (80 do 95% teže – CAS 9003-53-8), v katerega vpišemo ogljikov dioksid (CAS 126-38-9) in nehalogena penila, skupno do 8% teže.

Osnovni material	Masni delež
polistiren	90 - 95%
penila	5 - 8%
ogljikov dioksid	40 - 80%
druga penila	20 - 60%
HBCD	0.5 - 3%
Aditivi (npr. pigmenti)	Menj kot 1%

Za izboljšanje požarnih lastnosti se uporabljajo bromirani zaviralec ognja heksabromociklododekan (CAS 25637-99-4 HBCD). V manjših količinah se uporabljajo tudi drugi aditivi, npr. barvni pigmenti in ostali procesni pripomočki. Polistiren je izdelan iz nafte in plina in je zato njegova proizvodnja vezana na dostopnost teh dveh surovin. Transport polistirena poteka večinoma s cestnimi prevozi. XPS proizvajamo s postopkom neskončnega ekstrudiranja, pri katerem kot glavni vir energije uporabljamo električno napetost; granule polistirena stopimo v ekstruder, v katerega nato pod visokim tlakom vpišemo penilo.

02 2.2 NAMESTITEV

OPIS POSTOPKA NAMESTITVE
Priporočila za uporabo XPS plošč so na voljo v navodilih, dobaviteljskih s prodajnim ter itemur za uporabo in namestitvev, brošurah ali podokovnih listih, ki jih preskajo dobavitelji ali so uporabnikom na voljo na spleti.

02 2.3 UPORABA

DELOVANJE
XPS plošče zaradi svoje zaprte celične strukture na splošno niso vodovpojne, zato izpostavljenost vodni pari praktično ne vpliva na njihovo toplotno izolacijske lastnosti.

VZDRŽEVANJE
V kolikor so bile XPS plošče nameščene v skladu z zahtevami v navodilih za rokovanje in uporabo, vzdrževanje običajno ni potrebno.

ŽIVLJENSKA DOBA
Življenjska doba XPS plošč je zaradi njihovih izjemnih mehanskih lastnosti in vodoodpornosti običajno vsaj tako dolga, kot življenjska doba objekta, v katerega so vgrajene.

Zaradi tlačnih izgub na izhodu kalupa se polistiren speni v ploščo s homogeno in zaprto celično strukturo.

V nadaljnjem postopku se prireže robovi plošč na željeno dimenzijo in obliko. Gladka površina, ki ostane po ekstrudiranju se bodisi odstrani ali mehansko odstrani, odvisno od namena uporabe, za boljši oprijem cementnega ali gradbenega lepila ali podobno. V nekaterih ploščah vtisnajo tudi posebne površinske vzorce ali žlebove.

Večino odpadnega materiala pri proizvodnji XPS plošč lahko recikliramo in ponovno uporabimo v postopku proizvodnje.

EMBALIRANJE
XPS plošče na koncu proizvodne linije spakirajo v 4 do 6 stranske polietilenske vreče in dožijo na palete.

OKOLJE, VARSTVO IN ZDRAVJE PRIDELU
Proizvodnja XPS poleg običajnih zakoniko predpisanih ukrepov ne zahteva nobenih posebnih ukrepov za zaščito zdravja.

Članice združenja EXIBA so od leta 2006 pristopile k programu SECURE (Uprava samokontrola za zmanjšanje izostov), ki vključuje tudi pravila dobre prakse za varno uporabo HBCD.

EMBALAŽA
Embalazno folijo izdelka na polietilenski osnovi je mogoče reciklirati. Reciklaža se tudi delno izvaja v dožleži, ki imajo urejen sistem vračanja odpadnih materialov.

OKOLJE, VARSTVO IN ZDRAVJE PRIDELU
Za rokovanje in uporabo izdelka v času namestitve niso predpisane nobene posebne zahteve glede osebnega varstva in zaščite okolja.

OKOLJE, VARSTVO IN ZDRAVJE PRIDELU
Izdelki XPS pri večini aplikacij ne prihajajo v direkten stik z okoljem ali zraskom v prostoru.

Izdelki XPS običajno dosegaajo uvrstitve v Evropski požarni razred E po standardu EN 13501-1. XPS materiali se lahko vnamajo le ob daljši izpostavljenosti odprtemu plamenu. Ko je stik z odprtim ognjem prekinjen, preneha nadaljnje gorjenje in celo tenje materiala.

XPS vsebuje zaviralec ognja HBCD, ki je po evropski kemični Direktivi REACH uvrščen med "zelo nevarne substance". HBCD je čvrsto vezan na kemično polimerno matriko. V celotni življenjski dobi v času namestitve izdelka ne prihaja do kakršnegakoli znatnega sproščanja te substance iz izdelka v okolje.



OKOLJSKA IZJAVA IZDELKA

v skladu s ISO 14025

Številka izjave	ECO-XPS-010101-1007
Datum izdaje	2010-07-07

STRAN 04



EXIBA - Izolacija iz ekstrudiranega perjenega polistirena (XPS)

O2 24 KONEC ŽIVLJENJSKEGA CIKLA

RAZGRADNJA
Če želimo maksimirati potencial za reciklajo XPS plošč, se je ob namestitvi potrebno izogibati lepljenju ali poškodbam. Namesto lepila uporabimo mehaniko pritrditev in med betonom in izolacijo naredimo ločilni sloj.

RECIKLAŽA IN REGENERACIJA
Zaradi visoke kalorične vrednosti polistirena, je mogoče energijo, ki jo vsebujejo XPS plošče regenerirati in ponovno uporabiti v posebnih sežigalnicah odpadkov, ki so opremljene z napravami za proizvodnjo pare, električne energije ali daljinskega ogrevanja sosesek.

ODSTRANITEV IZDELKA
XPS plošče, ki jih ni mogoče zložiti in brez poškodb odstraniti iz objekta, običajno zavrzemo na odlagalniški odpadki. Material je razvrščen v kategorijo odpadkov 17 06 04, izolacijski materiali, ki niso razvrščeni v kategoriji 17 06 01 (izolacijski materiali, ki vsebujejo azbest) ali 17 06 03 (drugi izolacijski materiali, ki vsebujejo ali so izdelani iz nevarnih substanc).

PNOMOVNA UPORABA
Pri izolaciji obremenjenih streh so XPS plošče preprosto položene na podlago, zato jih zlahka odstranimo in ponovno uporabimo na drugi stropi. Pri obstoječih konvencionalnih ravni strehih lahko XPS plošče ob dodatelni toplotni izolaciji preprosto prekrizemo z dodatno izolacijo. Mehaniko pritrditve XPS plošče lahko ponovno uporabimo pri izolaciji kletnih sten in tarmenjov.

O3 OPIS ŽIVLJENJSKEGA CIKLA LCA

DEKLARIRANA ENOTA
Izjava se nanaša na 1m²100 mm debele XPS plošče, oziroma 0.1 m³ prostornine, s povprečno gostoto 34.5 kg/m³.

SCHEMA PARAMETROV SISTEMA

PREGLJEDNICA POSAMEZNIH PARAMETROV SISTEMA (X = vključeno v analizo LCA)

Proizvodna faza	Faza vgradnje	Faza uporabe	Konec življenjskega cikla	Sistem naslednjega proizvoda												
Dobava surovin	Proizvodnja	Uporaba	Obnova	Recikliranje odpadkov												
Transport do proizvodnje	Vgradnja v gradnjo	Vzdrževanje	Demontaža zgradbe	Transport na odlagalniški odpadki												
Proizvodnja	Uporaba	Poprava	Obnova odpadkov	Obnove												
Transport na gradnjo	Vzdrževanje	Zimovanje	Obnova odpadkov	Obnove												
Vgradnja v gradnjo	Uporaba	Obnova	Obnova odpadkov	Obnove												
Uporaba	Vzdrževanje	Obnova	Obnova odpadkov	Obnove												
Poprava	Zimovanje	Obnova	Obnova odpadkov	Obnove												
Zimovanje	Obnova	Obnova	Obnova odpadkov	Obnove												
Obnova	Obnova	Obnova	Obnova odpadkov	Obnove												
Energija za obnovo	Energija za obnovo	Energija za obnovo	Energija za obnovo	Energija za obnovo												
Voda za obnovo	Voda za obnovo	Voda za obnovo	Voda za obnovo	Voda za obnovo												
Demontaža zgradbe	Demontaža zgradbe	Demontaža zgradbe	Demontaža zgradbe	Demontaža zgradbe												
Transport na odlagalniški odpadki	Transport na odlagalniški odpadki	Transport na odlagalniški odpadki	Transport na odlagalniški odpadki	Transport na odlagalniški odpadki												
Obnova odpadkov	Obnova odpadkov	Obnova odpadkov	Obnova odpadkov	Obnova odpadkov												
Obnove	Obnove	Obnove	Obnove	Obnove												
Potencial za ponovno uporabo odpadkov ali reciklajo	Potencial za ponovno uporabo odpadkov ali reciklajo	Potencial za ponovno uporabo odpadkov ali reciklajo	Potencial za ponovno uporabo odpadkov ali reciklajo	Potencial za ponovno uporabo odpadkov ali reciklajo												
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
X	X	X	X	X								X	X	X	X	X

OKOLJSKA IZJAVA IZDELKA
v skladu z ISO 14025

Številko izjave: ECO-XPS-010101-1007
Datum izjave: 2010-07-07

STRAN 05

EXIBA - Izolacija iz ekstrudiranega perjenega polistirena (XPS)

PARAMETRI SISTEMA IN PRIČAKOVAN SCENARIJ
Sistem izjave vse, od vhodnih parametrov proizvodnje izločanih plošč, do pričakovanega scenarija ob koncu življenjskega cikla s 50% stopnjo termične regeneracije. To predstavlja 1,73 kg mase energijske regenerativnega XPS materiala. Pri ostalih 50% ob razgradnji stavbe odstranimo na odlagalniški odpadki. Pri izračunu EoL kreditov (potencial za regeneracijo v naslednjem proizvodnem ciklu življenjskega cikla) smo uporabili povprečne parametre evropskega električnega omrežja in proizvodnje pare. Tako pri komponentah ponovne uporabe, kot tudi pri materialih za reciklajo, so parametri cikla v dovoljenih mejah. V skladu s pravili smo zaradi popolnosti podatkov odšteli 1% skupne mase. Predvidevamo, da vpliv procesov, ki jih v analizi nismo upoštevali, ne presega 5% primarne energije. Analiza ne upošteva porabe dodatne energije v prostih, točno internega transporta ali razveljavljene, prav tako tudi vpliva osnovnih proizvodnih sredstev (prostorov, strojev in infrastrukture). Okoljski profili zavirajo ogreja temelji na veljavnih strokovnih ocenah.

KVALITETA PODATKOV
Model proizvodnje XPS temelji na podatkih povprečnega proizvodnega obrata iz letne proizvodnje 2007. Proizvajalci, ki so v raziskavi sodelovali, izdelajo veliko večino vseh XPS izdelkov brez halogeniranih penil v Evropski Uniji.

METODOLOŠKI PRINCIPI
Okoljske izpuste, ki nastanejo pri fazi uporabe izdelka, smo pripisali k proizvodni fazi. Izdelek izjemo pozitivno vpliva na fazo uporabe celotne zgradbe, saj s svojimi toplotno izolacijskimi lastnostmi bistveno prispeva k manjši porabi energije. Vpliv na fazo uporabe je sicer zelo odvisen od konkretnega načina uporabe in okoljske učinkovitosti celotne zgradbe, ne pa od kvalitete XPS materiala. In je zato izključen iz te okoljske izjave. Direktno izpuste pri procesu sežiga ob koncu življenjskega cikla smo upoštevali pri fazi "odstranitve" in odbitali od predočit za pridobljeno električno energijo in toploto v "sistemu naslednjega proizvoda".

04 REZULTATI ANALIZE LCA

REZULTATI ANALIZE LCA ZA VIRE: 1m² 100mm DEBELE XPS PLOŠČE (EVROPSKO POVPREČJE)

Parametri vhodnih virov	Enota	Proizvodna faza	Faza vgradnje	Faza uporabe	Konec življenjskega cikla	Sistem naslednjega izdelka
Primarna energija iz obnovljivih virov	[MJ]	320.460	7.432		3.149	-8.890
Primarna energija iz obnovljivih virov	[MJ]	3.217	0.010		0.004	0.022
Izčepavanje abiotskih virov (ADP elementi)*	kg Sb eqv	2.42 E ⁻⁶	1.62 E ⁻⁶		7.85 E ⁻⁶	3.00 E ⁻⁶
Poraba vode	[m ³]	0.03908	5.48 E ⁻⁶		2.23 E ⁻⁶	0.002
Neobnovljiva primarna energija	[MJ]	0.44	0		0	0.003
Obnove sekundarnih goriv	[MJ]	0	0		0	0
Sekundarni material	[kg]	0	0		0	0

*ADP elementi v skladu z metodologijo razsvetlitve CML 2009

OKOLJSKA IZJAVA IZDELKA
v skladu z ISO 14025

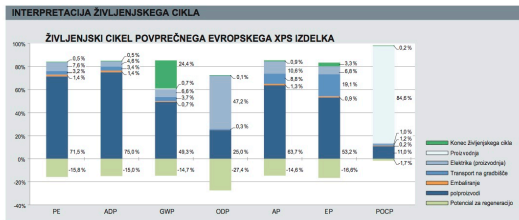
Številko izjave: ECO-XPS-010101-1008
Datum izjave: 2010-07-07

STRAN 06

EXIBA - Izolacija iz ekstrudiranega perjenega polistirena (XPS)

REZULTATI ANALIZE LCA ZA OKOLJSKE VPLIVE: 1m² 100mm DEBELE XPS PLOŠČE (EVROPSKO POVPREČJE)

Parametri vhodnih virov	Enota	Proizvodna faza	Faza vgradnje	Faza uporabe	Konec življenjskega cikla	Sistem naslednjega izdelka
Potencial globalnega segrevanja (GWP 100)	[kg CO ₂ eqv.]	14154	0.526		0.223	5.960
Potencial izčepavanja ozona (ODP)	[kg R11 eqv.]	4.59 E ⁻⁷	1.00 E ⁻⁶		4.28 E ⁻¹⁰	8.68 E ⁻¹⁰
Potencial zakisljanja ozračja (AP)	[kg SO ₂ eqv.]	0.046	0.003		0.001	5.07 E ⁻⁶
Evropski potencial (EP)	[kg PO ₄ eqv.]	0.003	5.34 E ⁻⁶		2.28 E ⁻⁶	1.66 E ⁻⁶
Fotokemični potencial tvorbe ozona (POCP)	[kg C ₂ H ₄ eqv.]	0.038	2.69 E ⁻⁶		1.14 E ⁻⁶	7.99 E ⁻⁶
Nevarni odpadki	[kg]	0.011	0		0	0.005
Nevarni odpadki	[kg]	7.149	0.0107		0.008	1.761
Radioaktivni odpadki	[kg]	0.004	1.33 E ⁻⁶		5.64 E ⁻⁶	7.62 E ⁻⁶



Relativni prispevek emisij in porabe primarnih virov energije kažejo na to, da vpliv pridobivanja surovin in naslednji korak procesa, torej proizvodnja polistirena, prevladuje pri vseh obravnavanih kategorijah.

Visoki prispevek pri ekstrudiranju polistirena se kaže le v kategoriji POCP - fotokemični potencial tvorbe ozona in sicer zaradi izpustov penil med postopkom ekstrudiranja in v času življenjske dobe izdelka. Najvišji prispevek k kategoriji ODP prispeva električna energija, se zlasti tista, ki je bila porabljena v procesu ekstrudiranja.

Na splošno pa lahko opazimo izjemo pozitiven učinek toplotne regeneracije po koncu življenjske dobe (potencial za regeneracijo), v katerem se sproščajo energije, ki lahko nadomestijo potrebno električno in toplotno energijo.

OKOLJSKA IZJAVA IZDELKA
v skladu z ISO 14025

Številko izjave: ECO-XPS-010101-1007
Datum izjave: 2010-07-07

STRAN 07

ECO
Uredništvo
ECO - Environmental Construction Products Organisation
Postfach 18 02 2D
63002 Bonn
Germany
phone +49 (0)30 900 96 93 90
fax +49 (0)30 900 96 93 99 1
mail info@eco-europe.org
web www.eco-europe.org

Institut Bauen und Umwelt e.V.
Izvajalec programa
Institut Bauen und Umwelt e.V.
Rheinufer 103
53839 Königswinter
Germany
phone +49 (0)2223 29 06 79 0
fax +49 (0)2223 29 06 79 0
mail info@bau-umwelt.com
web www.bau-umwelt.com

exiba
Nosilec izjave
EXIBA - European Extruded Polystyrene Insulation Board Association
Avenue E. van Neuwenhuyse, 4
1160 Brussels
Belgium
phone +32 2 676 72 62
fax +32 2 676 74 47
mail coo@exibaweb.com
web www.exiba.org

PE INTERNATIONAL
Izvajalec analize LCA
PE INTERNATIONAL GmbH
Hauptstraße 111-113
70771 Leinfelden-Echterdingen
Germany
phone +49 (0)71 34 18 17 0
fax +49 (0)71 34 18 17 25
mail info@pe-international.com
web www.pe-international.com

VEČ PODATKOV IN KONTAKT S PROIZVAJALCI

BASF SE
www.basf.com

Dow Europe GmbH
www.building.dow.com

JACKON Insulation GmbH
www.jackon-insulation.com

Knauf Insulation GmbH
www.knaufinsulation.com

URSA Insulation, S.A
www.ursa-insulation.com

EXIBA
www.exiba.org

Slika 5: Primer EPDja [Exiba]

Označbo tipa III (EPD) lahko pridobi kateri koli proizvod. EPD za posamezen proizvod pa temelji na enotnih pravilih, ki so zapisana v pravilniku PCR (ang. *Product Category Rules*).

Med sklopi proizvodov, ki že imajo EPD, najdemo:

- beton,
- talne obloge,
- kovine,
- strehe in fasadne sisteme,
- steklena vlakna,
- masivni les,
- lesene izdelke,
- toplotnoizolacijske materiale itd.

Velikokrat posebna industrijska, gospodarska ali interesna združenja izdajo izjave EPD za splošne – generične – proizvode. S tem dokumentom se lahko izkazujejo mnogi proizvajalci, ponudniki proizvodov ali storitev. Tisti, ki pa želijo ali zmorejo dokazati še višjo raven okoljske prijaznosti, pa lahko izvedejo lasten dokument EPD (torej za negeneričen proizvod ali storitev).

3 ZAKONODAJNI OKVIR

3.1 DIREKTIVA O GRADBENIH PROIZVODIH

Gradbeni proizvod je vsak proizvod ali sklop proizvodov, ki je izdelan in dan na trg za trajno vgradnjo v gradbene objekte ali njihove dele ter katerega lastnosti spremenijo lastnosti gradbenih objektov glede na osnovne zahteve za stavbe in gradbene inženirske objekte. [Gradbeni proizvodi]

Z Zakonom o gradbenih proizvodih (ZGPro) (Ur. l. RS, št. 52/2000) je bila v pravni red Republike Slovenije vnesena direktiva Sveta Evropske unije št. 89/106/EEC za gradbene proizvode. S tem je bil omogočen prost pretok gradbenih proizvodov znotraj držav Evropske unije.

1. julija 2013 so v veljavo stopili novi predpisi o gradbenih proizvodih (EU) št. 305/2011 (CPR), ki jih je odobrila Evropska komisija. Ti predpisi so preklicali in nadomestili Direktivo o gradbenih proizvodih (EU) št. 89/106/EEC (CPD), sprejeto 9. marca 2011.

Novi predpisi o gradbenih proizvodih (ang. *Construction Products Regulation, CPR*) določajo usklajene pogoje za trženje vseh gradbenih proizvodov na evropskem trgu ter pogoje za doseganje in rabo oznak CE z zagotavljanjem zanesljivih informacij o gradbenih proizvodih v smislu njihove učinkovitosti.

Poleg tega je omenjen predpis, kar zadeva njegov pomen in veljavo, v hierarhični lestvici nad Direktivo in ne zahteva prenosa v nacionalno zakonodajo vsake države članice EU, kar pomeni, da ima neposredno veljavo. Predpis predstavlja uraden dokument, ki jasno navaja zmogljivost gradbenih proizvodov v smislu njihovih karakteristik, bistvenih za namensko uporabo. Ključen dokument pri celotnem konceptu Predpisov o gradbenih proizvodih je t. i. Izjava o lastnostih (ang. *Declaration of Performance, DoP*).

Od julija 2013 dalje mora vsak proizvajalec, ko na evropski trg plasira proizvod, ki ga pokrivata usklajen standard (hEN) ali Evropsko tehnično soglasje (ang. *European Technical Assessment, ETA*), objaviti izjave o lastnostih in prevzeti odgovornost za skladnost gradbenega proizvoda z deklarirano zmogljivostjo.

Proizvodi morajo biti primerni za izvedbo gradbenih objektov tako, da ti (v celoti in v posameznih delih) ob upoštevanju njihove ekonomičnosti ustrezajo predvideni uporabi in izpolnjujejo predpisane bistvene zahteve. Te zahteve morajo biti pri pravilnem projektiranju in gradnji izpolnjene ves čas ekonomsko sprejemljivega trajanja objekta. Bistvene zahteve se običajno nanašajo na vplive, ki jih je mogoče predvideti.

Bistvene zahteve so:

1. mehanska odpornost,
2. požarna varnost,
3. higienska, zdravstvena in okoljevarstvena zaščita,
4. varna uporaba objekta,
5. zaščita pred hrupom,
6. varčna raba energije in toplotna zaščita,
7. trajnostna raba naravnih virov.

3.1.1 Mehanska odpornost in stabilnost

Gradbeni objekt mora biti projektiran in zgrajen tako, da obremenitve, ki jim je izpostavljen med gradnjo in uporabo, ne bodo povzročale:

- porušitve celotnega ali delov objekta,
- večjih deformacij od nedopustne stopnje,
- poškodb na drugih delih objekta ali napravah ali vgrajeni opremi zaradi večjih pomikov nosilne konstrukcije,
- poškodb zaradi nekega dogodka, ki so glede na vzrok nesorazmerno velike.

3.1.2 Varnost pred požarom

Gradbeni objekt mora biti projektiran in zgrajen tako, da je v primeru izbruha požara:

- nosilna sposobnost konstrukcije ohranjena še določen čas,
- nastajanje in širjenje požara in dima v objektu omejeno,
- širjenje požara na sosednje objekte omejeno,
- stanovalcem omogočena zapustitev objekta ali reševanje na druge načine,
- upoštevana varnost reševalnih ekip.

3.1.3 Higienska, zdravstvena in okoljevarstvena zaščita

Gradbeni objekt mora biti projektiran in zgrajen tako, da ne bo ogrožal higiene ali zdravja stanovalcev ali sosedov, predvsem ne zaradi:

- oddajanja strupenih plinov,
- prisotnosti nevarnih delcev ali plinov v zraku,
- emisij nevarnega sevanja,
- onesnaženja ali zastrupitve vode ali tal,
- napačnega odvajanja odpadnih vod, trdnih in tekočih odpadkov,
- prisotnosti vlage v delih objekta ali na površinah znotraj objekta.

3.1.4 Varna uporaba objekta

Gradbeni objekt mora biti projektiran in zgrajen tako, da ne more priti do nepričakovanih nesreč v uporabi ali pri obratovanju, kot so drsenje, padec, trčenje, opekline, električni udarec, poškodbe pri eksplozijah.

3.1.5 Zaščita pred hrupom

Gradbeni objekt mora biti projektiran in zgrajen tako, da je hrup, ki ga zaznavajo stanovalci ali okoliški ljudje, zmanjšan do takšne mere, da ne ogroža njihovega zdravja in jim daje zadovoljive pogoje za spanje, počitek in delo.

3.1.6 Varčna raba energije in toplotna zaščita

Gradbeni objekt in njegove naprave za ogrevanje, hlajenje in zračenje morajo biti projektirane in zgrajene tako, da je pri uporabi potrebna količina energije nizka, upoštevajoč klimatske pogoje lokacije in primerno toplotno udobje stanovalcev.

3.1.7 Trajnostna raba naravnih virov

Ta kategorija je začela veljati z novo Direktivo o gradbenih proizvodih CPR in je stopila v veljavo 24. aprila 2011. V skladu z njo morajo biti gradbeni objekti načrtovani, grajeni in rušeni tako, da je raba naravnih virov trajnostna in da se zagotovi predvsem:

- ponovno uporabo ali možnost recikliranja gradbenih objektov in gradbenega materiala po zrušenju,
- trajnost gradbenih objektov,
- uporabo okoljsko združljivih surovin in sekundarnih materialov v gradbenih objektih.
[A. Mauko, M. Japelj; Od odpadkov do gradbenih proizvodov]

3.2 ZNAK CE

Z vstopom Republike Slovenije v Evropsko unijo so začeli veljati določeni členi Zakona o gradbenih proizvodih in njegovi podzakonski predpisi, ki predpisujejo obvezno označitev gradbenih izdelkov z znakom CE. Namestitev znaka CE v gradbeništvo pomeni, da izdelek ustreza zahtevam harmoniziranega evropskega standarda ali evropskemu tehničnemu soglasju.

Ko izdelovalec označi svoj izdelek z oznako CE, na lastno odgovornost izjavlja, da je ta izdelek skladen z vsemi zakonskimi zahtevami za pridobitev oznake CE in tako zagotavlja, da je ustrezen za prodajo na območju celotnega evropskega gospodarskega prostora (EGP, 28 držav članic EU in držav EFTA – Islandija, Norveška, Lihtenštajn in Švica) in Turčije. Oznaka CE ne navaja, da je bil izdelek narejen v evropskem gospodarskem prostoru, temveč

samo obvešča, da je bil izdelek ocenjen, preden je bil postavljen na trg, in da tako izpolnjuje zakonske zahteve za prodajo na trgu.

Izdelovalec je tisti, ki je odgovoren, da pripravi oceno skladnosti, sestavi tehnični spis, izda izjavo ES o skladnosti in pritrdi oznako CE na izdelek.

Okvirni pregled in postopki potekajo po naslednjem vrstnem redu:

- ugotavljanje, ali izdelek spada v skupino izdelkov, za katero se zahteva označevanje,
- izbira načina izvedbe postopka preverjanja skladnosti in izvedba preverjanja,
- izdelava tehnične dokumentacije oz. tehnične mape,
- izdaja deklaracije EC o skladnosti,
- pravilna označitev izdelka.

3.3 OKOLJSKI STANDARDI ISO 14000

ISO 14000 je serija standardov okoljskega upravljanja, ki jo je razvila in objavila mednarodna organizacija za standardizacijo ISO (ang. *International Organisation for Standardization*). Omenjeni standardi zagotavljajo smernice ali okvirje za podjetja, ki si želijo sistematizirati in izboljšati okoljsko upravljanje. Standardi ISO 14000 niso namenjeni pomoči pri izvrševanju okoljske zakonodaje in ne urejajo okoljske dejavnosti organizacij. Družina standardov ISO 14000 je osredotočena na upravljanje dejavnosti podjetja. Standardi pa tako ne postavljajo neposrednih zahtev za kakovost, ne določajo specifičnih stopenj zaščite pred onesnaževanjem, merljivih parametrov delovanja ipd. Upoštevanje teh standardov je prostovoljno.

Omenjena družina standardov naj bi podjetjem priskrbelo elemente učinkovitega sistema ravnanja z okoljem (ang. *Environment Management Systems, EMS*), ki se jih lahko poveže z drugimi zahtevami vodenja tako, da organizacijam pomagajo doseči tako okoljske kot ekonomske cilje. Namen teh in drugih mednarodnih standardov ni ustvarjanje netarifnih trgovskih ovir niti povečanje ali spreminjanje zakonskih obveznosti. (SIST 14004)

Družina standardov je bila razvita z nameni:

- boljšega upravljanja z okoljem,
- uveljavljanja širšega interesa javnosti in uporabnikov standarda,
- stroškovne učinkovitosti in prilagodljivosti, primerne za organizacije ne glede na njihovo velikost ali lokacijo,
- omogočenega izvajanja notranjega ali zunanjega preverjanja,
- zagotovitve znanstvene utemeljenosti, praktičnosti, koristnosti in uporabnosti.

Prednosti za podjetja pri izvajanju standardov ISO 14000 so:

- zmanjšanje negativnih okoljskih vplivov glede na okoljsko pravno ureditev,

- konkurenčna prednost na račun certifikacije podjetja po mednarodnem standardu,
- preglednost okoljskega delovanja, manjše poseganje in ocenjevanje tretjih oseb,
- integracija sistema upravljanja z okoljem s sedanjimi upravljavskimi sistemi podjetja ali sistemi upravljanja kakovosti,
- lažje izpolnjevanje zahtev do okolja v skladu z veljavno pravno ureditvijo.

Sprejete standarde delimo v dve skupini, ki obsegata:

- standarde organizacije: sistemi upravljanja z okoljem (EMS), okoljski pregledi (ang. *Environmental Auditing*) in ocenjevanje okoljskega delovanja (ang. *Environmental Performance Evaluation*);
- standarde za proizvode: označevanje okoljske primernosti proizvodov (ang. *Environmental Labeling*), določanje vplivov proizvodov v dobi trajanja (*LCA*) in okoljski vidiki v standardih za proizvode (ang. *Environmental Aspects in Product Standards*).

Čeprav se različni standardi ISO 14000 vzajemno podpirajo, se lahko za doseganje okoljskih ciljev neodvisno od ostalih uporabi tudi zgolj posamezen standard (ali več le-teh).

Pregled objavljenih standardov:

- **ISO 14001:** je svetovno najbolj priznan okvir za sisteme ravnanja z okoljem (EMS), ki pomaga organizacijam, da boljše upravljajo z vplivi svojih dejavnosti na okolje, in je namenjen dokazovanju dobrega okoljskega upravljanja;
- **ISO 14004:** dopolnjuje standard ISO 14001, in sicer z zagotavljanjem dodatnih smernic in uporabnih pojasnil;
- **ISO 14020:** obravnava več različnih pristopov okoljskih oznak in deklaracij, vključno z znaki za okolje (pečati za potrditev) samodeklariranih (ang. *Self-declared*) okoljskih zahtevkov in kvantificiranih okoljskih informacij o izdelkih in storitvah;
- **ISO 14031:** daje smernice o tem, kako lahko organizacija oceni svojo okoljsko učinkovitost. Standard obravnava tudi izbor ustreznih kazalnikov uspešnosti tako, da je uspešnost mogoče oceniti na podlagi kriterijev, ki jih določi vodstvo. Ti podatki se lahko uporabijo kot podlaga za notranje in zunanje poročanje o okoljski uspešnosti;
- **ISO 14040:** daje smernice o načelih in študijah LCA, ki organizaciji zagotavljajo informacije o tem, kako zmanjšati skupen okoljski vpliv lastnih izdelkov in storitev;
- **ISO 14063:** govori o smernicah in primerih okoljskega komuniciranja in pomaga podjetjem, da vzpostavijo pomemben stik z zunanjimi deležniki;
- **ISO 14064** (deli 1, 2 in 3): gre za mednarodne standarde za računanje in preverjanje toplogrednih plinov (ang. *Greenhouse Gas, GHG*), ki zagotavljajo niz jasnih in preverljivih zahtev v podporo organizacijam in zagovornikom projektov za zmanjšanje emisij toplogrednih plinov;

- **ISO 14065:** dopolnjuje standard ISO 14064 z določitvijo zahtev za akreditacijo ali prepoznavanje organizacij, ki se ukvarjajo z validacijo toplogrednih plinov (preko uporabe standarda ISO 14064 ali drugih ustreznih standardov oz. specifikacij);
- **ISO 19011:** okoljske revizije so pomembno orodje za ocenjevanje, ali se EMS pravilno izvaja in vzdržuje. Ta standard je koristen tako pri EMS-u kot pri reviziji vodenja kakovosti in daje napotke o načelih revidiranja, vodenju revizijskih programov, izvajanju revizij in o usposobljenosti revizorjev.

Družina standardov ISO 14000 se izvaja tako, da je v skladu s ciklom Planiraj – Izvedi – Preveri – Ukrepaj (ang. *Plan-Do-Correct-Act*, *PDCA*), na katerem temeljijo vsi sistemi vodenja standardov ISO. Spodaj so glede na svoje mesto v ciklu PDCA predstavljeni tudi grafično.

PDCA se lahko na kratko opiše kot:

- **planiraj:** vzpostavi cilje in procese, ki so potrebni za doseganje rezultatov in ki so v skladu z okoljsko politiko organizacije,
- **izvedi:** izvajaj procese,
- **preveri:** nadzoruj in meri procese glede na okoljsko politiko, okvirne in izvedbene cilje, zakonske in druge zahteve ter poročaj o rezultatih,
- **ukrepaj:** ukrepaj tako, da se učinek sistema ravnanja z okoljem nenehno izboljšuje.

V nadaljevanju bomo predstavili vsebino standardov ISO 14001:2004, ISO 14020:2000 (E), SIST EN ISO 14021:2002, ISO 14024:1999 (E), ISO 14025:2000 in ISO 14040:1997.

Preglednica 1: Družina standardov ISO 14000

Planiraj	Izvedi	Preveri	Ukrepaj
Izvajanje sistema ravnanja z okoljem	Izvajanje ocene življenjskega cikla in obvladovanje okoljskih vidikov	Izvajanje revizij in ovrednotenje okoljske uspešnosti	Komunikacija in uporaba okoljskih izjav in trditev
ISO 14050:2009	ISO 14040:2006	ISO 14015:2001	ISO 14020:2000
ISO 14001:2004	ISO 14044:2006	ISO 14031:1999	ISO 14021:1999
ISO 14004:2004	ISO/TR 14047:2003	ISO 19011:2002	ISO 14024:1999
ISO/DIS 14005	ISO/TS 14048:2002		ISO 14025:2006
			ISO/AWI 14033

Planiraj	Izvedi	Preveri	Ukrepaj
Reševanje okoljskih vidikov v proizvodih in standardih za izdelke		Ocenjevanje rezultatov toplogrednih plinov	
ISO guide 64:2008	ISO/TR 14049:2000	ISO 14064-3:2006	ISO 14063:2006
ISO/CD 14006	ISO/CD 14051	ISO 14065:2007	
	ISO/WD 14045		
	Upravljanje toplogrednih plinov		
ISO/TR 14062:2002	ISO 14064-1:2006	ISO/CD 14066	
	ISO 14064-2:2006		
	ISO/WD 14067-1		
	ISO/WD 14067-2		
	ISO/AWI 14069		

3.3.1 SIST EN ISO 14001:2005 [ISO 14001]

ISO 14001 je najbolj sprejet standard, in sicer predvsem zaradi svoje univerzalnosti, prilagodljivosti, oblike posebnosti in različnosti okolja, v katerem organizacije delujejo.



Slika 6: Model ravnanja z okoljem [ISO 14001]

Standard je sestavljen iz šestih poglavij, ki si sledijo v naslednjem vrstnem redu:

- 1) Področje standarda,
- 2) Zveza z drugimi standardi,
- 3) Izrazi in definicije,
- 4) Zahteve za sistem ravnanja z okoljem,
- 5) Dodatek A,
- 6) Dodatek B. [ISO 14001]

Področje standarda

Ta mednarodni standard podrobno določa zahteve za sistem ravnanja z okoljem, ki omogoča organizaciji razviti in izvajati politiko in cilje, ki upoštevajo zakonske zahteve in informacije o pomembnih okoljskih vidikih. Uporabiti naj bi ga bilo mogoče v organizacijah vseh vrst in velikosti ter ga prilagoditi različnim zemljepisnim, kulturnim in družbenim razmeram. Uspeh sistema je odvisen od zavezanosti na vseh ravneh in funkcijah, še posebej pa najvišjega vodstva. Sistem te vrste omogoča organizacijam razviti okoljsko politiko ter vzpostaviti cilje in procese, da izpolnijo zaveze v politiki. Obenem omogoča sprožanje potrebnih ukrepov za izboljšanje učinka ravnanja in dokazovanje, da sistem izpolnjuje zahteve tega mednarodnega standarda. Končni cilj tega standarda je podpreti varstvo okolja in preprečevati onesnaževanje v ravnovesju z družbeno-ekonomskimi potrebami. Poudariti velja, da je v okviru tega standarda mogoče obdelati več zahtev hkrati ali pa jih kadar koli ponovno obravnavati.

Zveza z drugimi standardi

Navedene ni nobene zveze z drugimi standardi.

Izrazi in definicije

V tem poglavju so predstavljeni izrazi in definicije, ki se pojavljajo v standardu. To poglavje je namenjeno izognitvi nesporazumov pri upoštevanju standarda.

Zahteve za sistem ravnanja z okoljem

V četrti točki je standard razdeljen na več delov, in sicer na:

- splošne zahteve,
- okoljsko politiko,
- planiranje,
- izvajanje in delovanje,
- preverjanje,
- vodstveni pregled.

Največ pozornosti standard v tem delu namenja izvajanju in delovanju, ki sta razdeljena na več delov. Predstavljene so naloge, ki jih mora vodstvo oz. podjetje izvajati (obvladovanje

delovanja in odziv na izredne razmere), in različni segmenti oz. elementi, ki jih mora vodstvo oz. podjetje zagotavljati (viri, usposabljanja, komunikacija itd.).

Dodatek A

Besedilo v tem dodatku je zgolj informativno. Njegov namen je preprečiti napačno razlago zahtev, ki jih vsebuje četrta točka tega mednarodnega standarda. Čeprav se te informacije nanašajo na zahteve omenjene točke, pa njihov namen ni dodajanje, odvzemanje ali kakršno koli spreminjanje teh zahtev. [SIST EN ISO 14001, 2004]

Dodatek B

Dodatek B se nanaša na primerjavo med ISO 14001:2004 in ISO 9001:2000. Predstavljeni sta dve tabeli, ki prikazujeta široko tehnično ujemanje omenjenih standardov. Cilj primerjave je prikazati, da se v organizacijah, ki že izvajajo katerega od mednarodnih standardov, lahko tudi ta dva sistema uporabljata skupaj. [SIST EN ISO 14001, 2004]

Standard se naslanja na filozofijo, da je postavljena okoljska politika, ki prinaša izboljšave in napredek, najboljša za okolje. Izboljšan nadzor procesnih operacij omogoča sledenje v skladu z okoljevarstvenimi zahtevami in znižuje stroške. Podjetja, ki imajo že nekaj časa uveljavljen sistem ravnanja z okoljem, ugotavljajo, da so se jim znižali stroški energentov, porabe vode, odstranjevanja odpadkov itd. Sicer pa postavitve sistema zahteva veliko znanja in včasih tudi angažiranost zunanjih strokovnjakov.

3.3.2 ISO 14020:2000 (E) [ISO 14020]

Okoljske oznake in deklaracije so eno od orodij za upravljanje z okoljem, ki je predmet serije standardov ISO 14000.

Okoljske oznake in izjave podajajo informacije o proizvodu ali storitvi v povezavi s celotnim okoljskim značajem, določenim okoljskim vidikom ali s poljubnim številom vidikov. Kupci in potencialni kupci lahko te informacije, ki so vezane na okoljske in druge dejavnike, uporabljajo oz. koristijo pri izbiri izdelkov ali storitev. Ponudniki proizvodov ali storitev pa si seveda pri tem želijo, da bi okoljske oznake ali izjave pozitivno vplivale na odločitev kupcev o nakupu. V kolikor ima okoljska označba ali izjava tak učinek, se lahko tržni delež proizvoda ali storitve poveča in se lahko drugi izvajalci oz. ponudniki prav tako odzovejo z izboljšanimi okoljskimi vidiki svojih proizvodov ali storitev.

Ta mednarodni standard določa vodilna načela za razvoj in uporabo okoljskih oznak in deklaracij. Namen je, da se drugi veljavni standardi v seriji ISO 14000 uporabljajo skupaj s tem standardom, pri čemer velja poudariti, da slednji nikakor ni namenjen specifikacijam za certificiranje in registracije. Drugi mednarodni standardi v tej seriji naj bi bili v skladu z načeli, določenimi v tem standardu.

Splošni cilj okoljskih oznak in deklaracij je sporočanje preverljivih in točnih informacij, ki niso zavajajoče glede okoljskih vidikov proizvoda ali storitve, ter spodbujanje povpraševanja in ponudbe proizvodov in storitev, ki manj obremenjujejo okolje, s čimer se dodatno spodbuja možnost za tržno usmerjeno kontinuirano izboljševanje kakovosti okolja.

3.3.3 SIST EN ISO 14021:2002 [ISO 14021]

Samodeklarirane okoljske trditve ustvarjajo proizvajalci, uvozniki, distributerji ali kdor koli drug, ki ima od njih korist. Okoljske trditve v zvezi s proizvodi so lahko predstavljene v obliki izjave, simbola ali slike na produktu, embalaži, v navodilih za uporabo, v oglasih, na spletu itd.

Pri samodeklariranih okoljskih trditvah je zagotavljanje zanesljivosti ključnega pomena. Pomembno je, da je preverjanje v izogib negativnim marketinškim učinkom, kot so trgovske ovire ali nelojalna konkurenca, pravilno izvedeno. Metode ocenjevanja, ki se uporabljajo za okoljske trditve, morajo biti jasne, transparentne, znanstveno utemeljene in dokumentirane, tako da lahko kupci ali potencialni kupci zanesljivo prepoznajo veljavnost navedenih trditvev.

Ta mednarodni standard določa zahteve za samodeklarirane okoljske trditve, vključujoč izjave, simbole in slike, vezane na proizvode. Opisuje tudi določene termine, ki se pogosto uporabljajo v okoljskih trditvah. Ta standard prav tako opisuje splošne metode ocenjevanja in preverjanja samodeklariranih okoljskih trditvev ter specifične metode ocenjevanja in preverjanja za izbrane trditve v tem standardu.



Slika 7: Univerzalni znak za recikliranje

3.3.4 ISO 14024:1999 (E) [ISO 14024]

Obstaja več vrst pristopov k okoljskemu označevanju. Ta okoljski standard se navezuje na tip I okoljskih znakov in dodeljuje okoljski znak izdelkom, ki izpolnjujejo niz vnaprej določenih zahtev. Oznaka tako opredeljuje proizvode, ki so v določeni kategoriji opredeljeni kot okoljsko bolj zaželeni.

Okoljski znaki tipa I so prostovoljni, z njimi pa lahko upravljajo tako javne kot zasebne agencije (nacionalne, regionalne in mednarodne).

Ta mednarodni standard vzpostavlja načela in postopke za razvoj programa okoljskih oznak tipa I, vključno z izbiro kategorij, okoljskih meril in funkcionalnih lastnosti izdelkov, ter za ocenjevanje in dokazovanje skladnosti. Ta standard prav tako vzpostavlja postopke certificiranja za podelitev oznak.

3.3.5 ISO 14025:2000 [ISO 14025]

Namen tega tehničnega poročila je določiti in opisati dele in probleme v zvezi z okoljskimi znaki tipa III in ustreznimi programi. Obenem je njegov namen zagotavljati informacije na določenih področjih, kjer med strokovnjaki obstajajo splošna soglasja.

Okoljsko deklaracijo tipa III lahko opišemo kot “kvantificirane informacije o okoljskem življenjskem ciklu proizvoda, priskrbljene s strani proizvajalca, ki temeljijo na neodvisnem preverjanju zunanjih izvajalcev (ang. *Third party*) in sistematičnih podatkih, predstavljenih v obliki nizov kategorij parametrov”.

Standard je sestavljen iz naslednjih točk:

- Področje standarda,
- Zveza z drugimi standardi,
- Izrazi in definicije,
- Cilji okoljskih deklaracij tipa III,
- Tehnični premislek,
- Prispevek zainteresiranih strani,
- Format deklaracije in komunikacija,
- Postopki za vzpostavitev okoljskih deklaracij tipa III in programov,
- Dodatek A,
- Dodatek B.

Področje standarda

Standard ISO 14025 prepoznava in opisuje elemente in vprašanja v zvezi z okoljskimi deklaracijami tipa III in ustreznimi programi, vključno s tehničnimi vidiki, formati deklaracij, komunikacijo ter upravnimi razlogi za razvijanje in/ali izdajanje okoljskih deklaracij tipa III.

Zveza z drugimi standardi

Ta dokument vsebuje določbe iz drugih standardov. Stranke sporazumov, ki temeljijo na tehničnih poročilih, pa se spodbuja, da proučijo možnost uporabe najnovejših izdaj normativnih dokumentov, navedenih v nadaljevanju:

- ISO 14020:1998, Okoljske označbe in deklaracije – Splošna načela,
- ISO 14021:1999, Okoljske označbe in deklaracije – Okoljsko samodeklariranje (okoljsko označevanje II. vrste),
- ISO 14024:1999, Okoljske označbe in deklaracije – Okoljsko označevanje I. vrste – Načela in postopki,
- ISO 14040:1997, Ravnanje z okoljem – Ocenjevanje življenjskega cikla – Načela in okviri,
- ISO 14041:1998, Ravnanje z okoljem – Ocenjevanje življenjskega cikla – Cilji in področja uporabe ter analiza inventarja,
- ISO 14042:2000, Ravnanje z okoljem – Ocenjevanje življenjskega cikla – Presoja vplivov življenjskega cikla,
- ISO 14043:2000, Ravnanje z okoljem – Ocenjevanje življenjskega cikla – Razlaga življenjskega cikla.

Cilji okoljskih deklaracij tipa III

Splošni cilj okoljskih oznak in deklaracij je preko preverljivih, točnih in nezavajajočih informacij spodbuditi povpraševanje in ponudbo proizvodov in storitev, ki manj obremenjujejo okolje in s tem omogočajo nenehno izboljševanje.

Tehnični premislek

V skladu z načeli standarda ISO 14020 mora metodologija za razvoj okoljskih deklaracij tipa III temeljiti na znanstvenih in inženirskih pristopih, ki lahko natančno izražajo okoljske vidike in informacije. To tehnično poročilo predstavlja trenutno stanje podatkov in izkušenj v zvezi z okoljskimi deklaracijami tipa III. Prav tako je v tej točki predstavljenih nekaj vprašanj, ki jih je potrebno rešiti.

Prispevek zainteresiranih strank (ang. *Interested-party input*)

Pri procesu razvoja okoljskih deklaracij in programov tipa III standard vključuje odprto posvetovanje z zainteresiranimi stranmi. Potrebno je razumno prizadevanje za doseg soglasja skozi celoten proces, pri čemer obstaja za vključitev zainteresiranih strank v proces več namenov in priložnosti.

V tej točki so tudi opisane predlagane ravni vključevanja strank, morebitne možnosti za obravnavanje vložkov zainteresiranih strank in koncepti za vzpostavitev zahtev po informacijah o določenem proizvodu.

Oblika deklaracij in komunikacija

Podatki za komunikacijo morajo biti primerni kategoriji proizvoda in ciljni javnosti, hkrati pa morajo vsebovati pomembne informacije o okolju. Usklajevanje predstavitev in zahtev za

osnovne informacije znotraj določene kategorije proizvodov je rezultat medsebojnega dogovora zainteresiranih strani. Zunanja komunikacija sledi splošnim načelom in oblikam, določenim v odprtem posvetovanju z zainteresiranimi stranmi, s čimer se olajša primerljivost okoljskih deklaracij tipa III.

V tej točki so podrobneje opisani:

- ugotavljanje uporabnikovih potreb po informacijah,
- oblike in modeli okoljskih deklaracij tipa III,
- vprašanja za obravnavo pri oblikovanju deklaracij,
- komuniciranje okoljskih deklaracij tipa III z drugimi okoljskimi oznakami,
- raziskave in izkušnje.

Postopki za vzpostavitev okoljskih deklaracij tipa III in programov

Pri razvoju okoljskih deklaracij tipa III so možni vsaj trije koraki: priprava deklaracije, preverjanje, ali so bile uporabljene ustrezne metode, ter potrditev ustreznih metod in uporabe pravih informacij. Postopki, potrebni za razvoj deklaracij, se lahko zelo razlikujejo tako glede na sektor kot glede na program.

Postopki, povezani z razvojem in uporabo okoljskih deklaracij tipa III, vključujejo odgovore na naslednja vprašanja:

- a) Kdo bo razvil okoljske deklaracije tipa III?,
- b) Kdo (če kdo) je vključen v certificiranje okoljskih deklaracij tipa III?,
- c) Ali bo razvijalec deklaracije izpolnjeval določena merila za dokončanje razvojnega dela?,
- d) Kako, če sploh, se lahko delo, opravljeno v eni državi, uporabi tudi v drugi državi?,
- e) Kako so lahko razvojne zmogljivosti za dokončanje dela uporabljene v drugih državah?.

Ta točka prav tako opisuje vlogo javnih in zasebnih organizacij, ki lahko upravljajo z omenjenimi okoljskimi deklaracijami, in vključuje naslednje dodatne podtočke:

- vzpostavitev minimalnih programskih zahtev,
- izbor kategorij proizvodov,
- povezane zahteve,
- certificiranje,
- akreditacije,
- vzajemno priznavanje,
- prenos tehnologije,
- redni pregled.

Dodatek A

Dodatek A predstavlja pregled metodologij in njihovih vlog v okoljskih deklaracijah tipa III, pri čemer vpogledu v analizo življenjskega cikla sledi pregled alternativnih metodologij za analizo rezultatov LCI.

Dodatek B

V tabelah dodatka B so prikazani primeri vlog posameznih organizacij, ki so vpletene v program okoljskih deklaracij tipa III.

Poleg okoljskih oznak tipa III poznamo še okoljske oznake tipa I in tipa II. Razlike so predstavljene v spodnji preglednici.

Preglednica 2: Razlike med različnimi tipi oznak

Primerjava različnih tipov označevanja	Okoljsko označevanje tipa I	Samodeklarirane okoljske trditve tipa II	Okoljsko označevanje tipa III
Informacije	Kvalitativne	Kvalitativne/količinske	Količinske
Območje	Posebni izdelki	Vsi izdelki in storitve	Vsi izdelki in storitve
Preverjanje kakovosti	Preverjanje telesa za ekološko označevanje	/	Certificiranje tretjih oseb
Sprejemnik	Potrošniki	Potrošniki/profesionalni kupci	Profesionalni kupci

3.3.6 ISO 14040: 1997 [ISO 14040]

Povečano zavedanje o pomembnosti okoljskega varovanja in možnih vplivih, povezanih z izdelanimi in uporabljenimi proizvodi, je povečalo zanimanje za razvoj metod, s katerimi lahko bolje razumemo in zmanjšujemo te vplive. Ena od metod, vzpostavljenih v ta namen, je analiza življenjskega cikla (LCA). Ta mednarodni standard opisuje načela in okvirje za izvajanje in poročanje študij LCA in vključuje nekatere minimalne zahteve.

LCA je tehnika za ocenjevanje okoljskih vidikov in potencialnih vplivov, povezanih s produktom, tako da se:

- pripravi popis pomembnih vhodov (ang. *Input*) in izhodov (ang. *Output*) v in iz sistema produkta,
- ocenjuje potencialne okoljske vplive, povezane z omenjenimi vhodi in izhodi,
- interpretira rezultate analize popisa in faze ocenjevanja vplivov skladno s cilji študije.

LCA proučuje okoljske vidike in morebitne vplive skozi “življenje” proizvoda (od zibelke do groba) od pridobivanja surovin, skozi proizvodnjo do uporabe proizvoda in odpada (kot omenjeno v 1. točki). Splošne kategorije okoljskih vplivov, ki zahtevajo razmislek, pa vključujejo rabo virov, zdravje ljudi in ekološke posledice.

LCA pomaga pri:

- odkrivanju priložnosti za izboljšavo okoljskih vidikov v različnih točkah življenjskega cikla proizvoda,
- odločanju v industriji, vladnih in nevladnih organizacijah (npr. strateško načrtovanje, vzpostavitev prioritet, oblikovanje oz. preoblikovanje proizvodov ali procesov),
- izboru ustreznih kazalnikov okoljske uspešnosti, vključno z merilnimi tehnikami,
- marketingu (npr. okoljske trditve, okoljske deklaracije proizvodov itd.).

LCA je ena od številnih tehnik za upravljanje z okoljem (kot npr. ocenjevanje uspešnosti, okoljske presoje in ocenjevanje okoljskih vplivov), pri čemer velja poudariti, da je najbolj primerna za uporabo v vseh situacijah.

Ker imajo vse tehnologije omejitve, je pomembno, da se jih zavedamo in jih tudi razumemo. Omejitve LCA so naslednje:

- narava izbire in predpostavk v LCA (npr. okvir sistema, kategorije vplivov itd.) je lahko subjektivna,
- modeli, ki se uporabljajo za analizo zalog (ang. *Inventory analysis*) ali za ocenjevanje okoljskih vplivov, so omejene predpostavke, ki niso nujno prisotne pri vseh potencialnih vplivih ali aplikacijah,
- rezultati študij LCA, osredotočeni na lokalna in globalna vprašanja, ne predstavljajo nujno ustreznih in primernih aplikacij, prav tako obstaja verjetnost, da lokalne razmere niso ustrezno zastopane preko regionalnih razmer,
- natančnost LCA študij je lahko omejena z dostopnostjo in razpoložljivostjo ustreznih oz. kvalitetnih podatkov,
- pomanjkanje prostorskih in časovnih odločitev pri evidenčnih podatkih (ang. *Inventory data*) uvaja negotovost pri rezultatih učinka. Ta negotovost se spreminja s prostorskimi in časovnimi značilnostmi posamezne kategorije vplivov.

Na splošno bi se naj informacije, razvite v študiji LCA, uporabljalo kot del celovitega procesa odločanja ali pa za razumevanje širših oz. splošnih kompromisov. Rezultati različnih študij LCA so primerljivi le, če so predpostavke in konteksti vsake študije enaki. Sicer pa bi bilo potrebno te domneve zaradi transparentnosti tudi izrecno navesti.

Obravnava standard vsebuje naslednje točke:

- Področje standarda,

- Zveza z drugimi standardi,
- Izrazi in definicije,
- Splošni opis LCA,
- Metodološki okvir,
- Poročanje,
- Kritični pregled.

Področje standarda

Ta mednarodni standard določa splošni okvir načel in zahtev za izvajanje in poročanje študij ocen_življenjskega cikla, ne opisuje pa tehnike ocenjevanja življenjskega cikla.

Zveza z drugimi standardi

Standard v tem delu navaja standard ISO 14041, Ravnanje z okoljem – Ocenjevanje življenjskega cikla – Opredelitev cilja in področja ter analiza življenjskega cikla.

Izrazi in definicije

V tem poglavju so predstavljeni izrazi in definicije, ki se pojavljajo v standardu. To poglavje je namenjeno izognitvi nesporazumov pri upoštevanju standarda.

Splošni opis LCA

V tej točki so opisane ključne značilnosti analize življenjskega cikla. Narejen je seznam, ki povzema nekatere pomembnejše lastnosti metodologije LCA. Prav tako so v tej točki opisane vse faze LCA.

Metodološki okvir

Metodološki okvir sestavlja več delov, in sicer:

- definicija cilja in področja,
- analiza inventarja življenjskega cikla,
- ocena vplivov življenjskega cikla,
- interpretacija življenjskega cikla.

Poročanje

Rezultati LCA morajo biti pravično, celovito in natančno predstavljeni javnosti. Vrsta in oblika se določita v fazi področja študije.

Rezultati, podatki, metode, predpostavke in omejitve morajo biti pregledni in dovolj podrobno predstavljeni, s čimer se bralcem omogoči razumevanje zapletenosti in kompromisov, ki jih vključuje študija LCA.

V nadaljevanju standarda je opisano, katere vidike naj zajema poročilo tretjih strank.

Kritični pregled

Kritični opis sestavljajo trije deli, in sicer:

- splošen opis kritičnih pregledov,
- potreba po kritičnem pregledu,
- postopki kritičnih pregledov.

3.4 UREDBA O ZELENEM JAVNEM NAROČANJU

Zeleno javno naročanje je orodje, ki omogoča, da se ob porabi javnih sredstev poleg ekonomskih vidikov upoštevajo tudi okoljski vidiki, s čimer se ta javno-finančni instrument uporablja za zasledovanje ciljev okoljske politike.

Javna naročila spadajo med najpomembnejše dele javnih financ. Iz Statističnega poročila o javnih naročilih izhaja, da so slovenski naročniki leta 2013 preko javnih financ naročili blaga, storitev in gradenj v vrednosti 2.715.866.532 evrov [Statistično poročilo o javnih naročilih]. Sicer pa velja omeniti, da se javne finance v zadnjem desetletju zelo pogosto uporablja za doseganje ciljev na področju okolja, socialne politike, razvoja inovacij in spodbujanja podjetništva.

Zelena javna naročila so pomemben instrument za:

- spodbujanje zelenega trga (povečan obseg ponudbe, znižane cene proizvodov ali storitev, nove tehnologije ter novi proizvodi in storitve),
- dajanje zgleda zasebnemu sektorju in potrošnikom (družbeno in okoljsko odgovorno ravnanje),
- zmanjševanje negativnih vplivov na okolje,
- zagotavljanje gospodarne rabe javnih sredstev (zunanji stroški, stroški v celotni življenjski dobi).

Uredba določa obvezne minimalne okoljske zahteve za zeleno javno naročanje (t. i. temeljne okoljske zahteve) in priporočila za višje okoljske standarde (t. i. dodatne okoljske zahteve). Temelji na priločniku Evropske komisije, naslovljenem GPP training toolkit.

Uredba izpostavlja okoljske vidike, ki jih morajo naročniki upoštevati pri oddaji javnih naročil, in opredeljuje način njihovega upoštevanja za enajst različnih skupin predmetov naročanja. Okoljski vidiki so v postopku javnega naročanja vključeni v različno dokumentacijo, in sicer z opredelitvijo predmeta javnega naročila, tehničnih specifikacij, pogojev za ugotavljanje sposobnosti ponudnika, meril za izbor najugodnejše ponudbe in pogodbениh določil. Predmeti naročanja, za katere je javno naročanje obvezno, so:

- električna energija,
- živila, pijače, kmetijski pridelki za prehrano in gostinske storitve,

- pisarniški papir in higienski papirnati proizvodi,
- elektro-pisarniška oprema,
- avdio-video oprema,
- hladilniki, zmrzovalniki in njihove kombinacije, pralni stroji, pomivalni stroji in klimatske naprave,
- stavbe,
- pohištvo,
- čistila, storitve čiščenja in storitve pranja perila,
- osebna in transportna vozila ter storitve avtobusnega javnega prevoza,
- pnevmatike.

3.4.1 STAVBE

Področje stavb pri zelenih javnih naročilih določa Priloga 7. Le-ta se uporablja, kadar je predmet javnega naročila:

- projektiranje idejne zasnove, idejnega projekta, projekta za pridobitev gradbenega dovoljenja, projekta za izvedbo ali projekta izvedenih del za novogradnjo, dozidavo, nadzidavo in rekonstrukcijo (CC-SI 1), razen če to prepoveduje predpis, ki ureja varstvo kulturne dediščine;
- gradnja stavbe (CC-SI 1), redno ali investicijsko vzdrževanje stavbe (CC-SI1) ter nakup, vgradnja oz. montaža naprav in proizvodov v stavbi (CC-SI 1). [Priloga 7]

Temeljne okoljske zahteve za fazo projektiranja

Pri temeljnih okoljskih zahtevah za fazo projektiranja mora naročnik določiti predmet javnega naročanja tako, da je iz opisa predmeta jasno razvidno, da so predmet javnega naročanja storitve, ki zagotavljajo manjše obremenjevanje okolja, in da se pri oddaji javnega naročila upoštevajo temeljne okoljske zahteve iz te priloge (Priloge 7).

Predmet naročanja oz. ponudnik lahko zadosti pogojem za ugotavljanje sposobnosti tako, da ima usposobljeno projektno skupino oz. projektanta, ki zna upoštevati vidike učinkovite rabe energije, obnovljivih virov, zagotavljanja zdravih bivanjskih in delovnih razmer, pri čemer ponudnik k ponudbi priloži ustrezne reference oz. dokazila, iz katerih izhaja, da projektna skupina ponudnika izpolnjuje zahteve.

Naročnik v tehničnih specifikacijah poleg ostalih zahtev, ki se nanašajo na predmet javnega naročila, določi rešitve, ki jih mora vključevati projektna dokumentacija (učinkovita raba energije, obnovljivih virov in vode, ravnanje z odpadki ter zagotavljanje zdravih bivalnih in delovnih razmer). Ponudnik mora za dokazovanje k ponudbi priložiti izjavo, da v projektne dokumentaciji izpolnjuje zahteve.

V primeru določenih stavb bi naj delež lesa ali lesnih tvoriv, vgrajenih v stavbo, znašal vsaj 30 % prostornine vgrajenih materialov. Ta delež se je kasneje zmanjšal na 15 % prostornine, in sicer ob pogoju, da ponudnik nadomesti preostalih 15 % s proizvodi, ki imajo oznake tipa III ali tipa I. [Uredba o zelenem javnem naročanju, Priloga 7] Za dokazovanje mora ponudnik priložiti izjavo, da so zahteve v projektni dokumentaciji izpolnjene, ter tabelo, iz katere sta razvidna prostornina in delež vgrajenih materialov.

Tehnične specifikacije prav tako določajo, da mora ponudba za projektiranje projekta za izvedbo zagotoviti, da emisije hlapnih organskih spojin v gradbenih proizvodih, ki bodo uporabljeni pri gradnji, ne smejo presežati vrednosti, določenih v evropskem standardu za določitev emisij (SIST EN ISO 16000-9, SIST EN ISO 16000-10, SIST EN ISO 16000-11). Prav tako mora ponudba zagotoviti, da bo vsa vodovodna napeljava v stavbi opremljena s tehnologijo za varčevanje z vodo. Tako kot v prejšnjih primerih, mora tudi tukaj ponudnik priložiti izjavo, da so zahteve v projektni dokumentaciji izpolnjene.

Po spremembi Uredbe leta 2013 sta od štirih okoljskih meril za izbor ostali samo še dve, in sicer merilo “nižja poraba energije”, kjer mora naročnik dodatno podati postopek, in merilo “gradbeni proizvodi, ki temeljijo na obnovljivih ali recikliranih surovinah”, kjer se ponudbe nagradijo z dodatnimi točkami, če vključujejo obnovljive ali reciklirane surovine. Pri prvem merilu mora ponudnik za dokazovanje priložiti izjavo, v kateri navede največjo vrednost letne primarne rabe energije v stavbi, za katero bo projektiral projekt za pridobitev gradbenega dovoljenja ali projekt za izvedbo, pri drugem merilu pa mora k projektni dokumentaciji priložiti samo izjavo, da so zahteve izpolnjene.

V primeru, da ponudnik ne izpolnjuje pogodbenih obveznosti, začne naročnik ustrezne postopke za njeno prekinitev.

Temeljne okoljske zahteve za gradnjo, redno investicijsko vzdrževanje ter nakup, vgradnjo oz. montažo naprav in proizvodov

Naročnik lahko naroči predmet javnega naročila na naslednji način:

- gradnja stavbe, pri kateri se upoštevajo okoljski vidiki,
- redno vzdrževanje, pri katerem se upoštevajo okoljski vidiki,
- investicijsko vzdrževanje, pri katerem se upoštevajo okoljski vidiki,
- nakup ali vgradnja oz. montaža naprav in proizvodov z manj negativnimi vplivi na okolje.

Iz opisa predmeta mora biti razvidno, da je predmet javnega naročanja okoljsko manj obremenjujoča gradnja in da se pri oddaji naročila upoštevajo temeljne okoljske zahteve iz te priloge.

Pri tehničnih specifikacijah, ki se nanašajo na javna naročila, naročnik določi zahteve v zvezi z delom, ki jih je že opredelil v postopku javnega naročanja pri sestavi projektne dokumentacije. Ponudnik to dokazuje z izjavo v sklopu ponudbe.

Na podoben način ponudnik dokazuje, da emisije hlapnih organskih spojin (v gradbenih proizvodih) ne presegajo vrednosti, določenih v evropskih standardih, in da so izpolnjene zahteve, ki veljajo za stranišča.

V tehničnih specifikacijah so prav tako podane zahteve, da proizvodi ne vsebujejo žveplovega heksafluorida (SF_6), notranjih barv in lakov, ki vsebujejo hlapne organske spojine, in materialov na osnovi lesa, pri katerih so emisije formaldehida višje od zahtev za emisijski razred E1, kot jih opredeljujejo standardi SIST EN 300, 312, 662, 636, 13986. Ponudnik mora kot dokaz priložiti izjavo in tehnično dokumentacijo ali dokazilo, da so izpolnjene vse zahteve.

Les, ki se uporablja pri gradnji nosilne konstrukcije, ostrešja, fasadnih in notranjih oblog ali stavbnega pohištva, mora izvirati iz zakonitih virov. Pri tej točki ima ponudnik na voljo več različnih načinov dokazovanja.

Naročnik med pogodbeno določila vključi, da mora ponudnik priložiti oz. opredeliti program in način usposabljanja upravljavca stavbe za energijsko učinkovito uporabo stavbe. Prav tako mora ponudnik najkasneje pri primopredaji objekta naročniku posredovati tehnično dokumentacijo. Pred primopredajo mora biti izveden tudi preizkus zračne prepustnosti. V primeru, da pogodbene obveznosti niso izpolnjene na način, predviden v pogodbi o izvedbi javnega naročila, začne naročnik ustrezne postopke za njeno prekinitvev.

Komentar Uredbe o zelenem javnem naročanju

Država z Uredbo o zelenem javnem naročanju podjetjem sporoča, da podpira njihovo vlaganje v razvoj učinkovitih rešitev na področju trajnostne gradnje. S svojim finančnim vložkom predstavlja zgled in spodbuja razvoj novih tehnologij, ki bi bile bolj zanimive tudi za zasebni sektor. Z večjim povpraševanjem po naravnih "zelenih" izdelkih in tehnologijah pa se sčasoma znižujejo tudi cene teh proizvodov, ki na tak način postajajo vedno bolj dostopni.

Vendar Uredba o zelenem javnem naročanju na področju stavb še ni popolnoma zaživela, saj je zaenkrat v Sloveniji bolj malo tovrstnih zgrajenih primerov. Kot je razvidno iz modelov, uporabljenih v četrtem poglavju, so proizvodi, ki sodijo med "zelene", tudi nekoliko dražji od drugih izdelkov, zato zaenkrat tudi niso tako zanimivi za zasebni sektor. Sporno je tudi, da je v Uredbi les predstavljen kot edini okolju prijazen material in kot glavno merilo pri izbiri predmeta javnega naročanja, saj se s tem demotivira proizvajalce drugih gradbenih materialov za razvoj novih boljših tehnologij in okolju bolj prijaznih rešitev.

Čeprav trenutno v Sloveniji še ni veliko proizvajalcev izdelkov iz lesa in je večina proizvodov uvožena iz tujine, se počasi prebujata tudi ta trg.

Spodaj je predstavljen primer stavbe, ki je najbližje zahtevam Uredbe o zelenem javnem naročanju. Gre za mejni prehod za mednarodni promet Sočerga na meji s Hrvaško. Otvoritev prehoda je bila maja leta 2014. Za izgradnjo objekta so bila poleg sredstev državnega proračuna pomemben finančni vir tudi evropska sredstva Sklada za zunanje meje, ki je prispeval sredstva v višini 75 % celotne investicije. Osnovni gradbeni material je les, objekt pa je plod slovenskega znanja. V izgradnjo, ki je poleg objekta in notranje opreme vključevala tudi izgradnjo južne pilotne stene, je bilo vloženih 5,7 milijonov evrov.



Slika 8: Mejni prehod Sočerga [Mnz.gov.si]

3.5 ZNAKI ZA OKOLJE

Poznamo tri vrste znakov za okolje, ki se med seboj ločijo glede na način deklariranja, in sicer tip I, tip II in tip III.

Okoljska merila za dodeljevanje znaka tipa I so v skladu z zahtevami, ki so predstavljene v standardu ISO 14024, in so predpisana v odločbah Komisije, ki določa natančna okoljska merila za podelitev znaka za posamezno skupino izdelkov ali storitev. Za razliko od številnih drugih evropskih držav (Avstrija, Nemčija, Danska itd.) se do sedaj v Sloveniji ni izoblikoval, uporabljal ali uveljavil nacionalni okoljski znak. Kljub posameznim nacionalnim shemam pa je bila v Evropski uniji prepoznana potreba po izoblikovanju skupne evropske nalepke, ki bi bila prepoznavna in veljavna na celotnem evropskem trgu (v vseh državah članicah EU), njena podelitev pa bi temeljila na enotnih merilih. V ta namen je bila razvita Evropska prostovoljna shema za okoljsko nalepko Ecolabel.

Označbo Ecolabel lahko pridobi proizvod, ki je prepoznan v okviru skupine proizvodov, za katero obstajajo določeni pogoji oz. okoljska merila, ki jih mora izpolnjevati. Okoljski znak tipa I podeljuje akreditirana neodvisna institucija. V Sloveniji ta znak podeljuje Agencija Republike Slovenije za okolje (ARSO), ki pa za gradbene proizvode še ni formirala posebne skupine.



Slika 9: Primera mednarodnega in državnega okoljskega znaka [EU Ecolabel logo], [Austria Bio Garantie Logo]

Označbe tipa II in I smo podrobneje opisali že pri standardu SIST EN ISO 14021:2002 ter ISO 14024:1999 (E). Znake tipa III pa smo opisali v okviru standarda ISO 14025:2000 in pri evropskih proizvodnih deklaracijah EPD, kjer je bil predstavljen tudi en primer.

4 MODELI

Na podlagi zahtev, ki so opisane v sedmi prilogi Uredbe o zelenem javnem naročanju, bo v tej točki predstavljenih več konstrukcijskih sklopov, v okviru katerih se bo ugotavljalo, kako se materiali spreminjajo glede na zahtevane vgrajene količine lesa in lesnih tvoriv. Uporabili bomo tri različne vrste zahtev glede na prostornino vgrajenih materialov v konstrukcijski sklop, in sicer:

1. 15 % naravnega materiala + 15 % materiala z oznako tipa I ali III,
2. 30 % naravnega materiala,
3. 70 % naravnega materiala.

Prva in druga zahteva predstavljata trenutni in prvotni pogoj zelenega javnega naročanja določenih stavb. Prišlo pa je tudi do pobud, da bi delež vgrajenih naravnih materialov znašal 70 % prostornine konstrukcijskega sklopa. Sicer velja omeniti, da zahteva o 70-odstotnem deležu trenutno velja za zelena javna naročila za pohištvo.



Slika 10: Primer endoskeletne gradnje (levo) [dama-haus.si] in eksoskeletne gradnje (desno) [finance.si]

Modeli bodo v tej diplomski nalogi razdeljeni v dva razreda glede na vrsto nosilne konstrukcije. Uporabili bomo endoskeletno nosilno konstrukcijo, kjer je konstrukcija ločena in ni povsod neposredno povezana z ostalimi funkcionalnimi plastmi zunanjega ovoja (Slika 10, levo). Pri endoskeletni gradnji se uporabljajo vertikalni in horizontalni elementi, ki predstavljajo nosilno konstrukcijo in so lahko iz različnih materialov (npr. les, jeklo, armiran beton), vmes pa se lahko vstavi zidove v obliki plošč kot pri montažni gradnji, zidanih stenah, steklu ali drugih materialih. Ti zidovi niso nikoli nosilni, torej jih je enostavno podreti oz. odstraniti in postaviti drugam. Drugi obravnavan razred nosilnih konstrukcij je eksoskeletni, kjer je nosilna konstrukcija integriran del zunanjega ovoja. V tem primeru vlogo nosilne konstrukcije prevzamejo stene in plošče. Tako zaradi površin kot tudi zaradi materialov so eksoskeletne konstrukcije (slika 10, desno) težje od endoskeletnih. Za vsako od nosilnih

konstrukcij bomo naredili štiri različne konstrukcijske sklope, in sicer streho, zunanjo steno, medetažno konstrukcijo in notranjo delitev.

Zahteve se lahko upoštevajo na več načinov. Običajno se upoštevajo zahteve na naročilo. V primeru celotne konstrukcije se tudi zahteve nanašajo na celotno konstrukcijo in ne na posamezne dele (v računu tako ni potrebno upoštevati oz. obravnavati temeljev, plošče pritlične etaže in pod njo ležečih konstrukcij). V našem primeru bomo upoštevali samo zahteve za posamezne konstrukcijske sklope.

Mere obravnavanih modelov:

1. površina znaša 1 m^2 ,
2. debelina je odvisna od konstrukcijskega sklopa.

Pri modelih se bo poleg volumske vrednosti lesa in lesnih tvoriv spremljalo tudi toplotno prehodnost celotnega konstrukcijskega sklopa, Pri izračunu toplotne prehodnosti upoštevamo poleg toplotnega upora materialov, tudi vrednosti uporov mejnih zračnih plasti R_i -notranja in R_e zunanjo mejna plast ($R_e=0,04\text{m}^2\text{K/W}$, $R_i=0,13\text{m}^2\text{K/W}$). V našem primeru bomo obravnavali stanovanjski objekt, pri katerem bomo pazili, da bo toplotna prehodnost posameznega konstrukcijskega sklopa manjša ali enaka $0,28 \text{ W/m}^2\text{K}$ za zunanje stene ter $0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ za streho, medtem ko pri predelni steni ter medetažni konstrukciji predpostavimo da ločita dva ogrevana prostora.

Spremljali pa bomo tudi cene, ki bodo zapisane informativno, zaradi česar obstaja možnost razlikovanja oz. odstopanja. V cene niso bili všteti stroški prevoza, montaže in raznih pritrdil, bil pa je vštet davek na dodano vrednost (DDV).

4.1 KONSTRUKCIJSKI SKLOPI

Uredba o zelenem javnem naročanju se pri stavbah najbolj osredotoča na uporabo lesa in lesnih tvoriv, zato bomo najprej pregledali osnovne lastnosti lesa, razvoj njegove uporabe in njegovo vlogo v gradbeništvu.

Les se lahko uporablja v različne namene. V nekaterih državah (skandinavske države, Kanada, Japonska in ZDA) je gradnja lesenih objektov že tradicionalna. Pri nas pa je bil les od izuma armiranega betona nekoliko v zatonu. Sedaj se počasi ponovno uveljavlja. Les je še vedno prisoten v gradbeništvu, četudi so zgradbe zgrajene iz drugih materialov, in sicer je prisoten zlasti pri strešni konstrukciji, vratih, okvirjih in talnih, stropnih oz. zunanjih oblogah. Se pa v mnogih delih sveta in tudi pri nas povečuje število konstrukcij iz lesa. K temu največ pripomorejo nove tehnologije, ki so se razvile v zadnjih nekaj desetletjih.

Zelo zgodaj v 20. stoletju so se pojavili lesni kompoziti, kar je predvsem posledica razvoja sintetičnih lepil. Že med prvo svetovno vojno je prišlo do pojava vezanih plošč. Danes pa je

izraz lesni kompozit precej širok, saj se vanj uvršča iverne plošče, vlaknene plošče in vezan les. Slednji se nadalje deli na slojnat les in vezane plošče.

Vedno bolj se uporabljajo lamelirane lepljene konstrukcije, kjer je med seboj zlepljeno večje število manjših delov – lamel. Takšni elementi imajo izboljšane lastnosti glede dimenzijske stabilnosti ob spremembi vlage ali temperature, trdnosti in togosti ter omogočajo večje dimenzije prečnih prereзов in daljše nosilce (razponi tudi čez 100 m). Poleg tega jih je možno tudi bolj svobodno oblikovati.

V zadnjih letih je prišlo do razvoja novih sistemov. Predvsem so se uveljavili ploskovni elementi (križno lepljene lesene plošče), ki lahko hkrati opravljajo funkcijo nosilne in zaščitne konstrukcije. Njihovi sestavni deli so narejeni iz masivnega lesa in so ponavadi zlepljeni ali povezani med seboj z drugimi veznimi sredstvi. Uporabljajo se lahko kot stene, medetažne konstrukcije in strehe.

Suh les je organski material, ki je sestavljen iz celuloze (40–50 %), hemiceluloze (15–25 %) in lignina (25–30 %). Uporaba lesa je zelo široka – od parketa, stavbnega pohištva do celotnih zgradb (nosilna konstrukcija, izolacija, finalna obdelava). Les je lahek, nosilen, samoobnovljiv, energetsko varčen in vsestransko uporaben material. Zaradi svoje estetike in elegancije je zelo priljubljen tudi med arhitekti. Lesene zgradbe so prav tako zelo prijetne za bivanje.

Trajnost lesa je lastnost, ki pove, v kolikšni meri je les odporen na gnitje in razpadanje oz. koliko časa obdrži svoje prvotne lastnosti. Les je ob primernem vzdrževanju izredno trajen material. Na čistem in suhem zraku ali v vodi je tako les, v kolikor je zaščiten pred insekti, glivicami, vremenskimi vplivi (dež, sonce, sevanje UV-žarkov, zrak) in mehansko obrabo, praktično neomejeno trajen. Nekatere vrste lesa so bolj odporne in imajo daljšo uporabno dobo. Le-ta lahko v najugodnejših razmerah znaša tudi preko dva tisoč let.

Poznamo več vrst zaščite lesa, in sicer konstrukcijsko, kemično in površinsko. Pri konstrukcijski zaščiti je pomembno zagotoviti prost odtok vode (nagnjeni profili, pravilno oblikovani spoji itd.). O kemični zaščiti lesa govorimo takrat, ko v les vnesemo potrebno količino kemičnih snovi, ki so strupene za posamezne lesne škodljivce (zaščitna olja, vodotopne kemikalije, zaščitna sredstva, ki so topna samo v organskih topilih). Površinska zaščita lesa (sredstva za kemično zaščito lesa, lak emajli, lazure, laki) ima poleg zaščitne tudi dekorativno vlogo in lahko sledi predhodnima dvema zaščitama ali pa nastopa samostojno. [Matjaž Pavlič, Vekoslav Mihevc]

Kljub temu da je les gorljiv, obdrži ob požaru presenetljivo dobre mehanske lastnosti. Pri gorenju lesa se ne razvija veliko strupenih snovi, ne nastajajo razpoke in deformacije, les pa ostane v trdnem agregatnem stanju. Pri segrevanju lesa najprej izpari voda in se začne

sušenje. Ko nastopijo temperature višje od 100 °C, iz lesa izhajajo plini, ki vsebujejo okoli 70 % negorljivega CO₂ in 30 % ogljikovega monoksida (CO). Pri 275 °C reakcija postaja eksotermična z razvojem toplote in bogatim razvojem plinov. Z višanjem temperature se zmanjša količina plinov, a so skoraj vsi vnetljivi. Gorenje se vzdržuje, dokler je v okolici dovolj kisika, ker pa les slabo prevaja toploto in ker je plast lesenega oglja na površini toplotni izolator, lahko pride do samougasitve lesa. [Žarnić R. 2005]

Pri požaru se izkaže, da imajo lesene konstrukcije boljšo požarno odpornost kot nezaščitene jeklene konstrukcije (pri enaki nosilnosti).

4.1.1 Nosilna konstrukcija

Les se uporablja tako pri endoskeletnih kot eksoskeletnih konstrukcijah. Poznamo masivni žagan les, lameliran les, lameliran slojnat les, križno lamelirane plošče itd. Pri lesenih nosilnih konstrukcijah je najpomembnejša lastnost lesa trdnost, v neugodnem okolju pa je pomembna tudi odpornost proti biološkim škodljivcem. Ker je les naraven material, so njegove mehanske lastnosti odvisne predvsem od pogojev rasti. Zato je, preden se ga uporabi za gradnjo, potrebno ugotoviti oz. natančno oceniti, v kateri trdnostni razred spada določen element.

4.1.2 Toplotna izolacija

Vse bolj je priljubljena ekološka toplotna izolacija, ki jo odlikujejo izredne lastnosti. Poleg dobre toplotne izolativnosti nudi še izvrstno zvočno izolativnost in je odporna na ogenj. Trenutno je še nekoliko dražja od standardne izolacije, vendar je v marsičem boljša in prijazna zdravju in okolju. Največja prednost lesenih izolacij je do 3-krat večja toplotna kapaciteta, kot jo imajo standardne izolacije. Ta lastnost omogoča večji fazni zamik pri prehodu toplote, kar lahko pripomore k lažjemu uravnavanju notranjega toplotnega ugodja. Vendar pa je omenjeni učinek zelo odvisen od oblikovanja celotnega konstrukcijskega sklopa, saj pride do znatnih razlik v dinamičnem obnašanju temperature konstrukcijskega sklopa, temperature notranjega zraka in s tem posledično celotne stavbe, v kolikor je toplotna izolacija nameščena na zunanjo ali na notranjo stran glede na masivni zid ali na oblogo. Najbolj pogoste lesene toplotne izolacije so v obliki trdih plošč ali mehkejših lesnih vlaken, obstajajo pa tudi lesna vlakna oz. celuloza, ki se vpihuje oz. prši na stene (strojno vgrajevanje) ali preprosto nasuje. Celulozna toplotna izolacija je narejena (z mehanskim obdelovanjem) iz časopisnega papirja. Med procesom proizvodnje se dodajajo protipožarna in fungicidna sredstva. Pri vpihovanju pogosto nastopijo težave, saj pri nestrokovnem delu težko preverimo, če je bilo vpihovanje pravilno izvedeno in če so vlakna toplotne izolacije enakomerno razdeljena po notranjem zaprtem prostoru (še posebej v težje dostopnih mestih, vogalih in ožinah). Takšne vrste toplotne izolacije se prav tako proizvajajo med samim postopkom na licu mesta – za razliko od večine toplotnoizolacijskih materialov, ki so že tovarniško izdelani, s čimer sta v veliki meri zajamčeni kakovost in enostavnejša vgradnja.

4.1.3 Hidroizolacija

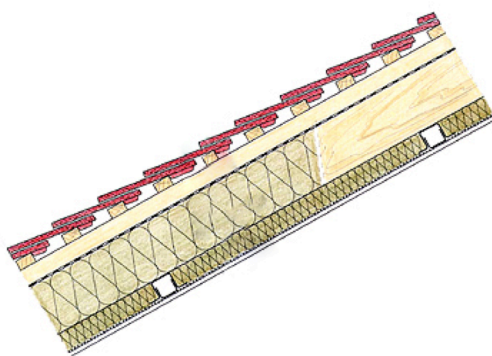
Les lahko uporabimo tudi kot debeloslojno zaščito pred vlago in vodo bodisi na zunanjih stenah bodisi na strehah (v posebnih pogojih). Poleg vloge hidroizolacije prevzema tudi estetsko vlogo. Pri takšnih fasadnih sistemih je najbolj priljubljena izvedba s prezračevanjem, tako da je med lesom in toplotno izolacijo zračni kanal. Pri lesenih fasadah je obvezna uporaba paropropustne folije, ki preprečuje, da bi voda (ki bi prišla preko lesenih letev) močila izolacijo, hkrati pa omogoča prehod vlage preko zidu v prezračevan kanal. Za dolgo obstojnost je zelo pomembna tudi izbira lesa. Najpogosteje uporabljen je les macesna (najbolj sibirski macesen), ki je dobro obstojen in odporen proti lesnim škodljivcem. Za razliko od drugih vrst lesa ga je tudi lažje vzdrževati, saj ga ni potrebno premazovati z zaščitnimi premazi. Podobne lastnosti kot macesen imajo tudi nekatere druge vrste, kot so na primer ameriška rdeča cedra in določene druge eksotične vrste. [Lesene fasade, 2011]

Les se je v preteklosti posebej v alpskem svetu uporabljal tudi za kritje streh. Lesena kritina ali skodle se v današnjem času uporabljajo predvsem pri starejših zaščitnih objektih. Življenjska doba skodel je odvisna od uporabljenega lesa in znaša nekje med dvajset in petdeset let.

4.2 ENDOSKELET

4.2.1 Streha

V prvem modelu bomo obravnavali navadno endoskeletno prezračevano streho z lesenimi špirovci in toplotno izolacijo med in pod špirovci. Za doseg različnih volumskih vrednosti lesa in lesnih tvoriv in izpolnjevanje zahtev Uredbe o zelenem javnem naročanju se v tem modelu spreminja samo vrsta toplotne izolacije.



Slika 11: Primer endoskeletne strehe [Knauf Insulation]

V prvem primeru gre za običajno stanovanjsko streho, kjer smo za toplotno izolacijo uporabili kameno volno. Lesa je v tem primeru dovolj, saj njegova volumska vrednost znaša 18,6 % glede na celoten konstrukcijski sklop. Pri izračunu toplotnega upora je potrebno upoštevati še zunanjo in notranjo mejno plast, da se lahko na koncu izračuna toplotna prehodnost, ki je v tem primeru znašala $0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Da je zadoščeno zahtevam v prvem primeru, moramo uporabiti tudi toplotno izolacijo, ki ima oznako tipa I ali III.

Preglednica 3: Sestava poševne endoskeletne strehe 1

Poševna streha 1	Debelina [cm]	[%]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Cena/m ² [€]
Strešna kritina	2	6,4	/		
Prečne letve (3x)	3/5	1,5	/		
Vzdolžne letve (prezračevalni kanal) 2x	5/8	2,6	/		
Paropropustna folija	0,1	0,3	/		
Deske	2	6,4	0,13	0,154	
Kamena volna	18	49,9	0,039	4,615	10,31
Špirovci	14/18	8,1	0,13		
Kamena volna pod špirovci	6	19,3	0,039	1,538	3,38
Al podkonstrukcija	0,1	0,3			
Parna ovira	0,1	0,3			
Mavčno-kartonske plošče	1,5	4,8	0,58	0,026	
Izvor materiala	Vol. [m ³]	[%]		R [m ² K/W]	Cena/m ² [€]
Skupaj	0,31 m ³	100		6,333	13,69
Les	0,0577 m ³	18,6	R+(R _{zn} +R _{not})	6,503	
			U [W/m ² K]	0,15	

Pri drugem primeru smo zaradi zahteve po 30-odstotni volumski vrednosti lesa in lesnih tvoriv in zavaljo boljše izolativnosti spremenili vrsto toplotne izolacije. Med špirovci smo uporabili EPS, ki ima nižjo toplotno prevodnost, in lesna vlakna za dosego zahteve po volumski vrednosti. V drugem primeru je bila prav tako izpolnjena zahteva o toplotni prehodnosti, ki je znašala $U=0,12 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Preglednica 4: Sestava poševne endoskeletne strehe 2

Poševna streha 2	Debelina [cm]	[%]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Cena/m ² [€]
Strešna kritina	2	6,4			
Prečne letve 3x	3/5	1,5			
Vzdolžne letve (prezračevalni kanal) 2x	5/8	2,6			
Paropropustna folija	0,1	0,3			
Deske	2	6,4	0,13	1,538	
EPS	18	49,9	0,035	5,143	18,66
Špirovci	14/18	8,1	0,13		
Lesna vlakna pod špirovci	6	19,3	0,04	1,5	7,68
Al podkonstrukcija	0,1	0,3			
Parna ovira	0,1	0,3			
Mavčno-krtonske plošče	1,5	4,8	0,58	0,026	
Izvor materiala	Vol. [m ³]	[%]		R [m ² K/W]	Cena/m ² [€]
Skupaj	0,31 m ³	100		8,207	26,34
Les	0,118 m ³	37,9	$R+(R_{zn}+R_{not})$	8,38	
			U [W/m ² K]	0,12	

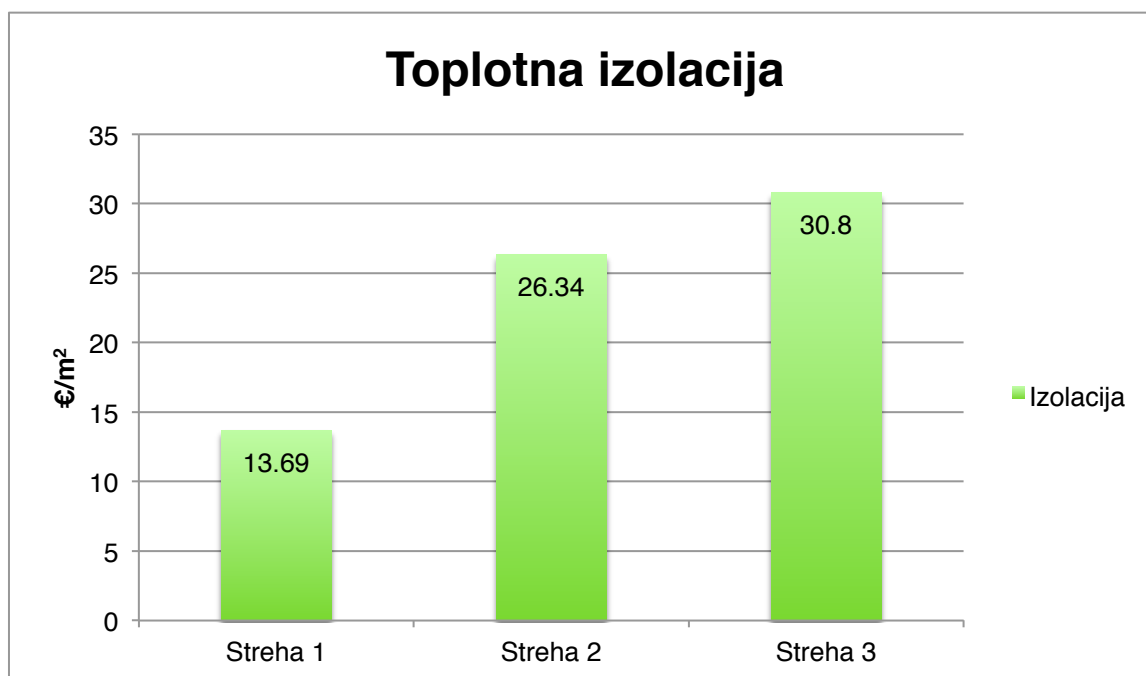
V tretjem primeru smo za doseg zahtev celotno toplotno izolacijo zamenjali z lesnimi vlakni, ki pa imajo nekoliko višjo toplotno prevodnost. Toplotna prehodnost pa je še zmeraj manjša od 0,20 W/(m²K), saj je znašala 0,16 W/(m²K). Z namestitvijo lesnih vlaken smo glede na celoten konstrukcijski sklop dobili 87,8-odstotni volumski delež lesa.

Preglednica 5: Sestava poševne endoskeletne strehe 3

Poševna streha 3	Debelina [cm]	[%]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Cena/m ² [€]
Strešna kritina	2	6,4			
Prečne letve 3x	3/5	1,5			
Vzdolžne letve (prezračevalni kanal) 2x	5/8	2,6			
Paropropustna folija	0,1	0,3			
Deske	2	6,4	0,13	0,154	
Lesna vlakna	18	49,9	0,04	4,5	23,1
Špirovci	14/18	8,1	0,13		
Lesna vlakna pod špirovci	6	19,3	0,04	1,5	7,68

Poševna streha 3	Debelina [cm]	[%]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Cena/m ² [€]
Al podkonstrukcija	0,1	0,3			
Parna ovira	0,1	0,3			
Mavčno-kartonske plošče	1,5	4,8	0,58	0,026	
Izvor materiala	Vol. [m ³]	[%]		R [m ² K/W]	Cena/m ² [€]
Skupaj	0,31 m ³	100		6,17	30,8
Les	0,273 m ³	87,8	R+(R _{zn} +R _{no})	6,35	
			U [W/m ² K]	0,16	

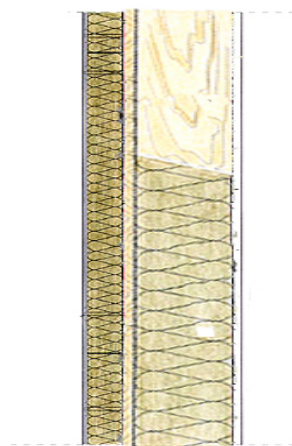
Pri konstrukcijskem sklopu strehe je razvidno, da se lahko na zelo enostaven način izpolnijo zahteve Uredbe o zelenem javnem naročanju. Toplotna prehodnost je v vseh primerih manjša od zahtevanih 0,20 W/(m²K). Večje razlike pa so bile opažene pri ceni, pri čemer je bila cena zadnjega modela v primerjavi s prvim celo do 2,2-krat večja. Poudariti je potrebno, da je cena toplotne izolacije precej odvisna od toplotne prevodnosti materiala ter načina in kraja izdelave le-tega. Precejšnja razlika v ceni je opazna že v primerjavi med kameno volno in EPS-om, in sicer predvsem zato, ker ima EPS manjšo toplotno prevodnost.



Slika 12: Primerjava cen toplotnih izolacij pri modelu endoskeletne poševne strehe

4.2.2 Zunanja stena

Endoskeletne zunanje stene so najbolj pogoste pri montažnih hišah in jih uporablja kar precej slovenskih proizvajalcev. Nosilna konstrukcija pri takšni gradnji predstavlja lesen okvir, ki je povezan tako v vertikalni kot v horizontalni smeri. Pri tej steni se toplotna izolacija nahaja med nosilno konstrukcijo ali na zunanji strani, v nekaterih primerih pa je lahko tudi na notranji strani. Takšne stene so tudi cenovno najbolj ugodne, hkrati pa zagotavljajo nizko porabo energije za ogrevanje ali hlajenje.



Slika 13: Slika endoskeletne zunanje stene

V prvem obravnavanem primeru je zahteva po 15-odstotni volumski vrednosti lesa zadoščena že s samo nosilno konstrukcijo, vmesno OSB ploščo in notranjo leseno stensko oblogo. S temi tremi elementi je namreč doseženih 17,9 %. Zaradi tega smo lahko za toplotno izolacijo izbrali kameno volno, ki pa mora imeti oznako tipa I ali III, da je zadoščeno še drugi zahtevi. Toplotna prehodnost je bila v prvem primeru precej nizka in je znašala $0,14 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, kar je precej manj od zahtevanih $0,28 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Preglednica 6: Sestava endoskeletne zunanje stene 1

Zunanja stena 1	Debelina [cm]	[%]	λ [W/mK]	R [$\text{m}^2\text{K}/\text{W}$]	Cena/ m^2 [€]
Končni sloj in armaturna mrežica	1	3,2	0,8	0,01	
Kamena volna	10	32,1	0,039	2,56	16,15
OSB plošča	1,5	4,8	0,14	0,11	
Kamena volna	16	46,2	0,039	4,1	9,01
Lesena nosilna konstrukcija	16X10	5,1	0,13		
Parna ovira	0,2	0,6			
Stenske obloge iz lesa	2,5	8	0,13	0,19	26,73

Izvor materiala	Vol. [m ³]	[%]		R [m ² K/W]	Cena/m ² [€]
Skupaj	0,312 m ³	100		6,97	51,89
Les	0,056 m ³	17,9	R+(R _{zn} +R _{not})	7,14	
			U [W/m ² K]	0,14	

Pri drugem primeru smo podobno kot pri endoskeletni strehi zamenjali del kamene volne z lesnimi vlakni, drugi del pa z ekspanziranom polistirenom (EPS). Tako je bila zagotovljena podobna toplotna prehodnost kot v prvem primeru, in sicer 0,14 W/(m²K). Delež lesa in lesnih tvoriv pa se je s tem, da so namesto kamene volne uporabljena lesna vlakna, povečal s 17,9 % na 39,1 %.

Preglednica 7: Sestava endoskeletne zunanje stene 2

Zunanja stena 2	Debelina [cm]	[%]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Cena/m ² [€]
Končni sloj in armaturna mrežica	1	3,4	0,8	0,02	
Lesna vlakna	10	33,7	0,045	2,22	48,4
EPS	16	48,5	0,035	4,57	16,59
Lesena nosilna konstrukcija	16X10	5,4			
Parna ovira	0,2	0,6			
Mavčno-	2,5	8,4	0,32	0,08	23
Izvor materiala	Vol. [m ³]	[%]		R [m ² K/W]	Cena/m ² [€]
Skupaj	0,297 m ³	100		6,89	87,99
Les	0,116 m ³	39,1	R+(R _{zn} +R _{not})	7,06	
			U [W/m ² K]	0,14	

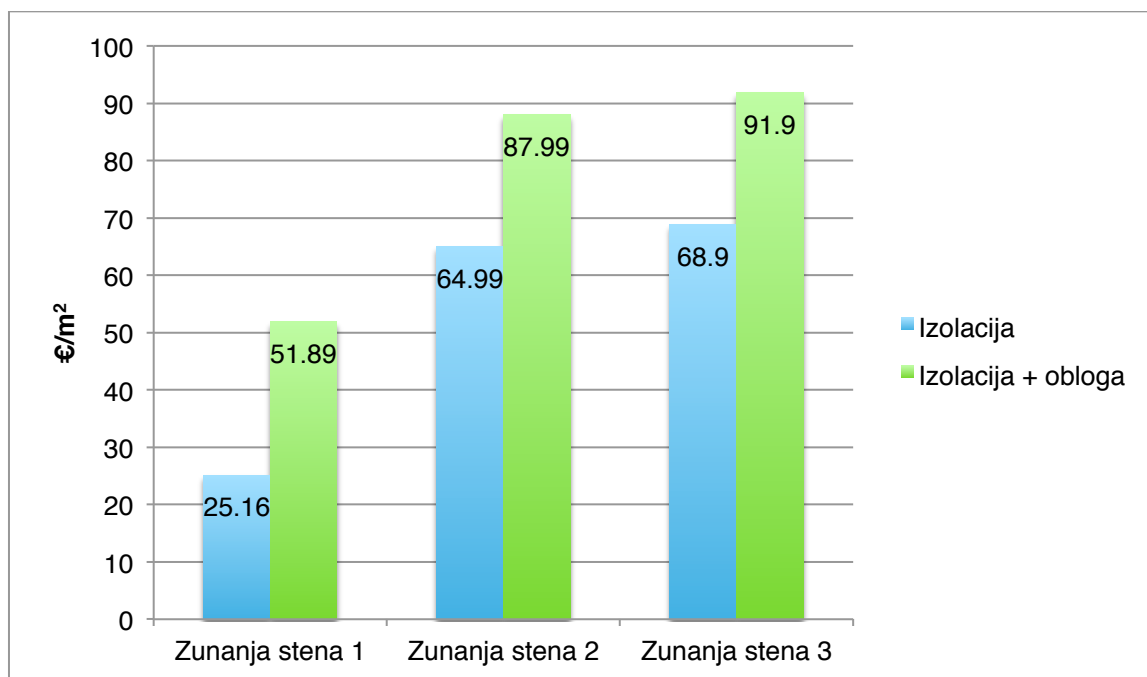
V zadnjem primeru je toplotna izolacija v celoti zamenjana z lesnimi vlakni, s čimer so izpolnjene zahteve po 70-odstotni volumski vrednosti lesa in lesnih tvoriv v konstrukcijskem sklopu. Z zamenjavo izolacije je bila namreč dosežena 87,6-odstotna volumska vrednost lesa. Se je pa kot posledica zamenjave izolacije nekoliko povečala toplotna prehodnost, ki je znašala 0,15 W/(m²K), kar pa je še vedno pod zastavljeno mejo 0,28 W/(m²K).

Preglednica 8: Sestava endoskeletne zunanje stene 3

Zunanja stena 3	Debelina [cm]	[%]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Cena/m ² [€]
Končni sloj in armaturna mrežica	1	3,4	0,8	0,02	

Zunanja stena 3	Debelina [cm]	[%]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Cena/m ² [€]
Lesna vlakna	10	33,7	0,45	2,22	48,4
Lesna vlakna	16	48,5	0,04	4	20,5
Lesena nosilna konstrukcija	16X10	5,4			
Parna ovira	0,2	0,6			
Stenske obloge iz lesa	2,5	8,4	0,32	0,08	23
Izvor materiala	Vol. [m ³]	[%]		R [m ² K/W]	Cena/m ² [€]
Skupaj	0,297 m ³	100		6,32	91,9
Les	0,26 m ³	87,6		R+(R _{zn} +R _{not})	6,49
				U [W/m ² K]	0,15

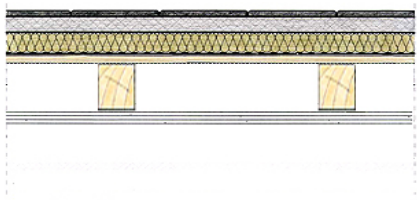
Ob primerjavi vseh treh primerov opazimo, da smo lahko podobno kot pri prvem konstrukcijskem sklopu že z enostavnimi zamenjavami toplotne izolacije dosegli vse podane zahteve. V vseh treh primerih imajo konstrukcijski sklopi podobno obliko in lastnosti, majhna razlika se je pojavila samo v ceni posameznega sklopa. Iz grafa vidimo, da so razlike v cenah med modeli nekoliko večje, ker ima ena plast toplotne izolacije drugačna lesna vlakna. V tej primerjavi različnih primerov smo informativno zapisali tudi cene za notranjo oblogo, ki je v prvem modelu sestavljena iz lesa, v drugih dveh pa iz mavčno-vlaknenih plošč (slednje so nekoliko dražje od mavčno-kartonskih plošč). Poudariti je potrebno tudi, da smo v prvem primeru uporabili dva različna proizvoda iz kamene volne, ki imata poleg različnih lastnosti tudi precej različni ceni (na zunanji strani smo uporabili lamele za kontaktne fasade, med nosilci pa večnamenske plošče iz kamene volne).



Slika 14: Primerjava cen pri modelu endoskeletne zunanje stene

4.2.3 Medetažna konstrukcija

Pri medetažni konstrukciji smo upoštevali, da je konstrukcijski sklop med dvema ogrevanima prostoroma, zato ne potrebujemo toplotne izolacije. Za nosilno konstrukcijo smo uporabili lesene lepljene nosilce, ki so med seboj oddaljeni 40 cm, tako da sta v tem modelu pri izračunu upoštevana dva nosilca. Endoskeletne medetažne konstrukcije imajo prednost v svoji majhni teži, so pa problematične v smislu udarnega zvoka, ki se lahko širi v druge prostore. Zaradi tega smo dodali 5 cm debelo plast zvočne in hkrati toplotne izolacije. Takšne medetažne konstrukcije so praktične, ker omogočajo tudi uporabo prostora med nosilci, kjer se lahko speljejo različni vodi.



Slika 15: Primer endoskeletne medetažne konstrukcije

V prvem primeru so bile zahteve izpolnjene že s primarno in sekundarno nosilno konstrukcijo (ob predpostavki, da ima zvočna izolacija oznako tipa I ali III). Izpolnjene pa so bile celo zahteve po 30-odstotni volumski vrednosti lesa in lesnih tvoriv. Zaradi majhne debeline celotnega konstrukcijskega sklopa je znašala vrednost lesa in lesnih tvoriv 35,5 %. Za zvočno izolacijo je bila uporabljena kamena volna, ki ublaži prenos udarnega zvoka. Ker je obravnavana medetažna konstrukcija med dvema ogrevanima prostoroma, toplotne prevodnosti ni bilo potrebno upoštevati.

Preglednica 9: Sestava endoskeletne medetažne konstrukcije 1

Medetažna konstrukcija 1.	Debelina [cm]	[%]	Cena/m ² [€]
Keramične ploščice	1	4,7	18
Cementni estrih	5	23,7	
PE folija	0,1	0,5	
Kamena volna	5	23,7	7,75
Vezana plošča	3	14,2	
Leseni lepljeni nosilci 2x	18 x 12,5	21,3	
Mavčno-kartonska plošča	2,5	11,8	6,36
Izvor materiala	Vol. [m ³]	[%]	Cena/m ² [€]
Skupaj	0,211 m ³	100	32,11
Les	0,075 m ³	34,7	

V drugem primeru smo zamenjali keramične ploščice s parketom, čeprav je bila vrednost 30 % izpolnjena že v prvem primeru. S pomočjo parketa je vrednost lesa in lesnih tvoriv znašala 41,6 % prostornine celotnega prereza. Zamenjali smo tudi toplotno izolacijo v konstrukcijskem sklopu: kameno volno z EPS-om. Ta primer je pokazal, da se lahko predvsem zaradi majhnega volumna z majhno spremembo v konstrukcijskem sklopu hitro poveča ali zmanjša volumski delež lesa.

Preglednica 10: Sestava endoskeletne medetažne konstrukcije 2

Medetažna konstrukcija 2.	Debelina [cm]	[%]	Cena/m ² [€]
Parket	1,5	6,9	25
Cementni estrih	5	23,1	
PE folija	0,1	0,5	
EPS	5	23,1	5,85
Vezna plošča	3	13,9	
Lepljeni leseni nosilci 2x	18 x 12,5	20,8	
Mavčno-kartonska plošča	2,5	11,7	6,36

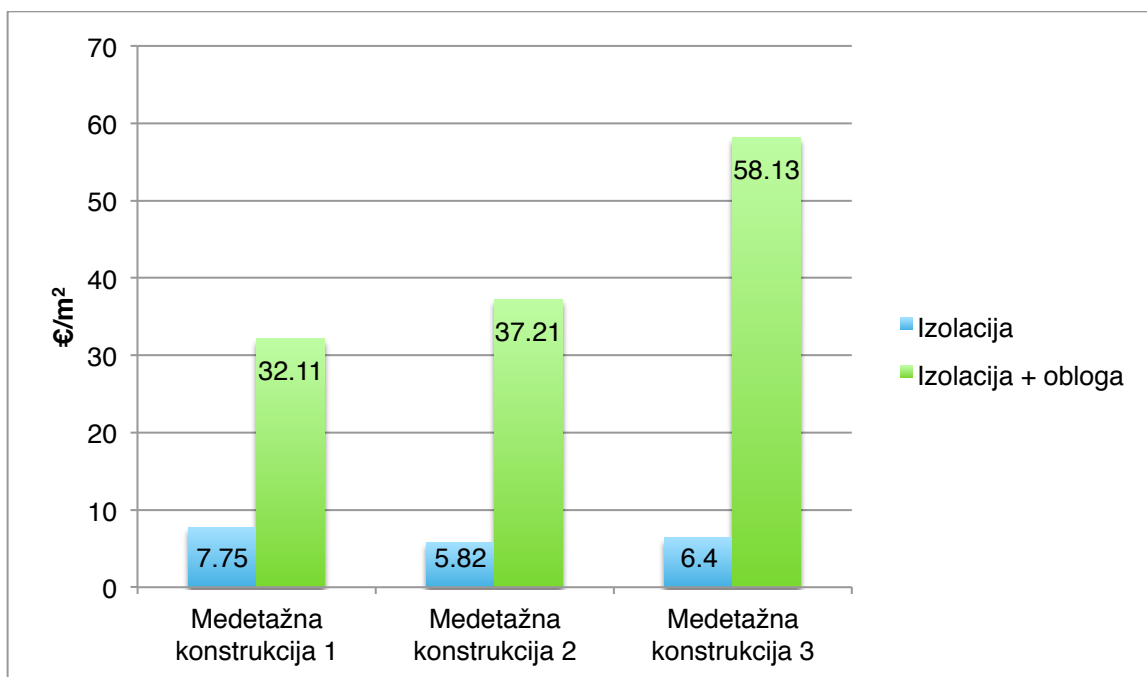
Izvor materiala	Vol. [m ³]	[%]	Cena/m ² [€]
Skupaj	0,216 m ³	100	37,21
Les	0,09 m ³	41,6	

V tretjem primeru smo morali za doseg zahtev po 70-odstotni prostorninski vrednosti zamenjati tako zvočno izolacijo kot stropno oblogo. Za zvočno izolacijo smo uporabili lesna vlakna, ki je zelo dober zvočni izolator. Mavčne plošče pa smo zamenjali z leseno stropno oblogo, ki prav tako prispeva, v kolikor ne vsebuje strupenih dodatkov, k boljšemu bivalnemu okolju. Morda velja na tem mestu omeniti le še to, da lahko lesene obloge v primeru, kadar niso pobarvane oz. imajo naraven videz, precej potemniijo bivalni prostor.

Preglednica 11: Sestava endoskeletne medetažne konstrukcije 3

Medetažna konstrukcija 3.	Debelina [cm]	[%]	Cena/m ² [€]
Parket	1,5	6,9	25
Cementni estrih	5	23,1	
PE folija	0,1	0,5	
Lesna vlakna	5	23,1	6,4
Vezna plošča	3	13,9	
Lepljeni leseni nosilci 2x	18 x 12,5	20,8	
Lesena obloga	2,5	11,7	26,73
Izvor materiala	Vol. [m ³]	[%]	Cena/m ² [€]
Skupaj	0,216 m ³	100	58,13
Les	0,165 m ³	76,4	

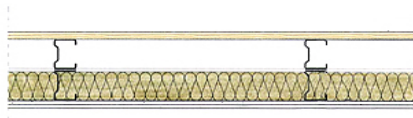
Pri izračunu cen smo primerjali zvočne izolacije in dobili precej drugačne rezultate. Zaradi drugačne vloge izolacije je bila izbrana izolacija z drugačnimi lastnostmi. Lesna vlakna, ki smo jo uporabili v tretjem modelu, je v tem modelu celo cenejša od kamene volne, vendar je potrebno poudariti, da smo uporabili kameno volno za preprečitev udarnega zvoka po konstrukciji, medtem ko so plošče iz lesnih vlaken večnamenske in posledično slabše. Razlika je bila tudi med EPS-om in lesno volno, ekspanziran polistiren je bil v tem modelu najcenejši. Informativno smo zapisali tudi cene oblog. Razvidno je, da lahko pride do velikih razlik med mavčno-kartonskimi ploščami in leseno oblogo, je pa na primer cena mavčnih plošč primerljiva z najcenejšo notranjo leseno oblogo. Iz grafa je razvidno tudi, da je cena zvočne izolacije v primerjavi s celotnim konstrukcijskim sklopom precej nizka.



Slika 16: Primerjava cen endoskeletne medetažne konstrukcije

4.2.4 Notranja delitev

Namen predelnih sten je ločevanje prostorov, hkrati pa lahko zagotavljajo podobne lastnosti zvočne izolativnosti kot mnoge zidane stene. Suhomontažne predelne stene so ponavadi tudi precej lažje od zidanih sten, vendar pa ne zagotavljajo takšne nosilnosti. Običajna predelna stena je sestavljena iz aluminijastih C-profilov, mavčno-vlaknenih plošč in toplotne oz. zvočne izolacije. V takšnih konstrukcijskih sklopih ni lesa ali lesnih tvoriv. Pri notranji predelni steni prav tako nismo računali toplotne prehodnosti, ker smo predpostavili konstrukcijski sklop med dvema ogrevanima prostoroma.



Slika 17: Primer endoskeletne predelne stene

Celotna obravnavana predelna stena je debeline 15 cm in je sestavljena samo iz štirih delov. V prvem primeru smo za dosego 15-odstotne volumske vrednosti lesa na eni strani predelne stene namesto mavčno-vlaknenih plošč dodali 2,5-centimetrsko leseno oblogo. Zaradi majhnega volumna stene celotna volumska vrednost lesene obloge znaša 24,8 %. Poleg tega smo predpostavili, da ima toplotna izolacija narejen EPD oz. oznako tipa I.

Preglednica 12: Sestava endoskeletne predelne stene 1

Notranja stena 1	Debelina [cm]	[%]	Cena/m ² [€]
Lesena obloga	2,5	24,8	26,73
Kamena volna	5	48,9	2,87
Nosilna Au U-profil	10/5	1,5	1,59
Mavčno-vlaknena plošča	2,5	24,8	23
Izvor materiala	Vol. [m ³]	[%]	Cena/m ² [€]
Skupaj	0,101 m ³	100	54,19
Les	0,025 m ³	24,8	

Pri drugem primeru smo dodatno zamenjali aluminijasto nosilno konstrukcijo z leseno, kar je povečalo delež lesa s 24,8 % na 31,8 %. S tem so bile dosežene zahteve po 30-odstotnem deležu lesa in lesnih tvoriv, ob tem pa se je nekoliko podražil celoten konstrukcijski sklop.

Preglednica 13: Sestava endoskeletne predelne stene 2

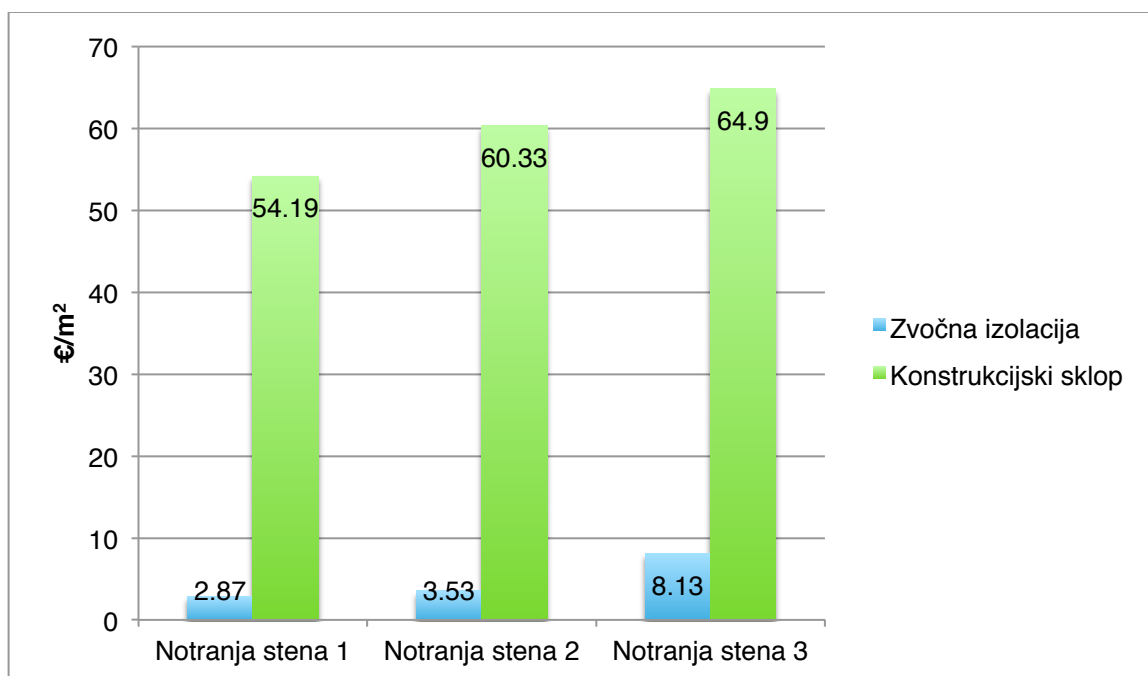
Notranja stena 2	Debelina [cm]	[%]	Cena/m ² [€]
Lesena obloga	2,5	24	26,73
EPS	5	44,2	3,53
Nosilna lesena konstrukcija	8 x 10	7,8	7,07
Mavčno-vlaknena plošča	2,5	24,0	23
Izvor materiala	Vol. [m ³]	[%]	Cena/m ² [€]
Skupaj	0,104 m ³	100	60,33
Les	0,033 m ³	31,8	

Na koncu sledi še primer, kjer je volumska vrednost lesa in lesnih tvoriv večja od 70 %. To smo dosegli tako, da smo kameno volno zamenjali z izolacijo iz celuloze. Ker je celulozno izolacijo težko nanesti v manjših debelinah, je namesto 5-centimetrske nanešena 10-centimetrska plast zvočne izolacije. Posledično se je volumski delež izolacije s 44,2 % v drugem primeru povečal na 61,3 %. Ob upoštevanju izolacije iz celuloze in nosilne lesene konstrukcije je volumska vrednost lesa in lesnih tvoriv znašala 78 %.

Preglednica 14: Sestava endoskeletne predelne stene 3

Notranja stena 3	Debelina [cm]	[%]	Cena/m ² [€]
Lesena obloga	2,5	16,7	26,73
Izolacija iz celuloze	10	61,3	8,13
Nosilna lesena konstrukcija	8 x 10	5,3	7,07
Mavčno-vlaknena plošča	2,5	16,7	23
Izvor materiala	Vol. [m ³]	[%]	Cena/m ² [€]
Skupaj	0,15 m ³	100	64,9
Les	0,125 m ³	83,3	

V tem primeru je bila bolj pomembna zvočna kot toplotna izolacija. - Zamenjali smo tudi lesno volno s celulozno izolacijo, ki je cenejša od lesne volne, vendar pa se pojavi problem v minimalni debelini celulozne izolacije, ki znaša 8 centimetrov oz. v tem primeru 10 centimetrov. Takšna debelina celulozne izolacije je cenovno primerljiva s 5 centimetri lesne volne. Velika razlika lahko prav tako nastane med notranjo leseno oblogo in mavčno-vlaknenimi ploščami, vendar sta materiala, izbrana v tem primeru, cenovno primerljiva. Primerjali smo tudi nosilno konstrukcijo in ugotovili, da je lesena konstrukcija dražja od aluminijaste. Zavedamo pa se, da je okoljski vpliv aluminijastega profila nekajkrat večji od (za isti namen uporabljene) lesene letve. Na spodnjem grafu so prikazane primerjalne cene med posameznimi izolacijami in izvedbami celotnega konstrukcijskega sklopa.

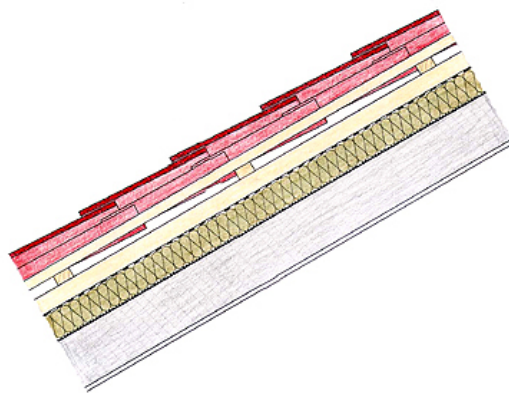


Slika 18: Primerjava cen endoskeletne predelne stene

4.3 EKSOSKELET

4.3.1 Streha

Betonske eksoskeletne strehe so pri nas najbolj pogoste na Primorskem. Razlog za to predstavlja dejstvo, da so prav tam pogosti pojavi močnih vetrov (burje). V zadnjem času se tovrstne strehe pojavljajo tudi drugod. Vzrok temu je najverjetneje v samem načinu gradnje, v večji toplotni kapaciteti notranjega prostora, ki ga omogoča masivna gradnja z zunanjim toplotnim ovojem, in v želji po izvedbi klimatsko varnih stavb, ki so v primeru takšne strehe veliko bolj odporne proti ekstremnim obremenitvam vetra, ki smo jim priča v zadnjih nekaj letih. Eksoskeletna gradnja je najbolj značilna pri ravnih strehah. Takšne strehe so zaradi večje prostorninske teže bolj zvočno izolativne in dobro akumulirajo toploto. Večji sta tudi temperaturna stabilnost in požarna varnost objekta. V preteklosti so bile takšne strehe sestavljene samo iz betonske plošče in nanjo pritrjenih strešnikov, zaradi česar so imele veliko toplotno prehodnost in niso zagotavljale ugodnih bivanjskih razmer. Sedaj pa se na betonsko ploščo pritrdi še dodatno leseno konstrukcijo, med katero je nameščena toplotna izolacija, na vrhu pa sledi strešna kritina.



Slika 19: Primer eksoskeletne strehe [Knauf Insulation]

V prvem primeru smo precej težko prišli do zahtevanih 15 % volumskega deleža lesa, saj vsi večji volumski deli (betonska plošča, toplotna izolacija in strešna kritina) niso iz lesa. Za dodaten delež lesa smo uporabili spuščen strop z leseno oblogo, nad katero je prostor za instalacijske vode. Volumska vrednost lesa je tako znašala 15,2 %, toplotna prehodnost konstrukcijskega sklopa pa je bila ravno na meji $0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Preglednica 15: Sestava poševne eksoskeletne strehe 1

Poševna streha 1	Debelina [cm]	[%]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Cena/m ² [€]
Strešna kritina	2	5,4			
Prečne letve 3x	3/5	1,2			
Vzdolžne letve 2x (prezračevani kanal)	5/8	2,2			
Paropropustna, vodonepropustna folija	0,1	0,3			
EPS	16	38,7	0,035	4,57	16,59
Prečno in vzdolžno vijačene lesene letve 2x	8/10	4,3			
Parna ovira	0,1	0,3			
Betonska plošča	15	40,3	0,93	0,16	27
Lesene letve 2x	3/5	0,8			
lesena obloga	2,5	6,7	0,58		26,73
Izvor materiala	Vol. [m ³]	[%]		R [m ² K/W]	Cena/m ² [€]
Skupaj	0,373 m ³	100		4,73	70,32
Les	0,057 m ³	15,2		R+(R _{zn} +R _{not})	4,9
				U [W/m ² K]	0,2

V drugem primeru eksoskeletne strehe smo spremenili nosilno konstrukcijo, in sicer smo namesto betonske plošče uporabili leseno križno lepljeno ploščo, s čimer se je toliko povečal delež lesa, da je zadoščal zahtevam. Celotni volumski delež lesa je znašal 47,3 %. Debelina nosilne konstrukcije je ostala enaka. Po eni strani ima les manjšo toplotno prehodnost in se s tem izboljša toplotna prehodnost celotnega konstrukcijskega sklopa, vendar je po drugi strani zaradi zamenjave toplotne izolacije (EPS s kameno volno) ta razlika minimalna in je prehodnost na koncu znašala 0,18 W/m²K.

Preglednica 16: Sestava poševne eksoskeletne strehe 2

Poševna streha 2	Debelina [cm]	[%]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Cena/m ² [€]
Strešna kritina	2	5,5			
Prečne letve 3x	3/5	1,2			
Vzdolžne letve 2x (prezračevani kanal)	3/5	0,8			
Paropropustna, vodonepropustna folija	0,1	0,3			
Kamena volna	16	39,3	0,039	4,1	9,01
Prečno in vzdolžno vijačene lesene letve 2x	8/10	4,4			

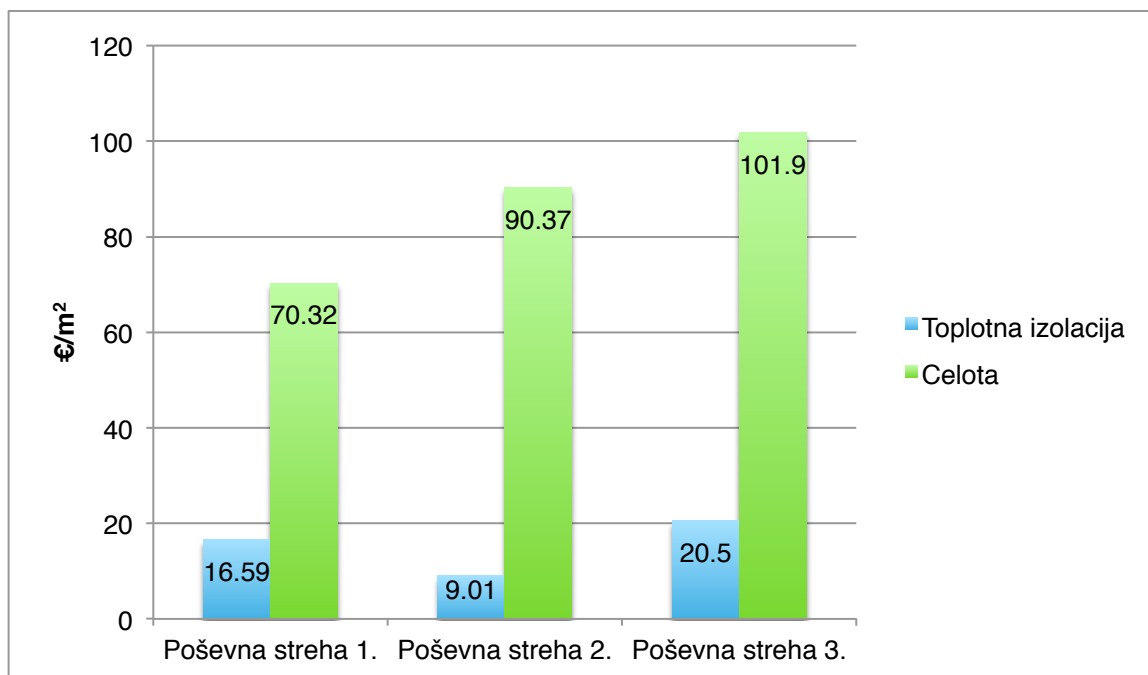
Poševna streha 2	Debelina [cm]	[%]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Cena/m ² [€]
Parna ovira	0,1	0,3			
Križno lepljena plošča	15	40,9	0,13	1,15	75
Al U profil 2x	5	0,5			
Mavčno-kartonske plošče	2,5	6,8	0,58		6,36
Izvor materiala	Vol. [m ³]	[%]		R [m ² K/W]	Cena/m ² [€]
Skupaj	0,376 m ³	100		5,25	97,52
Les	0,174 m ³	47,3	R+(R _{zn} +R _{not})	5,42	
			U [W/m ² K]	0,18	

Pri zadnjem primeru smo dodatno zamenjali še toplotno izolacijo z lesno volno in tako presegli načrtovanih 70 % prostorninske vrednosti lesa in lesnih tvoriv v konstrukcijskem sklopu. Končna vrednost je znašala 86,6 %. Toplotna prevodnost lesne volne je nekoliko večja in je zato večja tudi prehodnost konstrukcijskega sklopa, ki je znašala 0,19 W/m²K, kar je pod zahtevano mejo. Če bi v tem primeru obdržali betonsko ploščo iz prvega primera, toplotna prehodnost ne bi zadoščala zahtevam, nam pa je križno lepljena plošča prinesla dodatno toplotno izolacijo, s čimer smo lahko dosegli zahteve.

Preglednica 17: Sestava poševne eksoskeletne strehe 3

Poševna streha 3	Debelina [cm]	[%]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Cena/m ² [€]
Strešna kritina	2	5,5			
Prečne letve 3x	3/5	1,2			
Vzdolžne letve 2x (prezračevani kanal)	3/5	0,8			
Paropropustna, vodonepropustna folija	0,1	0,3			
Lesna vlakna	16	39,3	0,04	4,0	20,5
Prečno in vzdolžno vijačene lesene letve 2x	8/10	4,4			
Parna ovira	0,1	0,3			
Križno lepljena plošča	15	40,9	0,13	1,15	75
Al U profil 2x	5	0,5			
Mavčno-kartonske plošče	2,5	6,8	0,58		6,36
Izvor materiala	Vol. [m ³]	[%]		R [m ² K/W]	Cena/m ² [€]
Skupaj	0,318 m ³	100		5,15	101,9
Les	0,318 m ³	86,6	R+(R _{zn} +R _{not})	6,32	
			U [W/m ² K]	0,19	

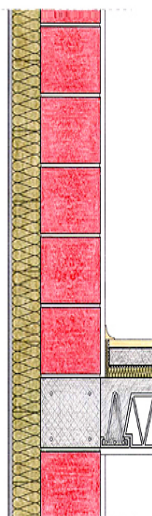
Ker smo v tem modelu uporabili iste vrste toplotne izolacije kot v prejšnjih, so ostale razlike med cenami podobne. Cene so bile višje le zaradi večje debeline izolacije. Smo pa tokrat za doseg zahtevanih pogojev uporabili vedno bolj uveljavljene križno lepljene lesene plošče. Pri teh sicer vidimo, da so cene višje od cen armiranega betona, vendar zagotavljajo boljšo/manjšo toplotno prevodnost in lažjo namestitev. Velika razlika v ceni se pojavi med EPSom v prvem primeru ter kameno volno v drugem primeru.



Slika 20: Primerjava cen poševne eksoskeletne strehe

4.3.2 Zunanja stena

Pri eksoskeletni gradnji v Sloveniji prevladuje klasična oz. mokra gradnja, to je gradnja z zidaki, malto in betonskimi vložki. Prednost takšne gradnje je predvsem v tem, da je postopna. V primerjavi z montažnimi sistemi ima tudi večjo toplotno akumulativnost. Nosilna konstrukcija je najpogosteje sestavljena iz opečnatih zidakov, velikokrat pa tudi iz betonskih ali penobetonskih zidakov. Pri podkletenih prostorih je običajno, da je nosilna konstrukcija iz armiranega betona. Najbolj običajna zunanja stena v Sloveniji je sestavljena iz modularnega opečnatega zidaka, toplotne izolacije in tankoslojnega fasadnega ometa z armirno mrežico na zunanji in ometom na notranji strani.



Slika 21: Primer eksoskeletne zunanje stene [Knauf Insulation]

Pri modelu eksoskeletne zunanje stene je najprej prikazana najbolj pogosta izvedba, ki sicer nima nobenega dela iz lesa ali lesnih tvoriv. Ta model se bo uporabil samo za primerjavo z ostalimi tremi modeli. Sicer velja omeniti, da ima konstrukcijski sklop v tem primeru toplotno prehodnost $0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$, kar je manj od zahtev za zunanje stene.

Preglednica 18: Primer klasične eksoskeletne zunanje stene

Zunanja stena	Debelina [cm]	[%]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Cena/m ² [€]
Tankoslojni fasadni omet z armirno mrežico	1	2,0	0,7	0,01	12,5
Kamena volna	18	35,2	0,039	4,61	29,1
Parna ovira	0,1	0,2	/		
Opečna stena	30	58,7	0,52	0,58	27
Notranji omet	2	3,9	0,81	0,02	7,2
Izvor materiala	Vol. [m ³]	[%]		R [m ² K/W]	Cena/m ² [€]
Skupaj	0,511 m ³	100		5,22	75,8
Les	/	/	$R+(R_{zn}+R_{not})$	5,39	
			U [W/m ² K]	0,18	

Prvo zahtevo je glede na zgornjo nosilno konstrukcijo precej težko izpolniti, saj meri povprečna lesena obloga največ 3 centimetre. Zato smo za doseg zahtevanih 15 % vsebovanosti lesa in lesnih tvoriv nadomestili nosilno konstrukcijo iz opečne modularne opeke s tanjšo armiranobetonsko steno. Fasada je iz lesene obloge in ima pripadajočo leseno konstrukcijo, prav tako je na notranji strani lesena obloga. Toplotna izolacija je iz dveh plasti, pri čemer je zunanja plast posebej izdelana za prezračevano fasado, toplotna prehodnost pa je

pod zahtevano mejo za zunanje stene, in sicer znaša $0,19 \text{ W/m}^2\text{K}$. Lesena fasada je primerna tako za družinske kot javne objekte. Montira se na leseno podkonstrukcijo, ki je v določenem rastru skozi toplotno izolacijo pritrjena na nosilno konstrukcijo. Tipi lesenih fasad se razlikujejo glede na obliko oz. profil.

Preglednica 19: Sestava eksoskeletne zunanje stene 1

Zunanja stena 1	Debelina [cm]	[%]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Cena/m ² [€]
Lesena obloga	3	7,8			48,78
Lesena podkonstrukcija 2x	3,5 x 5	0,9			
Paropropustna vodonepropustna folija	0,1	0,3			
Horizontalna in vertikalna lesena podkonstrukcija	8 x 5 10 x 5	1,0 1,3			
Kamena volna	8 10	19,7 24,6	0,039	4,61	6,35 5,73
Parna ovira	0,1	0,3			
Armiran beton	15	38,9	0,93	0,16	27
Lesena obloga	2	5,2	0,14	0,14	26,73
Izvor materiala	Vol. [m ³]	[%]		R [m ² K/W]	Cena/m ² [€]
Skupaj	0,3855 m ³	100		4,91	114,59
Les	0,0625 m ³	16,2	R+(R_{zn}+R_{not})	5,08	
			U [W/m²K]	0,19	

V naslednjem primeru se je podobno kot v prejšnjih modelih zamenjala toplotna izolacija z lesnimi vlakni. S tem je volumski delež lesnih tvoriv narasel na 35,2 %. Se je pa zaradi opečnatih zidakov nekoliko zmanjšala toplotna prehodnost, in sicer na $0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$. Takšna rešitev bi bila tudi precej enostavnejša za prvi primer, kjer smo izbrali leseno fasado in notranjo leseno oblogo. Iz spodnjega grafa je obenem razvidno, da je tudi cenovno bolj ugodna.

Preglednica 20: Sestava eksoskeletne zunanje stene 2

Zunanja stena 2.	Debelina [cm]	[%]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Cena/m ² [€]
Tankoslojni fasadni omet z armirno mrežico	1	2	0,7	0,01	12,5
Lesena vlakna	8	15,6	0,045	1,78	38,9
Lesna vlakna	10	18,6	0,04	2,5	12,81
Lesena podkonstrukcija	10 x 5	1			

Zunanja stena 2.	Debelina [cm]	[%]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Cena/m ² [€]
Parna ovira	0,1	0,2			
Opečna stena	30	58,7	0,18	1,67	27
Notranji omet	2	3,9	0,81	0,02	7,2
Izvor materiala	Vol. [m ³]	[%]		R [m ² K/W]	Cena/m ² [€]
Skupaj	0,511 m ³	100		5,98	98,41
Les	0,18 m ³	35,2		R+(R _{zn} +R _{not})	6,15
				U [W/m ² K]	0,16

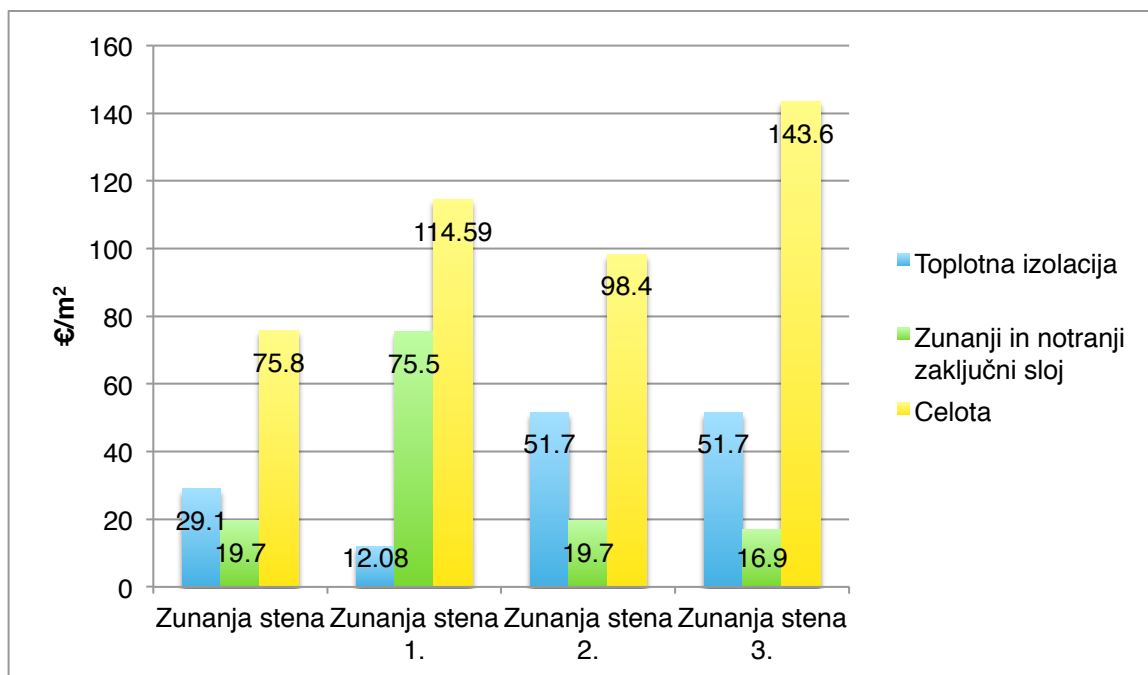
V zadnjem primeru smo ponovno zamenjali nosilno konstrukcijo. Namesto 30-centimtrskega zidu iz opečnate modularne opeke je bila v modelu uporabljena 15-centimtrska križno lepljena lesena plošča. Poleg lesene nosilne konstrukcije je bila uporabljena še lesna volna za toplotno izolacijo, zaradi česar je volumska vrednost lesa in lesnih tvoriv v tem konstrukcijskem sklopu znašala kar 92,7 %. V primerjavi z drugim primerom je bila tukaj zaradi tanjše lesene nosilne konstrukcije toplotna prehodnost celotnega sklopa nekoliko slabša in je znašala 0,18 W/m²K.

Preglednica 21: Sestava eksoskeletne zunanje stene 3

Zunanja stena 3	Debelina [cm]	[%]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]	Cena/m ² [€]
Tankoslojni fasadni omet z armirno mrežico	1	2,8	0,7	0,01	12,5
Lesena vlakna	8	22,5	0,045	1,78	38,9
Lesena vlakna	10	26,7	0,04	2,5	12,81
Lesena podkonstrukcija	10 x 5	1,4			
Lesena križno lepljena plošča	15	42,1	0,13	1,15	75
Parna ovira	0,1	0,3			
Mavčno-kartonska plošča	1,5	4,2	0,21	0,07	4,38
Izvor materiala	Vol. [m ³]	[%]		R [m ² K/W]	Cena/m ² [€]
Skupaj	0,356 m ³	100		5,51	143,6
Les	0,33 m ³	92,7		R+(R _{zn} +R _{not})	5,68
				U [W/m ² K]	0,18

V tem modelu smo uporabili samo dve različni vrsti izolacij. Pri tem velja omeniti, da je kombinacija kamene volne, uporabljene v prvem primeru, za skoraj 5-krat cenejša od lesne volne. Razlika se tudi opazi med različnimi proizvodi iz lesne volne (v drugem in tretjem

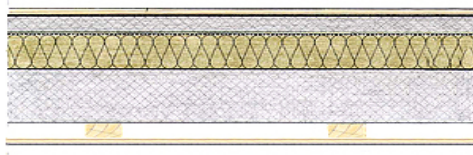
primeru smo uporabili dve različni lesni volni, dražje so primerne za fasadne omete ter so tudi vodoodbojne). V primerjavi s kameno volno, uporabljeno pri klasični steni, pa je ta razlika precej manjša. Iz tega sledi, da je cena zelo odvisna od lastnosti, ki jih želimo pri določeni izolaciji. Opazimo lahko, da do velike razlike pride v zaključnih slojih. V prvem primeru smo tako na zunanji kot na notranji strani uporabili les in vidimo, da je le-ta za 3,8-krat dražji od oblog, ki so bile uporabljene v drugem primeru, in za 4,5-krat dražji od zaključnih slojev v tretjem primeru. To se odraža tudi na koncu pri seštevku celote.



Slika 22: Primerjava cen eksoskeletne zunanje stene

4.3.3 Medetažna konstrukcija

Eksoskeletne medetažne konstrukcije so najbolj pogoste pri objektih, kjer ni velikih razponov. Tudi v tem primeru smo privzeli, da imamo konstrukcijski sistem med dvema ogrevanima prostoroma, zato izračun toplotne prehodnosti ni potreben.



Slika 23: Primer eksoskeletne medetažne konstrukcije

V prvem modelu smo izbrali najbolj pogost konstrukcijski sklop, vendar smo za spodnjo stran oz. strop medetažne konstrukcije namesto ometa izbrali oblogo iz lesa s pripadajočo leseno podkonstrukcijo. S tem je bil dosežen cilj, saj je volumska vrednost lesa znašala točno 16 %. Spuščeni strop pa ima, kot je že bilo omenjeno, tudi druge prednosti.

Preglednica 22: Sestava eksoskeletne medetažne konstrukcije 1

Medetažna konstrukcija 1	Debelina [cm]	[%]	Cena/m ² [€]
Parket	2	7,6	
Cementni estrih	5	19,0	
PE folija	0,1	0,4	
EPS	5	19,0	5,85
Betonska plošča	12	45,6	24
Lesena podkonstrukcija	4 x 5	0,8	
Lesena obloga	2	7,6	26,73
Izvor materiala	Vol. [m ³]	[%]	Cena/m ² [€]
Skupaj	0,263 m ³	100	56,58
Les	0,042 m ³	16,0	

V drugem primeru so bile zahteve dosežene na isti način kot pri drugih modelih, in sicer z zamenjavo EPSa z lesnimi volakni, ki so prav tako dober zvočni izolator. Vendar smo morali zaradi majhne debeline obdržati parket na zgornji strani in leseno oblogo s pripadajočo nosilno konstrukcijo na spodnji strani. Na tak način je na koncu volumska vrednost lesa in lesnih tvoriv znašala 35 %.

Preglednica 23: Sestava eksoskeletne medetažne konstrukcije 2

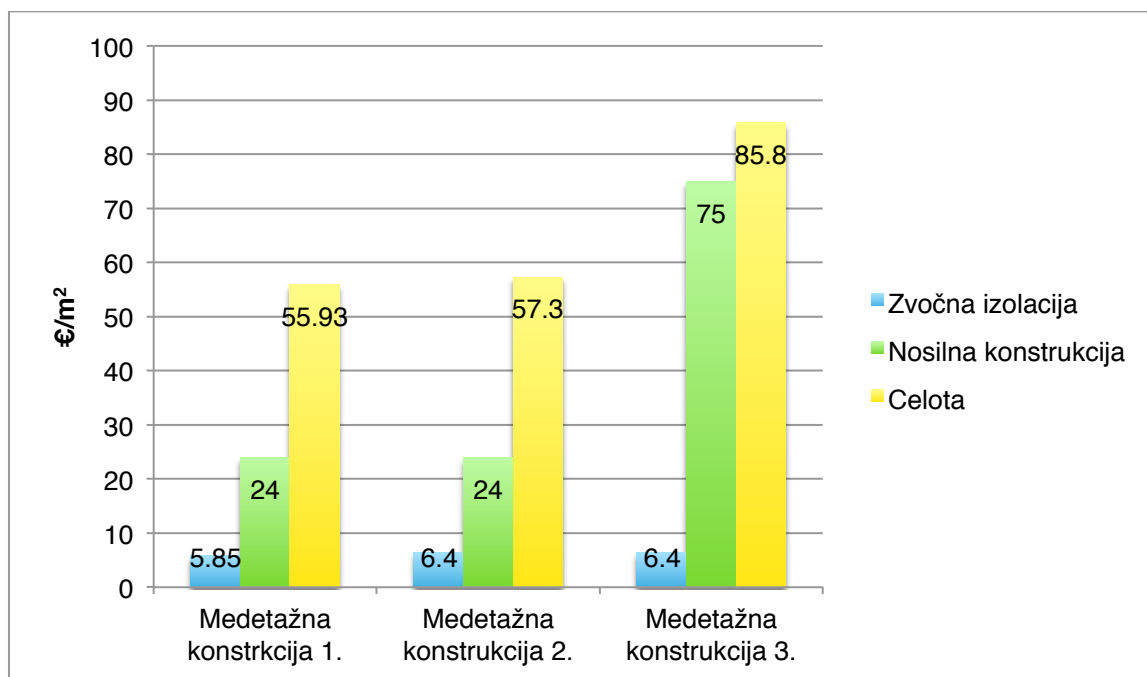
Medetažna konstrukcija 2	Debelina [cm]	[%]	Cena/m ² [€]
Parket	2	7,6	
Cementni estrih	5	19,0	
PE folija	0,1	0,4	
Lesna vlakna	5	19,0	6,4
Betonska plošča	12	45,6	24
Lesena podkonstrukcija	4 x 5	0,8	
Lesena podloga	2	7,6	26,73
Izvor materiala	Vol. [m ³]	[%]	Cena/m ² [€]
Skupaj	0,263 m ³	100	57,3
Les	0,092 m ³	35	

V zadnjem primeru smo zaradi težnje po 70-odstotni volumski vrednosti izdelkov iz lesa zamenjali armiranobetonsko ploščo s križno lepljeno leseno ploščo, ki je za 3 centimetre debelejša od armiranobetonske plošče. Poleg tega smo obdržali še lesno izolacijo in parket in na koncu dobili 76,9 % volumske vrednosti lesa in lesnih tvoriv.

Preglednica 24: Sestava eksoskeletne medetažne konstrukcije 3

Medetažna konstrukcija 3	Debelina [cm]	[%]	Cena/m ² [€]
Parket	2	7,0	
Cementni estrih	5	17,5	
PE folija	0,1	0,4	
Lesna vlakna	5	17,5	6,4
Križno lepljena lesena plošča	15	52,4	75
Mavčno-kartonska plošča	1,5	5,2	4,38
Izvor materiala	Vol. [m ³]	[%]	Cena/m ² [€]
Skupaj	0,286 m ³	100	85,8
Les	0,22 m ³	76,9	

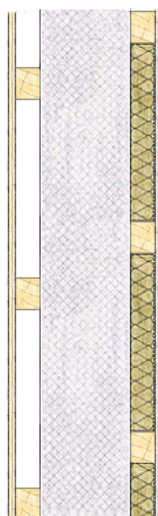
Ker so izbrane zvočne izolacije v tem modelu iste kot pri endoskeletni medetažni konstrukciji, so tudi cene ostale nespremenjene. Vendar smo v tem modelu uporabili samo dve vrsti zvočne izolacije, in sicer EPS in lesna vlakna. Lesna vlakna so za približno 10 % dražja od ekstrudiranega polistirena, podobna razlika pa je tudi med armiranobetonsko ploščo in križno lepljenim lesenim panelom.



Slika 24: Primerjava cen eksoskeletne medetažne konstrukcije

4.3.4 Notranja delitev

V starejših zidanih stavbah so najbolj običajne notranje eksoskeletne stene, ki opravljajo tudi nosilno funkcijo. Stene so najpogosteje sestavljene iz nosilne konstrukcije in finalne obdelave na obeh straneh. Za nosilno konstrukcijo se uporabljajo različni materiali od opečnatih, betonskih in porobetonskih zidakov, armiranobetonskih plošč do križno lepljenih lesenih plošč. Predpostavljeno je, da je stena med dvema ogrevanima prostoroma.



Slika 25: Primer eksoskeletne predelne stene

V prvem modelu so bili za nosilno konstrukcijo uporabljeni zidaki iz porobetona, na katere sta bili na obeh straneh nameščeni lesena podkonstrukcija in 2 centimetra debela lesena obloga. Na eni strani je bila prav tako nameščena zvočna izolacija iz kamene volne. Med leseno oblogo in porobetonskimi zidaki je prostor, ki se lahko izkoristi za različne instalacije. S tem modelom smo z vrednostjo 24,2 % zadostili trenutnim zahtevam Uredbe po volumski vrednosti lesa. Prav tako smo predpostavili, da imajo zidaki iz porobetona okoljsko oznako tipa I oz. III.

Preglednica 25: Sestava eksoskeletne predelne stene 1

Predelna stena 1	Debelina [cm]	[%]	Cena/m ² [€]
Lesena obloga	2	11,0	26,73
Lesena podkonstrukcija	4 x 5	1,1	
Stena iz porobetona	10	55,0	19,8
Kamena volna	4	20,8	3,28
Lesena podkonstrukcija	4 x 5	1,1	
Lesena obloga	2	11,0	26,73
Izvor materiala	Vol. [m ³]	[%]	Cena/m ² [€]
Skupaj	0,182 m ³	100	76,5
Les	0,044 m ³	24,2	

V drugem modelu smo zamenjali zvočno izolacijo iz kamene volne z zvočno izolacijo iz lesne volne, s katero smo dobili 22,3-odstotno volumsko vrednost lesa in lesnih tvoriv. Je pa leseno oblogo in leseno podkonstrukcijo nadomestil mavčni omet. Volumska vrednost lesa in lesnih tvoriv je na koncu znašala 35,3 %.

Preglednica 26: Sestava eksoskeletne predelne stene 2

Predelna stena 2	Debelina [cm]	[%]	Cena/m ² [€]
Apneni omet	1	5,9	7,2
Stena iz porobetona	10	58,8	19,8
Lesna vlakna	4	22,3	5,12
Lesena podkonstrukcija	4 x 5	1,2	
Lesena obloga	2	11,8	26,73
Izvor materiala	Vol. [m ³]	[%]	Cena/m ² [€]
Skupaj	0,17 m ³	100	58,8
Les	0,06 m ³	35,3	

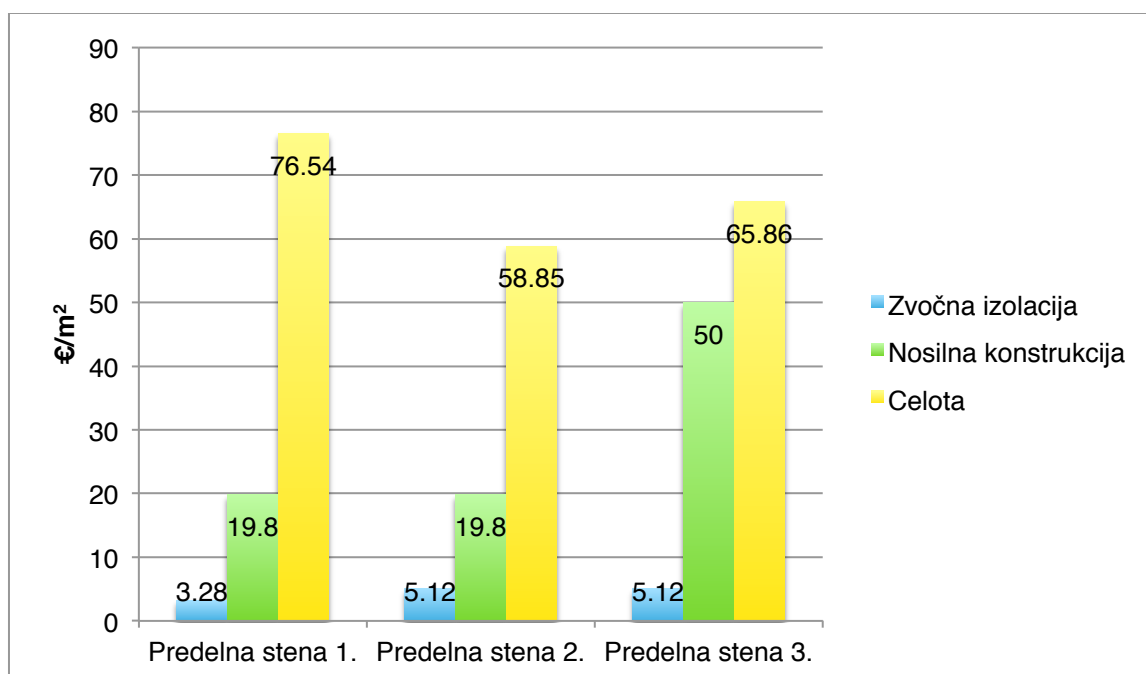
V tretjem primeru so bili zamenjani skoraj vsi elementi konstrukcijskega sklopa. Namesto porobetonskih zidakov smo vzeli križno lepljeno leseno ploščo, na katero smo z ene strani namestili mavčno-kartonske plošče, na drugi strani pa sta ostali lesena podkonstrukcija in

lesna volna. Z mavčno-kartonsko ploščo smo zamenjali tudi leseno oblogo. V tem modelu je vrednost lesa in lesnih tvoriv znašala 77,8 %.

Preglednica 27: Sestava eksoskeletne predelne stene 3

Predelna stena 3	Debelina [cm]	[%]	Cena/m ² [€]
Mavčno-kartonska plošča	1,5	8,3	4,38
Križno lepljena lesena plošča	10	55,6	50
Lesna vlakna	4	21,1	5,12
Lesena podkonstrukcija	4 x 5	1,1	
Mavčno-kartonska plošča	2,5	13,9	6,36
Izvor materiala	Vol. [m ³]	[%]	Cena/m ² [€]
Skupaj	0,18 m ³	100	65,68
Les	0,14 m ³	77,8	

Tudi v tem modelu sta bili obravnavani samo dve različni zvočni izolaciji, in sicer izolacija iz kamene volne in izolacija iz lesne volne. Opazi se, da se je pri debelini 4 centimetrov razlika v ceni precej zmanjšala in je lesna volna samo za 56 % dražja od kamene volne. Zmanjšana razlika v ceni tizvočnih izolacij je predvsem posledica izbire drugačne kamene volne. Opazna je tudi razlika v cenah pri nosilni konstrukciji in zaključnih slojih.



Slika 26: Primerjava cen eksoskeletne predelne stene

4.4 PRIMERJAVA

Primerjava cen

Iz grafov je razvidno, da so razlike v cenah med toplotnimi izolacijami glede na učinek zelo velike (tudi do 5-kratna odstopanja), vendar so se razlike v cenah med celotnimi konstrukcijskimi sklopi na koncu zmanjšale. Pri primerjavi celotnih konstrukcijskih sklopov je razvidno, da so cene precej podobne. Eden od razlogov je v uporabi določenih proizvodov, saj so bile v prvih primerih za dosego zahtev največkrat uporabljene lesene obloge, ki so pogosto dražje od toplotne izolacije iz lesa. Iz zgornjih primerov je razvidno, da je za zadostitev zahtevam iz Uredbe o zelenem javnem naročanju najlažje uporabiti lesna vlakna ali križno lepljene plošče.

V zgornjih modelih je bil velik poudarek na toplotni izolaciji, s katero je tudi najlažje zadostiti zahtevam Uredbe. Potrebno pa je biti poleg cen pozoren tudi na toplotno prevodnost. Čeprav je bila v nekaterih primerih kamena volna cenejša, je imela slabšo toplotno prevodnost od ekspaniranega polistirena. Najslabše se je odrezala toplotna izolacija iz lesnih vlaken, ki je bila poleg slabše toplotne prevodnosti tudi najdražja. Za razliko od EPS-a in kamene volne namreč lesnih vlaken ne izdeluje nobeno podjetje v Sloveniji in jih je zato potrebno uvažati. Poleg tega gre pri lesnih vlaknih za relativno novo tehnologijo, kjer na trgu še ni veliko konkurence in proizvodov.

Pri nosilni konstrukciji smo uporabili več različnih sistemov. Pri endoskeletnih rešitvah se za manjše stavbe, stanovanjske objekte in v zadnjem času tudi za športne objekte (dvorane) najpogosteje uporabljajo leseni elementi. Drugače pa je pri eksoskeletnih konstrukcijah, kjer je še vedno najbolj razširjena gradnja z zidaki (opečnati, porobetonski, betonski) ali z armiranim betonom. Velik napredek je bil narejen na področju križno lepljenih lesenih plošč, ki so sicer dražje od zgoraj omenjenih primerov, vendar so stroški montaže manjši in gradnja poteka hitreje.

Opaža se trend uporabe lesa na fasadah in zunanjih površinah. Tudi pri oblogah je les skoraj vedno med dražjimi elementi, za razliko od lesenih nosilnih konstrukcij in toplotne izolacije pa ga je tudi najtežje vzdrževati. Paziti je potrebno, da so izbrane prave vrste lesa (sibirski macesen, teak ipd.). Se pa les zelo pogosto uporablja tudi za talne obloge v notranjosti objektov, še posebej stanovanjskih.

Preglednica 28: Uporabljeni proizvodi

Izdelek	Ime	Debelina [cm]	Cena [€/m ²]	Vključeno v [str.]	Datum	Vir
Toplotne izolacije						
Kamena volna	Večnamenska plošča DP-3	4	3,28	74	2. 3. 2015	knaufinsulation.si
Kamena volna	Večnamenska plošča DP-3	5	2,87	61	2. 3. 2015	domtrade.si
Kamena volna	Talna plošča TP	5	7,75	58	2. 3. 2015	domtrade.si
Kamena volna	Večnamenska plošča DP-3	6	3,38	52	2. 3. 2015	domtrade.si
Kamena volna	FPL plošča za prezračevane fasade	8	6,35	68	2. 3. 2015	domtrade.si
Kamena volna	Večnamenska plošča DP-3	10	5,73	68	2. 3. 2015	domtrade.si
Kamena volna	Lamela za kontaktne fasade FKL	10	16,15	55	2. 3. 2015	domtrade.si
Kamena volna	Večnamenska plošča DP-3	16	9,01	55, 65	2. 3. 2015	domtrade.si
Kamena volna	Večnamenska plošča DP-3	18	10,30	52	2. 3. 2015	domtrade.si
Kamena volna	Lamela za kontaktne fasade FKL	18	29,10	67	2. 3. 2015	domtrade.sii
EPS	Fragmat EPS 50	5	3,53	61	2. 3. 2015	domtrade.si
EPS	Stiroestrih T	5	5,85	59, 71	2. 3. 2015	domtrade.si
EPS	Fragmat EPS 100	16	16,59	55, 64	2. 3. 2015	domtrade.si
EPS	Fragmat EPS 100	18	18,66	52	2. 3. 2015	domtrade.si
Lesna volna	Steico Flex	4	5,12	74 75	2. 3. 2015	zdravahisa.si
Lesna volna	Steico Flex	5	6,4	59, 72	2. 3. 2015	zdravahisa.si
Lesna volna	Steico Flex	6	7,68	52, 53	2. 3. 2015	zdravahisa.si
Lesna volna	Steico Protect	8	38,9	69	2. 3. 2015	zdravahisa.si
Lesna volna	Steico Protect	10	48,40	55, 56	2. 3. 2015	zdravahisa.si
Lesna volna	Steico Flex	10	12,8	69	2. 3. 2015	zdravahisa.si
Lesna volna	Steico Flex	16	20,5	56, 66	2. 3. 2015	zdravahisa.si
Lesna volna	Steico Flex	18	23,1	53	2. 3. 2015	zdravahisa.si

Izdelek	Ime	Debelina [cm]	Cena [€/m ²]	Vključeno v [str.]	Datum	Vir
Celulozna izolacija	Trendisol	10	8,13	62	2. 3. 2015	ekoprodukt.si

Izdelek	Ime	Debelina [cm]	Cena [€/m ²]	Vključeno v [str.]	Datum	Vir
Obloge						
Mavčno-kartonska plošča	GBK plošče	1,25	3,18	58, 59, 65, 66, 75	2. 3. 2015	Kalcer, d. o. o.
Mavčno-kartonska plošča	GBK plošče	1,5	4,38	69, 72, 75	2. 3. 2015	Kalcer, d. o. o.
Mavčno-vlaknena plošča	Plošča Fermacell	1,25	11,5	54, 55, 61, 62	2. 3. 2015	Kalcer, d. o. o.
Lesena obloga	Smreka	2,5	26,73	52, 58, 59, 61, 62, 64, 68, 71, 72, 74	2. 3. 2015	teak.si
Lesena fasadna obloga	Sibirski macesen	3,0	48,78	68	2. 3. 2015	teak.si
Parket	Hrast	1,5	25	59	2. 3. 2015	maderales.si
Keramične ploščice	Moca	1,0	18	58	2. 3. 2015	topkeramika.si
Apneni omet		1	7,2	67, 69, 74		tim44.si

Izdelek	Ime	Debelina [cm]	Cena [€/m ²]	Vključeno v [str.]	Datum	Vir
Nosilni elementi						
Porotherm zidak	Phorotherm	30	27	67, 69	2. 3. 2015	merkur.si
Porobetonski zidak	Ytong	10	19,8	74	2. 3. 2015	merkur.si
Nosilna lesena konstrukcija	Smreka	10 x 8	7,07 tm	61, 62	2. 3. 2015	zdravahisa.si
Alu U-profil		100/50	1,59	61	2. 3. 2015	merkur.si
Križno lepljene lesene plošče	X-Lam	10	50	75	2. 3. 2015	CBD, d. o. o.
Križno lepljene lesene plošče	X-Lam	15	75	65, 66, 69	2. 3. 2015	CBD, d. o. o.

Izdelek	Ime	Debelina [cm]	Cena [€/m ²]	Vključeno v [str.]	Datum	Vir
Betonska plošča		12	24	71, 72	2. 3. 2015	
Betonska plošča		15	27	64, 68	2. 3. 2015	
Tankoslojni fasadni sistem	Weber	1	12,5	67, 69	2. 3. 2015	weber-terranova.si

- Zdrava hiša - zdravahisa.si
- Dom trade PC Žabnica - www.domtrade.si
- Weber-terranova - www.weber-terranova.si/fasade-in-fasadni-sistemi/ceniki-in-katalogi/cenik-fasade-in-katalogi.html
- Knauf insulation - www.knaufinsulation.si
- Merkur - www.merkur.si
- Kalcer d.o.o. - www.kalcer.si
- Teak - www.teak.si
- Top keramika- www.topkeramika.si
- Tim 44 - www.tim44.si
- Ekoprodukt – www.ekoprodukt.si
- CBD d.o.o. - www.cbd.si

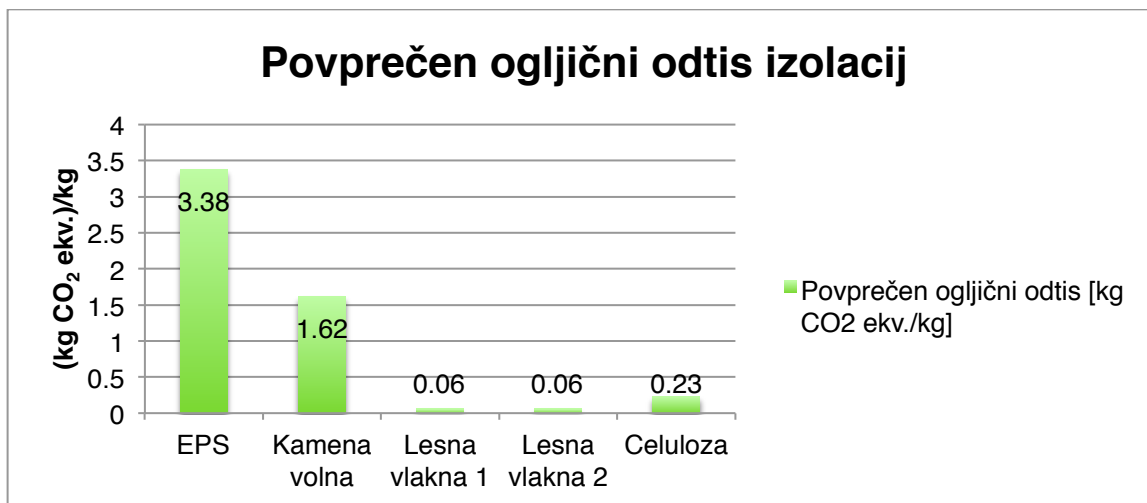
Primerjava ogljičnega odtisa

S stavbami je povezanih vsaj 35 % vseh izpustov CO₂, zato je pomemben tudi ta vidik gradnje. Proizvodi, ki imajo opravljen EPD ali samo LCA, imajo podano tudi, koliko CO₂ se ustvari med procesi oz. postopki njihove izdelave ter prevoza in odpada. Na tem mestu so predstavljeni podatki za materiale, ki smo jih uporabili v tem poglavju. Vrednosti, ki so zapisane spodaj, veljajo za določen material in ne nujno tudi za proizvod, ki smo ga uporabili zgoraj.

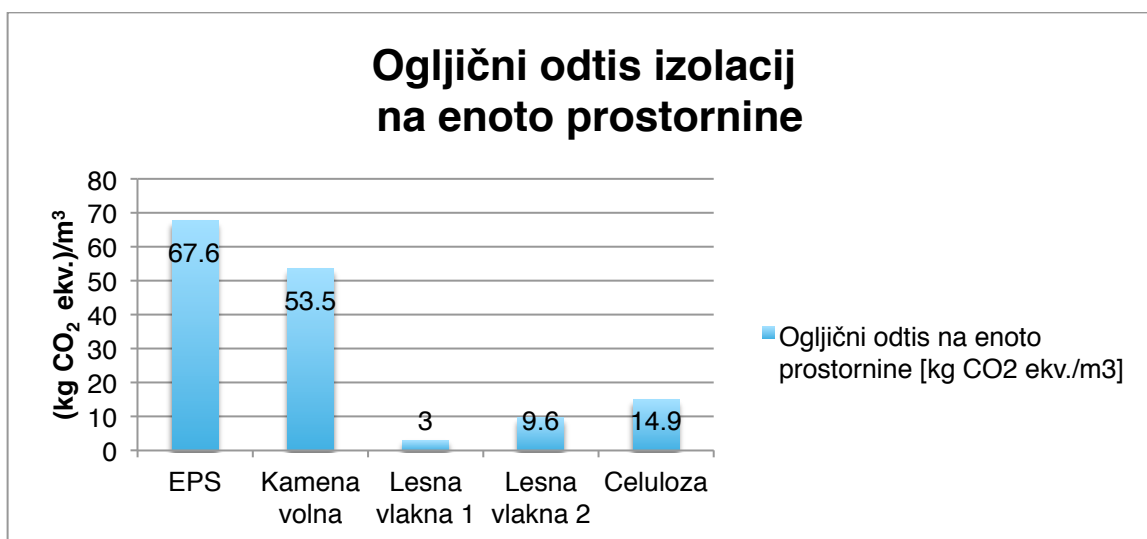
Materiali so ločeni v tri kategorije (izolacije, obloge in nosilni elementi), pri čemer so predstavljeni podatki za povprečen ogljični odtis [kg CO₂ ekv./ kg] in ogljični odtis na enoto prostornine [kg CO₂ ekv./ m³]. V spodnjih primerih pa je upoštevan samo ogljični odtis, ustvarjen v proizvodni fazi.

Pri toplotnih izolacijah smo v naših primerih uporabljali enake debeline, s čimer se je spreminjala toplotna prehodnost konstrukcijskega sklopa. Iz grafov je razvidno, da se največ ogljičnega odtisa na kilogram ustvari pri izdelavi ekstrudiranega polistirena, in sicer kar 56-krat več kot pri lesnih vlaknih (slika 28). Vendar se razlike, ko primerjamo ogljični odtis pri enakih debelinah oz. prostorninah, precej zmanjšajo in se zaradi različnih gostot vrednost med (v tem oziru) okolju najbolj prijaznimi lesnimi vlakni in okolju najmanj prijaznim ekstrudiranim polistirenom več kot prepolovi (slika 29). Še manjše pa so razlike pri primerjavi določene vrednosti toplotne prehodnosti (npr. $U = 0,28 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$), saj je ekstrudiran polistiren najlažji in ima najmanjšo toplotno prehodnost (slika 30). Poleg tega

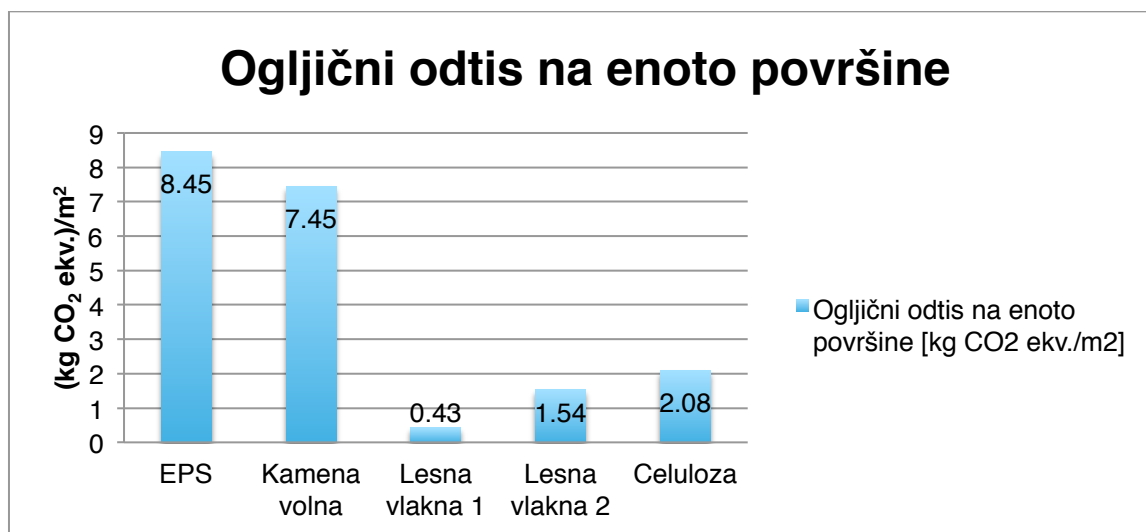
velja upoštevati, da je potrebno lesna vlakna uvoziti iz tujine, kar povzroča dodatno onesnaževanje. So pa lesna vlakna kljub temu ekološko najboljša rešitev.



Slika 27: Povprečen ogljični odtis različnih toplotnoizolacijskih materialov izražen na kilogram mase izbranega materiala

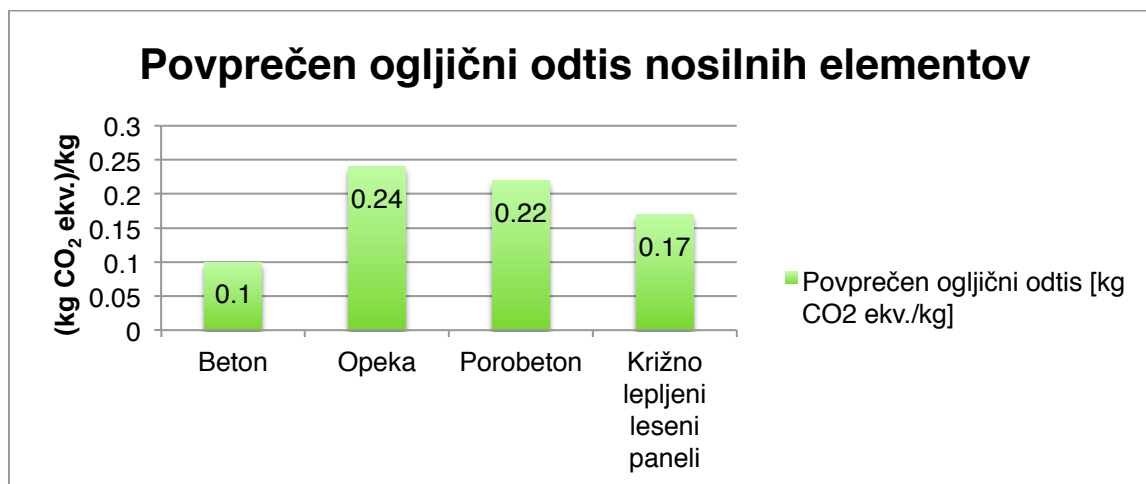


Slika 28: Ogljični odtis različnih toplotnoizolacijskih materialov na enoto prostornine

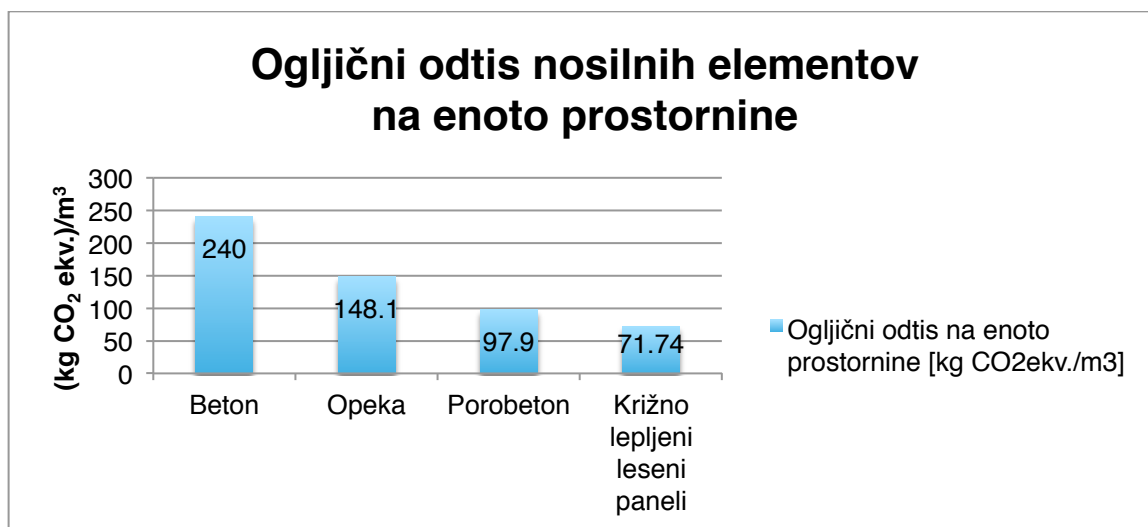


Slika 29: Ogljični odtis različnih toplotnoizolacijskih materialov na enoto površine pri toplotni prehodnosti $U = 0,28 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Sledi primerjava proizvodov, ki se uporabljajo za nosilno konstrukcijo, in sicer med betonom, opeko, porobetonom in križno lepljenimi lesenimi paneli. Pri nosilnih elementih ima najmanjši povprečni ogljični odtis beton, vendar je ta zaradi svoje gostote na enoto prostornine daleč najslabši. Tudi v tem primeru se najboljše odrežejo leseni proizvodi, kjer ogljični odtis lesenih križno lepljenih plošč na enoto prostornine znaša okoli $72 \text{ kg CO}_2 \text{ ekv.}/\text{m}^3$. Precej nizek ogljični odtis na enoto prostornine ima tudi porobeton, ki ima podobno prostorninsko težo kot les, in sicer okoli $450 \text{ kg}/\text{m}^3$.

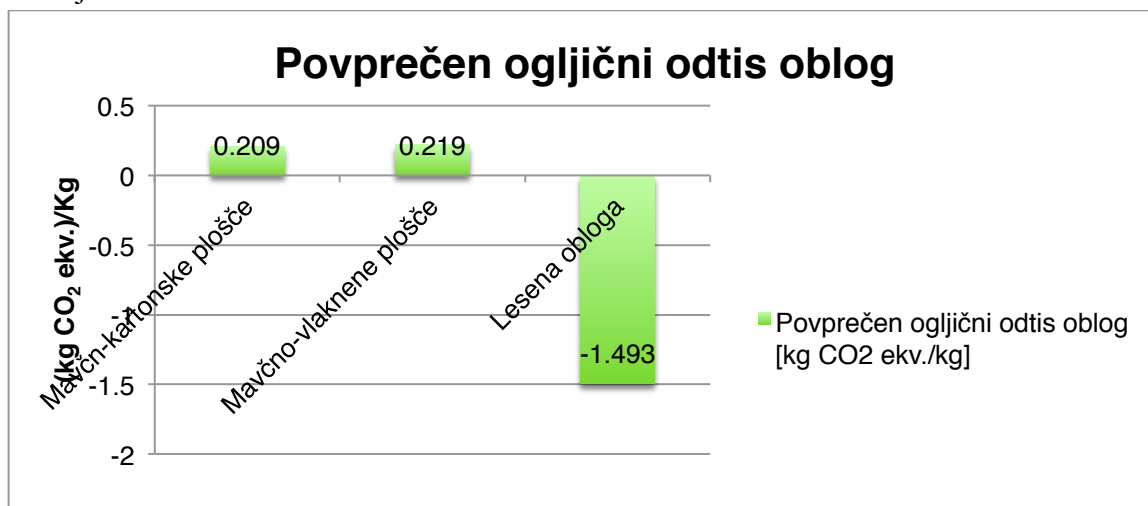


Slika 30: Povprečen ogljični odtis nosilnih elementov izražen na kilogram mase izbranega materiala

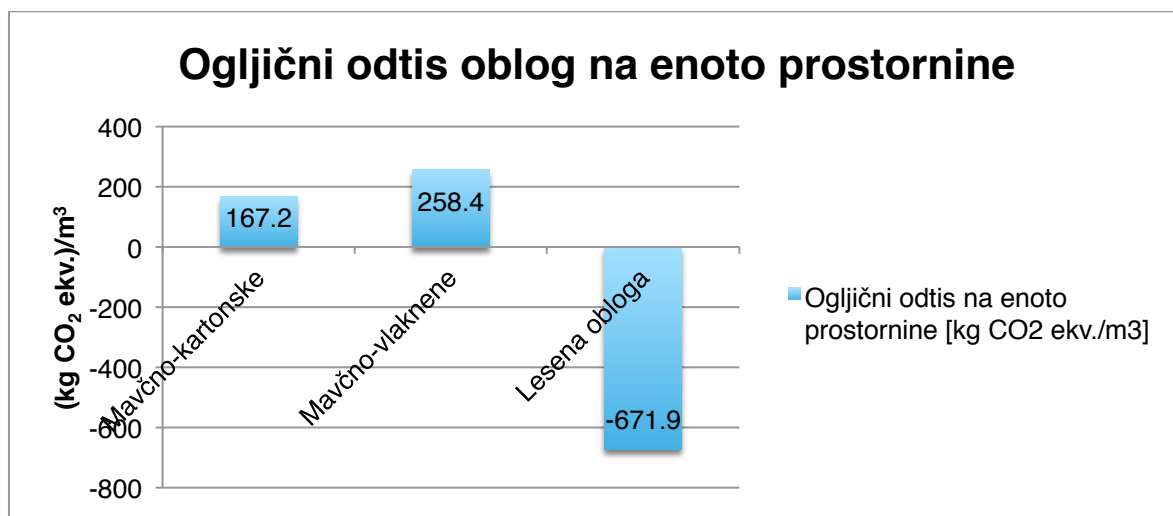


Slika 31: Ogljični odtis nosilnih elementov na enoto prostornine

Na koncu smo primerjali še ogljični odtis oblog, kjer so podane ocene za tri izdelke, in sicer za mavčno-kartonske plošče, mavčno-vlakenne plošče in leseno oblogo. Medtem ko imata mavčno-kartonska in mavčno-vlakenna plošča dokaj podoben ogljični odtis, ima lesena obloga negativen ogljični odtis. Vzrok temu je upoštevanje skladiščenja CO₂ v lesu v času rasti. CO₂ se veže v molekule v lesu z biološkimi procesi, dokler po predvideni zaključeni življenjski dobi z izgorevanjem ali razkrojem, torej s procesom oksidacije, ne preide nazaj v ozračje.



Slika 32: Povprečen ogljični odtis oblog izražen na kilogram mase izbranega materiala



Slika 33: Ogljični odtis oblog na enoto prostornine

Preglednica 29: Pregled ogljičnega odtisa posameznih proizvodov

Izdelek	Ime	Povprečna gostota ro, kg/m ³	CO ₂ odtis, povprečno, kg CO ₂ ekv. / kg	CO ₂ odtis, povprečno na enoto površine kg CO ₂ ekv./m ²	Vir
Izolacije					
EPS	splošna vrednost	20	3,38	67,6	Toplotne izolacije*
Kamena volna	Knauf Insulation DP - 3	33	1,62	53,5	Knauf Insulation
Lesna volna, lahka	splošna vrednost	50	0,06	3	Toplotne izolacije*
Lesna volna, težka	splošna vrednost	160	0,06	9,6	Toplotne izolacije*
Celuloza	Trendisol	65	0,23	14,9	Toplotne izolacije*

Izdelek	Ime	Povprečna gostota ro, kg/m ³	CO ₂ odtis, povprečno, kg CO ₂ ekv. / kg	CO ₂ odtis, povprečno na enoto površine kg CO ₂ ekv./m ²	Vir
Nosilni elementi					
Beton	C 30/37	2400	0,10	240	R. Kunič, idr.**
Opeka	splošna vrednost		0,24	148,1	R. Kunič, idr.**
Porobeton	Ytong	445	0,22	97,9	Ytong
Križno lepljeni leseni nosilci	X-Lam	422	0,07	71,7	Nordic X-lam

Izdelek	Ime	Povprečna gostota ro, kg/m ³	CO ₂ odtis, povprečno, kg CO ₂ ekv. / kg	CO ₂ odtis, povprečno na enoto površine, kg CO ₂ ekv./m ²	Vir
Obloge					
Mavčno-kartonske plošče	Fermacell	800	0,209	167,2	Fermacell
Mavčno-vlakenne plošče	splošna vrednost	1180	0,219	258,4	Knauf
Lesena obloga	splošna vrednost	450	-1.493	-671,9	Norwegian Wood Industry Federation

*M. Valenčič; Izbira materialov za toplotno izolacijo stavb; EGES 4/2013

**R. Kunič, Č. Tavzes, A. Kutnar; Ogljični odtis toplotnoizolacijskih materialov v toplotnem ovoju stavb; Gradbeni vestnik, september 2013

Preglednica 30: Primerjava med fizikalnimi lastnostmi toplotnoizolacijskih gradbenih materialov, ogljičnim odtisom različnih toplotnih izolacij za doseganje toplotne prehodnosti $U = 0,28 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ na enoto površine ovoja stavbe.

Toplotnoizolacijski material	Toplotna prevodnost lambda W/(mK)	Potrebna debelina toplotne izolacije za $U = 0,28 \text{ W}/(\text{mK})$, v cm	Potrebna masa na enoto površine za $U = 0,28 \text{ W}/(\text{mK})$, v kg	Ogljični odtis toplotne izolacije za $U = 0,28 \text{ W}/(\text{mK})$
EPS	0,035	12,5	2,5	8,45
Kamena volna	0,039	13,9	4,6	7,45
Celuloza	0,039	13,9	9,0	2,08
Lesna volna I	0,04	14,3	7,15	0,43
Lesna volna II	0,045	16	25,6	1,54

5 ZAKLJUČEK

Sodobna družba je postavljena pred izzive, ki jih povzročajo klimatske spremembe, omejenost naravnih virov, naraščajoča energijska odvisnost Evrope in naraščanje prebivalstva. Posledično je potrebno na vseh področjih stremeti k čim bolj ekološkim in trajnostnim rešitvam. Gradbeništvo ima tukaj pomembno vlogo, saj je ogromen porabnik surovin in ustvari veliko odpadkov.

Na nivoju Evropske unije so že sprejeti mnogi standardi, uredbe in zakoni, ki urejajo ta področja. Ekološko bolj ozaveščene države, kot so Danska, Norveška, Velika Britanija in Nemčija, imajo omenjena področja že dalj časa urejena. V tem oziru se lahko izpostavi nemški DGNB, kjer podlaga za vrednotenje ne temelji le na ekoloških vidikih, temveč na celostnem obravnavanju celotnega življenjskega cikla stavbe. Tako obstaja 61 ocenjevalnih meril, ki so razdeljena v šest skupin (okoljski, ekonomski, družbeni in tehnični proces, proces kakovosti graditve in ocena kakovosti lokacije) in preko katerih se ovrednoti kakovost objektov.

Slovenija sledi direktivam in politikam Evropske unije. Trenutno promovira “zeleno” gradnjo preko Uredbe o zelenem javnem naročanju, kjer se na področju stavb predpisuje zahtevano volumsko vrednost lesa in lesnih tvoriv. Uredba predstavlja korak k bolj ekološki in trajnostni gradnji in izboljšuje finančno učinkovitost javnega sektorja. Slovenija kljub Uredbi po številu zelenih javnih naročil zaostaja za evropskim povprečjem. Poznavalci pa opozarjajo, da bi morala Uredba bolj kot materiale določati izbiro celostnih gradbenih rešitev, prijaznih do okolja [finance.si].

V diplomski nalogi smo pregledali nekatere okolju prijaznejše možnosti za gradnjo stavb. Obravnavali smo pomembne zakone, standarde, deklaracije in analize, ki so prav tako vključeni v Uredbo o zelenem javnem naročanju.

Vedno bolj se za ocenjevanje proizvodov uporablja merilo ogljičnega odtisa, ki je prisotno tudi v analizi življenjskega cikla. Slednja je del okoljske deklaracije produkta, ki jo lahko v okviru obravnavane Uredbe uporabimo za dokazovanje dodatnih zahtev.

Po zgledu Uredbe o zelenem javnem naročanju je v diplomski predstavljenih nekaj proizvodov in njihova implementacija pri gradnji. Gre za proizvode iz naravnih materialov, ki so ekološko bolj sprejemljivi od standardnih materialov. Čeprav so ti proizvodi v primerjavi s standardnimi še nekoliko dražji, bodo v prihodnosti predstavljali pomemben del gradbenih konstrukcij. Iz modelov, predstavljenih v diplomski nalogi, je razvidno, da so zahteve iz Uredbe enostavno rešljive tako pri endoskeletnih kot tudi pri eksoskeletnih konstrukcijah.

Obravnali smo osem različnih modelov konstrukcijskih sklopov, pri čemer smo vsakemu modelu določili tri primere z različnimi volumskimi vrednostmi lesa in lesnih tvoriv. Poleg volumskega deleža smo preverjali tudi toplotno prehodnost celotnega konstrukcijskega sklopa in cene uporabljenih proizvodov. Na koncu sta bili narejeni še primerjava cen posameznih proizvodov in primerjava ogljičnega odtisa med materiali, na osnovi katerih je bilo razvidno, da so proizvodi iz lesa in lesnih tvoriv veliko bolj ekološki, žal pa tudi dražji.

Proizvodi iz lesa so trenutno zelo priljubljeni po celem svetu, zato je zelo nenavadno, da v Sloveniji večino teh izdelkov uvozimo, medtem ko bi jih lahko izdelovali sami, saj je Slovenija zelo bogata z lesno surovino.

Na koncu smo primerjali cene ter ogljični odtis proizvodov. Iz primerjave cen vidimo, da proizvodi iz lesa in lesenih tvoriv opazno zvišajo ceno konstrukcijskega sklopa in posledično je uporaba v privatnem sektorju še precej v zaostajanju. Primerjali pa smo tudi ogljični odtis posameznih proizvodov, pridobljenih iz EPDjev ter drugih virov. V tej primerjavi smo po pričakovanjih ugotovili, da so proizvodi iz lesa in lesenih tvoriv precej boljši oziroma imajo precej nižji ogljični odtis. Ne samo pri žaganem lesu (tramovi, morali, deske, letve..), celo pri križno lepljenih ploščah je okoljski vpliv negativen.

Vse hitrejši napredek v razvoju novih materialov in fazah proizvodnje prinaša bolj varčne in ekološke proizvode z manjšim ogljičnim odtisom, zato je presenetljivo, da je ena glavnih zahtev v Uredbi o zelenem javnem naročanju volumska vrednost naravnih materialov, lesa in lesnih tvoriv. Pričakovali bi namreč, da bi bil za ocenjevanje uporabljen bolj celovit pristop k izbiri proizvodov z manjšim vplivom na okolje.

Viri:

Analiza Življenjskega cikla (LCA) in analiza stroškov življenjskega cikla (LCCA). 2009. Zelena Slovenija. <http://www.zelenaslovenija.si/kaj-nudimo/trajnostno-svetovanje/lca-in-lcca-analiza> (Pridobljeno 2. 6. 2014.)

Braune, A., Kittelberger, S., Kreissig, J. 2011. The EPD 2.0 concept – a new way of integrating life cycle management. Nemčija, PE International AG: 7 str.

Brinkman, N., Wang, M., Weber, T., Darlinton, T. 2005. Well-to-wheels Analysis of advanced Fuel/Vehicle Systems – A North American Study of Energy Use, Greenhouse Gas Emissions, and Criteria Pollutant Emissions. <http://www.transportation.anl.gov/pdfs/TA/339.pdf> (Pridobljeno 16. 4. 2014.)

Cooper, J.S., Fava, J. 2006. Life Cycle Assessment Practitioner Survey: Summary of Results”. Journal of Industrial Ecology 10, 4: 12- 14.

Direktiva o gradbenih proizvodih. <http://nadzornik.diamonddogs.si/zakon-o-gradbenih-proizvodih/direktiva-o-gradbenih-proizvodih.html> (Pridobljeno 11. 2. 2015.)

Ekvivalent ogljikovega dioksida CO₂. ECO-HUB. 2015. <http://www.eco-hub.eu/ecohub/index.php/en/glossary-sl-2/21-glossary/144-ekvivalent-ogljikovega-dioksida-co2-ekv> (Pridobljeno 4. 3. 2015.)

Gradbeni Proizvodi. 2005. <http://goo.gl/DxOL2c> (Pridobljeno 6. 11. 2014.)

Graedel, T. E., Allenby, B. R. 1995. Industrial ecology. New Jersey, Prentice Hall: 412 str.

ISO 14020:2000(E). Environmental labels and declarations – General principles.

ISO 14024:1999(E). Environmental labels and declarations – Type I environmental labelling – Principles and procedures.

ISO 14025:2000. Environmental labels and declarations – Type III environmental declarations.

ISO 14040:1997(E). Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework.

Krainer, A. 1993. Vernacular Buildings in Slovenia: Genesis of Bioclimatic Growth of Vernacular Buildings in Slovenia. European Commission TEMPUS programme: 102 str.

Kunič, R., Krainer, A. 2008. Energetska učinkovitost, varovanje okolja in celostno načrtovanje. Gradbeni vestnik 57: 146-152.

Limitations of the EIO-LCA Method and models. 2006. Carnegie Mellon University.
<http://www.eiolca.net/Method/Limitations.html> (Pridobljeno 3. 6. 2014.)

Lesene fasade. 2011. Gradim št.11: 15– 16. <http://www.gradim.si/gradnja-in-gradiva/lesene-fasade.html> (Pridobljeno 17. 3. 2015.)

Malmqvist, T., Glaumann, M., Scarpellini, S., Zabalza, I., Aranda, A. 2011. "Life cycle assessment in buildings: The ENSLIC simplified method and guidelines". *Energy* 36,4: 1900–1907

Mauko, A., Japelj, M. 2013. Od odpadkov do gradbenih proizvodov – Zakonodaja o gradbenih proizvodih.
http://www.re-birth.eu/data/pdf/3_Mauko_A._Zakonodaja_o_gradbenih_proizvodih.pdf
(Pridobljeno 17. 7. 2014.)

Maul, J., Frushour, B. G., Kontoff, J. R., Eichenauer, H., Ott, K.-H. and Schade, C. 2007. "Polystyrene and Styrene Copolymers" in *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry* Weinheim, Wiley-VCH. 487 str.

Pavlič, M., Mihevc, V. 2001. Zaščita lesa pred vremenskimi vplivi.
http://les.bf.uni-lj.si/fileadmin/datoteke_asistentov/mpavlic/POVRSINSKA_VAJE/Zascita_lesa.pdf
(Pridobljeno 2. 11. 2014.)

Singh, S., Bakshi B. R. 2009. "Eco-LCA: A Tool for Quantifying the Role of Ecological Resources in LCA". *International Symposium on Sustainable Systems and Technology*: 1–6.

SIST EN ISO 14001:2005. Sistemi ravnanja z okoljem – Zahteve z navodili za uporabo.

SIST EN ISO 14021:2002. Okoljske označbe in deklaracije – Okoljsko samodeklariranje (okoljsko označevanje II. Vrste) (ISO 14021:1999)

Skladnost gradbenih proizvodov. 2009. Zbornica varnosti in zdravja pri delu.
<http://www.zbornica-vzd.si/media/Skladnost%20gradbenih%20proizvodov.pdf> (Pridobljeno 16. 4. 2015.)

Statistično poročilo o javnih naročilih, oddanih v letu 2013. 2014. Str 9.
http://www.djn.mf.gov.si/resources/files/Letna_porocila/Stat_por_JN2013_IN.pdf
(Pridobljeno 25. 7. 2014.)

Steinbach, V. and Wellmer, F. 2010. "Review: Consumption and Use of Non-Renewable Mineral and Energy Raw Materials from an Economic Geology Point of View." *Sustainability*. 2,5: 1408–1430.

Total population – Both sexes. 2012. United nations, Department of economic and Social Affairs. <http://esa.un.org/wpp/Excel-Data/population.html> (Pridobljeno 14. 4. 2014.)

U.S. EPA Design for the Environment. 2014. EPA. <http://www.epa.gov/dfe/> (Pridobljeno 4. 6. 2014.)

Uredba o zelenem javnem naročanju, Priloga 7. 2011. Uradni list RS 102/2011.

World population to 2300. 2004. New York, Združeni Narodi.
<http://www.un.org/esa/population/publications/longrange2/WorldPop2300final.pdf>
(Pridobljeno 14. 4. 2014.)

What is an EPD. 2014. Envirodec.com.
<http://www.environdec.com/en/The-International-EPD-System/#.VXmSMM7fag0>
(Pridobljeno 19. 7. 2014.)

What is EPD: Key characteristics. 2014. EPD international AD.
http://www.environdec.com/en/What-is-an-EPD/Key-Characteristics/#.U6P_hxbfag0
(Pridobljeno 19. 7. 2014.)

What is EPD: Why EPD. 2014. EPD international AD.
<http://www.environdec.com/en/What-is-an-EPD/Why-EPD/#.U6P8pxbfag0> (Pridobljeno 19. 7. 2014.)

Žarnič, R. 2005. Lastnosti gradiv. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za preskušanje materialov in konstrukcij: 350 str.

Viri slik

Slika 1: Metodologija analize življenjskega cikla. <http://www.zelenaslovenija.si/kaj-nudimo/trajnostno-svetovanje/lca-in-lcca-analiza> (Pridobljeno 6. 9. 2014.)

Slika 2: Slika faz analize življenjskega cikla. ISO 14040:1997(E); Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework.

Slika 3: »Modela od zibelke do vrat« in »od zibelke do groba«.
<http://www.zelenaslovenija.si/kaj-nudimo/trajnostno-svetovanje/lca-in-lcca-analiza>
(Pridobljeno 4. 6. 2015.)

Slika 4: Znak DfE. https://en.wikipedia.org/wiki/File:DfE_Logo.pdf (Pridobljeno 7. 7. 2015.)

Slika 5: Primer EPDja. http://www.ursa.si/sl-si/izdelki/documents/exiba_epd_za_xps-slo.pdf
(Pridobljeno 3. 5. 2014.)

Slika 6: Model ravnanja z okoljem. SIST EN ISO 14001:2004. Sistemi ravnanja z okoljem – Zahteve z navodili za uporabo.

Slika 7: univerzalni znak za recikliranje. <https://en.wikipedia.org/wiki/File:Recycle001.svg>
(Pridobljeno 7. 7. 2015.)

Slika 8: mejni prehod Sočerga.
http://www.mnz.gov.si/nc/si/novinarsko_sredisce/novica/article//8797/ (7. 5. 2014.)

Slika 9: Primera mednarodnega in državnega okoljskega znaka. EU EcoLabel.
<http://ec.europa.eu/environment/ecolabel/eu-ecolabel-for-consumers.html> (Pridobljeno 17. 3. 2015.), Austria Bio Garantie Logo; http://www.abg.at/de/logos/abg_logos (Pridobljeno 17. 3. 2015.)

Slika 10: Primer endoskeletne gradnje (levo) in eksoskeletne gradnje (desno). levo -
<http://www.dama-haus.si> (Pridobljeno 21. 3. 2015.), desno -
<http://www.finance.si/284674/Hiša-klasična-ali-montažna> (Pridobljeno 21. 3. 2015.)

Slike 11, 17, 19, 21: Knauf Insulation. Detajli vgradnje.
<http://www.knaufinsulation.si/izvajalci> (Pridobljeno 7. 9. 2014.)