

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA

Tomaž KUŠAR

**RAZVOJ IN OCENA ŽIVLJENJSKEGA CIKLA POHIŠTVA ZA  
STAROSTNIKE**

MAGISTRSKO DELO

**DEVELOPMENT AND LIFE CYCLE ASSESSMENT OF FURNITURE  
FOR THE ELDERLY**

Master of science thesis

Ljubljana, 2014

Magistrsko delo je zaključek Podiplomskega študija bioloških in biotehniških znanosti s področja lesarstva. Eksperimentalno delo je bilo opravljeno na Biotehniški fakulteti, Oddelku za lesarstvo, Katedri za lepljenje, lesne kompozite in obdelavo površin.

Na podlagi Statuta Univerze v Ljubljani ter po sklepu Senata Biotehniške fakultete z dne 24.08.2012 ter odločbo dekana z dne 2.10.2012 je bilo potrjeno, da kandidat izpolnjuje pogoje za izdelavo in zagovor magistrskega dela s področja lesarstva. Za mentorico je bila imenovan doc. dr. Manjo Kitek Kuzman in za somentorico doc. dr. Andrejo Kutnar.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Leon OBLAK

Članica: doc. dr. Manja KITEK KUZMAN

Članica: doc. dr. Andreja KUTNAR

Članica: doc. dr. Vesna ŽEGARAC LESKOVAR

Datum zagovora: 21. marec 2014

Magistrsko delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisani se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddal v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Tomaž Kušar

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Md  
DK UDK 684.422:7.05  
KG analiza življenjskega cikla/ogljčni odtis/pohištvo/starostniki/od zibelke do zibelke  
AV KUŠAR, Tomaž, univ. dipl. inž. lesarstva  
SA KITEK-KUZMAN, Manja (mentorica)/KUTNAR, Andreja (somentorica)  
KZ SI-1000 Ljubljana, Rožna dolina Cesta VIII/34  
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Podiplomski študij bioloških in biotehniških znanosti, Lesarstva  
LI 2014  
IN RAZVOJ IN OCENA ŽIVLJENJSKEGA CIKLA POHIŠTVA ZA STAROSTNIKE  
TD Magistrsko delo  
OP XI, 90 str., 15 pregl., 31 sl., 101 vir.  
IJ sl  
JI sl/en  
AI Danes proizvodjanje okolju prijaznih izdelkov za starostnike opredeljuje številne razvojne, raziskovalne in politične prioritete. Cilj magistrske naloge je bil oblikovati idejno zasnovo prototipov pohištvenih izdelkov z minimalnim okoljskim vplivom ob upoštevanju koncepta "od zibelke do zibelke". Za ciljno populacijo, ki ji bodo izdelki namenjeni, smo izbrali starostnike. Vzporedno z razvojem idejne zasnove pohištva za starostnike smo vrednotili okoljsko prijaznost materialov ter predvideli njegovo razgradnjo. V oblikovanje prototipov pohištva smo aktivno vključili tudi starostnike, ki bodo v bodoče uporabniki tovrstnega pohištva. Za modelna pohištvena elementa sta bila izbrana prototip prilagojene postelje in prototip prilagojene nočne omarice, ki predstavljata ključna in najpomembnejša pohištvena elementa v življenju starostnika. Skonstruirali smo tri variantne izdelke, ki so se razlikovali v osnovnem materialu, in sicer smo primerjali izdelke izdelane iz masivnega lesa, furnirane iverne plošče in vezane plošče. Na podlagi izračuna ogljičnega odtisa različnih izvedb pohištvenih elementov postelje in nočne omarice smo ugotovili, da je okolju najprijaznejša izvedba, ki je izdelana iz masivnega lesa bukve, saj je imela najnižji ogljični odtis. Ob upoštevanju skladiščenega CO<sub>2</sub> se prednost uporabe masivnega lesa še poveča, kar se kaže v najnižji neto vrednosti ogljičnega odtisa. Ogljični odtis pohištva, ki je izdelan iz masivnega lesa, bi lahko še znižali, če npr. ne bi uporabili sredstva za površinsko obdelavo ter bi kovinske vezne elemente nadomestili z lesenimi.

## KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Md  
DC UDC 684.422:7.05  
CX life cycle assesment/carbon footprint/furniture/elderly people/cradle to cradle  
AU KUŠAR, Tomaž  
AA KITEK-KUZMAN, Manja (supervizor)/KUTNAR, Andreja (co-supervisor)  
PP SI-1000 Ljubljana, Rožna dolina Cesta VIII/34  
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Postgraduate Study of Biological and Biotechnical Science, Field Wood Science and Technology  
PY 2014  
TY DEVELOPMENT AND LIFE CYCLE ASSESSMENT OF FURNITURE FOR THE ELDERLY  
DT M.Sc. Thesis  
NO XI, 90 p., 15 tab., 31 fig., 101 ref.  
LA sl  
AL sl/en  
AB Today, production of environmentally friendly products for the elderly is a priority of numerous development, research, and policy initiatives. Accordingly, the objective of this master's thesis was to design prototype furniture concepts for the elderly community with minimal environmental impacts by taking into account the "cradle to cradle" design paradigm. In parallel with the furniture design process the environmental friendliness of materials was evaluated and prediction of their decomposition was considered. The elderly population was involved throughout the design process to ensure the design concepts met the population's usability and aesthetic requirements. The furniture prototypes selected for analysis were a customized bed and nightstand, since they are the most important furniture elements for the elderly. Three prototype versions of the bed and nightstand were constructed with varying materials and compared. The three versions were made of solid wood, veneered particleboard, and plywood. Carbon footprint calculations were used as the basis of comparison for the three furniture prototypes. The bed and nightstand set with the lowest carbon footprint was made of solid beech wood. Accounting for CO<sub>2</sub> stored in the material the carbon footprint of solid wood reduced further, increasing the advantage it held over its composite wood counterparts. Replacing metal fasteners and connectors with wooden counterparts would further decrease the carbon footprint of the furniture prototypes.

## KAZALO VSEBINE

|                                                                                              | str.      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Ključna dokumentacijska informacija (KDI)                                                    | III       |
| Key words documentation (KWD)                                                                | IV        |
| Kazalo vsebine                                                                               | V         |
| Kazalo preglednic                                                                            | VII       |
| Kazalo slik                                                                                  | VIII      |
| <b>1 UVOD IN OPREDELITEV PROBLEMA</b>                                                        | <b>1</b>  |
| 1.1 PREDSTAVITEV PROBLEMA                                                                    | 1         |
| 1.2 DELOVNA HIPOTEZA IN NAMEN DELA                                                           | 3         |
| <b>2 PREGLED OBJAV</b>                                                                       | <b>4</b>  |
| 2.1 STARANJE PREBIVALSTVA IN VARSTVO STAREJŠIH                                               | 4         |
| 2.2 ERGONOMIJA IN ANTROPOMETRIJA                                                             | 7         |
| <b>2.2.1 Standardi za pohištvo</b>                                                           | <b>11</b> |
| 2.2.1.1 Standardi za postelje                                                                | 12        |
| 2.3 SPALNICA KOT BIVALNI PROSTOR                                                             | 13        |
| <b>2.3.1 Negovalna postelja – prilagojena postelja</b>                                       | <b>14</b> |
| <b>2.3.2 Večfunkcionalna nočna omarica ob negovalni postelji</b>                             | <b>15</b> |
| 2.4 OBLIKOVANJE IZDELKOV Z MINIMALNIM OKOLJSKIM VPLIVOM                                      | 16        |
| <b>2.4.1 Okoljske oznake</b>                                                                 | <b>17</b> |
| <b>2.4.2 Certificiranje sledenja lesa in lesnih izdelkov FSC in PEFC</b>                     | <b>18</b> |
| 2.4.2.1 Certificiranje PEFC                                                                  | 19        |
| 2.4.2.2 Certificiranje FSC                                                                   | 19        |
| <b>2.4.3 Eko dizajn</b>                                                                      | <b>20</b> |
| <b>2.4.4 Les kot obnovljiv material v eko dizajnu</b>                                        | <b>21</b> |
| <b>2.4.5 Metodologije vrednotenja okoljskih vplivov</b>                                      | <b>24</b> |
| 2.4.5.1 Standardi na področju vrednotenja okoljskih vplivov                                  | 25        |
| 2.4.5.2 Različice analize LCA                                                                | 27        |
| <b>2.4.6 Metodološki pristopi, ki temeljijo na analizi LCA</b>                               | <b>28</b> |
| 2.4.6.1 Okoljska deklaracija proizvodov (EPD)                                                | 28        |
| 2.4.6.2 Ogljični odtis                                                                       | 29        |
| 2.4.6.2.1 Oznake ogljičnega odtisa                                                           | 33        |
| <b>2.4.7 Koncept “od zibelke do zibelke” (ang. Cradle2Cradle, C2C)</b>                       | <b>33</b> |
| 2.4.7.1 Certifikat C2C                                                                       | 35        |
| <b>2.4.8 Primeri izdelkov iz lesa s certifikatom C2C</b>                                     | <b>37</b> |
| <b>3 MATERIAL IN METODE</b>                                                                  | <b>41</b> |
| 3.1 ANKETA STAROSTNIKOV O UPORABI POHIŠTVA                                                   | 41        |
| 3.2 KONSTRUIRANJE IN DIMENZIONIRANJE MODELNEGA PROTOTIPA POHIŠTVA ZA STAROSTNIKE             | 42        |
| <b>3.2.1 Snovanje pohištva za starostnike</b>                                                | <b>42</b> |
| <b>3.2.2 Konstrukcijske rešitve</b>                                                          | <b>44</b> |
| <b>3.2.3 Dimenzioniranje pohištva</b>                                                        | <b>44</b> |
| <b>3.2.4 Izbor materialov za prototipe postelj in nočnih omaric glede na vpliv na okolje</b> | <b>45</b> |
| 3.3 OGLJIČNI ODTIS                                                                           | 46        |

|              |                                                                                    |           |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>3.3.1</b> | <b>Neto ogljični odtis</b>                                                         | <b>48</b> |
| <b>3.4</b>   | <b>RAZGRADNJA POHIŠTVA</b>                                                         | <b>48</b> |
| <b>3.4.1</b> | <b>Razgradnja postelje in nočne omarice za starostnike</b>                         | <b>49</b> |
| <b>4</b>     | <b>REZULTATI</b>                                                                   | <b>50</b> |
| <b>4.1</b>   | <b>REZULTATI ANKETE</b>                                                            | <b>50</b> |
| <b>4.2</b>   | <b>KONSTRUIRANJE PROTOTIPA POSTELJE IN NOČNE OMARICE ZA STAROSTNIKE</b>            | <b>52</b> |
| <b>4.2.1</b> | <b>Idejni načrt postelje in nočne omarice</b>                                      | <b>53</b> |
| <b>4.2.2</b> | <b>Količine in vrste materialov za posamezno izvedbo postelje in nočne omarice</b> | <b>56</b> |
| <b>4.3</b>   | <b>OGLJIČNI ODTIS PROTOTIPA POSTELJE IN NOČNE OMARICE V RAZLIČNIH IZVEDBAH</b>     | <b>58</b> |
| <b>4.3.1</b> | <b>Neto ogljični odtis</b>                                                         | <b>66</b> |
| <b>4.3.2</b> | <b>Meje analize, kvaliteta podatkov, približki in privzeti podatki</b>             | <b>67</b> |
| <b>4.3.3</b> | <b>Izbira izvedbe postelje glede na okoljski vpliv uporabljenih materialov</b>     | <b>68</b> |
| <b>4.4</b>   | <b>MOŽNOST RAZGRADNJE IN PONOVDNA UPORABA</b>                                      | <b>69</b> |
| <b>5</b>     | <b>RAZPRAVA IN SKLEPI</b>                                                          | <b>71</b> |
| <b>5.1</b>   | <b>RAZPRAVA</b>                                                                    | <b>71</b> |
| <b>5.2</b>   | <b>SKLEPI</b>                                                                      | <b>75</b> |
| <b>6</b>     | <b>POVZETEK</b>                                                                    | <b>77</b> |
| <b>7</b>     | <b>SUMMARY</b>                                                                     | <b>80</b> |
| <b>8</b>     | <b>VIRI</b>                                                                        | <b>83</b> |

## **ZAHVALA**

## KAZALO PREGLEDNIC

|                                                                                                                                                                                                                                 | str. |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Preglednica 1: Število starejših oseb, ki so v Sloveniji bivale v domovih za starejše, posebnih socialnovarstvenih zavodih in varstveno-delovnih centrih v letih 2009, 2010 in 2011 (SURs, 2011) .....                          | 7    |
| Preglednica 2: Povprečna višina oseb v različnih starostnih obdobjih (Rexhepi in sod., 2011) .....                                                                                                                              | 9    |
| Preglednica 3: Prikaz količine »sive« energije (ang. embodied energy, nem. Garue Energie) za izdelavo materiala v mejah sistema od zibelke do vrat (cradle to gate) iz javno dostopnih podatkov (Embodied energy, 2013) .....   | 23   |
| Preglednica 4: Emisijski faktorji toplogrednih plinov (IPCC, 2007) .....                                                                                                                                                        | 30   |
| Preglednica 5: Izbor potrebnih materialov za izdelavo prototipov pohištva za starostnike – 3 različne izvedbe .....                                                                                                             | 46   |
| Preglednica 6: Popis sestavnih elementov postelje, dimenzije elementov in število posameznih elementov .....                                                                                                                    | 55   |
| Preglednica 7: Popis sestavnih elementov nočne omarice, dimenzije elementov in število posameznih elementov .....                                                                                                               | 55   |
| Preglednica 8: Opredelitev vhodnih podatkov za izračun ogljičnega odtisa pri treh izvedbah obravnavanega prototipa postelje za starostnike z vrstami in količinami uporabljenih materialov pri morebitni realizaciji .....      | 57   |
| Preglednica 9: Opredelitev vhodnih podatkov za izračun ogljičnega odtisa pri treh izvedbah obravnavanega prototipa nočne omarice za starostnike z vrstami in količinami uporabljenih materialov pri morebitni realizaciji ..... | 57   |
| Preglednica 10: Masa izdelkov in delež posameznih materialov v izdelku .....                                                                                                                                                    | 58   |
| Preglednica 11: Ogljični odtis obravnavanih izvedbah prototipov postelje za starostnike in prispevki virov emisij k ogljičnemu odtisu .....                                                                                     | 60   |
| Preglednica 12: Ogljični odtis obravnavanih izvedbah prototipov nočne omarice za starostnike in prispevki virov emisij k ogljičnemu odtisu .....                                                                                | 60   |
| Preglednica 13: Količina skladiščenega CO <sub>2</sub> v pohištvenih izdelkih ter ogljični odtis in neto ogljični odtis za posamezno izvedbo pohištva za starostnike .....                                                      | 67   |
| Preglednica 14: Podatki iz baze podatkov Ecoinvent 2.0, ki smo jih uporabili v študiji .....                                                                                                                                    | 68   |
| Preglednica 15: Količina pridobljenih surovin po razstavitvi pri vseh izvedbah obravnavanega pohištva za starostnike .....                                                                                                      | 69   |

## KAZALO SLIK

|                                                                                                                                                                                                                                                                                          | str. |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Slika 1: Delež prebivalcev starih 65 let in več v evropskih državah leta 2012 (Eurostat, 2012).....                                                                                                                                                                                      | 5    |
| Slika 2: Prebivalstvo Slovenije po projekcijah Eurostata EUROPOP 2008, 2008–2060 (SURs, 2009).....                                                                                                                                                                                       | 6    |
| Slika 3: Osnovne telesne mere gibalno neovirane ženske stare nad 60 let (Grdiša, 2010) .....                                                                                                                                                                                             | 9    |
| Slika 4: Višina dosega polic (Grdiša, 2010).....                                                                                                                                                                                                                                         | 10   |
| Slika 5: Dosegljiva površina v negovalni postelji (mere so v centimetrih) (Grdiša, 2010) .....                                                                                                                                                                                           | 11   |
| Slika 6: Prostor ob postelji. A: enoposteljna soba in B: zakonska postelja s primernim prostorom za invalidski voziček (Raschko, 1991) .....                                                                                                                                             | 13   |
| Slika 7: Primeri negovalnih postelj za starostnike. Postelji a in b proizvaja podjetje Burmeier GmbH (Burmeier GmbH, 2013), postelji c in d proizvaja podjetje Hermann Bock GmbH (Hermann Bock GmbH 2013).....                                                                           | 15   |
| Slika 8: Primer nočne omarice podjetja Burmeier GmbH (Burmeier GmbH, 2013).....                                                                                                                                                                                                          | 16   |
| Slika 9: Oznaka okolju prijaznejšega izdelka eko marjetica (Ecolabel, 2013) .....                                                                                                                                                                                                        | 18   |
| Slika 10: Energijska zvezda, oznaka za energetske učinkovit izdelek (Energystar, 2013) .....                                                                                                                                                                                             | 18   |
| Slika 11: Shematski prikaz trajnostnega cikla ogljika (povzeto in prirejeno po Carbon cycle, 2013) .....                                                                                                                                                                                 | 22   |
| Slika 12: Faze življenjskega ciklusa in vplivi na okolje (Lipušček, 2005).....                                                                                                                                                                                                           | 25   |
| Slika 13: Koraki analize življenjskega ciklusa izdelkov po standardu ISO 14040 (SIST EN ISO 14040, 2006) .....                                                                                                                                                                           | 27   |
| Slika 14: Meje sistema ogljičnega odtisa izdelka ali podjetja.....                                                                                                                                                                                                                       | 31   |
| Slika 15: Kompozitna plošča Holz100 (Thoma, 2013).....                                                                                                                                                                                                                                   | 37   |
| Slika 16: Titan Wood Accoya® Wood (Accoya Wood, 2013).....                                                                                                                                                                                                                               | 38   |
| Slika 17: Otroško pohištvo Perludi izdelano v okviru projekta Mreže od zibelke do zibelke (Perludi, 2013).....                                                                                                                                                                           | 39   |
| Slika 18: Plusenergijska hiša kot primer dobre prakse, z možnostjo pridobitve C2C certifikata (Kuzman, 2012) .....                                                                                                                                                                       | 39   |
| Slika 19: Multifunkcionalno sestavljivo ležišče, vgrajeno v omaro (Projekt RIP09 MFP – Multifunkcionalno pohištvo inovativne produktne enote bivanjskih prostorov prihodnosti (Kutnar in Tavzes, 2011)).....                                                                             | 40   |
| Slika 20: Odgovori na anketno vprašanje »Katere pripomočke uporabljate na postelji?« (n= 25) .....                                                                                                                                                                                       | 50   |
| Slika 21: Odgovori na anketno vprašanje »Katere pripomočke bi si želeli na postelji?« (n=25) .....                                                                                                                                                                                       | 51   |
| Slika 22: Shematski prikaz postelje z nočno omarico za starostnike, a: naris, b: stranski ris, c: tloris in d: prostorski prikaz.....                                                                                                                                                    | 53   |
| Slika 23: Vezni element Minifix podjetja HAFELE in način spajanja (Hafele, 2013).....                                                                                                                                                                                                    | 54   |
| Slika 24: Prostorski prikaz postelje s trapezom in ograjo ter mizico za hranjenje in nočne omarice v različnih postavitvah: a; osnovna postavitev, b; prikaz vrtljivega trapeza in mizice za hranjenje, c; prikaz namestitve varnostne ograje, d; prikaz privzdignjenega vzglavlja ..... | 56   |
| Slika 25: Ogljični odtis postelje in nočne omarice glede na izvedbo .....                                                                                                                                                                                                                | 59   |
| Slika 26: Prispevek virov emisij k ogljičnemu odtisu izdelka postelja 1.....                                                                                                                                                                                                             | 61   |
| Slika 27: Prispevek virov emisij k ogljičnemu odtisu izdelka postelja 2.....                                                                                                                                                                                                             | 62   |
| Slika 28: Prispevek virov emisij k ogljičnemu odtisu izdelka postelja 3.....                                                                                                                                                                                                             | 63   |



|                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Slika 29: Prispevek virov emisij k ogljičnemu odtisu izdelka nočna omarica 1..... | 64 |
| Slika 30: Prispevek virov emisij k ogljičnemu odtisu izdelka nočna omarica 2..... | 65 |
| Slika 31: Prispevek virov emisij k ogljičnemu odtisu izdelka nočna omarica 3..... | 66 |

## 1 UVOD IN OPREDELITEV PROBLEMA

### 1.1 PREDSTAVITEV PROBLEMA

V magistrskem delu obravnavamo področje, ki danes opredeljuje številne razvojne, raziskovalne in politične prioritete: proizvodnjo okolju prijaznih izdelkov za starostnike. Evropa se vse bolj sooča s problemom staranja prebivalstva: po podatkih Oddelka za ekonomske in socialne zadeve pri Združenih narodih (UNDESA, 2011) se je med letoma 1950 in 2010 delež Evropejcev, starejših od 65 let, povečal iz 8,2 % na 16,2 %, stopnja staranja prebivalstva pa naj bi se v prihodnje še povečala. V kolikor ne bo migracije mlajših ljudi v Evropo in če se nataliteta ne bo povečala, bo leta 2060 po napovedih projekcije Eurostata (2008) ljudi starejših od 65 let že 29,3 % vsega prebivalstva članic Evropske unije in držav EFTA (European Free Trade Association).

Zaradi staranja prebivalstva, se povečuje tudi povpraševanje po uporabnih izdelkih in ambientih, ki so prilagojeni omejenim gibalnim zmožnostim in potrebam starejših ljudi, ter jim bodo omogočili čim dlje ohranjati samostojnost in neodvisnost. Raziskave kažejo (Perez in sod., 2001; Kerbler, 2011; Riedl in sod., 2013), da si starejši želijo čim dlje ostati v svojem domačem okolju in kolikor je mogoče dolgo ohranjati svojo neodvisnost in samostojnost. Ko pa jim začnejo pešati fizične in psihične moči, se pojavi povečano tveganje, zaradi česar je ogroženo njihovo zdravje in življenje (npr. nevarnost padcev in zdrsov, jemanje zdravil, prehranjevanje...), zato so se prisiljeni preseliti v nadzorovano institucionalno okolje. Potrebe po opremljanju bivalnih okolij in povpraševanje po prilagojenih izdelkih, ki so namenjeni tovrstni populaciji, tako naraščajo (npr. prilagojene postelje, sanitarna oprema, prilagojeni stoli, prilagojene kuhinje, pripomočki itd). Vsako leto zaradi poškodb, ki so povezane s padcem, umre veliko starejših oseb ali se jim poslabša kvaliteta življenja zaradi zlomov kolka in poškodb glave (Falls in Nursing Homes, 2012).

Po drugi strani pa se vse bolj zavedamo podnebnih sprememb, ki že vplivajo na kakovost bivanja sedanjih generacij, ki ob nepravilnem ravnanju z okoljem postavljajo kakovost bivanja naših zanamcev pod velik vprašaj. Z ustreznimi proizvodnimi procesi, ustreznim oblikovanjem izdelkov in izbiro naravnih materialov lahko bistveno pripomoremo k

zmanjšanju obremenitev na okolje (Kutnar in Tavzes, 2011). Eden od kazalnikov so emisije toplogrednih plinov, ki se zaradi človeških aktivnosti vse bolj povečujejo, zato je vse več pozivov k zmanjšanju le-teh (IPCC, 2007; UN, 2006). V smeri zmanjševanja emisij toplogrednih plinov se tako v okviru države kot širše sprejemajo številni ukrepi (Uredba o zelenem javnem naročanju, 2011), pri čemer se je potrebno zavedati, da je pri sprejemanju ukrepov in aktivnosti, ki so s tem povezane, nujno potrebno razumevanje in prepoznavanje vseh dejavnikov, ki emisije povzročajo.

Da bi razumeli vpliv izdelka na okolje ni dovolj, da poznamo samo proizvodnjo fazo, oceniti je potrebno celoten življenjski cikel od pridobivanja surovine, predelave in izdelave, uporabe in na koncu recikliranja ali končnega uničenja. Evropska Unija si je zastavila na področju zaposlovanja, inovacij, izobraževanja, socialne vključenosti in podnebja/energije pet ambicioznih ciljev, ki naj bi jih dosegla do leta 2020. »Evropa 2020« naj bi med drugim skozi raziskave in razvoj novih inovativnih izdelkov in storitev, omogočila ohranjanje zaposlenosti, produktivnost in socialno kohezijo. Evropska unija podpira implementacijo eko dizajna in vzpodbuja k razvoju »inovativne unije« z različnimi iniciativami, kot je npr. nizkoogljična družba (Roadmap 2050, 2010). Tako je maja 2013 objavila javni razpis za eko inovacije na področju recikliranja materialov v sektorju hrane in pijače, skrbi za vodo in produktov vezanih na trajnostno gradnjo, "green business" (CIP Eco-innovation, 2013). Razpis je namenjen uvajanju ekoloških inovativnih proizvodov, metod, storitev in procesov na trgu, katerih cilj je preprečevanje ali zmanjševanje vplivov na okolje, oziroma doprinos k optimalni uporabi virov ter razvoju in povečanju konkurenčnosti malih in srednje velikih podjetij. Tako morajo mala in srednje velika podjetja za obstoj in ohranitev konkurenčnosti razvijati izdelke z minimalnim okoljskim vplivom in trajnostno zasnovo (Fet, 2009). Navedene smernice nedvomno postavljajo lesno industrijo v prednost, saj je les kot njena osnovna surovina okolju prijazen in obnovljiv material (Lippke in sod., 2011). Poleg lesa kot vrhunskega obnovljivega produkta narave je tudi predelava lesa okolju prijazna, saj se za predelavo lesa porabi bistveno manj energije kot za predelavo kateregakoli drugega materiala.

Cilj magistrske naloge je bil oblikovati idejno zasnovo prototipov pohištvenih izdelkov z minimalnim okoljskim vplivom ob upoštevanju koncepta "od zibelke do zibelke". Za

ciljno populacijo, ki ji bodo izdelki namenjeni, smo izbrali starostnike. Ker je začetni korak v smeri doseganja zahtev koncepta "od zibelke do zibelke" identifikacija in ovrednotenje vplivov proizvodnje in izdelkov na okolje, smo vzporedno z razvojem idejne zasnove pohištva za domove za ostarele vrednotili okoljsko prijaznost materialov. V oblikovanje prototipov pohištva smo aktivno vključili tudi aktivne starostnike, ki bodo v bodoče uporabniki tovrstnega pohištva.

## 1.2 DELOVNA HIPOTEZA IN NAMEN DELA

Na področju razvijanja trajnostnega pohištva so se razvili različni pristopi; eden izmed njih je koncept C2C »cradle to cradle« oz. »Od zibelke do zibelke«, ki sta ga leta 1995 razvila arhitekt William McDonough in kemik dr. Michael Braungart (McDonough in Braungart, 1995).

Predpostavljamo, da je koncept »Od zibelke do zibelke«:

- primerno orodje za razvoj idejne zasnove pohištva za starostnike z minimalnim vplivom na okolje;
- da bo izbira materialov, ki so okolju prijazni oz. popolnoma varni za ljudi, živali in rastline, znižala ogljični odtis izdelka;
- da je analiza življenjskega cikla (Life Cycle Assessment, LCA) oziroma ogljični odtis materialov ustrezno orodje za snovanje izdelka z minimalnim okoljskim vplivom;
- da so podatki ogljičnih odtisov primarnih lesnih proizvodov, ki so dostopni v mednarodni bazi podatkov Ecoinvent 2.0, dovolj dober približek ogljičnih odtisov primarnih lesnih proizvodov proizvedenih iz slovenskega lesa;
- da bo idejno zasnovano pohištvo po zaključku življenjskega kroga mogoče preprosto razstaviti in sestavine izdelka ponovno uporabiti, ne da bi se pri tem zmanjšala njihova kakovost.

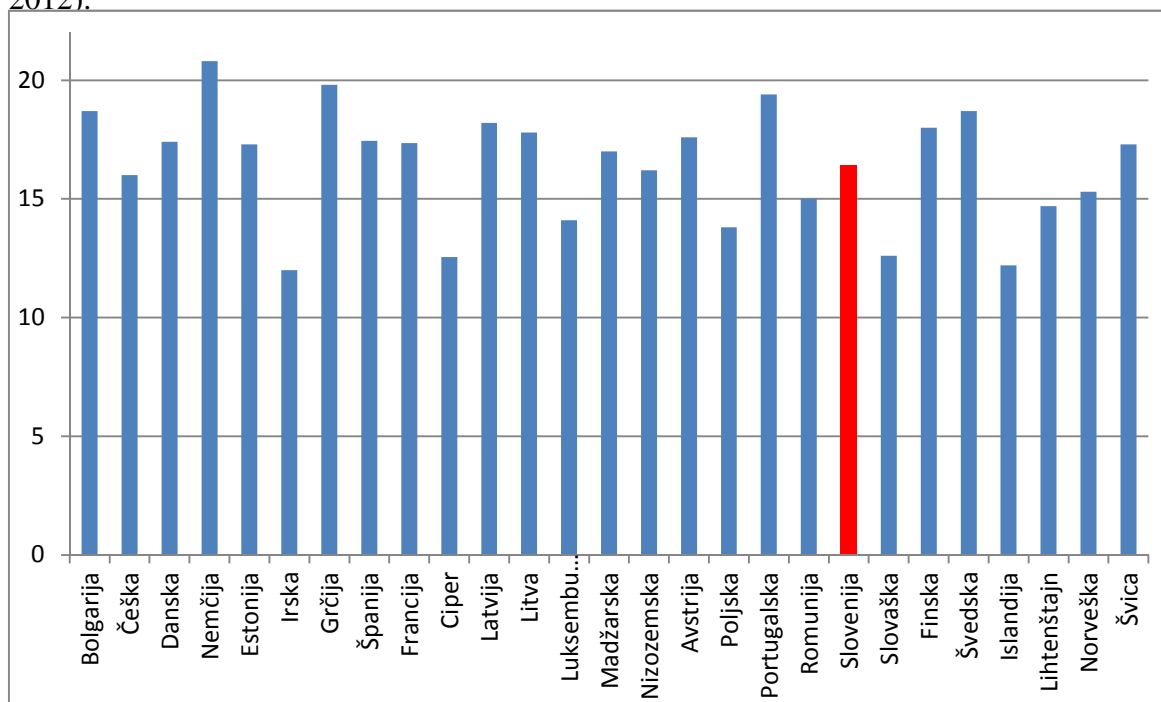
## **2 PREGLED OBJAV**

### **2.1 STARANJE PREBIVALSTVA IN VARSTVO STAREJŠIH**

Statistike gospodarsko razvitih držav prikazujejo, da se delež starejšega prebivalstva v zadnjih nekaj desetletjih povečuje (Riedl in sod., 2013). Velik napredek v medicini in farmaciji je eden glavnih razlogov za povečanje starejše populacije. Bolezni, ki so včasih veljale za smrtonosne, so danes ozdravljive, oziroma se z zdravljenjem podaljša življenje. Tako ljudje danes živijo dlje kot kdajkoli prej. Po podatkih IVZ (2006) sodi Slovenija v skupino razvitih evropskih in svetovnih prebivalstev z nizko stopnjo rodnosti in umrljivosti, z nizkim in občasno negativnim naravnim prirastkom ter vse bolj izrazitim staranjem prebivalstva. Prebivalstvo Slovenije spada že več kot desetletje med stara prebivalstva. V zadnjih petnajstih letih je opaziti naglo upadanje števila rojstev, saj se je njihovo število zmanjšalo kar za eno tretjino (Eurostat EUROPOP, 2010). Po drugi strani pa je prišlo do posledičnega povečanja deleža starejših od 64 let, nekaj na račun zmanjšanja števila otrok, deloma pa na račun daljšega življenja (Rok-Simon, 2006). Utemeljeno lahko pričakujemo, da se bo v prihajajočih desetletjih povečala potreba zagotavljanja storitev in izdelkov za starejše ljudi, ko bo tako imenovana »baby boom« povojna generacija postala starejša populacija.

Staranje prebivalstva je novejši demografski pojav, saj se je povečanje deleža starih ljudi v populaciji v izrazitejši obliki pojavilo šele v dvajsetem stoletju. Visoka rodnost v začetku 20. stoletja, znižanje umrljivosti in s tem daljšanje življenjske dobe sta v večini držav Evropske unije privedla do porasta absolutnega števila in deleža prebivalcev, starejših od 65 let. Od šestdesetih let prejšnjega stoletja dalje je najbolj padala umrljivost po 60. letu starosti, kar je na glavo obrnilo trend umrljivosti, ki je veljal zadnji dve stoletji. To je povzročilo dramatičen porast deleža prebivalcev, starejših od 75 let (Rok-Simon, 2006).

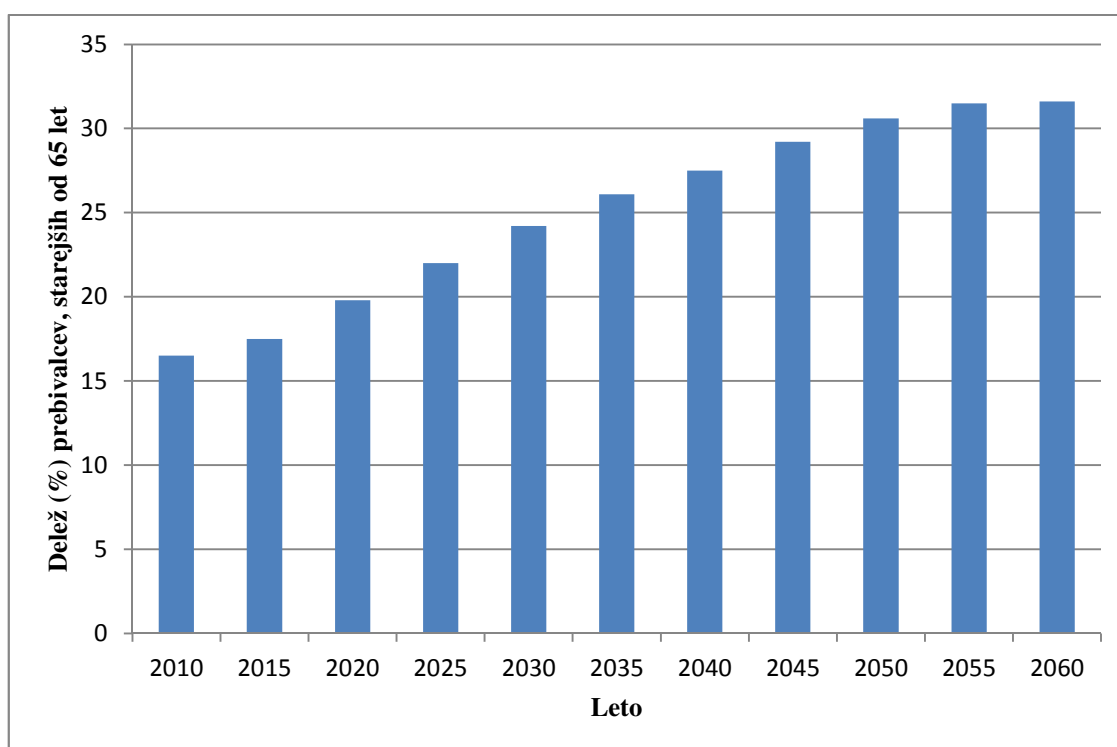
V Sloveniji se demografsko gibanje bistveno ne razlikuje od ostalih razvitih držav. V Evropski uniji smo po številu starejših od 64 let nekje v sredini s 15 % populacije. V nekaterih državah EU ta populacija predstavlja že preko 20 % ljudi (slika 1) (Eurostat, 2012).



Slika 1: Delež prebivalcev starih 65 let in več v evropskih državah leta 2012 (Eurostat, 2012)

Figure 1: Proportion of population that is 65 years old or older in European countries in 2012 (Eurostat, 2012)

Ob upoštevanju rodnosti, umrljivosti in selitvenega prirastka najnovejša osnovna projekcija demografskega razvoja za Slovenijo napoveduje nadaljnjo rast deleža prebivalstva, starejšega od 65 let (slika 2), ki naj bi leta 2060 preseglo neverjetnih 30 % (SURS, 2009).



Slika 2: Prebivalstvo Slovenije po projekcijah Eurostata EUROPOP 2008, 2008–2060 (SURS, 2009)

Figure 2: Population in Slovenia according to Eurostat projection EUROPOP 2008, 2008-2060 (SURS, 2009)

Ko danes govorimo o starejših ljudeh, ne govorimo o nekaj letih po upokojitvi, temveč o novem življenjskem obdobju, ki obsega 20–30 let po upokojitvi, ko je 80 % populacije v starosti 70 let sposobna živeti samostojno življenje (Hopflinger, 2012). Ljudje danes ostajajo dalj časa vitalni in aktivni kot prejšnje generacije. Večina starejših ljudi prvih 15–20 let po upokojitvi preživi samostojno in neodvisno od nege in pomoči drugih. Šele z visoko starostjo naraste število nege potrebnih ljudi.

Demografske spremembe v Evropski uniji in tudi v Sloveniji postavljajo varstvo starejših ljudi v ospredje. Danes se poudarja nujnost spremembe družbenih pomenov starosti in staranja, predvsem v smislu medgeneracijskega sodelovanja. Zaradi naraščajočega trenda in izrazitega povečanja deleža ljudi starejših od 65 let se je v Sloveniji zgradilo veliko sodobnih objektov, ki so popolnoma prilagojeni življenjskim zmožnostim starejših oseb. Institucionalno varstvo starejših se izvaja v domovih za starejše, socialno varstvenih zavodih in oskrbovanih stanovanjih, ki nadomeščajo ali dopolnjujejo funkcije doma ali lastne družine. Oskrbovana stanovanja so namenjena starejšim ljudem, ki se sami ne morejo več v celoti oskrbovati ali negovati, kljub temu pa lahko še vedno živijo

razmeroma samostojno in kakovostno življenje z večjo ali manjšo pomočjo strokovnega osebja. Kot je prikazano v preglednici 1, je v letu 2011 v domovih za starejše, posebnih socialnovarstvenih zavodih in varstveno-delovnih centrih bivalo skupno 22.921 oskrbovancev oz. varovancev, od tega je malo več kot dve tretjini žensk. V letu 2011 se je število oskrbovancev v domovih za starejše v primerjavi z letom 2010 povečalo za več kot 650 oskrbovancev. V posebnih socialnovarstvenih zavodih je v letu 2011 bivalo 2.337 oskrbovancev. V varstveno-delovnih centrih pa je v letu 2011 bivalo 3.198 varovancev, kar je za skoraj 4 % več kot leto poprej (SURS, 2011).

Preglednica 1: Število starejših oseb, ki so v Sloveniji bivale v domovih za starejše, posebnih socialnovarstvenih zavodih in varstveno-delovnih centrih v letih 2009, 2010 in 2011 (SURS, 2011)

Table 1: Number of elderly persons living in nursing homes, special social welfare and protection and training centers in Slovenia in the years 2009, 2010 and 2011 (SURS, 2011)

|                                  | 2009   |        |       | 2010   |        |       | 2011   |        |       |
|----------------------------------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|
|                                  | skupaj | ženske | moški | skupaj | ženske | moški | skupaj | ženske | moški |
| domovi za starejše               | 16.192 | 12.065 | 4.127 | 16.666 | 12.385 | 4.281 | 17.386 | 13.098 | 4.288 |
| posebni socialnovarstveni zavodi | 2.500  | 1.233  | 1.267 | 2.511  | 1.234  | 1.277 | 2.337  | 1.061  | 1.276 |
| varstveno-delovni centri         | 3.038  | 1.351  | 1.687 | 3.077  | 1.379  | 1.698 | 3.198  | 1.427  | 1.771 |

## 2.2 ERGONOMIJA IN ANTROPOMETRIJA

Ergonomija je veda, ki se ukvarja z razumevanjem interakcije med ljudmi in drugimi elementi sistema (IEA International Ergonomics Association, 2013). Temelji na teoriji, načelih, podatkih in metodah oblikovanja za čim boljše počutje ljudi in splošno sistemsko učinkovitost. Namen ergonomije je: zagotavljanje zdravja ljudi in povečanje njihove produktivnosti. Je znanost o oblikovanju dela, opreme in delovnega mesta, ki se prilega zaposlenemu in upošteva njegove individualne značilnosti. Uporablja se pri oblikovanju pohoštva, strojev in drugih pripomočkov, da je njihova uporaba čim bolj prijazna do uporabnika. Npr. z ergonomsko ureditvijo delovnega mesta skušamo delo čim bolj prilagoditi človekovim fizičnim in psihičnim lastnostim, ter zmanjšati oziroma preprečiti morebitne škodljive učinke na zdravje. Oblikovanje delovnega prostora zajema človeške navade, pogosto naredi človekovo delo bolj produktivno, učinkovito, varno in zanesljivo (Panero in sod., 1987).



Ergonomija pohoštva za starostnike ima pomembno vlogo pri zagotavljanju varnega okolja za starejšo populacijo, predvsem pri ohranjanju njihove vitalnosti in zmožnosti za delo, ki se podaljšuje. Vitalna populacija starejših bo imela pomembno vlogo pri ustvarjanju lastne ekonomske varnosti in doprinos k BDP. Da bodo starejši ljudje sposobni za delo tudi v zrelejših letih, ko jim pešajo nekatere psihofizične sposobnosti, bodo potrebne določene tehnološke inovacije, ki bodo olajšale delo za tovrstno populacijo. Predvsem bodo pomembne prilagoditve zaradi poslabšanja vida, sluha, koordinacije, spomina, gibalnih težav, vzdržljivosti in fizične moči ljudi (Kothiyal, 2001).

Z večanjem našega vedenja o staranju ljudi potrebujemo prilagojena orodja in delovna mesta, ki bodo omogočala vključevanje starejše populacije v aktivno delovno silo. Izziv predstavlja razvoj ergonomsko prilagojenega okolja za starejše, da bodo lahko kot delovna sila čim dlje produktivni za družbo in sebe (Kirvesoja in sod., 1999). Z ohranjanjem psihofizičnih sposobnosti in z ergonomskimi prilagoditvami bivanjskega ali delovnega okolja se bodo počutili koristne in sposobne za delo (Pinto in sod., 1999), saj že manjše prilagoditve, kot so npr. boljša razsvetljava, dosegljivost predmetov, ki se pogosto uporabljajo, učinkovita razporeditev pohoštva, ki omogoča dovolj prostora za gibanje in ki ima zaobljene robove, lahko zmanjšajo število padcev in poškodb, ter olajšajo bivanje starejših (Camara in sod., 2010; Hrovatin in sod., 2012; Wang in sod., 2012).

Antropometrija je znanost o merah človekovega telesa (Pheasant, 2006). Delovne površine, sedeže in delovna sredstva je potrebno oblikovati tako, da ustrezajo meram človekovega telesa. Ljudje smo različno visoki, zato je idealno, če lahko izberemo mere, ki so prilagojene specifičnim potrebam posameznika (Panero in sod., 1987). Za oblikovanje ergonomsko zasnovanega prostora za starostnike potrebujemo vsaj 24 dimenzij delov telesa (Rashid in sod., 2008). Meri se različne višine delov telesa v sedečem in stoječem položaju, doseg rok v stoječem in sedečem položaju, višina oči v sedečem in stoječem položaju, višina ramen, komolcev, kolen v različnih položajih itd. Mere ljudi se z leti spremenijo. Starejši ljudje so drugačnih dimenzij kot mlajši (Pheasant, 2006). Človek je med 20 in 30 letom največji, potem pa se začne manjšati; očitno zmanjševanje se prične pri starosti 40–44 let in se nadaljuje vso starost (preglednica 2).

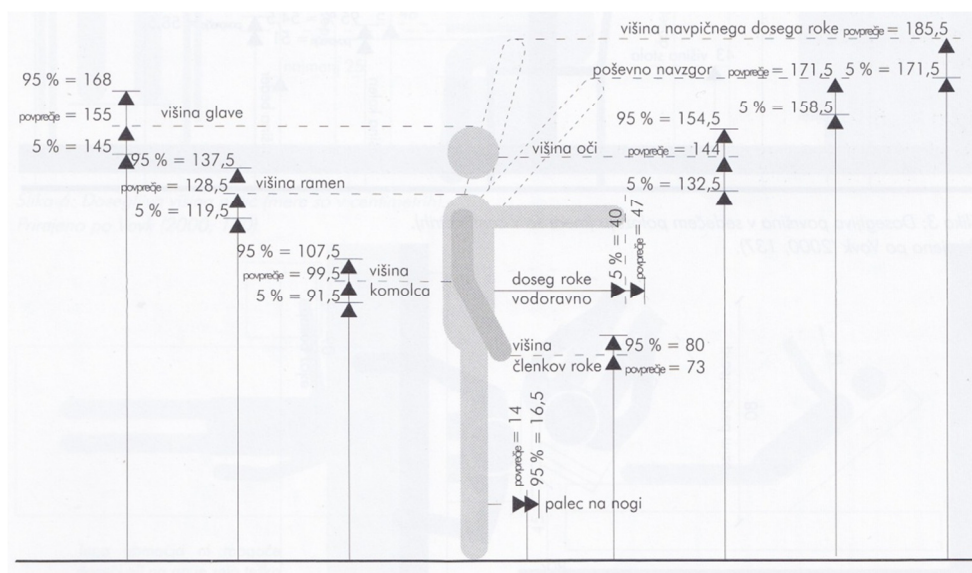
Preglednica 2: Povprečna višina oseb v različnih starostnih obdobjih (Rexhepi in sod., 2011)

Table 2: Average height of persons in different age groups (Rexhepi et al., 2011)

| Leta  | Število oseb | Telesna višina (mm) |
|-------|--------------|---------------------|
| 18–30 | 7086         | 1779                |
| 31–40 | 676          | 1775                |
| 41–50 | 182          | 1762                |
| >51   | 70           | 1680                |

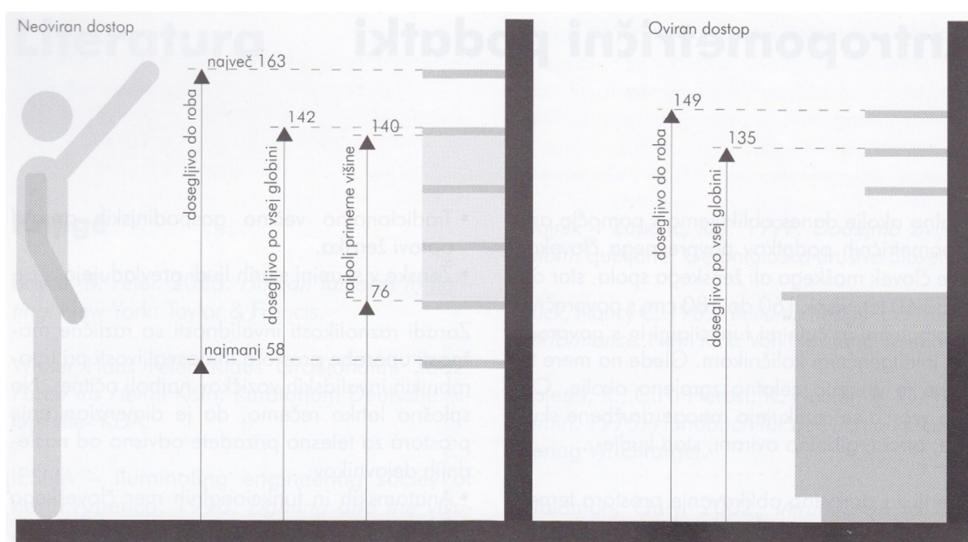
Moški stari med 65 in 74 leti so v povprečju za 61 mm manjši od mladih moških starih med 18 in 24 leti. Starejše ženske pa so v povprečju manjše za 51 mm od mlajših predstavnic (Pheasant, 2006). Z leti se ne spreminjajo samo dimenzije telesa, prav tako se spreminja mišična konstitucija, ki tudi določa sposobnosti človeka za gibanje, doseganje in zmožnost za neodvisno življenje (Kirvesoja, 1999). Kriteriji za starostno oblikovanje prostora temeljijo v glavnem na telesnih značilnostih starih žensk (Grdiša, 2010). Za to obstajajo trije vzroki: ženske imajo manjše fizične sposobnosti kot moški in manjše območje doseganja; tradicionalno večino gospodinjskih opravil opravi ženska; ženske v skupini starih ljudi prevladujejo.

Na sliki 3 in sliki 4 so prikazane osnovne telesne mere gibalno neovirane ženske stare nad 60 let v stoječem položaju. Upoštevanje teh mer pri načrtovanju pohištva za starejše vodi do njim prijaznejšega in prijetnejšega bivalnega okolja.



Slika 3: Osnovne telesne mere gibalno neovirane ženske stare nad 60 let (Grdiša, 2010)

Figure 3: Basic physical dimensions unimpaired women over 60 years old (Grdiša, 2010)

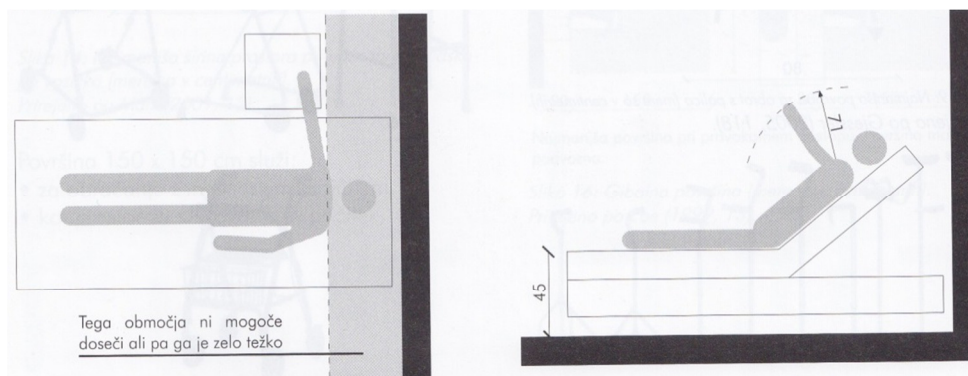


Slika 4: Višina dosega polic (Grdiša, 2010)

Figure 4: Height of the reachability of shelves (Grdiša, 2010)

Kot poročata Wegge in Zimmermann (2007) je dostopnost izdelkov in storitev predpogoj za vključenost starejših oseb in oseb s posebnimi potrebami v našo družbo. Za oblikovanje tovrstnih izdelkov in storitev je potrebno zagotoviti, da bodo izdelki varni, dostopni in uporabni, glede na omejene sposobnosti starejših ljudi, ali ljudi s fizičnimi ali kognitivnimi invalidnostmi. Avtorja navajata, da imajo termini, kot so uporabnost, dostopnost in varnost, svoje temelje ali povezavo z ergonomijo, vendar imajo drugačne poudarke in ciljne skupine.

Tudi pri načrtovanju postelj je pomembno, da upoštevamo osnovne mere gibalne sposobnosti uporabnika. Slika 5 prikazuje območje dosega človeka v ležečem položaju na postelji. Predmete, ki so oddaljeni več od dolžine rok ni mogoče doseči ali pa zelo težko (ta razdalja je približno 71 cm).



Slika 5: Dosegljiva površina v negovalni postelji (mere so v centimetrih) (Grdiša, 2010)

Figure 5: Accessible surface area in nursing bed (dimensions in centimeters) (Grdiša, 2010)

### 2.2.1 Standardi za pohištvo

Standardi za pohištvo so dokumenti, ki določajo pravila, smernice ali značilnosti za dejavnosti na področju proizvodnje, trženja, preskušanja in rabe izdelkov pohištvene industrije. Namenjeni so obči in večkratni uporabi ter usmerjeni v doseganje optimalne stopnje urejenosti na danem področju. Standarde preverjamo s testiranjem ali preizkušanjem, kjer praktično preverjamo konstrukcijske rešitve oblikovalčevih idej, uporabljenih materialov, funkcionalnosti, varnosti in drugih lastnosti izdelka, sklopa ali celega sestava. Ta dejavnost neposredno odraža kakovostno raven izdelka, skladnost izdelka z normativnimi akti in standardi, v veliki meri pa prispeva tudi k smotrному razvoju izdelka, njegovi tržni uveljavitvi ter ekonomičnosti proizvodnje. Po uspešno opravljenem preskušanju izdelek pridobi Certifikat o skladnosti, ki dokazuje izpolnjevanje zahtev standardov in posredno tudi kakovost izdelka (Kuzman, 2013). Standardi za pohištvo razvrščajo pohištvene izdelke v več osnovnih skupin, ki se ločijo predvsem po namenu uporabe pohištva in prostoru uporabe.

V skupino pohištva za domačo uporabo razvrščamo:

- sedežno pohištvo (jedilniški ali kuhinjski stoli, fotelji, večsedi, klopi, stoli z ali brez naslona, barski stoli itd.),
- mize (jedilne mize, klubske mize, večnamenske mize itd.),
- shranjevalno pohištvo (garderobne omare, vitrine, regali, komode itd.),
- pohištvo za ležanje (postelje, ležišča, pogradi, sklopne postelje, posteljni vložki itd.).

#### 2.2.1.1 Standardi za postelje

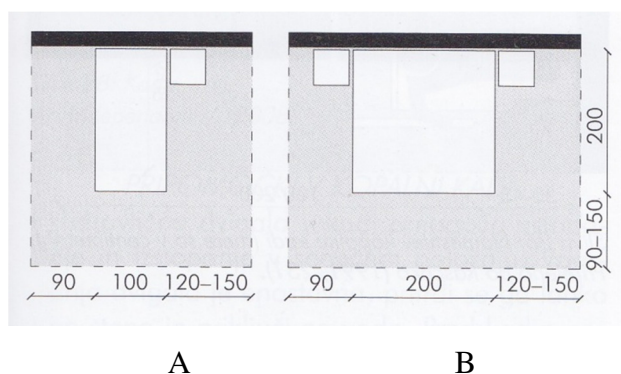
Postelja sodi med pohištvene elemente, od katerih poleg oblikovne skladnosti zahtevamo cel niz uporabnih in praktičnih lastnosti. Mednje v prvi vrsti sodijo konstrukcijska trdnost, stabilnost, varnost in trajnost. Te lastnosti so opredeljene z evropskim standardom SIST EN 1725:2001 Pohištvo za domačo uporabo – Postelje in posteljni vložki – Varnostne zahteve in preskusne metode (Domestic furniture – Beds and mattresses – Safe requirements and test methods). Standard določa minimalne trdnostne zahteve za varno uporabo vseh vrst sestavljenih postelj za odrasle osebe, vključno z vsemi dodatnimi elementi, kot so posteljni okvir, posteljno dno in vzmetnica. Standard ne vključuje dvižnih postelj, pogradov, prilagodljivih postelj, vodnih in zračnih postelj. Poleg tega mora postelja ustrezati pogojem normalne uporabe. Posamezni sestavni elementi morajo biti konstruirani in dimenzionirani tako, da prenesejo tudi ekstremne obremenitve brez nevarnosti porušitve oz. poškodb. Standard predpisuje različne vrste testiranj, ki jih mora postelja prestat. Tako se npr. testira stabilnost postelje, preprečitev poškodb, mehanske in trajnostne obremenitve in vzdržljivost.

Standard SIST EN 1334:1996 Pohištvo za domačo uporabo - Postelje in posteljni vložki - Metode merjenja in priporočene tolerance (Domestic furniture – Beds and mattresses – Methods of measurement and recommended tolerances) predpisuje metodo za določitev dimenzij vzmetnic, posteljnih okvirjev in podnic. Zaradi različnih oblik postelj omenjeni standard pomaga proizvajalcem in kupcem opredeliti nominalne dimenzije postelje med elementi in dovoljena odstopanja od teh vrednosti.

Standard SIST EN 1957:2001 Pohištvo za domačo uporabo – Postelje in posteljni vložki – Metode določanja funkcionalnih karakteristik (Domestic furniture – Beds and mattresses – Test methods for the determination of functional characteristics) določa metodo testiranja za določitev vzdržljivosti in trdote vzmetnic in vseh vrst sestavljenih postelj z vzmetnico za domačo uporabo. Standard vključuje metodo za določitev vrednotenja čvrstosti vzmetnice v povezavi s subjektivno oceno ljudi. Standard ne predpisuje vrednosti za udobno ali kvalitetno posteljo.

### 2.3 SPALNICA KOT BIVALNI PROSTOR

Spalnica za starostnike ni namenjena samo počitku in spanju, temveč zaradi bolezni lahko postane tudi bivalni prostor, ki je namenjen delu, vadbi in drugim dnevnim dejavnostim, kar je potrebno upoštevati pri načrtovanju. Po Neufertu (2002) je najmanjša širina spalnice 220 cm, ki ne sme biti ožja od polovice svoje dolžine. Ljudje na invalidskih vozičkih potrebujejo ob daljši stranici postelje in steni ali drugim kosom pohištva najmanj 150 cm prostora za komunikacijske poti. Drugače znaša minimalna razdalja med daljšo stranico postelje 120 cm in med drugim kosom pohištva 90 cm (slika 6). Če je postelja zakonska, morajo biti tolikšni dostopi zagotovljeni na obeh straneh (Grdiša, 2010).



Slika 6: Prostor ob postelji. A: enoposteljna soba in B: zakonska postelja s primernim prostorom za invalidski voziček (Raschko, 1991)

Figure 6: Space beside the bed. A: single bed and B: double bed with adequate space for wheelchair (Raschko, 1991)

Med spalnice uvrščamo tudi bolnišnične sobe (Neufert, 2002). Zahteve, ki jih moramo upoštevati pri načrtovanju bolnišnične sobe so (Grdiša, 2010): pohištvo v sobi mora biti trdno, da lahko služi starim ljudem za oporo, imeti mora zaobljene robove, potezne ročaje in površinsko obdelavo, ki omogoča enostavno vzdrževanje. Najmanjša velikost nočne omarice je 40 cm x 40 cm in je za 5–10 cm višja od ležišča. Za vsako ležišče moramo predvideti eno nočno omarico. Smiselno je, da ima omarica rob, da stvari ne padajo na tla. Ob postelji je priporočljivo namestiti stol, ki lahko služi tudi kot odlagalna površina, saj se stari ljudje pogosto oblačijo na postelji. Sobe morajo biti opremljene z elektroinštalacijami, napeljavo antenskih in internetnih povezav in signalno klicno napravo. Talne obloge morajo imeti ustrezne tehnično-funkcionalne lastnosti prilagojene zdravstvenemu

sektorju (lahko čiščenje, ne smejo drseti). Preproge morajo biti prilepljene ali pa odstranjene, potrebno je preprečiti drsenje in zatikanje. Mehke preproge zaradi zaviranja vozičkov niso priporočljive.

### **2.3.1 Negovalna postelja – prilagojena postelja**

Grdiša (2010) je povzel zahteve, ki jih mora praviloma izpolnjevati negovalna postelja. Najmanjša velikost postelje je 90 cm x 200 cm, postelja za dve osebi pa 160 cm x 200 cm. Za dementne so priporočljive širše postelje. V spalnici oziroma bivalni dnevni sobi lahko predvidimo največ dve ležišči. Priporočljiva višina ležišča je najmanj 45 cm oz. naj bo nastavljiva, da se omogoči enostavno vstajanje starega človeka. Višina postelje naj bo enaka višini stola oziroma višini sedeža na invalidskem vozičku, saj stari ljudje ob postelji tudi posedijo. Omogočeno mora biti spreminjanje naklona hrbtne naslona in nog. Ležišče ne sme biti premehko. Ob postelji moramo zagotoviti dodatno luč za branje. Vsa stikala morajo biti dosegljiva iz postelje. Kot kaže slika 6, mora biti v bližini postelje dovolj prostora za osebne predmete, ki naj bodo dosegljivi tudi iz ležečega položaja.

Raschko (1991) navaja, da starejši ljudje niso homogena skupina glede na potrebe in želje pri izbiri postelje, spalnih navad, zdravstvenih omejitev in časa, ki ga preživijo v postelji. Postelja naj omogoča individualno prilagajanje potrebam starejših ljudi. Tako je potrebno omogočiti nastavljanje višine postelje, naklon vzglavja in nog, zračnost postelje, ki jo lahko dosežemo z letvenim dnom in pretokom zraka pod posteljo, itd. Ustrezno udobnost postelje dosežemo z izbiro ustreznega postelnega vložka, ki je lahko mehak, srednje trd ali trd. Dolžina vzmetnice naj ne presega več kot 20 cm dolžine telesa. Izgled postelje je zelo pomemben tudi pri starejših ljudeh, saj mnogi nepokretni ljudje ne marajo bolnišnične postelje zaradi njenega institucionalnega izgleda in imajo po daljšem času odpor do nje. Na sliki 7 so prikazani primeri negovalnih postelj z nastavljivo višino ležišča, naklonom ležišča in varnostno ograjo. Oblikovno se harmonično vključujejo v domače okolje predvsem zaradi vidne teksture lesa.





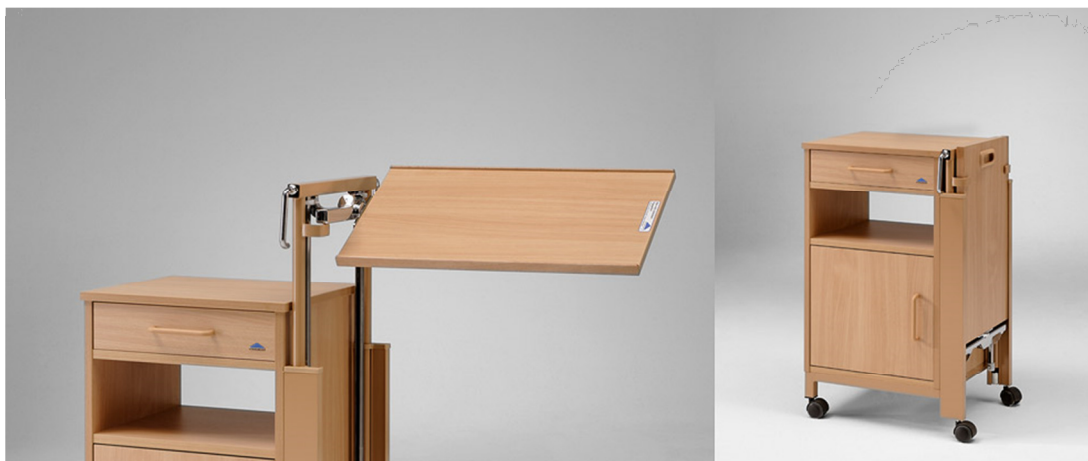
Slika 7: Primeri negovalnih postelj za starostnike. Postelji a in b proizvaja podjetje Burmeier GmbH (Burmeier GmbH, 2013), postelji c in d proizvaja podjetje Hermann Bock GmbH (Hermann Bock GmbH 2013)

Figure 7: Examples of care beds for the elderly. Bed a and b are manufactured by Burmeier GmbH (Burmeier GmbH, 2013), bed c and d are manufactured by Hermann Bock GmbH (Hermann Bock GmbH 2013)

### 2.3.2 Večfunkcionalna nočna omarica ob negovalni postelji

Večfunkcionalna nočna omarica ima odlagalno površino, pod katero sta navadno predal in polica (slika 8), ki služita kot odlagalna oziroma shranjevalna površina. Omarica mora biti dostopna in omogočati varno uporabo. V večfunkcionalno nočno omarico je lahko vgrajena izvlečna servirna mizica, ki se uporablja kot zajtrkovalna mizica za starejšo osebo. Služi lahko tudi kot dodatna odlagalna površina ob postelji, na katero se namesti radio ali dodatna luč (Raschko, 1991). Na polici nočne omarice so lahko vgrajeni zvočniki povezani z radijem. Na sliki 8 je prikazana večfunkcionalna nočna omarica podjetja Burmeier GmbH, ki uporabniku omogoča varno shranjevanje manjših predmetov, zdravil, knjig, itd.. Omarica vsebuje nastavljivo servirno mizico, ki lahko služi kot držalo knjige oz. časopisov pri branju. Omarica je na kolesih in omogoča enostavno premikanje po prostoru.





Slika 8: Primer nočne omarice podjetja Burmeier GmbH (Burmeier GmbH, 2013)

Figure 8: Example of nightstand produced by Burmeier GmbH (Burmeier GmbH, 2013)

## 2.4 OBLIKOVANJE IZDELKOV Z MINIMALNIM OKOLJSKIM VPLIVOM

Trajnost je termin, s katerim se v današnjem času soočamo na različnih življenjskih področjih: gospodarskem, socialnem, okoljskem in političnem področju. Povezan je s človeškimi aktivnostmi v smeri dolgoročnega ohranjanja narave in okolja za prihodnje rodove. Trajnostni izdelek, če želi biti uspešen, mora uporabniku nuditi tudi veliko mero zadovoljstva (Oblak, 2012). Le tako bo izdelek tudi ekonomsko uspešen. Približno 90 % vseh tehnološko dobrih izdelkov ni tudi ekonomsko uspešnih (Kotler, 1996). Takšno tveganje za neuspeh lahko obstaja tudi za izdelke, ki sledijo načelom trajnosti, saj je pomembno, da kupec pozna prednosti takšnega izdelka (Nebel in sod., 2006).

Z namenom povečanja okoljske odgovornosti in da bi uporabniku približali okolju prijazne izdelke so bile vpeljane različne okoljske oziroma trajnostne oznake, kot so: eko marjetica (ang. Ecolabel) v EU, energijska zvezda (ang. Energy star) (Emidast) v Ameriki, TCO (Tjänstemannens Centralorganisation) znak na Švedskem, ipd. Tovrstne oznake so prostovoljne oznake, s katerimi lahko proizvajalec označi izdelek, če zadostuje predpisanim pogojem. Vsekakor je to le eno od zagotovil, da je izdelek do določene mere okolju prijazen (Ljungberg, 2007).

### **2.4.1 Okoljske oznake**

Označevanje kakovostnih izdelkov ali storitev z okoljskimi oznakami je priznan način za spodbujanje izbire kakovostnih izdelkov, praviloma z vidika varovanja okolja, zdravja ljudi ali prijaznosti za uporabo. Oznake uporabniku zagotavljajo, da je izdelek skladen z določenimi zahtevami, ki jih podeljevalec oznake zahteva. V nadaljevanju bodo predstavljene nekatere oznake, ki se pojavljajo tudi v Sloveniji. Eko marjetica oz. EU Ecolabel (slika 9) je evropski znak, ki ga podeljujejo izdelkom in storitvam v evropskem gospodarskem prostoru (države članice EU, Norveška, Islandija in Lichtenstein) kot dokaz, da je pri njihovi izdelavi oziroma izvedbi namenjena posebna skrb okolju. Evropski znak Ecolabel je bil uveden v EU leta 1992 kot spodbuda podjetjem, da bi v svojo proizvodnjo sistematično uvajali tudi postopke, izdelke, surovine..., ki so prijaznejši do okolja. Merila za podeljevanje EU okoljskega znaka so določena na podlagi ocenjevanja, ki upošteva celoten življenjski cikel izdelka (od surovine do ponovne uporabe, torej od zibke do groba). Eko marjetica se podeljuje na podlagi evropske direktive EU 880/92/EEC. Pogoji za dodelitev znaka je, da proizvod izpolnjuje merila glede zmanjševanja porabe naravnih virov in energije, zmanjševanja onesnaževanja zraka, vode in tal, zniževanja stroškov ravnanja z odpadki, zmanjševanja hrupa in ohranjanja ekosistemov. Označevanje je prostovoljno, poteka pa na podlagi ocenjevanja po sproti posodobljenih kriterijih za več skupin izdelkov. Tako na primer izdelki, ki nosijo EU znak, za okolje ne vsebujejo zelo nevarnih kemikalij, še posebej tistih, ki so rakotvorne, mutagene in genotoksične ali pa snovi, ki delujejo na žleze z notranjim izločanjem ter tistih, ki vplivajo na življenje v vodnih ekosistemih (reke, jezera ...). Npr. televizijski aparati z znakom EU Ecolabel porabijo v stanju pripravljenosti (standby) 50 odstotkov manj energije v primerjavi s konvencionalnimi. Papirni izdelki z znakom EU Ecolabel so narejeni iz recikliranega papirja ali papirja, ki je izdelan iz lesa iz trajnostno gospodarjenih gozdov. Barve in laki ne spuščajo v ozračje nevarnih hlapov. Vsi izdelki morajo biti dolgo obstojni in primerni za visoko stopnjo reciklaže (ZPS, 2013).



Slika 9: Oznaka okolju prijaznejšega izdelka eko marjetica (Ecolabel, 2013)

Figure 9: Label of environment friendly product Eco flower (Ecolabel, 2013)

Energijska zvezda (Energy star; slika 10) je oznaka prostovoljnega programa za označevanje energetske učinkovitosti, ki ga vodi agencija ZDA za zaščito okolja (US Environment Protection Agency) (Energystar, 2013). Program se na podlagi sporazumov izvaja v številnih drugih državah, vključno z EU, Japonsko, Kanado in Avstralijo. Uporablja se za prostovoljno označevanje energijsko učinkovitih izdelkov in stavb, med njimi tudi za naprave za ogrevanje in hlajenje, pisarniške naprave, kot so monitorji, računalniki, fotokopirni stroji, telefaksi, tiskalniki in druge elektronske naprave. Energijska zvezda spodbuja proizvajalce, da tekmujejo pri energetski učinkovitosti svojih izdelkov.



Slika 10: Energijska zvezda, oznaka za energetsko učinkovit izdelek (Energystar, 2013)

Figure 10: Energy Star, label for energy efficient product (EnergyStar, 2013)

#### **2.4.2 Certificiranje sledenja lesa in lesnih izdelkov FSC in PEFC**

Certificiranje sledenja lesa ima širše možnosti uporabe, ki segajo na različna področja dokazovanja izvora lesa, dokazovanja legalnosti pridobivanja in trženja lesa, nadzora tokov lesa (na ravni podjetja, regije, države), optimizacije rabe lesa ter logistične rešitve v preskrbovalnih verigah, posredno pa tudi pri okoljskih oznakah in vrednotenju okoljskih

vplivov lesenih izdelkov. FSC (Forest Stewardship Council) in PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes) sta sistema certificiranja nadzora gospodarjenja v gozdovih s sistemom sledljivosti izvora lesa od poseka do končnega uporabnika.

#### 2.4.2.1 Certificiranje PEFC

PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes) je Evropski certifikacijski sistem, ki je bil ustanovljen leta 1999 (PEFC, 2013). Omogoča certificiranje gozdov z oceno neodvisne, usposobljene in akreditirane organizacije, ki pisno potrdi skladnost gospodarjenja z gozdom z mednarodno določenimi standardi za trajnostno gospodarjenje in certificiranje sledenja lesa (nadzor izvora lesa) – Chain of Custody (CoC), ki omogoča sledenje izvora lesa skozi vse faze proizvodnega procesa pridobivanja lesa, predelave, transporta in skladiščenja, do prodaje izdelka končnemu potrošniku. Podpirajo ga lastniki gozdov in lesno predelovalna in papirna industrija. Delno je podprt tudi s strani okoljskih nevladnih organizacij. Prvotno je bil omejen na področje Evrope in se je imenoval Pan European Forest Certification. Konec leta 2003 se je sistem PEFC preimenoval v Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes in s tem postal svetovni krovni sistem za nacionalne certifikacijske sheme. V svetovnem merilu zajema največ certificiranih površin gozdov. PEFC vključuje tudi sistem verige skrbništva (Chain of Custody) in rabo blagovne znamke.

#### 2.4.2.2 Certificiranje FSC

FSC (Forest Stewardship Council) je univerzalen sistem certificiranja, ki je nastal v začetku 90-ih kot odgovor na perečo problematiko izkoriščanja gozdov predvsem v Afriki. Osnovni cilj certificiranja FSC je zagotoviti, da se certificiran material vodi skozi proizvodni proces na način, da ima končni kupec zagotovilo, ki potrjuje izvor lesa (FSC, 2013). FSC – CoC (sledljivost lesa) torej omogoča povezavo med izdelkom in izvorom lesa; to je za proizvajalce oziroma predelovalce zelo pomembno, saj osveščen končni potrošnik želi kupiti izdelek, za katerega obstaja dokaz, da je bil osnovni material, pridobljen na način trajnostnega, večnamenskega in sonaravnega gospodarjenja. Podpirajo ga največje in najvplivnejše okoljske neodvisne organizacije (WWF World Wildlife Fund, Greenpeace, itd.). Podpornik je tudi Svetovna banka (World Bank), ki deluje preko zveze

World Bank/WWF Forest Alliance. Največjo podporo ima s strani omenjenih vplivnih okoljskih organizacij in segmentov trga in industrije v nekaterih državah (Velika Britanija, Nemčija, Nizozemska, delno ZDA). Danes je sistem FSC je prisoten že po vsem svetu. Trenutno ima prevladujoč vpliv na trgu certificiranega lesa. FSC vključuje sistem verige skrbništva (Chain of Custody) in rabo blagovne znamke. Sklad kmetijskih zemljišč in gozdov Republike Slovenije je leta 2007 prejel FSC certifikat za vse državne gozdove, s katerimi gospodari. V letu 2010 in 2011 je Sklad proces certificiranja razširil tudi na zasebni gozdarski in lesno predelovalni sektor, pri čemer je bilo certificiranih že 21 zasebnih podjetij in več kot 25.000 ha zasebnih gozdov (Sklad, 2013).

### **2.4.3 Eko dizajn**

Zahteve potrošnika pri nakupu izdelka so vse bolj usmerjene v podajanje informacij o tem, kako je izdelek narejen, od kod izvirajo surovine, kakšne okoljske posledice ima izdelava in uporaba izdelka ter kaj se zgodi po končani življenjski dobi oz. uporabi izdelka. Razvoj tehnologij in življenja s čim manjšim okoljskim vplivom je torej ena pomembnejših usmeritev današnje civilizacije (Michelsen in Fet, 2010; Chaves, 2008). Izziv je, kako oblikovati in izdelati izdelek z okolju prijaznih materialov, uporabiti čim čistejšo tehnologijo, izkoriščati naravne vire energije, se izogibati strupenim snovem ter predvideti ravnanje z odpadki in reciklažo po uporabi izdelka (Fet, 2009; Ljungberg, 2007).

Okoljsko oblikovanje ali eko dizajn je interdisciplinaren pristop, ki se izvaja na tako imenovanih »eco-brifing«<sup>1</sup> sestankih (Ljungberg, 2005). Gre za komunikacijo med strokovnjaki s področja ekologije, tehnologije in oblikovalci, s katero skušajo najti izboljšave izdelka. Izboljšave naj ne bi vplivale na funkcionalnost in estetski izgled pohištvenega izdelka. Znižanje vpliva na okolje lahko dosežemo z različnimi prilagoditvami izdelka; izboljšave so možne s spremembo materiala, optimizacijo dizajna, optimizacijo debeline materiala, spremembo površinskega premaza, razstavljivostjo in razgradljivostjo, možnostjo ponovne uporabe, itd. Pri izdelkih, kjer prevladujejo kovinski elementi, jih je včasih možno nadomestiti npr. z aluminijastimi elementi iz recikliranega aluminija, prav tako električna energija velikokrat predstavlja velik delež obremenitve okolja, možna je npr. alternativa – električna energija pridobljena iz sončne energije (fotovoltaika). Tudi poznavanje in izboljšanje dobaviteljske verige lahko bistveno

spremeni vpliv izdelka na okolje (Gonzales–Garcia, 2011; Michelsen in Fet, 2010; Chaves, 2008), itd.

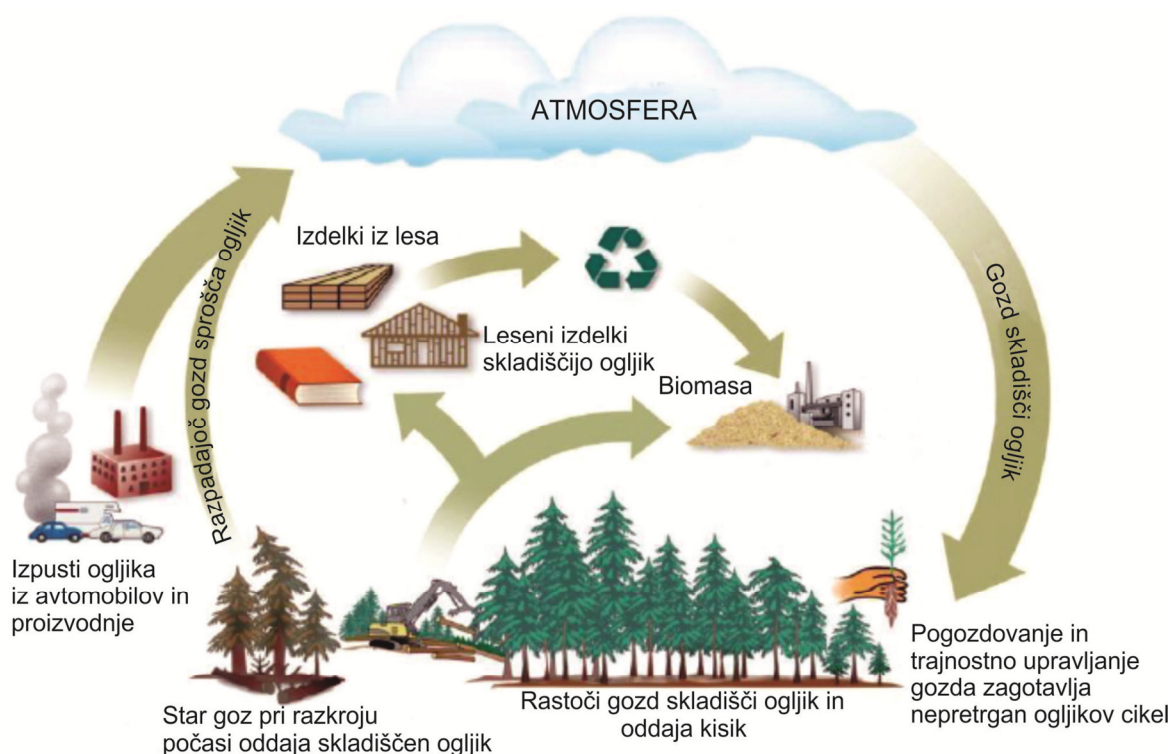
Pri razvoju novih pohištvenih izdelkov je tako nujno razmišljati o tem, kako proizvesti izdelek s čim manjšim vplivom na okolje tekom celotne življenjske dobe ter po njegovi uporabi. Življenjska doba izdelka je celoten cikel, ki vključuje pridobivanje surovin, predelavo surovin, proizvodnjo, uporabo in končno reciklažo izdelka. Pri tem je nujno potrebno vključiti vire energije s čim manjšim vplivom na okolje.

#### **2.4.4 Les kot obnovljiv material v eko dizajnu**

Les je obnovljiv produkt narave (Čufar, 2006). Tehnično ga je možno opisati kot trdo, vlakneno snov pod skorjo debel in vej dreves in grmov. Botanično pa les opredelimo kot sekundarni ksilem, ki ga kambij v procesu sekundarne debelitvene rasti proizvaja navznoter, v smeri stržena. Njegova zgradba je heterogena, sestavljena iz različnih tkiv in celic. Kemična zgradba lesa pa je sestavljena iz celuloze, hemiceluloze, lignina, ekstraktivnih snovi in anorganskih mineralnih. Te snovi so sestavljene približno iz 50 % ogljika, 44 % kisika, 6 % vodika in majhne količine anorganskih sestavin.

V fazi rasti rastline med fotosintezo sprejemajo ogljikov dioksid in ga v svetlobnih reakcijah II in I v tilakoidah in v reakcijah brez svetlobe v stromi kloroplastov pretvarjajo v ogljikove hidrate (bruto primarna proizvodnja, GPP). Ti se delno uporabljajo za dihanje (vzdrževalna respiracija), največji del pa se vgrajuje v rastlinska tkiva in organe. Lesne trajnice tako med dolgotrajno rastjo sekvestrirajo velike količine ogljika (Torelli, 2004). Ogljik (organska snov) tako ostane vezan v organskih molekulah lesa vse dokler se z izgorevanjem ali razkrojem ne pretvori nazaj v CO<sub>2</sub> in vodo (slika 11). To velja za ves čas izrabe materiala oz. izdelka, končna usoda skladiščenega ogljikovega dioksida pa je odvisna od ravnanja z izdelkom ob koncu njegove uporabe. Les ima sposobnost večkratne uporabe in podaljševanja življenjskega cikla z recikliranjem. V industriji predelave lesa se podpira koncept »kaskade« ali »spirale« uporabe/izrabe lesa (Tavzes in Kutnar, 2012). Les je material z vsaj dvema ali tremi uporabnostnimi cikli (stopnjami, zavoji). Na prvi stopnji oz. zavoju bi ga morali uporabiti kot produkt (masiven les, gradbene komponente, pohištvo), drugič kot material v reciklirnem procesu (plošče, kompoziti ali papir – tu pridejo v poštev tudi stranski produkti iz prve stopnje oz. zavoja) in šele na koncu te tako

imenovane »kaskade« ali »spirale« za pridobivanje »zelene energije«. V količine za proizvodnjo energije bi morali nameniti le tiste ostanke pridelave in predelave lesa, ki jih ne moremo uporabiti na prej opisanih stopnjah (zavojih). Prav tako bi morali za energetske namene uporabiti tudi (ob upoštevanju predpisov in z razvojem tehnologij za varno izkoriščanje) les III. kategorije (lesena embalaža, kompozitni materiali, pohištvo s premazom, plošče s sestavljenimi materiali, pohištvo s premazom s halogensko organskimi spojinami, na primer plastični furnirji in ostanki lesa iz vezane plošče) in IV. kategorije (onesnažen les, npr. les, impregniran z zaščitnimi sredstvi ali lakirano površino, tudi pragovi ali les iz strešnih konstrukcij), ki bi jih morali opremiti z oznako, da gre za les, namenjen za so–proizvodnjo elektrike in toplote, ali še bolje, za proizvodnjo biogoriv 2. (ali 3.) generacije. Seveda pa je sežiganje lesa in lesnih proizvodov z vidika sproščanja ogljikovega dioksida, nevtralna operacija, s čemer se ublaži vpliv fosilnih goriv in zmanjša emisija toplogrednih plinov.



Slika 11: Shematski prikaz trajnostnega cikla ogljika (povzeto in prirejeno po Carbon cycle, 2013)

Figure 11: Scheme of a sustainable carbon cycle (adapted and modified after Carbon Cycle, 2013)

Kroženje CO<sub>2</sub> nenehno poteka med zemljo in atmosfero. Mehanizma, ki ogljikov dioksid odstranjujeta iz atmosfere, sta karbonatni cikel in fotosinteza. Ponor ogljikovega dioksida,

ki se s fotosintezo veže v biomaso, sestavlja znaten del celotnega ponora ogljikovega dioksida iz atmosfere. Vezava ogljikovega dioksida v biomaso pa je mogoča le do določene meje, ko se ponor ogljikovega dioksida izenači s ponovnimi emisijami zaradi biološkega razkroja (Lipušek, 2005). Z izrabo dreves iz gozda odstranjujemo tudi ogljik, ki je vezan v gozdu, gozdu pa z zasaditvijo novih mladih dreves omogočamo nadaljnjo vezavo ogljika in tako ustvarimo kroženje ogljikovega dioksida (Bowyer, 2012).

Poleg lesa kot vrhunskega produkta narave, ki ima izravnano CO<sub>2</sub> bilanco, lahko tudi predelavo lesa uvrstimo kot okolju prijazno, saj se za predelavo lesa porabi bistveno manj energije kot za predelavo kateregakoli drugega materiala (Torelli, 2004). Če seštejemo potrebe po energiji, ki je bila proizvedena iz neobnovljivih virov energije (nafta, zemeljski plin, premog, uran, vodna energija) in jo potrebujemo za procese pridobivanja, transport in predelavo od odkopa surovin do končnega proizvoda, dobimo tako imenovano "sivo energijo", ki jo za predelavo lesa in lesnih tvoriv porabimo bistveno manj kot za druge materiale. Iz preglednice 3 lahko vidimo, da za pridobitev žaganega lesa listavcev potrebno petkrat manj energije kot za pridobitev nerjavečega jekla, izpusti CO<sub>2</sub> pa so skoraj 10 krat večji pri slednjem. Prav tako je poraba energije za različna lesna tvoriva, kot so npr. MDF, OSB, vezana plošča nekajkrat manjša kot za druge materiale npr. aluminij, PVC, izpusti CO<sub>2</sub> pa so prav tako bistveno nižji.

Preglednica 3: Prikaz količine »sive« energije (ang. embodied energy, nem. Garue Energie) za izdelavo materiala v mejah sistema od zibelke do vrat (cradle to gate) iz javno dostopnih podatkov (Embodied energy, 2013)

Table 3: Amount of embodied energy needed to produce material with the system boundaries cradle-to-gate that are accessible in public databases (Embodied Energy, 2013)

| Material                                             | Energija<br>MJ/kg | Ogljik<br>kg CO <sub>2</sub> /kg | Gostota<br>kg/m <sup>3</sup> |
|------------------------------------------------------|-------------------|----------------------------------|------------------------------|
| nerjaveče jeklo                                      | 56,70             | 6,150                            | 7850                         |
| les (splošno– izvzeto skladiščenje CO <sub>2</sub> ) | 10,00             | 0,72                             | 480–720                      |
| lepljen les                                          | 12,00             | 0,87                             |                              |
| žagan les listavcev                                  | 10,14             | 0,86                             | 700–800                      |
| steklena volna za izolacijo                          | 28,00             | 1,350                            | 12                           |
| aluminij (splošno – vključuje 33 % recikliranega)    | 155,00            | 8,240                            | 2700                         |
| MDF                                                  | 11,00             | 0,72                             | 680–760                      |
| OSB                                                  | 15,00             | 0,96                             | 640                          |
| vezana plošča                                        | 15,00             | 1,070                            | 540–700                      |
| steklo                                               | 15,00             | 0,85                             | 2500                         |
| PVC (splošno)                                        | 77,20             | 28,100                           | 1380                         |



#### **2.4.5 Metodologije vrednotenja okoljskih vplivov**

Vpliv izdelka ali storitve na okolje je potrebno gledati celovito, saj so za trajnostni razvoj pomembni vsi vidiki. Ustreznost oz. primernost izdelka se vrednoti v relativni primerljivosti s sorodnim izdelkom ali storitvijo, saj absolutne primerljivosti ni. Metoda, ki bi zadovoljila naša pričakovanja, naj bi predstavila vse interakcije proizvodnih procesov z okoljem in pomagala pri razumevanju dolgoročnih posledic človekovih aktivnosti na okolje.

Metoda, s katero lahko ocenimo okoljsko primernost izdelkov, je metoda analize življenjskega cikla (ang. Life Cycle Assessment, LCA), ki ima začetke v šestdesetih letih prejšnjega stoletja, ko so bile opravljene nekatere študije o optimizaciji porabe energije v industriji. Kasneje so analize razširili na izrabo virov, ter začeli vključevati podatke o emisijah v zrak in vodo. Analiza LCA se je tako razvila v mednarodno sprejeto metodo za oceno kompleksnih vplivov izdelka, storitve ali subjekta na okolje v svojem življenjskem ciklu. Leta 1993 je združenje SETAC (angl. Society of Environmental Toxicology and Chemistry) (Consoli in sod., 1993) zapisalo svojo definicijo LCA, ki jo je kasneje modificirala organizacija LCA–Nordic (Lindfors in sod., 1995), kot »proces, ki ovrednoti okoljske obremenitve povezane s sistemom proizvoda oz. dejavnosti z določitvijo in kvantitativnim opisom uporabljene energije, materiala ter odpadkov odloženih v okolje, vključujoč izvedbo ocene okoljskih vplivov uporabljene energije, materiala in odpadkov. Analiza vsebuje celoten življenjski cikel proizvoda oz. dejavnosti, ki zajema pridobivanje in obdelavo surovin, proizvodnjo, distribucijo, uporabo, ponovno uporabo, vzdrževanje, recikliranje ter končno odlaganje, vključno z vsemi prevozi. Analiza LCA preučuje okoljske obremenitve sistema na področju ekoloških sistemov, človeškega zdravja in izrabe virov. Ne upošteva ekonomskih in socioloških efektov.« Analiza LCA je torej analitično orodje za sistematično objektivno vrednotenje vseh bistvenih vplivov, ki jih ima izdelek, storitev ali subjekt na okolje v svojem življenjskem ciklu. Z njo ovrednotimo vplive na okolje pri pridobivanju surovin (npr. sečnja) in proizvodnji polizdelkov ter porabo energije in emisije (v zrak in vodo) škodljivih snovi pri proizvodnji izdelka. Ovrednotimo tudi vpliv vseh vrst transporta in odpadkov/stranskih produktov v celotnem življenjskem ciklu izdelka.

Izraz »življenjski cikel« se nanaša na glavne dejavnosti; od njegove izdelave, uporabe in vzdrževanja, do končnega odlaganja, vključno s surovinami potrebnimi za izdelavo izdelka. Na sliki 12 je prikazan življenjski cikel izdelkov in ključne faze, ki jih moramo upoštevati, ko okoljske vplive izdelka vrednotimo z analizo LCA (Lipušček, 2005).



Slika 12: Faze življenjskega ciklusa in vplivi na okolje (Lipušček, 2005)

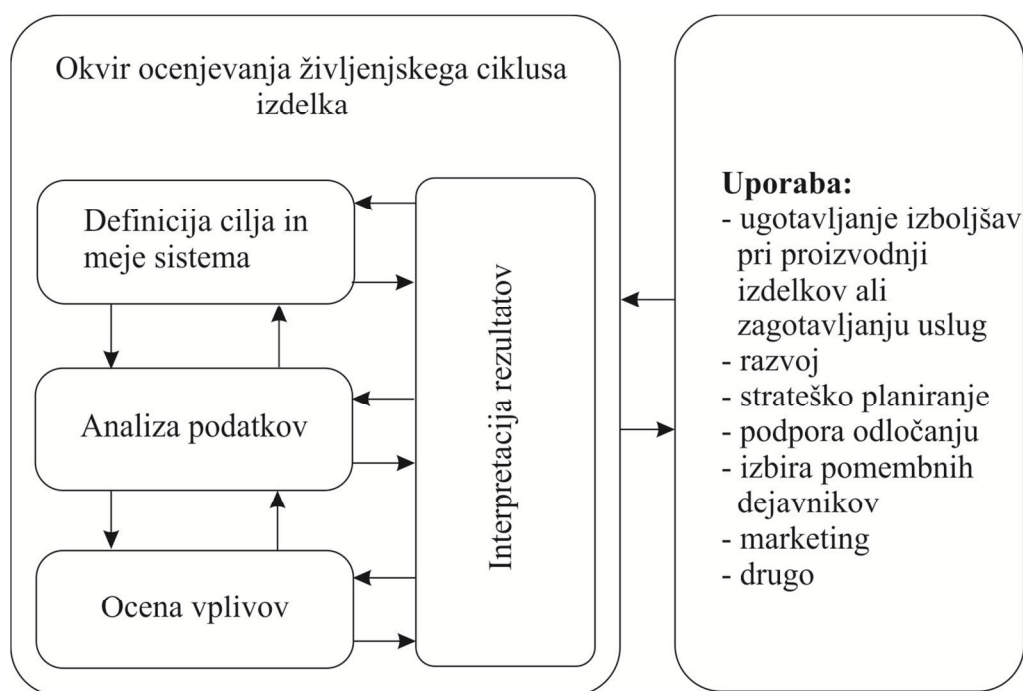
Figure 12: Life cycle stages and impacts on the environment (Lipušček, 2005)

#### 2.4.5.1 Standardi na področju vrednotenja okoljskih vplivov

Mednarodna organizacija za standardizacijo (ISO, International Organization for Standardization) je standarde, ki se ukvarjajo z okoljsko politiko, strnila v družino standardov ISO 14000 (Finkbeiner, 2006). Z ocenjevanjem življenjskega cikla oziroma z analizo LCA se podrobneje ukvarjata standarda SIST EN ISO 14040:2006 Ravnanje z okoljem – Ocenjevanje življenjskega cikla – Načela in okviri (Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework) ter ISO 14044:2006 Ravnanje z okoljem – Ocenjevanje življenjskega cikla – Zahteve in smernice (Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines), ki opredeljujeta metodologijo izdelave in vrednotenje dobljenih rezultatov. Ta standarda zamenjujeta in

nadomeščata prejšnje štiri veljavne standarde ISO 14040:1997, ISO 14041:1999, ISO 14042:2000 in ISO 14043:2000. Vsebinski obseg novih dveh standardov zajema enake tehnične lastnosti kot prejšnji štirje, le da je izboljšana berljivost in da so popravljene napake.

V standardu z zaporedno številko SIST EN ISO 14040:2006, Ravnanje z okoljem – Ocenjevanje življenjskega cikla – Načela in okviri (Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework), so opredeljene zahteve in podana navodila, kako izdelati analizo LCA. Standard zahteva natančno opredelitev predmeta analize in mej sistema, fazo inventarja življenjskega cikla, fazo vrednotenja vpliva, fazo interpretacije rezultatov življenjskega cikla, način poročanja in kritične ocene LCA. Sam standard ne opisuje tehnike izvedbe LCA, niti ne določa metodologij za posamezne faze analize LCA. Opredeljeni morajo biti vplivi in dejavniki, ki vplivajo na kakovost podatkov, na katere lahko vpliva dinamika tehnološkega razvoja v obravnavanem sistemu, geografske omejitve in drugi dejavniki. V standardu SIST EN ISO 14044:2006 Ravnanje z okoljem – Ocenjevanje življenjskega cikla – Zahteve in smernice (Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines), so določene zahteve in smernice za analizo življenjskega cikla. Vključuje določitev inventarja, vrednoti vplive in podaja interpretacijo rezultatov življenjskega cikla. Podaja način poročanja in kritično oceno analize LCA z omejitvami in razmerji med posameznimi fazami analize LCA, ter pogoje uporabe izbranih vrednosti in neobveznih elementov (Finkbeiner, 2006). V standardu SIST EN ISO 14044:2006 je izdelava analize LCA določena preko štirih korakov: definicija cilja in področja delovanja LCA, pridobivanje podatkov (inventar), modeliranje ter analiza in vrednotenje (slika 13). Četrty korak obsega interpretacijo rezultatov, kjer ugotovitve analize inventarja ali ocene vplivov oziroma obeh skupaj ovrednotimo glede na opredeljen cilj in obseg, da dosežemo zaključke in priporočila (Baumann in Tillman, 2004).



Slika 13: Koraki analize življenjskega ciklusa izdelkov po standardu ISO 14040 (SIST EN ISO 14040, 2006)

Figure 13: Steps of life cycle analysis of products according to ISO 14040 (SIST EN ISO 14040, 2006)

#### 2.4.5.2 Različice analize LCA

Življenjskega cikla proizvoda ali storitve včasih ne poznamo v celoti ali nimamo vpliva na določen del. Tako lahko preučujemo samo del življenjskega cikla. Glede na zajet obseg ločimo naslednje različice analize LCA (Life cycle assessment, 2013):

- Od zibelke do groba (ang. Cradle to grave) – predstavlja celotno analizo LCA od pridobivanja surovin, predelave, proizvodnje in uporabe do njegove končne odstranitve.
- Od zibelke do izhoda (ang. Cradle to gate) – obravnava del življenjskega cikla proizvoda, ki zajema pridobivanje surovin, predelavo in proizvodnjo do vrat tovarne. Vključuje vse procese do trenutka, ko se izdelek dostavi uporabniku. Ta različica analize LCA je uporabna za primerjavo okoljske učinkovitosti proizvodov in služi kot osnova za okoljsko deklaracijo proizvoda (angl. Environmental Product Declarations – EPD) (Fet, 2009).
- Od zibelke do zibelke (ang. Cradle to cradle) – obravnava celotni življenjski cikel vključno z recikliranjem izdelka po zaključku prvega življenjskega cikla.

#### **2.4.6 Metodološki pristopi, ki temeljijo na analizi LCA**

Od metodoloških začetkov analize LCA v osemdesetih letih prejšnjega stoletja do danes je bilo razvitih več metodologij, ki na različne načine klasificirajo, karakterizirajo in normalizirajo vplive na okolje. Najpogosteje uporabljene metodologije, npr. CML 2 (2000), IPCC Greenhouse gas emissions, Ecopoints 97 in Eco-indicator 99 (PRé Consultants, 2010) se tako osredotočajo na naslednje skupine indikatorjev: acidifikacija, evτροφikacija, tanjšanje ozonske plasti, različni tipi ekotoksičnosti, onesnaženost zraka, uporaba virov in emisije toplogrednih plinov. Medtem ko je bil na začetku razvoja analize LCA velik poudarek na okoljskih problemih, kot so acidifikacija in nitrifikacija, so v zadnjih nekaj letih prevladujoča tema toplogredni plini. Emisije toplogrednih plinov, povezane z izdelkom, imenujemo tudi ogljični odtis (ang. carbon Footprint) po količinsko najbolj pomembnem toplogrednem plinu – CO<sub>2</sub>, ki služi kot osnovna enota.

Analiza življenjskega cikla produkta je obsežna in zahtevna naloga, zato je ne bi bilo smotno izvajati za vsak primer vedno znova od začetka, ampak so se po svetu razširile baze že izvedenih delnih ali celotnih študij. Takšne izvedene študije nam lahko služijo kot orodje pri izvajanju novih analiz. Eno takšnih vrst orodij je okoljska deklaracija proizvodov (ang. Environmental Product Declaration, EPD), katero lahko uporabimo za izvajanje nadaljnjih analiz LCA in njihovo nadgradnjo.

##### **2.4.6.1 Okoljska deklaracija proizvodov (EPD)**

Evropska komisija je v okviru Generalnega direktorata za okolje sprejela t.i. integrirano produktno politiko (IPP) do proizvodov, katere namen je zmanjšati okoljske vplive proizvodov v celotnem življenjskem krogu in spodbuditi povpraševanje po okoljsko prijaznejših proizvodih na podlagi razumljive in zaupanja vredne informacije (Integrated Product Policy, 2013). V ta namen lahko uporabljamo različne oblike okoljskega označevanja izdelkov:

- okoljska oznaka Tipa I – je namenjena proizvodom, ki so boljši od povprečja (t.j. EU Ecolabel oz. okoljska marjetica, Nordijski labod, Modri angel);
- okoljska oznaka Tipa II – daje možnost proizvajalcu, da sam deklarira okoljske lastnosti proizvoda (npr.: obnovljivo, naravno, biorazgradljivo);

- okoljska oznaka Tipa III – okoljska deklaracija proizvodov (EPD), ki je bila razvita, da bi zagotovila visoko stopnjo zaupanja pri neodvisnem predstavljanju okoljskih lastnosti določenega proizvoda.

Navedeni trije tipi oznak so podprti z ustreznimi standardi: okoljski oznaki Tip I in II s standardom ISO 14021, Tip III pa z ISO 14025 (Šijanec, 2010). Okoljska oznaka Tipa III, EPD temelji na analizi življenjskega cikla, ki je izvedena v skladu s skupino standardov ISO 14040. Za zagotavljanje primerljivosti LCA študij pa je potrebno zagotoviti enak obseg, pravila izračunov in obliko predstavitve rezultatov. EPD zagotavlja in predpisuje splošna in specifična pravila posameznih kategorij proizvodov za zbiranje podatkov, njihovo obravnavanje in izračune. Kategorije proizvodov se lahko razlikujejo v okoljski učinkovitosti, zato je potrebna izbira ustreznih kazalnikov in pravil izračunavanja. Tako je potrebno pripraviti tako imenovana pravila za kategorije proizvodov (ang. Product Category Rules, PCR), ki dopolnjujejo zahteve splošnega programa EPD-jev. Glede na ISO 14025 so PCR skupek specifičnih pravil, zahtev in načel za pripravo okoljske deklaracije Tipa III za eno ali več kategorij proizvodov. Rezultati EPD-jev objavljajo tudi druge okoljsko pomembne vidike, ki jih analiza LCA ne obravnava, kot so na primer tehnični podatki in informacije o posebnih vsebinah proizvoda. Splošna ideja v ozadju pri EPD-jih ni postavljanje kriterijev za oceno prednostnih nalog ali preseganje minimalnih pragov, temveč priprava informacij, na podlagi katerih lahko stranka oziroma uporabnik primerja kvantitativne rezultate proizvodov (Braune in sod., 2007).

#### 2.4.6.2 Ogljični odtis

Ogljični odtis je seštevek izpustov toplogrednih plinov, ki jih neposredno ali posredno povzročijo organizacija, izdelek, storitev ali druga aktivnost, ki povzroča ali prispeva k povzročanju izpustov toplogrednih plinov v določenem časovnem obdobju. Opredeljen je v enoti ekvivalenta CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub>e) (Le Treut in sod., 2007). V enoto CO<sub>2</sub>e so preračunani vplivi najpomembnejših šestih toplogrednih plinov (TPG; ang. greenhouse gas GHG): ogljikov dioksid CO<sub>2</sub>, metan CH<sub>4</sub>, dušikov oksid N<sub>2</sub>O, fluorirani ogljikovodiki (HFCs), perfluorirani ogljikovodiki (PFCs) in žveplov heksafluorid (SF<sub>6</sub>) v časovnem intervalu 100 let. Povprečje vseh teh plinov, ki povzročajo segrevanje ozračja, je poznano kot potencial

globalnega segrevanja (ang. Global Warming Potential) (GWP) in je največkrat podan v časovnem okvirju 100 let. Njihove emisije so različne in so podane v preglednici 4.

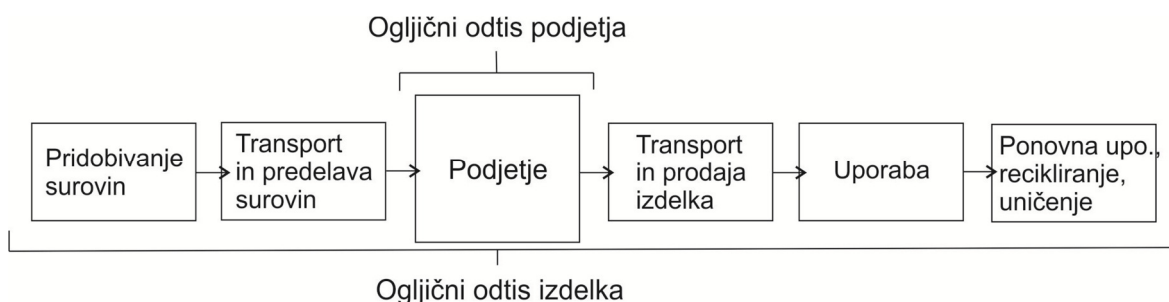
Preglednica 4: Emisijski faktorji toplogrednih plinov (IPCC, 2007)

Table 4: Emission factors of greenhouse gases (IPCC, 2007)

| Ime plina                               | GWP 100 (CO <sub>2</sub> e) |
|-----------------------------------------|-----------------------------|
| ogljikov dioksid (CO <sub>2</sub> )     | 1                           |
| metan (CH <sub>4</sub> )                | 25                          |
| didušikov oksid (N <sub>2</sub> O)      | 298                         |
| fluorirani ogljikovodiki (HFC)          | 124 – 14,800                |
| perfluorirani ogljikovodiki (PFC)       | 7,390 – 12,200              |
| žveplov heksafluorid (SF <sub>6</sub> ) | 22,800                      |

Les, ki je naravni material, nastaja z biološkimi procesi, ki iz atmosfere vežejo CO<sub>2</sub>, in se v procesu fotosinteze pretvori v glukozo, ki se nato preko zapletenih reakcij pretvori v osnovne komponente lesa, kot so celuloza, polioze, lignin in ekstraktivne snovi. Tako vezan ogljik v organskih molekulah lesa, ki je lahko predelan v izdelek, se ne razgradi nazaj v CO<sub>2</sub> in vodo – z izgorevanjem ali razkrojem gliv, štejemo, da je ekvivalent CO<sub>2</sub> skladiščen v izdelku. To velja v fazi prodaje izdelka – končna usoda skladiščenega ogljikovega dioksida je odvisna od ravnanja z izdelkom ob koncu življenjske dobe. Če izdelek ostane v rabi ali ponovni izrabi več kot sto let, se šteje, da je njegova proizvodnja zmanjšala emisije za količino skladiščenega ekvivalenta CO<sub>2</sub>.

Izpusti TPG so vsakodnevni pojav in so posledica vsakovrstne človekove dejavnosti. Tako lahko izračunamo ogljični odtis vsaki dejavnosti, produktu, podjetju, dogodku, če poznamo vse vire emisije. Emisije pa nastajajo pri porabi energije (npr. elektrika), izgorevanju fosilnih goriv, kemičnih reakcijah, izgubah refrigerantov, uporabi zemlje, kmetijskih procesih, razgradnji odpadkov, itd. Ker je dejavnosti veliko, je potrebno vedno postaviti meje sistema, v katerih določimo ogljični odtis samo za določeno fazo ali aktivnost. Ločimo lahko ogljični odtis izdelka ali podjetja (slika 14).



Slika 14: Meje sistema ogljičnega odtisa izdelka ali podjetja

Figure 14: System boundaries of the carbon footprint of a product or company

Mednarodno sprejemljiv standard za izračun ogljičnega odtisa je trenutno britanski PAS 2050: 2011 (Specification for the Assessment of the Life Cycle Greenhouse Gas Emissions of Goods and Services), ki vključuje tudi zunanjo presojo. Standard temelji na standardih ISO 14040 in 14044. Nedavno je bil v pripravi ISO standard za določanje ogljičnega odtisa izdelkov, ISO 14067, ki pa ni bil sprejet in je bil maja 2013 objavljen kot tehnične smernice ISO/TS 14067: 2013 (Greenhouse gases. carbon footprint of products. Requirements and guidelines for quantification and communication).

Spremljanje ogljičnega odtisa posameznih dejavnosti postaja zakonska norma, tržno orodje in standard kakovosti. Spodbuja rabo obnovljivih virov, povečuje energetske učinkovitost, hkrati pa je tudi eno temeljnih orodij za upravljanje z izpusti toplogrednih plinov. Ogljični odtis podjetja za sedaj ostaja na prostovoljni ravni. Lahko pa pomeni zniževanje stroškov in boljše upravljanje s tveganji v dobaviteljski verigi in večjo prepoznavnost izdelkov. V podjetju je lahko določitev ogljičnega odtisa prvi korak k zmanjševanju emisij in zmanjševanju stroškov. Podjetja, ki so bolj usmerjena k potrošniku se poslužujejo ogljičnega odtisa tudi zaradi »zelenega« videza, da kupcem ponudijo zeleno alternativo oz. da sebe predstavljajo kot bolj okoljsko ozaveščene. Tako lažje ohranjajo svoj tržni delež, širijo poslovanje in ostajajo konkurenčna. V Franciji je na primer zakonsko sprejeto, da bodo morali proizvajalci in prodajalci postopno označevati svoje izdelke z ogljičnim odtisom in drugim indikatorji LCA. V letu 2011 in 2012 je bilo izvedeno testno označevanje proizvodov in sicer je sodelovalo 230 podjetij iz različnih sektorjev. Trenutno pa so rezultati testnega obdobja oziroma analize še v teku (French developments on product, 2013).



V bazah podatkov, kot je Ecoinvent 2.0 (2010), so dostopni podatki o emisijskih faktorjih različnih surovinskih virov in primarnih lesnih proizvodov, vendar so ti podatki v večini pridobljeni z izračuni na podlagi povprečnih podatkov iz obratov iz Švice, Nemčije in Združenih držav Amerike. V literaturi so objavljene številne analize LCA gospodarjenja s primarnimi lesnimi proizvodi (Puettmann in Wilson, 2005; Rivela in sod., 2007; Rivela in sod., 2006; Werner in Richter, 2007). Werner in Richter (2007) sta pri preučevanju življenjskih ciklov lesenih izdelkov v gradbenem sektorju v primerjavi s funkcionalno enakovrednimi izdelki iz drugih materialov ugotovila, da imajo leseni izdelki ugodnejši okoljski vpliv v primerjavi z drugimi materiali. Prav tako Rivela in sod. (2006; 2007) izpostavljajo les kot ključen material pri optimizaciji rabe virov in pri zmanjševanju okoljskega vpliva povezanega s človeškimi aktivnostmi. Ključni dejavniki, ki lahko bistveno prispevajo k zniževanju ogljičnega odtisa izdelka so predvsem energija pridobljena iz fosilnih goriv, transport, tehnologija obdelave lesa, predvsem procesa lepljenja in površinske obdelave (Puettmann in sod., 2010; Rivela in sod., 2006).

Ogljični odtis in analiza LCA sta neposredno uporabna za razvijanje in izboljševanje izdelkov, strateško planiranje, delo z javnostmi, trženje in za optimizacijo produktov. Uporabimo ga lahko pri optimiziranju dizajna, proizvodnih in tržnih postopkih ter pri izbiri materiala tako, da so poraba energije, vode in drugih virov ter emisije škodljivih snovi v okolje čim manjši (ISO 14040, 2006). Ogljični odtis je tudi uporabno orodje za sodelovanje med zaposlenimi, dobavitelji, investitorji in kupci. Lahko motivira zaposlene, da aktivno sodelujejo pri zmanjšanju emisij in prispevajo k širši ideji o skrbi za okolje in naš planet. Vpliva lahko na krepitev, vrednost in pozicioniranje blagovne znamke kot okolju prijazne. Neposredno se ta vpliv širi še na dobaviteljsko verigo in vpliva na zmanjšanje stroškov.

Ogljični odtis lahko uporabimo za najrazličnejše namene. Služi lahko kot indikator za:

- identifikacijo ključnih virov emisij,
- postavljanje ciljev in prioritet za zniževanje emisij,
- razumevanje ogljične intenzivnosti dobaviteljske verige,
- analiziranje izboljšav v proizvodih,
- osveščanje kupcev, zaposlenih,

- primerjavo z drugimi podjetji,
- označevanje proizvodov.

Ko analiziramo oziroma ovrednotimo vse faze življenjskega cikla izdelka, lahko z ustreznimi spremembami znižamo okoljski vpliv in hkrati zmanjšamo porabo materiala, energije, prevozov in odpadkov ter tako znižamo stroške poslovanja. Pri takšnem pregledu imamo boljši nadzor nad celotno dobaviteljsko verigo, kjer imamo neposreden vpliv na zmanjšanje emisij in tudi stroškov. Tako lahko aktivno vplivamo na zmanjšanje emisij TPG in izboljšanje odnosov v dobaviteljski verigi z odstranitvijo neučinkovitih procesov oziroma procesov z velikim vplivi na okolje.

#### 2.4.6.2.1 Oznake ogljičnega odtisa

Organizacija Carbon Trust izdaja oznake (carbon footprint labels, 2013), ki dokazujejo, da organizacija, izdelek ali storitev vrednoti izpuste toplogrednih plinov. Tako ponujajo dve vrsti oznak v obliki odtisa noge; (1) Carbon Trust reducing CO<sub>2</sub> in (2) Carbon Trust measured CO<sub>2</sub>. S tema oznakama organizacija, izdelek ali storitev na preprost in učinkovit način dokazuje svoje zavedanje o izpustih toplogrednih plinov in skrb za čisto okolje in tako krepi svoj ugled in zaupanje pri svojih strankah.

Z oznako Carbon Trust reducing dokazuje zavezanost k zmanjševanju izpustov toplogrednih plinov. Oznako je potrebno vsake dve leti obnoviti in dokazati, da se je količina izpustov toplogrednih plinov v zadnjem obdobju preverjanja dejansko zmanjšala. Oznaka Carbon Trust measured dokazuje, da ima izdelek izmerjen in izračunan ogljični odtis, ne vsebuje pa zaveze k zmanjševanju le-tega. Vse več potrošnikov na današnjem trgu se odloča za blagovne znamke, ki kažejo na zavezanost k zmanjševanju emisij ogljikovega dioksida, saj se zavedajo pomembnosti emisij, proizvedenih v celotnem življenjskem ciklu izdelka – od surovin, proizvodnje in uporabe ter do odstranjevanja. Posledično lahko pričakujemo, da bodo tovrstne oznake vedno bolj prisotne na izdelkih.

#### 2.4.7 Koncept “od zibelke do zibelke” (ang. Cradle2Cradle, C2C)

Splošni trend vračanja k naravi na vseh življenjskih področjih očitno pogojuje vse pogostejšo željo po »naravnih« materialih tudi pri gradnji in opremljanju bivalnih prostorov. Na področju razvijanja trajnostnega pohištva so se razvili različni pristopi, eden

izmed njih je koncept C2C »Cradle to Cradle« oz. »Od zibelke do zibelke«, ki sta ga leta 1995 razvila arhitekt William McDonough in kemik dr. Michael Braungart (McDonough in Braungart, 1995).

Osnovno načelo koncepta C2C je ustvariti izdelek, katerega material bo po uporabi ponovno služil za izdelavo novega izdelka oziroma ga bo enostavno razgraditi. Uporabljeni materiali morajo biti popolnoma varni za ljudi, rastline in živali. Drugo načelo, ki ga je potrebno upoštevati, je uporaba energije iz obnovljivih virov. Tretje načelo pa spodbujanje raznovrstnosti po vzoru kompleksnih povezav, ki izvirajo iz raznovrstnosti naravnih sistemov ter spodbujajo njihovo delovanje in razvoj.

Pri razvoju izdelkov po načelih C2C je ključno upoštevati predpisana merila. Začetni korak v smeri doseganja zahtev certificiranja oziroma koncepta C2C je identifikacija in ovrednotenje vplivov proizvodnje in izdelkov na okolje. Učinkovito orodje za ocenjevanje vplivov na okolje je analiza LCA. Vsekakor pa je za celostni uspeh koncepta C2C potreben prehod od razmišljanja in proizvodnje, ki temelji na načelu okoljske učinkovitosti k delovanju, ki temelji na načelih sonaravne učinkovitosti. Te smernice postavljajo lesno industrijo v prednost, saj je njena osnovna surovina obnovljiv vir. Cikel kroženja snovi je v idealnem primeru neskončen, obsega pa optimizirano porabo energije, karseda majhno izgubo materialov v procesu in manjšo odvisnost od surovin iz narave. Dolgoročen rezultat je višji zaslužek ob nižjih naložbah, obenem pa povsem zdravi in okolju prijazni izdelki.

Koncept C2C vzpodbuja miselni preskok iz biti manj škodljiv, postati bolj koristen. Ta proces pa lahko dosežemo z ustvarjanjem kakovostnih povratnih zank z vračanjem izdelkov nazaj v industrijo in v naravne ekosisteme ter tako z zagotavljanjem »hrane« naslednjemu členu v zanki. Tehnološki cikel posnema biološkega, tako da skuša vse sintetične odpadke racionalno spremeniti nazaj v surovine s čim boljšim energetske in materialnim izkoristkom. Cilj tehnologije C2C ni zmanjševanje, marveč povečevanje aktivnosti ciklov in s tem večanje pozitivnega okoljskega odtisa vsakega člana. Povečanje biološke aktivnosti pomeni več življenja in več tehnološke aktivnosti torej več napredka. Načelo C2C pravi, da moramo ne le zgolj zmanjševati izpuste CO<sub>2</sub>, ampak tudi okrepiti mehanizme kroženja CO<sub>2</sub> – s tem bo ukrep uravnotežanja ravni tega plina učinkovitejši in

dolgotrajnejši. Sistem "od zibelke do zibelke" poskuša zmanjševanje slabega nadomestiti s povečevanjem dobrega, preusmeriti fokus od negativnih problemov k pozitivnim rešitvam.

#### 2.4.7.1 Certifikat C2C

Podjetje MBDC (McDonough Braungart Design Chemistry) izdaja certifikate (Cradle to Cradle® Certification) skladnosti z načeli C2C, ki temeljijo na znanju s področja okoljske kemije in upravljanja z materialnimi tokovi, imenovanem tudi industrijska ekologija. Pri pridobivanju certifikata je potrebno zadostiti merilom, ki zagotavljajo uporabo zdravih in varnih materialov, ki so izdelani s trajnostnim odnosom, ki po uporabi postanejo hrana za biološke in tehnološke procese. Certifikat lahko podjetje pridobi za eno leto, potem pa mora ponovno dokazati kakovost izdelka. Certifikat ocenjuje varnost izdelkov do okolja in ljudi, ter njihovo uporabo v naslednjem življenjskem krogu. Materiali in proizvodnja vsakega izdelka so ocenjeni glede na pet meril, na podlagi katerih si podjetja pridobijo različne ravni certificiranja (osnovna, srebrna, zlata ali platinasta). Za pridobitev osnovne oznake certifikata C2C morajo biti v izdelku vsi materiali in kemične snovi ocenjeni glede na toksičnost do ljudi in okolja. Izdelek ne sme vsebovati PVC, kloroprena ali sorodnih snovi.

Raven skladnosti z načeli C2C se vrednoti z naslednjimi merili (Kutnar in Tavzes, 2011):

##### a) Identifikacija materiala

Preveriti in identificirati je potrebno vsako surovino, ki je v izdelku, glede na njeno kakovost, na varnost ljudi in okolja. Toksičnost snovi v izdelku se ocenjuje glede na 19 kriterijev. Surovine z veliko nevarnostjo za zdravje ljudi, prejmejo rdečo oznako, surovine z nizko do zmerno nevarnostjo rumeno oznako in surovine z majhno nevarnostjo ali surovine, ki človeku in okolju niso nevarne, zeleno oznako.

##### b) Ponovna uporaba materialov

Preverja se možnost večkratne uporabe izdelka oziroma surovine, iz katere je izdelek narejen po zaključku življenjskega cikla izdelka. Izdelki, ki uporabljajo reciklirane ali obnovljive materiale in so oblikovani tako, da se jih ob koncu uporabe lahko predela v tehnično ali biološko hranilo za naslednje življenjske kroge, so posebej nagrajeni.

Ocenjevanje temelji na enačbi (1):

$$(A \times 2 + B) / 3 \times 100 \quad \dots(1)$$

kjer je A odstotek izdelka, ki se lahko reciklira ali kompostira in B odstotek recikliranega ali hitro obnovljivega deleža v izdelku.

Glede na rezultat se izdelek uvrsti v določeno raven/razred. Za vrednosti  $\geq 50$  se izdelek uvrsti v srebrno raven, za vrednosti  $\geq 65$  v zlato in za vrednosti  $\geq 80$  v platinasto raven.

#### c) Uporaba energije iz obnovljivih virov

Oceni se uporaba energije za proizvodnjo izdelka. Teži se k čim višjemu odstotku energije, pridobljene iz obnovljivih virov. Proizvajalci, ki opredelijo uporabljen energije v končni obliki izdelka, se uvrstijo v srebrno raven. Izdelki, ki so proizvedeni z vsaj 50 % energije, pridobljene iz obnovljivih virov, v zlato. V platinasto raven pa se uvrstijo izdelki, ki so v celoti proizvedeni z energijo iz obnovljivih virov in katerih prispevek energije v ogljični odtis ne presega 50 %.

#### d) Oskrba z vodo

Stremi se, da se z vodnimi viri upravlja odgovorno, da se minimizira porabo vode in da se ne uporablja voda v zaprtih zankah. Težnja C2C koncepta je, da voda izhaja iz tovarne čistejša, kot je na vstopu. Tudi glede oskrbe z vodo, se podjetja uvrstijo v srebrno, zlato ali platinasto raven. Za srebrno raven mora podjetje imeti objavljena načela upravljanja z vodo. V zlato raven se uvrstijo, če podjetje samooceni porabo vode. V primeru inovativne ohranitve vodnih virov in ravnanja z odpadnimi vodami, pa v platinasto raven.

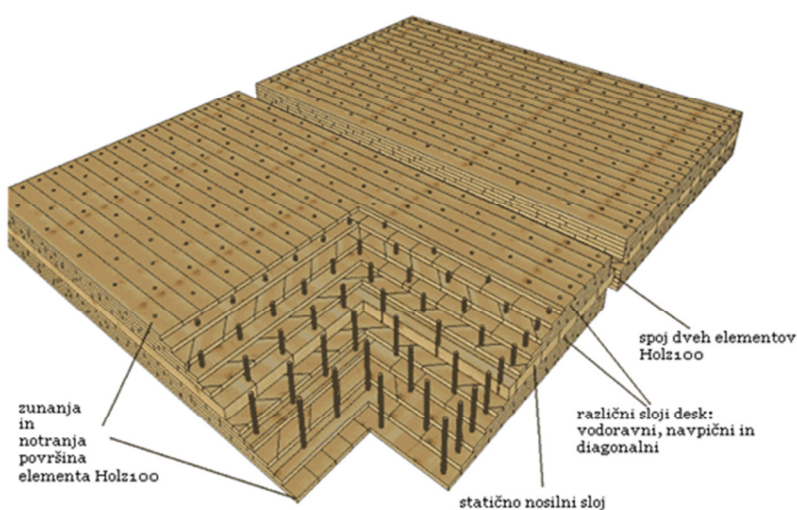
#### e) Družbena odgovornost

Obvezanost podjetja do družbe tako na delovnem mestu kot v nabavni verigi se ocenjuje s kriterijem družbene odgovornosti. Pri tem se ovrednoti spoštovanje zdravja, varnosti in pravic ljudi ter odgovornost do bivalnega okolja. V srebrno raven se umestijo podjetja, ki imajo javno objavljena moralna načela delovanja podjetja. V zlato raven pa se uvrsti podjetja, ki imajo izdelano samoocenitev z namenom pridobitve certifikata družbene

odgovornosti. Platinasto raven dosegajo podjetja, ki imajo certifikat družbene odgovornosti.

#### 2.4.8 Primeri izdelkov iz lesa s certifikatom C2C

Certifikat C2C, s katerim se dokazuje skladnost z načeli koncepta C2C, si je v tujini pridobilo že vrsto izdelkov. Med njimi so tudi številni izdelki iz lesa (C2C products, 2013). Med najprepoznavnejše sodijo leseni elementi Holz 100, ki imajo zlato oznako. Podjetje Thoma iz Avstrije je razvilo in patentiralo poseben sistem lesenih stenskih in stropnih kompozitnih elementov. Sestavljeni so iz več slojev desk, ki so med seboj mozničene (slika 15). Pri izdelavi ni uporabljenih nobenih veziv, lepil ali kovinskih elementov; možna je gradnja večnadstropnih objektov. Elementi Holz100 imajo odlične lastnosti, kot so toplotna prehodnost, difuzijska stabilnost, zvočna izolativnost, požarna odpornost, potresna varnost ... Kompozitni elementi Holz100 so lahko v celoti reciklirani.



Slika 15: Kompozitna plošča Holz100 (Thoma, 2013)

Figure 15: Composite board Holz100 (Thoma, 2013)

Nosilec certifikata C2C je tudi podjetje TimberSIL®, kjer so z inovativno kombinacijo lesa in stekla razvili okolju prijazen izdelek z novimi lastnostmi, ki so kombinacija pozitivnih značilnosti obeh uporabljenih materialov. Izdelek ima odlične lastnosti in je po zagotovilih proizvajalca močnejši, kot so ostali primerljivi kompozitni izdelki. Steklo močno poveča trdnost vlaken, kar vpliva na manjše krivljenje. Izdelki iz tega lesa imajo visoko požarno

varnost, prav tako steklo predstavlja zaščito pred propadanjem lesa zaradi zunanjih dejavnikov.

Certifikat C2C ima tudi Titan Wood Accoya® Wood GOLD (slika 16), katerega odlikujejo netoksična obdelava, uporaba lesa iz hitro rastočih trajnostno gospodarjenjih gozdov, visoka odpornost, dimenzijska stabilnost in manj zahtevno vzdrževanje. Te lastnosti ga opredeljujejo kot alternativo umetnim energijsko potratnim materialom.



Slika 16: Titan Wood Accoya® Wood (Accoya Wood, 2013)

Figure 16: Titan Wood Accoya® Wood (Accoya Wood, 2013)

Omenimo še pohištvo Perludi (slika 17), ki sicer še nima certifikata C2C, vendar pa je bil v okviru projekta Mreže od zibelke do zibelke (C2CN Practices, 2013) identificiran kot možen primer dobre prakse. V podjetju izdelujejo otroško pohištvo, pri katerem kombinirajo vezane plošče s filcem. Poleg izbire materiala je pomemben vidik tudi oblikovanje; nekateri pohištveni deli so zasnovani tako, da so zložljivi, kar ponuja številne možnosti postavitve pohištvenih elementov. Pri zasnovi izdelkov se proizvajalci osredotočajo tudi na to, da so surovine v največji možni meri pridelane lokalno, zaradi česar se zmanjšajo okoljski vplivi zaradi transporta.



Slika 17: Otroško pohištvo Perludi izdelano v okviru projekta Mreže od zibelke do zibelke (Perludi, 2013)

Figure 17: Children's furniture Perludi produced in the frame of the project Cradle to Cradle Networks (Perludi, 2013)

V okviru projekta »Projekt vzpostavitve mreže Od zibelke do zibelke (C2C Network)«, ki je bil izveden v okviru programa INTERREG IV C (C2CN Practices, 2013) in ga je v Sloveniji vodila Služba Vlade Republike Slovenije za razvoj in evropske zadeve, so bili identificirani primeri dobrih praks, ki bi si lahko pridobile certifikat C2C. Med primeri dobrih praks na področju gradbeništva je bila uvrščena tudi Plusenergijska hiša Primus 137 podjetja Lumar IG d.o.o. s certifikatom Passivhouse inštituta (slika 18). Cilj projekta C2C Network je bilo spodbujati inovacije in rešitve, ki prinašajo trajnostne rešitve, priložnosti za ekonomski razvoj in družbeno blaginjo.



Slika 18: Plusenergijska hiša kot primer dobre prakse, z možnostjo pridobitve C2C certifikata (Kuzman, 2012)

Figure 18: Plus energy house as best practice example, with the possibility of obtaining C2C certificate (Kuzman, 2012)



Kot primer dobre prakse slovenske lesne industrije lahko navedemo raziskovalno–razvojni–investicijski projekt Multifunkcionalno pohištvo – inovativne produktne enote bivanjskih prostorov prihodnosti (RIP09 MFP) (slika 19), za katerega si je konzorcij proizvajalcev in ponudnikov opreme Brest – pohištvo d.o.o. Cerknica, TOM d.d. Mokronog, SVEA d.d. Zagorje ob Savi, KOLPA Proizvodnja in predelava plastičnih mas, d.d., Metlika in Silvaprodukt, d.o.o. v sodelovanju z institucijami znanja Univerze v Ljubljani, BF Oddelkom za lesarstvo, ALUO Oddelkom za industrijsko oblikovanje in inštitutom ILTRA d.o.o. pridobil sredstva iz programa neposrednih spodbud za skupne razvojne investicijske projekte – RIP 09. Cilj projekta je bilo oblikovati nov, vrhunski slovenski dizajn opreme prostorov »inteligentnih hiš« in ustvariti tehnološko napredni, inovativni, visoko kvalitetni in okolju prijazen izdelek: s tehnološko odličnostjo narediti kvaliteten, okolju prijazen, mobilni multifunkcionalni produkt. V projektu so vzporedno z razvojem novih materialov in izdelkov vrednotili okoljsko prijaznost materialov, izdelkov in novih proizvodnih procesov (Kutnar in Tavzes, 2011).



Slika 19: Multifunkcionalno sestavljivo ležišče, vgrajeno v omaro (Projekt RIP09 MFP – Multifunkcionalno pohištvo inovativne produktne enote bivanjskih prostorov prihodnosti (Kutnar in Tavzes, 2011))

Figure 19: Multifunctional folding bed, built-in a closet (Project RIP09 MFP – Multifunctional furniture innovative product unit of residential premises of the future (Kutnar and Tavzes, 2011))

### 3 MATERIAL IN METODE

#### 3.1 ANKETA STAROSTNIKOV O UPORABI POHIŠTVA

Z namenom pridobitve informacij o potrebah in željah starostnikov glede njihovih potreb in navad pri izboru ležišča in dodatne opreme le-teh smo med njimi izvedli anketo. Anketa je postopek zbiranja podatkov, v katerem smo kot tehniko uporabljali intervju (ustna anketa) (Evans and Mathur, 2005). Za intervju smo se odločili, ker smo želeli neposredni stik z anketiranci. Neposredni stik je namreč omogočil zastavljanje bolj zapletenih vprašanj in pojasnjevanje nejasnosti. Intervjuje smo opravili z varovanci Doma starejših občanov Ljubljana Vič–Rudnik po predhodnem dogovoru z zdravstvenim osebjem. Anketiranje je potekalo dne 11. marec 2013. V anketiranje je bilo vključenih 25 starostnikov starih med 71 in 94 let, med njimi je bilo 7 moških in 18 žensk. Vsi anketiranci so bili pokretni. Z oskrbovanci smo opravili intervjuje v njihovih sobah, anketiranje je bilo anonimno. Anketiranje je trajalo od 15 do 20 min. Vprašalnik je obsegal 10 vprašanj, med katerimi je bilo sedem vprašanj zaprtega tipa in tri vprašanja odprtega tipa (vprašanje št. 9, 10 in 11).

Anketa je vključevala naslednja vprašanja:

- Vprašanje 1: Spol anketiran-ke/-ca.
- Vprašanje 2: Starost anketiran-ke/-ca.
- Vprašanje 3: Katere pripomočke uporabljate na postelji?
- Vprašanje 4: Kako ste zadovoljni z obstoječo posteljo?
- Vprašanje 5: Katere pripomočke bi si želeli imeti na postelji?
- Vprašanje 6: Kako pogosto spreminjate višino postelje?
- Vprašanje 7: Kako pogosto spreminjate naklon naslona?
- Vprašanje 8: Kako pogosto spreminjate naklon vznožja?
- Vprašanje 9: Kaj pogrešate pri obstoječi postelji oz. bi spremenili?
- Vprašanje 10: Ali menite, da pohištvo v vaši sobi vpliva na vaše počutje?
- Vprašanje 11: Kateri kos pohištva bi izboljšal vaše počutje?
- Vprašanje 12: Kako visoko je vaše ležišče?

Odgovore opravljenega anketiranja smo zapisovali na anketne liste. Rezultate anket smo upoštevali pri oblikovanju in konstruiranju modelnega prototipa pohištva za starostnike.

### 3.2 KONSTRUIRANJE IN DIMENZIONIRANJE MODELNEGA PROTOTIPA POHIŠTVA ZA STAROSTNIKE

V magistrski nalogi smo oblikovali in konstruirali pohištvo za starostnike. Razlog, da so bili za ciljno skupino izbrani prav starostniki je naraščanje števila starostnikov in posledično povečanje povpraševanja po izdelkih, prilagojenih za to ciljno skupino. Za modelna pohištvena elementa sta bila izbrana prototip prilagojene postelje in prototip prilagojene nočne omarice, ki predstavljata ključna in najpomembnejša pohištvena elementa v življenju starostnika. Predvsem postane tovrstno pohištvo aktualno, ko starostniku začnejo pešati fizične moči in vedno več časa preživi v postelji. Pojavijo se tudi potrebe po dodatnih funkcijah ležišča (na primer spreminjanje višine ležišča in naklona vznožja in vzglavja, možnost namestitve varnostne ograjice in pripomočka za vstajanje in leganje v posteljo, itd.).

Pri konstruiranju in dimenzioniranju prototipa postelje za starostnike so bili upoštevani standardi SIST EN 1725:2001 Pohištvo za domačo uporabo – Postelje in posteljni vložki – Varnostne zahteve in preskusne metode, SIST EN 1334:1996 Pohištvo za domačo uporabo – Postelje in posteljni vložki – Metode merjenja in priporočene tolerance, SIST EN 1957:2001 Pohištvo za domačo uporabo – Postelje in posteljni vložki – Metode določanja funkcionalnih karakteristik, ki opredeljujejo konstrukcijsko trdnost, stabilnost, varnost in trajnost postelj. Omenjeni standardi ne vključujejo posebnih zahtev za npr. dvižne in prilagodljive postelje, zato so bili dodatno za ta namen upoštevani tudi izsledki znanstvenih študij s področja ergonomije za starostnike (Grdiša, 2010; Raschko, 1991; Rashid in sod. 2008; Ward, 2012), ugotovitve iz opravljene ankete s starostniki glede izraženih želja o pohištvu, ki je prilagojeno njihovim potrebam, pristop eko oblikovanja, ki vključuje okoljski vpliv materialov, vpliv naravnih materialov na počutje ljudi ter tehnološke omejitve (Ljungberg, 2007).

#### 3.2.1 Snovanje pohištva za starostnike

- a. Rezultati ankete, ki je vključevala pokretne oskrbovance doma starejših občanov, so nam podali izhodišča o tem, katere pripomočke oskrbovanci uporabljajo na obstoječih posteljah. Postelje so imele možnost spreminjanja višine ležišča, naklona vzglavja in vznožja; možno je bilo namestiti varnostno ograjo, postelje so bile

opremljene s trapezom, ki olajša vstajanje iz postelje in leganje na njo. Oskrbovanci so v anketi izrazili željo o tem, katere pripomočke in izboljšave bi želeli imeti pri izboru nove postelje in nočne omarice. Z anketo smo pridobili še podatke o višini postelje, ki jo uporabljajo in kako pogosto spreminjajo višino in naklon vzglavja in vznožja postelje.

- b. Pri izbiri materiala smo se osredotočili na koncept C2C. Tako smo izbrali materiale naravnega izvora, ki so v največji možni meri pridelani lokalno, zaradi česar se zmanjšajo okoljski vplivi zaradi transporta. Preverili smo možnost večkratne uporabe izdelka oziroma surovin, iz katerih je izdelek narejen, po zaključku življenjskega cikla izdelka. Izdelek je oblikovan tako, da se ga ob koncu uporabe lahko predela v t.i. tehnično ali biološko hranilo za naslednje življenjske kroge.
- c. Multifunkcionalna uporaba izdelka je bila pogoj za oblikovanje postelje in nočne omarice namenjene starostnikom. Starostniki preživijo v postelji vedno več časa, zmanjšujejo se jim fizične moči, zato je bilo potrebno izdelek temu prilagoditi. Postelja tako ni namenjena zgolj spanju, temveč se v njej lahko tudi hranijo, berejo, počivajo. Omogočati mora lažje vstajanje in leganje. Prav tako je oblikovana multifunkcionalna nočna omarica, ki z različnimi funkcijami omogoča aktivno uporabo.

Namen konstruiranja pohištva za starostnike je bil s tehnološko odličnostjo narediti kvaliteten, sodoben, okolju prijazen, multifunkcionalni izdelek.

- d. Rabe energentov v fazi proizvodnje smo se zavedali, vendar smo se osredotočili na izbor materialov in obliko izdelka. Izbirali smo med masivnim lesom in lesnimi tvorivi, ker je pri lesu nizka vgrajena energija. Prav tako ostanki pri obdelavi lesa predstavljajo obnovljivi vir energije. Teži se k čim višjemu odstotku energije pridobljene iz obnovljivih virov.
- e. Ogljični odtis je bil merilo okolju najbolj prijaznega materiala. Tako smo vrednotili izpuste toplogrednih plinov v atmosfero in predvideli, kateri izdelek najbolj obremenjuje okolje oziroma ima največji ogljični odtis. Glede na ogljični odtis primerjanih materialov smo določili najprimernejši material za izdelavo multifunkcionalne postelje in nočne omarice za potrebe starostnikov.

### **3.2.2 Konstrukcijske rešitve**

Pri konstrukcijskih rešitvah smo za zmanjšanje okoljskega vpliva izdelkov že v izhodišču stremeli k čim manjši uporabi kovinskih delov in možnosti po večkratnem razstavljanju elementov. Konstrukcijske vezi smo izvedli na način, ki omogoča enostavno razstavljanje in recikliranje izdelka po uporabi oz. ponovno uporabo konstrukcijskih elementov, kljub temu pa zagotavlja njegovo stabilnost in varno uporabo. Konstrukcijski sistem smo izbrali iz modularnih elementov, ki omogočajo transformacijo že uporabljenih pohištvenih elementov v nove sestave z drugačno namembnostjo.

Pri oblikovanju konstrukcijske rešitve prototipa postelje za potrebe starostnikov so bili v konstrukcijo vključeni pohištveni elementi, ki omogočajo enostavno nastavitve višine ležišča, nastavitve naklona vznožja in vzglavja, predvidena je priročna montaža ograje, ki se namesti le v primeru potrebe po varovanju starostnika pred morebitnimi padci s postelje. V sklopu postelje bi bile lahko pritrjene nepremične police v kombinaciji s trapezom. Za lažje vstajanje in leganje v posteljo se predvidi stabilno držalo (trapez), ki uporabniku olajša te gibe. V kolikor starostnik še ne potrebuje tega pripomočka, se ga enostavno pospravi v vzglavje postelje in predstavlja dekorativni element postelje. Konstrukcijska rešitev nočne omarice predvideva večfunkcionalno namembnost, ki je še posebej pomemben pri nepokretnih starostnikih. Nočna omarica je sestavljena iz odprtega odlagalnega dela in zaprtega shranjevalnega dela. Odprti del predstavlja strop omarice, na katerega se lahko odlagajo različni predmeti. Nad njim je nameščena dodatna polica, ki se lahko vrti. Tako lahko služi kot mizica za hranjenje, ki služi tudi branju ter opravljanju raznovrstnih ročnih spretnosti. Na zgornjo poličko se lahko enostavno fiksno namesti svetilka.

### **3.2.3 Dimenzioniranje pohištva**

Na podlagi pregleda standardov (SIST EN 1725:2001, SIST EN 1334:1996, SIST EN 1957:2001) in izsledkov relevantne strokovne in znanstvene literature (Grdiša, 2010; Raschko, 1991; Rashid in sod., 2008; Ward, 2012) ter opravljene anket smo izdelali prototip postelje za starostnike dimenzij 900 mm x 2000 mm s prilagodljivo višino od 450 mm do 700 mm. Postelja je dodatno opremljena z montažno posteljno ograjico nastavljive višine ter nastavljivim vzglavjem in vznožjem. Stranica postelje je z vzglavjem in

vznožjem povezana z vezjo čep in utor ter z veznimi elementi, ki omogočajo spajanje brez lepila, ter enostavno večkratno razstavljanje in sestavljanje postelje. Tako se postelja lahko večkrat razstavi in ponovno sestavi ter spreminja višino ležišča.

Na podlagi definiranih funkcij postelje in nočne omarice konstrukcijskih rešitev ter opredeljenih dimenzij smo s programsko opremo Solidworks naredili izris idejne zasnove postelje. SolidWorks je parametrični volumski modelirnik, ki temelji na gradnikih. Poleg 3D modeliranja posameznih delov in njihovih sestavov smo avtomatično izdelali 2D delavniške risbe in načrte.

#### **3.2.4 Izbor materialov za prototipe postelj in nočnih omaric glede na vpliv na okolje**

Za vrednotenje okoljskega vpliva skonstruiranih prototipov postelje in nočne omarice smo izbrali tri kombinacije materialov in jih med seboj primerjali glede na njihov ogljični odtis. Izbrane izvedbe so vključevale materiale, za katere se uporabniki pohištva najpogosteje odločajo. Izbrali smo med materiali, ki so naravnega izvora in se glede na konstrukcijske lastnosti lahko uporabljajo za izdelavo pohištva. Upoštevali smo tudi vidno strukturo lesa, ki pozitivno vpliva na boljše počutje človeka (Sakuragawa, 2005).

Posamezna izvedba prototipa je v nalogi označena z vrsto izdelka in indeksom glede na izvedbo (postelja 1, postelja 2, postelja 3, nočna omarica 1, nočna omarica 2, nočna omarica 3). Prototipi so bili izdelani v treh izvedbah:

- a. Izvedba 1 predvideva izdelavo pohištva iz masivnega lesa bukve. Noge omarice in postelje ter varnostna ograja so izdelane iz masivnega lesa, ki ni dodatno debelinsko ali širinsko lepljen. Za ostale elemente, kot so: vzglavje, vznožje in stranici pri postelji ter korpus, vrata in polica pri nočni omarici, se uporabi širinsko in dolžinsko lepljena bukovina. Tako se izognemo težavam zvijanja in krivljenja elementov v času uporabe.
- b. Izvedba 2 predvideva izdelavo pohištva iz masivnega lesa bukve in furnirane iverne plošče z bukovim furnirjem. Noge omarice in postelje ter varnostna ograja so izdelane iz masivnega lesa, ki ni dodatno debelinsko ali širinsko lepljen. Ostali elementi, kot so: vzglavje, vznožje in stranici pri postelji ter korpus, vrata in polica pri nočni omarici pa se izdelata iz furnirane (bukev) iverne plošče. Uporabi se 18

mm debelo iverno ploščo razreda E1 in 0,6 mm debel bukov furnir. Robovi se zapirajo z 2 mm debelim furnirjem.

- c. Izvedba 3 predvideva izdelavo pohištva iz masivnega lesa bukve in bukove vezane plošče debeline 18 mm. Noge omarice in postelje ter varnostna ograja so izdelane iz masivnega lesa, ki ni dodatno debelinsko ali širinsko lepljen. Ostali elementi, kot so: vzglavje, vznožje in stranici pri postelji ter korpus, vrata in polica pri nočni omarici pa se izdelata iz bukove vezane plošče debeline 18 mm.

Izvedbe prototipov pohištva za starostnike v treh izvedbah oziroma vrste materialov posamezne izvedbe so predstavljene v preglednici 5. Za izbrane variante smo izračunali količine materialov, ki so potrebne za izvedbo prototipov, oziroma izvedli popis materialov. Poleg osnovnega materiala smo za posamezno izvedbo določili tudi količine veznih elementov, lepila in sredstva za površinsko obdelavo.

Preglednica 5: Izbor potrebnih materialov za izdelavo prototipov pohištva za starostnike – 3 različne izvedbe  
Table 5: Material defined for manufacture of prototypes of furniture for the elderly – 3 different types

| Uporabljen material              | Postelja 1 | Postelja 2 | Postelja 3 | Nočna omarica 1 | Nočna omarica 2 | Nočna omarica 3 |
|----------------------------------|------------|------------|------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| les                              | +          | +          | +          | +               | +               | +               |
| furnirana iverna plošča          |            | +          |            |                 | +               |                 |
| vezana plošča                    |            |            | +          |                 |                 | +               |
| kovinski vezni elem.             | +          | +          | +          | +               | +               | +               |
| odmična spona                    |            |            |            | +               | +               | +               |
| furnir v m <sup>2</sup>          |            | +          |            |                 | +               |                 |
| lepilo PVA                       | +          | +          |            | +               | +               | +               |
| lepilo UF (150g/m <sup>2</sup> ) | +          | +          | +          | +               | +               | +               |
| površinska obdelava              | +          | +          | +          | +               | +               | +               |

### 3.3 OGLJIČNI ODTIS

Ogljični odtis posameznih izvedb pohištva (izvedba 1, izvedba 2, izvedba 3), ki smo jih opisali v poglavju 3.2, smo izračunali po metodologiji PAS 2050 (2011), po korakih, ki so zahtevani v standardu:

- korak 1: Opredelitev cilja in mej analize LCA – natančno smo definirali cilj in meje analize LCA oziroma izračuna ogljičnega odtisa. Določili smo življenjske stopnje

izdelka, za katerega smo izračunali ogljični odtis in katerih elementov analiza ne bo vključevala.

- korak 2: Pridobivanje podatkov, inventar – definirali smo sklope podatkov, ki so potrebni za analizo LCA.
- korak 3: Modeliranje – zbrane podatke smo modelirali s programsko opremo Simapro.
- korak 4: Analiza in vrednotenje – analizirali in vrednotili smo rezultate analize LCA ter ocenili kvaliteto podatkov ter naredili študijo občutljivosti, s katero smo ocenili, kako drugačni bi bili rezultati, če bi uporabili drugačne vrednosti parametrov, ki so bili izbrani na podlagi približkov.

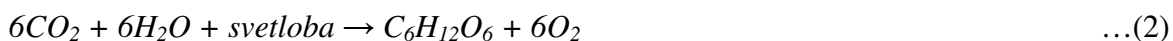
Cilj izračuna ogljičnega odtisa je bil primerjalno in objektivno dokazati okoljsko prijaznost izdelkov v odvisnosti od izbranega materiala. Ogljični odtis smo izračunali za vsak obravnavani prototip posebej, saj smo posamezen prototip definirali kot funkcionalno enoto izračuna. Pri vseh prototipih smo analizirali njihov okoljski vpliv »od zibelke do vrat«. V analizo ni bil vključen transport nabavljenih materialov od proizvajalca do podjetja, poraba elektrike in energentov v proizvodnji, odpadki ter emisije, nastale pri proizvodnji določenega elementa. Upoštevali smo zgolj ogljične emisije materialov. Podatki o materialih so bili enostopenjski – življenjske stopnje pred dobavo materiala nismo analizirali, temveč so bila njihova okoljska bremena vključena preko pridobljenih emisijskih faktorjev iz baze Ecoinvent 2.0 (2010). Analiza ni vključevala bremen povezanih z izdelavo opreme (npr. strojev, uporabljenih v proizvodnji), gradnjo stavb (predvideva se, da so le-te obstoječe in njihov obstoj ni pogojen s proizvodnjo izdelka) in s poslovanjem vključenih poslovnih subjektov (npr. poslovnih potovanj, ogrevanja poslovnih prostorov). Predvideli smo količine lesenih stranskih produktov proizvodnje ter predvideli, da se le-ti uporabijo za pridobivanje toplotne energije za lastne potrebe proizvajalca. Delež okoljskega bremena, ki odpade na ko–produkte, je bil ugotovljen na podlagi masne alokacije in bil odpisan od bremena izdelka, saj smo predvideli ponovno uporabo (reciklaža) stranskih produktov proizvodnje ali pa vsaj njihovo uporabo za pridobivanje energije iz obnovljivega vira. Les je lahko vir energije iz obnovljivega vira, ki ima nevtralno bilanco CO<sub>2</sub> (Potters in sod., 2010).



Modeliranje je potekalo s programsko opremo Simapro (SimaPro Analyst Indefinite, Ecoinvent v2, Product Ecology Consultants, PEC, Nizozemska), ki omogoča poenostavljeno natančno sledenje vsem materialnim tokovom skozi življenjski cikel ter dosledno klasifikacijo in kategorizacijo podatkov. Ogljični odtis smo določili z metodo IPCC 2007 GWP 100a V1.02 (Climate Change, 2001). Skladiščenje ekvivalentov CO<sub>2</sub> smo izračunali na podlagi mase lesa v izdelku po metodologiji Koltun and Tharumarajah (2009).

### 3.3.1 Neto ogljični odtis

Poleg ogljičnega odtisa smo določili tudi oceno ekvivalenta CO<sub>2</sub> skladiščenega v vsakem izdelku. Les, ki je glavni material izdelka, nastaja z biološkimi procesi, ki iz atmosfere v procesu fotosinteze porablja CO<sub>2</sub>. Porabljen ogljikov dioksid se pretvori v glukozo, iz glukoze se nato prek zapletenih reakcij tvorijo osnovni gradniki oz. komponente lesa, kot so celuloza, polioze, lignin in ekstraktivne snovi kot prikazuje enačba (2).



Ogljik, ki je tako kemijsko vezan v lesu, ostane v njem sekvestriran toliko časa, dokler se les ne razkroji ali zgori. Delež ogljika v lesu je odvisen od razmerja med celulozo in ligninom, saj je v celulozi manj ogljika kot v ligninu. Zaradi velike variabilnosti lesa se uporablja splošna vrednost, da za nastanek 1 kg absolutno suhe lesne mase potrebnega 1,83 kg CO<sub>2</sub>.

Neto ogljični odtis je tako razmerje med sekvestriranim CO<sub>2</sub> v fazi nastajanja lesa in sproščenim ekvivalentom CO<sub>2</sub> v fazi izdelave izdelka.

### 3.4 RAZGRADNJA POHIŠTVA

V raziskavi smo za razvite izvedbe izdelkov določili tudi možno razgradnjo oziroma ponovno uporabo elementov izdelkov po zaključku življenjskega cikla. Pri tem smo predvideli:

- pohištvo lahko omogoča različne sestave in transformacijo uporabljenih kosov v nove kose z drugo funkcijo;

- pohištvene elemente je možno v skladu s kaskadno rabo lesa predelati in iz njega izdelati novo pohištvo, ga reciklirati v iverne plošče ali uporabiti v energetske namene;
- najslabša možnost zaključka življenjskega cikla izdelka je odvoz na deponijo. Takšen odslužen izdelek ne smemo enačiti z lesnimi ostanki ali odpadki. Odpadki so v skladu z najnovejšo definicijo snovi, za katere ne obstaja nobena tehnologija predelave in jih moramo zato odložiti na deponije. Lesni ostanki pa nastajajo med industrijsko predelavo lesa in jih uporabljamo kot surovino za izdelavo lesnih kompozitov ali v energetske namene;
- iz stranice (ali dela stranice) je mogoče narediti podaljšek nočne omarice, ki služi pisanju, iz nočne omarice je mogoče narediti dodatni stol (klopco) ob postelji ali knjižne police. Pohištvo se po zaključku uporabe lahko razstavi z ročnim delom (odvijanje) in loči dele materialov, ki pohištvo sestavljajo (kovinsko okovje, masiven les in lesna tvoriva). S tem postopkom pridobimo sekundarne surovine (les, kovina) in jih lahko oddamo zbiralcem/predelovalcem, ki te surovine potrebujejo ali pa jih uporabimo za pridobivanje toplotne energije.

### **3.4.1 Razgradnja postelje in nočne omarice za starostnike**

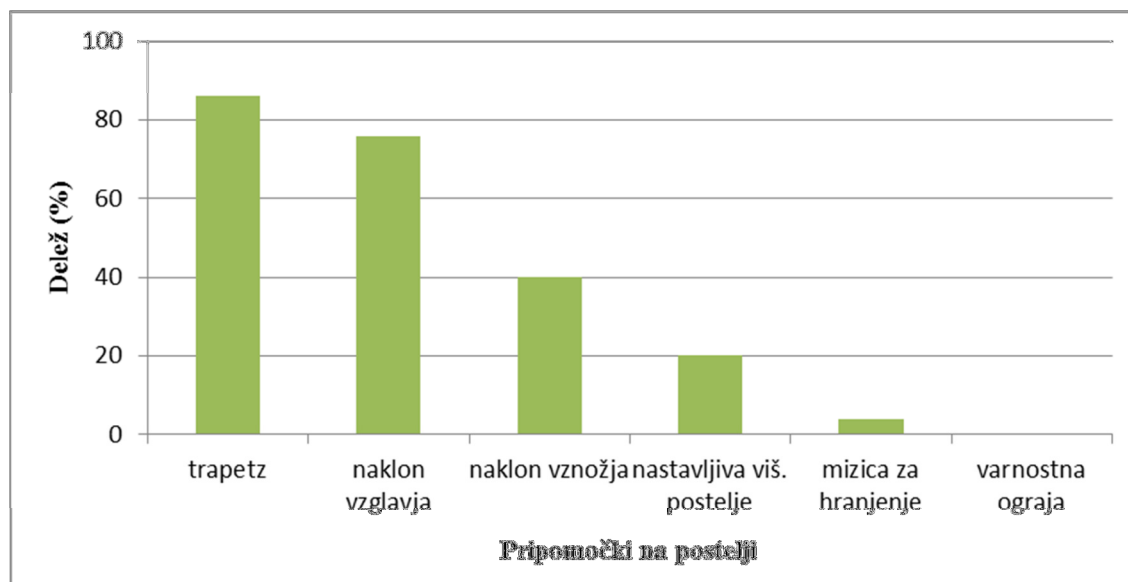
Preverili smo tudi možnost večkratne uporabe izdelka oziroma surovine, iz katere je izdelek narejen, po zaključku življenjskega cikla izdelka. Izdelek je oblikovan tako, da se ga ob koncu uporabe lahko predela v tehnično ali biološko hranilo za naslednje življenjske cikle. Razvita je bila idejna zasnova multifunkcionalnega pohištva za starostnike, ki ga je po zaključku življenjskega cikla mogoče preprosto razstaviti in posamezne sestavne elemente ponovno uporabiti, ne da bi se pri tem zmanjšala njihova kakovost.

## 4 REZULTATI

### 4.1 REZULTATI ANKETE

Pred konstruiranjem pohištva smo opravili intervjuje pri 25 oskrbovancih Doma starejših občanov Ljubljana Vič–Rudnik, med njimi je bilo 7 moških, povprečne starosti 80 let, in 18 žensk, povprečne starosti 84 let (vprašani št. 1 in 2), kjer smo dobili rezultate obstoječega stanja in morebitne želje glede uporabe postelje in pripomočkov na postelji ter nočne omarice.

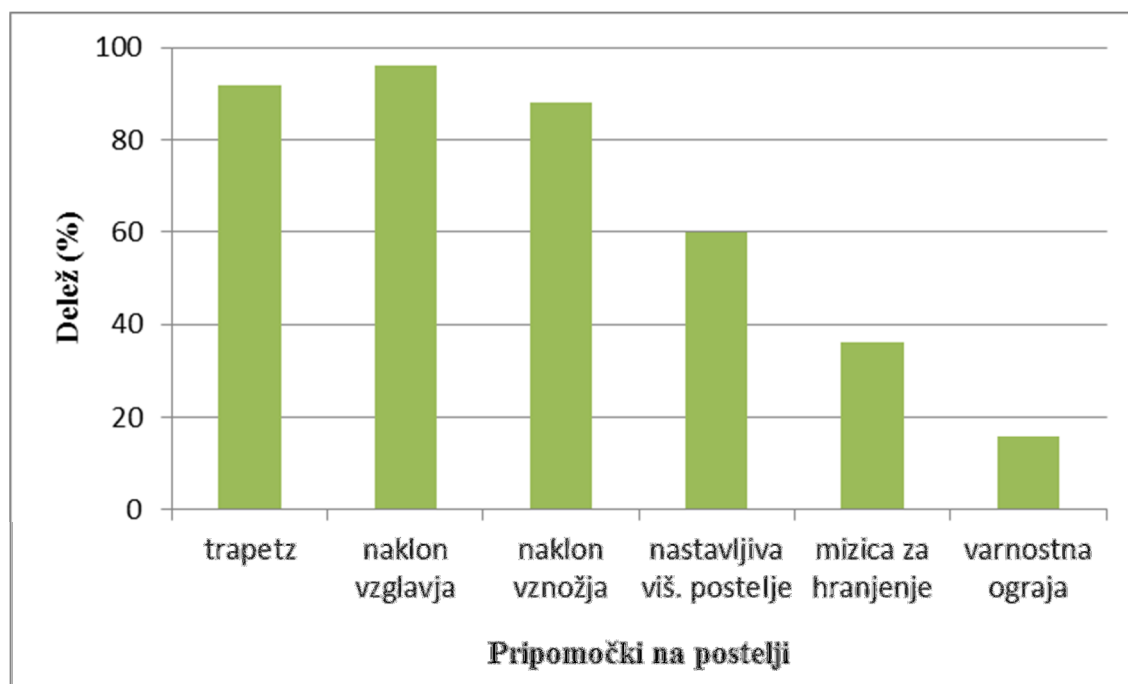
Analiza anket oskrbovancev Doma starejših občanov je pokazala, da med pripomočki na postelji anketiranci najpogosteje uporabljajo trapez (86 %), naklon vzglavja (76 %), naklon nog (40 %) in nastavljivo višino postelje (20 %) (slika 20).



Slika 20: Odgovori na anketno vprašanje »Katere pripomočke uporabljate na postelji?« (n= 25)

Figure 20: Answers to the survey question "Which accessories you use on your bed?" (n = 25)

Na vprašanje o zadovoljstvu z obstoječo posteljo je 56 % anketiranih oskrbovancev odgovorilo, da so z obstoječo posteljo zadovoljni. Na vprašanje »Katere pripomočke bi si želeli imeti na postelji?« (slika 21) je več kot 80 % anketiranih oskrbovancev izrazilo željo, da mora postelja omogočati spreminjanje naklona vzglavja in nog, vsebovati trapez za lažje vstajanje in leganje na posteljo. 60 % vprašanih bi si želelo, da je postelji možno spreminjati višino ležišča, manj kot 40 % vprašanih pa bi si želelo, da je ob postelji tudi mizica za hranjenje in varnostna ograja, ki bi preprečevala padec iz postelje.



Slika 21: Odgovori na anketno vprašanje »Katere pripomočke bi si želeli na postelji?« (n=25)

Figure 21: Answers to the survey question "What accessories would you want in bed?" (n = 25)

Pri anketiranju varovance Doma starejših občanov Vič–rudnik smo vsem anketiranim izmerili tudi višino obstoječe postelje. Pri 72 % anketiranih oskrbovancev se je višina postelje gibala med 52 cm in 62 cm, v povprečju je bila tako višina postelje 58 cm. Na vprašanje »Kako pogosto spreminjate višino postelje?« je 20 % oskrbovancev odgovorilo, da spreminjajo višino 1–krat letno, 8 % oskrbovancev 1–krat mesečno, medtem ko nihče ne nastavlja višine postelje tedensko. Na vprašanje »Kako pogosto spreminjate naklon naslona?« je 44 % anketirancev odgovorilo, da naklon naslona spreminjajo dnevno, 36 % oskrbovancev si naklon naslona spreminja 1–krat tedensko, 20 % oskrbovancev pa si naklona naslona ne spreminja. Na vprašanje »Kako pogosto spreminjate naklon vznožja?« je 44 % anketirancev odgovorilo, da ga spreminjajo 1–krat tedensko, 32 % anketirancev si naslona ne spreminja, 12 % anketirancev si ga spreminja dnevno, prav tako si 12 % anketirancev spreminja 1–krat mesečno. V odprtih vprašanjih so anketiranci omenili, da si želijo posteljo, ki je stabilna, fiksna, ima zaobljene robove, ni previsoka in je lahko dostopna. Glede nočne omarice pa so anketiranci izrazili naslednje zahteve: omarica ne sme biti pregloboka, pomembna je dosegljivost nočne lučke na njej in da je pregledna v notranjost.

Anketa je pokazala, da anketiranci med pripomočki negovalnih postelj najpogosteje uporabljajo trapez. Najpogosteje spreminjajo naklon naslona in naklon vznožja, višino postelje pa spreminjajo redkeje. Izkazalo se je, da so omenjene funkcije za oskrbovance najpomembnejše, saj so jih navedli med tistimi, ki bi jih na postelji želeli imeti.

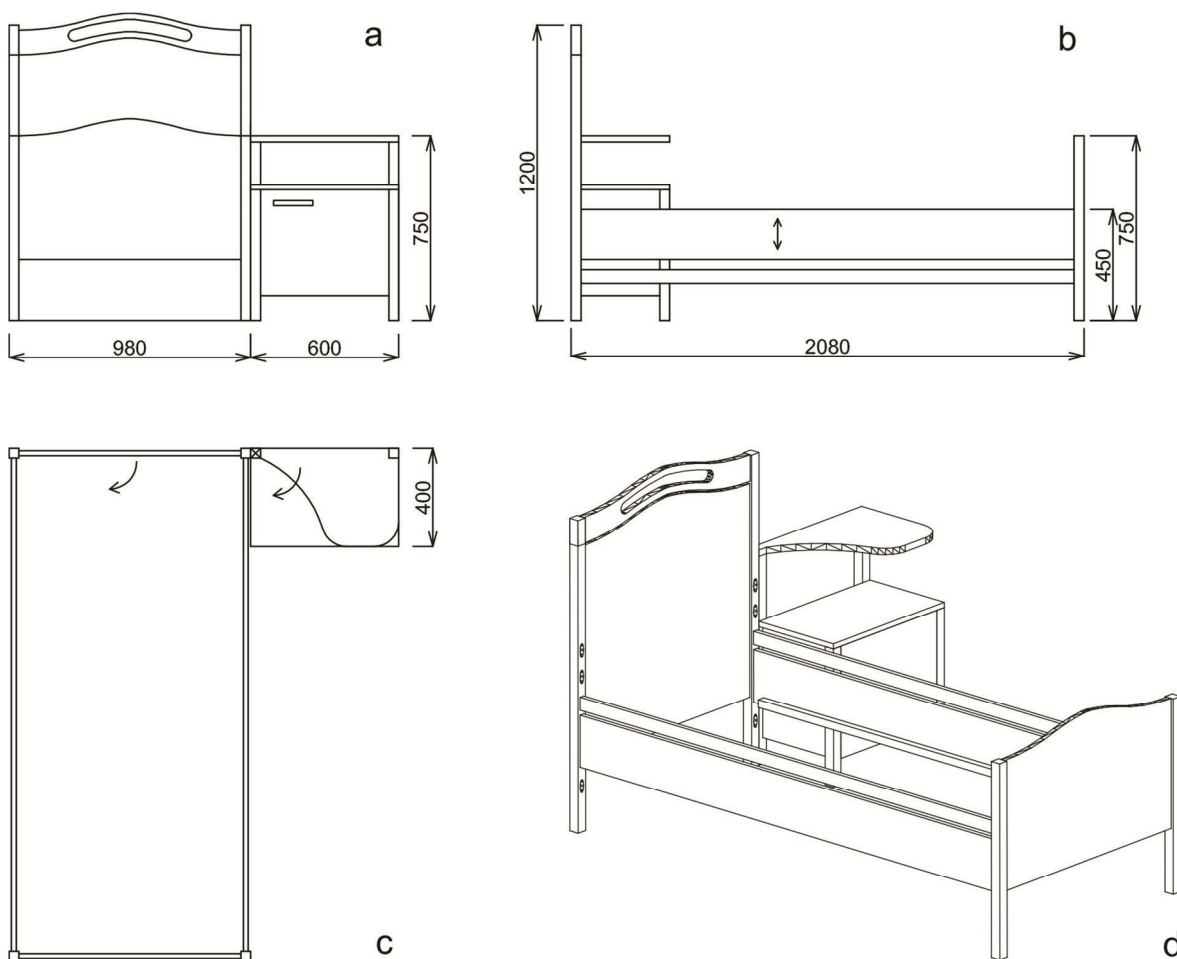
#### 4.2 KONSTRUIRANJE PROTOTIPA POSTELJE IN NOČNE OMARICE ZA STAROSTNIKE

Prototip postelje in nočne omarice za starostnike je bil izdelan na podlagi razpoložljivih podatkov v relevantni znanstveni literaturi s področja ergonomije, eko dizajna in podatkov pridobljenih z intervjuji. Po pregledu literature obravnavane tematike smo se odločili, da bo prototip postelje izdelan v dimenzijah 900 mm širine in 2000 mm dolžine, višina postelje pa bo variabilna, in sicer med 450 mm in 650 mm. Za te višine postelje smo se odločili na podlagi opravljene ankete, ki je pokazala, da ima večina starostnikov višino postelje 550 mm  $\pm$  50 mm. Postelja ima nastavljiv naklon vzglavja in vznožja. Dodatno je postelja opremljena z varnostno ograjo in pripomočkom za lažje vstajanje iz postelje (nadomestek trapeza). Vsi premični in nastavljivi elementi postelje omogočajo enostavno nastavljenost. Pri konstruiranju postelje je bilo upoštevano, da se za nakup postelje lahko odloči zdrav starostnik, ki lahko uporablja posteljo brez dodatkov. Vsi nastavljivi elementi, vključno z ograjo in pripomočkom za vstajanje so vključeni v dizajn postelje in nevpadljivi. Ko se pokaže potreba po uporabi nastavljivih elementov, pa so ti enostavno dostopni ter razpoložljivi za funkcionalno uporabo.

Dimenzijsko prilagodljiva nočna omarica je sestavljena iz zaprtega spodnjega dela in odprtega zgornjega dela. Zaprt spodnji del zapirajo vratca, v njem pa se nahaja po višini prestavljiva polica, ki služi shranjevanju manjših predmetov. Zgornji odprti del predstavlja strop omarice, ki služi kot odlagalna površina za drobne predmete (ura, radio, knjige, itd.). Vrtljiva polica lahko služi kot pomožna mizica za hranjenje in druga ročna dela. V primeru, da starostnik mizice še ne potrebuje, služi za odlaganje oz. predstavlja polico za morebitno postavitve dekorativnih elementov ob postelji. Globina nočne omarice je 400 mm, kar omogoča enostaven dostop v notranjem delu omarice. Pri omarici so predvideni ergonomsko oblikovani ročaji, ki omogočajo enostavno funkcionalno odpiranje omarice. Postelja in nočna omarica sta oblikovani v modernem slogu, pri čemer vsi sestavni deli delujejo usklajeno in harmonično.

#### 4.2.1 Idejni načrt postelje in nočne omarice

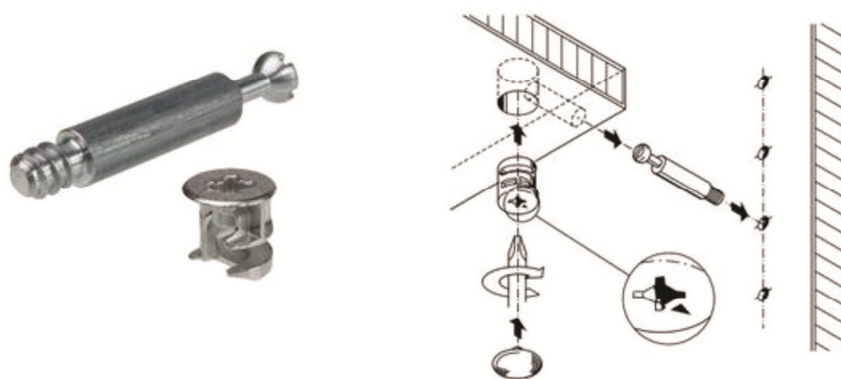
Na podlagi definiranih funkcij postelje in nočne omarice smo s programsko opremo Solidworks naredili izris idejne zasnove postelje. Postelja vključuje konstrukcijske elemente, ki so ključni pri pohištvu za starostnike, saj mu le ti v določenih okoliščinah olajšajo uporabo oziroma služijo njihovim specifičnim potrebam: trapez, odlagalna polička oz. mizica, ograjica, podnica z nastavljivo višino vzglavja in vznožja. Ograjica in trapez sta umeščeni nevpadljivo kot dekorativni element pohištva, hkrati pa mehke linije in zaokroženi robovi omogočajo prijetno rokovanje v fazi uporabe. Nočna omarica je plitka in s tem njena vsebina pregledna, višina je prilagojena višini postelje, kar omogoča odlaganje predmetov tudi v ležečem položaju (slika 22).



Slika 22: Shematski prikaz postelje z nočno omarico za starostnike, a: naris, b: stranski ris, c: tloris in d: prostorski prikaz

Figure 22: Scheme of bed with nightstand for the elderly, a: front view, b: side view, c: top view and d: space view

Stranica postelje je z vzglavjem in vznožjem povezana z vezjo čep in utor ter dodatno povezana z veznimi elementi Minifix podjetja HAFELE (slika 23), ki omogočajo spajanje brez lepila, ter enostavno večkratno razstavljanje in sestavljanje postelje. Sistem spojnikov Minifix temelji na centričnem principu krogle, ki v malem ohišju spojnika omogoča velike zatezne in naležne površine. Glava svornika v obliki polkrogle se v ohišju Minifix, ki je oblikovan kot krogelni nadglavek, vodi absolutno centrično in napne glede na obliko. Tako lahko posteljo večkrat razstavimo in sestavimo ter spreminjamo višino.



Slika 23: Vezni element Minifix podjetja HAFELE in način spajanja (Hafele, 2013)

Figure 23: Connecting element MINIFIX of company HAFELE and method of assembling (Häfele, 2013)

V preglednici 6 je predstavljen popis sestavnih elementov postelje za vse tri izvedbe, njihove dimenzije in število elementov, ki so potrebni za realizacijo izvedbe: noga pri vzglavju, noga pri vznožju, naslon, trapez, končnica, stranica, letvica na stranici in ograja.

Preglednica 6: Popis sestavnih elementov postelje, dimenzije elementov in število posameznih elementov

Table 6: Inventory of bed's elements, their dimensions and the number of individual elements

| Elementi postelje   | Dimenzije postelje (mm) |        |          | Število elementov |
|---------------------|-------------------------|--------|----------|-------------------|
|                     | dolžina                 | širina | debelina |                   |
| noga pri vzglavju   | 1200                    | 40     | 40       | 2                 |
| noga pri vzhodju    | 750                     | 40     | 40       | 2                 |
| naslon              | 900                     | 900    | 20       | 1                 |
| trapez              | 900                     | 170    | 25       | 1                 |
| končnica            | 900                     | 570    | 20       | 1                 |
| stranica            | 2030                    | 200    | 20       | 2                 |
| letvica na stranici | 1950                    | 30     | 30       | 2                 |
| ograja              | 2030                    | 70     | 20       | 2                 |

Popis sestavnih elementov nočne omarice, njihove dimenzije in število elementov, ki so potrebni za realizacijo: noga zadaj, noga spredaj, vrtljiva polica, strop, vrata, stranica, polica in hrbet so predstavljeni v preglednici 7.

Preglednica 7: Popis sestavnih elementov nočne omarice, dimenzije elementov in število posameznih elementov

Table 7: Inventory of nightstand's elements, their dimensions and the number of individual elements

| Elementi nočne omarice | Dimenzije nočne omarice (mm) |        |          | Št. elementov |
|------------------------|------------------------------|--------|----------|---------------|
|                        | dolžina                      | širina | debelina |               |
| noga zadaj             | 730                          | 40     | 40       | 2             |
| noga spredaj           | 530                          | 40     | 40       | 2             |
| vrtljiva polica        | 600                          | 400    | 25       | 1             |
| strop                  | 600                          | 360    | 20       | 1             |
| vrata                  | 520                          | 430    | 20       | 1             |
| stranica               | 320                          | 430    | 20       | 2             |
| polica                 | 520                          | 320    | 20       | 1             |
| hrbet                  | 520                          | 430    | 5        | 1             |

Na sliki 24 je predstavljen prostorski prikaz postelje s trapezom in ograjo, mizico za hranjenje in nočno omarico v različnih postavitvah postelje glede na različne potrebe starostnikov:

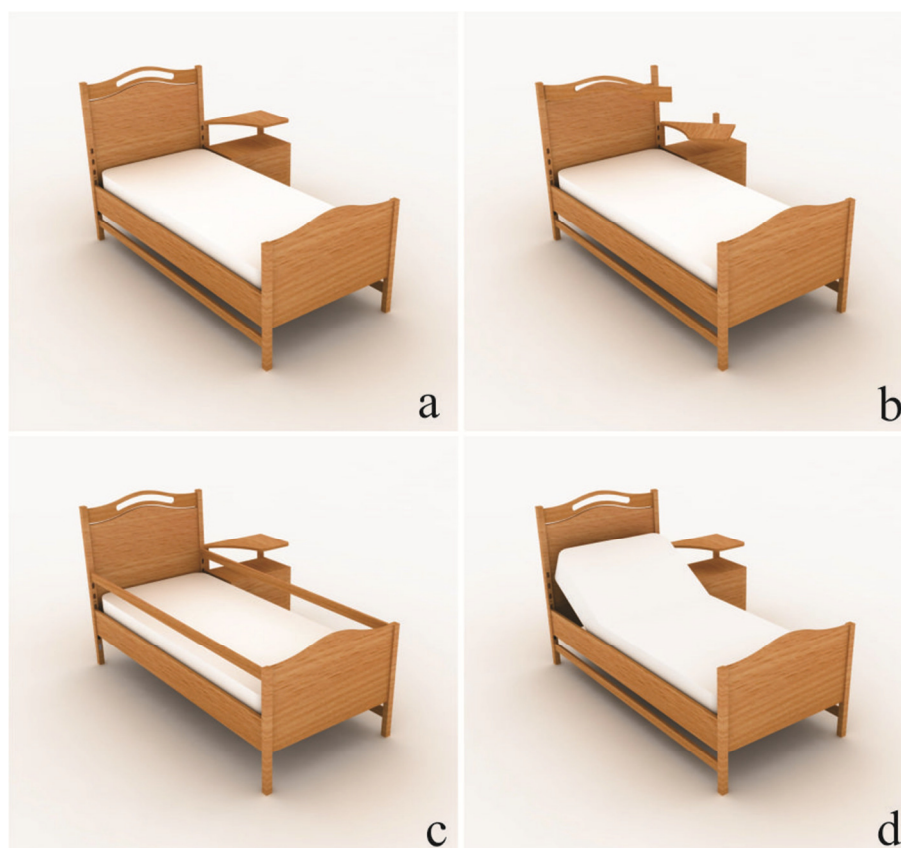
(a) postavitve posteljnih elementov pri vitalnem starostniku, ki še ne potrebuje posebnih prilagoditev postelje;



(b) postavitve postelje s trapezom in mizice za hranjenje, ki pride v poštev pri starostniku, ki težje vstaja s postelje in se pogosto prehranjuje v postelji;

(c) postavitve, ko je potrebno starostnika na postelji zaščititi pred padcem, je smiselna uporaba posteljne ograjice;

(d) postavitve postelje z dvignjenim vzglavjem.



Slika 24: Prostorski prikaz postelje s trapezom in ograjo ter mizico za hranjenje in nočne omarice v različnih postavitvah: a; osnovna postavitve, b; prikaz vrtljivega trapeza in mizice za hranjenje, c; prikaz namestitve varnostne ograje, d; prikaz privzdignjenega vzglavja

Figure 24: Spatial display of bed with trapeze and fence, and table for storage and nightstand in different layouts: a basic layout, b: the rotating trapeze and table for eating, c: the installation of the security fence, d: high headboard

#### 4.2.2 Količine in vrste materialov za posamezno izvedbo postelje in nočne omarice

Za posamezno izvedbo postelje in nočne omarice smo izračunali potrebne količine materialov (preglednica 8 in 9). Vrednosti bruto količin lesa in/ali lesnih kompozitov v preglednicah se nanašajo na potrebne količine za izdelavo izdelkov ob upoštevanju

izkoristkov oziroma ostankov, ki nastanejo pri izdelavi. Predvideli smo, da so v primeru izvedbe iz masivnega lesa izkoristki 60 %, v primeru furnirane iverne plošče in vezane plošče pa so izkoristki 85 %. Vrednosti neto predstavljajo količine posameznih materialov, ki so na koncu prisotne v izdelku.

Preglednica 8: Opredelitev vhodnih podatkov za izračun ogljičnega odtisa pri treh izvedbah obravnavanega prototipa postelje za starostnike z vrstami in količinami uporabljenih materialov pri morebitni realizaciji

Table 8: Definition of input data for carbon footprint calculation of the three versions of the prototype beds for the elderly with the types and quantities of materials used in the eventual realization

| Porabljen material              | Postelja 1 |       | Postelja 2 |       | Postelja 3 |       |
|---------------------------------|------------|-------|------------|-------|------------|-------|
|                                 | bruto      | neto  | bruto      | neto  | bruto      | neto  |
| masiven les (m <sup>3</sup> )   | 0,103      | 0,062 | 0,032      | 0,019 | 0,032      | 0,019 |
| iverna plošča (m <sup>3</sup> ) | 0          | 0     | 0,048      | 0,041 | 0          | 0     |
| vezana plošča (m <sup>3</sup> ) | 0          | 0     | 0          | 0     | 0,05       | 0,043 |
| furnir (m <sup>2</sup> )        | 0          | 0     | 4,94       | 4,27  | 0          | 0     |
| kovinski vezni elementi (g)     | 128        | 128   | 128        | 128   | 128        | 128   |
| kovinska vrtljiva spona (g)     | 70         | 70    | 70         | 70    | 70         | 70    |
| lepilo PVA (g)                  | 200        | 200   | 30         | 30    | 30         | 30    |
| lepilo UF (g)                   | 0          | 0     | 700        | 700   | 0          | 0     |
| površinska obdelava (g)         | 1450       | 1450  | 1450       | 1450  | 1450       | 1450  |

Preglednica 9: Opredelitev vhodnih podatkov za izračun ogljičnega odtisa pri treh izvedbah obravnavanega prototipa nočne omarice za starostnike z vrstami in količinami uporabljenih materialov pri morebitni realizaciji

Table 9: Definition of input data for the carbon footprint calculation of the three versions of the prototype nightstands for elderly with the types and quantities of materials used in the eventual realization

| Porabljen material              | Nočna omarica 1 |       | Nočna omarica 2 |       | Nočna omarica 3 |       |
|---------------------------------|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------------|-------|
|                                 | bruto           | neto  | bruto           | neto  | bruto           | neto  |
| masiven les (m <sup>3</sup> )   | 0,046           | 0,028 | 0,007           | 0,004 | 0,007           | 0,004 |
| iverna plošča (m <sup>3</sup> ) | 0               | 0     | 0,028           | 0,024 | 0               | 0     |
| vezana plošča (m <sup>3</sup> ) | 0               | 0     | 0               | 0     | 0,028           | 0,024 |
| furnir (m <sup>2</sup> )        | 0               | 0     | 3,203           | 2,722 | 0               | 0     |
| kovinski vezni elementi (g)     | 128             | 128   | 128             | 128   | 128             | 128   |
| odmična spona (g)               | 180             | 180   | 180             | 180   | 180             | 180   |
| lepilo PVA (g)                  | 250             | 250   | 40              | 40    | 40              | 40    |
| lepilo UF (g)                   | 0               | 0     | 370             | 370   | 0               | 0     |
| površinska obdelava (g)         | 660             | 660   | 660             | 660   | 660             | 660   |

Določili smo tudi maso posameznih tipov izdelka in masne deleže obravnavanih surovin v izdelku (preglednica 10). Ugotovili smo, da je najtežja postelja 3, za nekaj gramov je lažja postelja 1, najlažja pa je postelja 2. Enako odvisnost smo določili pri nočnih omaricah. Razlike v masi posameznih postelj so posledica različne gostote masivnega lesa in iverne plošče. Sama masa izdelka in razlike med modeli niso tako pomembne. Zanimivo pa je, kakšen majhen doprinos k masi izdelka imajo površinska obdelava, uporabljena lepila in kovinsko okovje. Pri vse izvedbah je njihov skupni delež v masi izdelka manj kot 5 % (preglednica 10). Površinska obdelava predstavlja dobrih 3 % mase izdelka, lepila okrog 1 % in kovinsko okovje prav tako približno 1%.

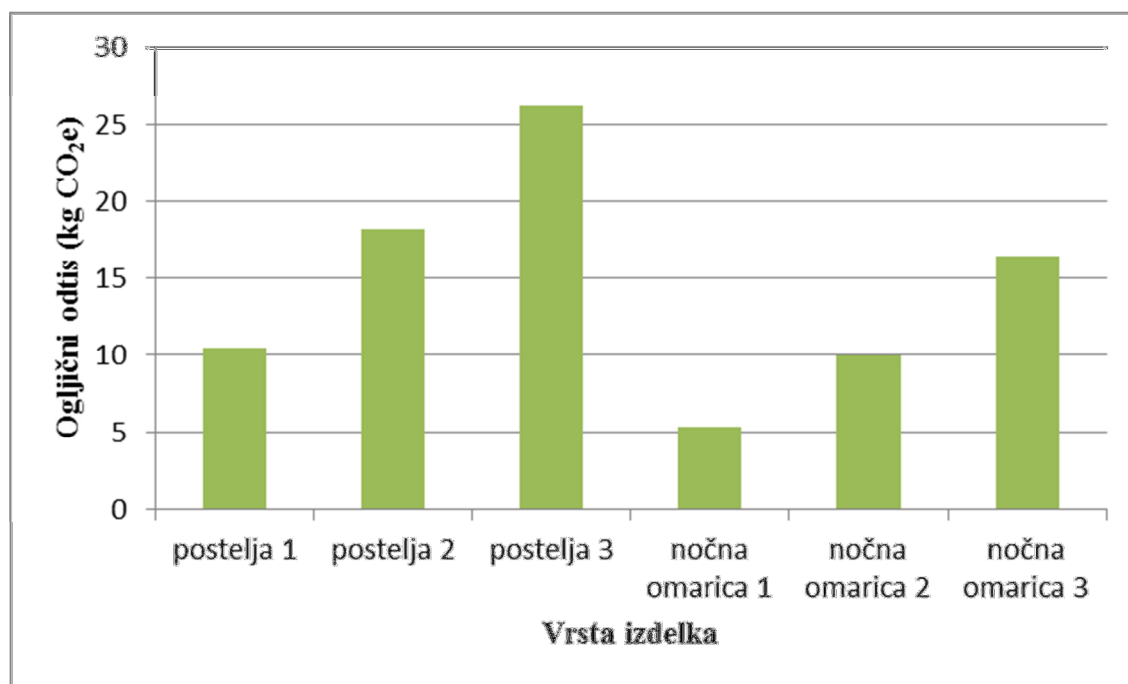
Preglednica 10: Masa izdelkov in delež posameznih materialov v izdelku

Table 10: Mass of the products and proportion of individual materials in the product

| Izdelek         | Masa izdelka (kg) | Masiven les (%) | Površinska obdelava (%) | Furnir vezana plošča (%) | Iverna plošča (%) | Lepilo (%) | Kovinsko okovje (%) |
|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------------|--------------------------|-------------------|------------|---------------------|
| postelja 1      | 43,978            | 95,8            | 3,3                     | –                        | –                 | 0,5        | 0,5                 |
| postelja 2      | 40,978            | 32,0            | 3,5                     | 4,3                      | 57,9              | 1,8        | 0,5                 |
| postelja 3      | 44,018            | 29,8            | 3,3                     | 66,4                     | –                 | 0,1        | 0,4                 |
| nočna omarica 1 | 20,028            | 93,9            | 3,3                     | –                        | –                 | 1,2        | 1,5                 |
| nočna omarica 2 | 19,248            | 14,2            | 3,4                     | 5,7                      | 72,9              | 2,1        | 1,6                 |
| nočna omarica 3 | 20,068            | 13,7            | 3,3                     | 81,3                     | –                 | 0,2        | 1,5                 |

#### 4.3 OGLJIČNI ODTIS PROTOTIPA POSTELJE IN NOČNE OMARICE V RAZLIČNIH IZVEDBAH

Za posamezno izvedbo pohištva za starostnike (postelje in nočne omarice) smo glede na sestavne elemente in uporabljene materiale izračunali pripadajoč ogljični odtis. Na sliki 25 je predstavljen grafični prikaz izračunanega ogljičnega odtisa za tri izvedbe postelje in nočnih omaric.



Slika 25: Ogljični odtis postelje in nočne omarice glede na izvedbo

Figure 25: Carbon footprint of bed and nightstand depending on the version

Kot je razvidno iz preglednice 11, ima pričakovano največji ogljični odtis postelja 3, in sicer 26,2 kg CO<sub>2</sub>e. Izdelana je iz kombinacije masivnega lesa bukve in bukove vezane plošče debeline 18 mm. Najnižji ogljični odtis pa ima postelja 1, ki je izdelana iz masivnega lesa bukve (10,4 kg CO<sub>2</sub>e). Izračunan ogljični odtis postelje 3 je torej za 252 % višji od ogljičnega odtisa postelje 1 in 144 % višji od ogljičnega odtisa postelje 2.

Preglednica 11: Ogljični odtis obravnavanih izvedbah prototipov postelje za starostnike in prispevki virov emisij k ogljičnemu odtisu

Table 11: Carbon footprint of the analysed designs of prototype beds for the elderly and emission sources of carbon footprint

| Material                          | Postelja 1  |                           | Postelja 2  |                           | Postelja 3  |                           |
|-----------------------------------|-------------|---------------------------|-------------|---------------------------|-------------|---------------------------|
|                                   | količina    | enota                     | količina    | enota                     | količina    | enota                     |
| površinska obdelava               | 3,07        | kg CO <sub>2</sub> e      | 3,07        | kg CO <sub>2</sub> e      | 3,07        | kg CO <sub>2</sub> e      |
| furnir, vezana plošča             | /           |                           | 0,0799      | kg CO <sub>2</sub> e      | 21,4        | kg CO <sub>2</sub> e      |
| iverna plošča za notranjo uporabo | /           |                           | 12,6        | kg CO <sub>2</sub> e      | /           |                           |
| lepilo                            | 0,359       | kg CO <sub>2</sub> e      | 0,0539      | kg CO <sub>2</sub> e      | 0,0463      | kg CO <sub>2</sub> e      |
| masiven les                       | 6,65        | kg CO <sub>2</sub> e      | 2,07        | kg CO <sub>2</sub> e      | 1,78        | kg CO <sub>2</sub> e      |
| kovinsko okovje                   | 0,317       | kg CO <sub>2</sub> e      | 0,317       | kg CO <sub>2</sub> e      | 0,317       | kg CO <sub>2</sub> e      |
| <b>Skupaj</b>                     | <b>10,4</b> | <b>kg CO<sub>2</sub>e</b> | <b>18,2</b> | <b>kg CO<sub>2</sub>e</b> | <b>26,2</b> | <b>kg CO<sub>2</sub>e</b> |

Podobno smo ugotovili tudi pri različnih izvedbah nočnih omaric (preglednica 12). Najnižji ogljični odtis je bil ugotovljen pri nočni omarici 1, ki je bila izdelana iz masivnega lesa bukve, in sicer 5,31 kg CO<sub>2</sub>e, sledi nočna omarica 2, izdelana iz kombinacije masivnega lesa bukve in iverne plošče furnirane z bukovim furnirjem, pri kateri je bil izračunan ogljični odtis 9,97 kg CO<sub>2</sub>e. Najvišji ogljični odtis pa smo izračunali pri nočni omarici iz kombinacije masivnega lesa bukve in bukovne vezane plošče debeline 18 mm (nočna omarica 3), in sicer 16,4 kg CO<sub>2</sub>e. Ogljični odtis nočne omarice 3 je za 309 % višji od ogljičnega odtisa nočne omarice 1 in 164 % višji od ogljičnega odtisa nočne omarice 2.

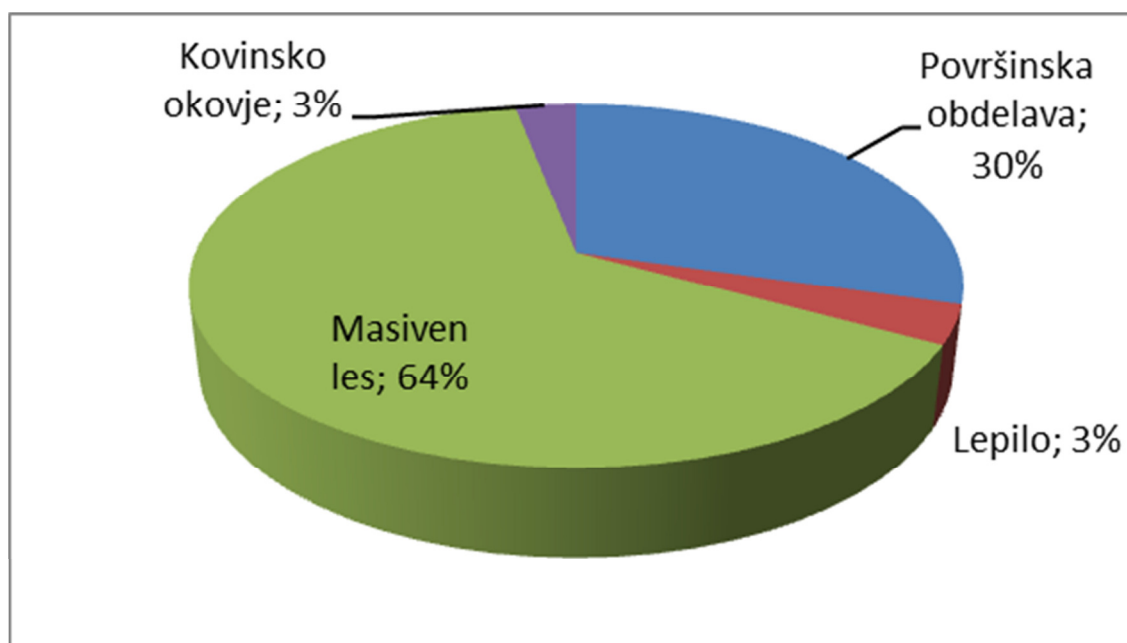
Preglednica 12: Ogljični odtis obravnavanih izvedbah prototipov nočne omarice za starostnike in prispevki virov emisij k ogljičnemu odtisu

Table 12: Carbon footprint of analysed prototype nightstands for elderly and emission sources of carbon footprint

| Material                          | Nočna omarica 1 |                           | Nočna omarica 2 |                           | Nočna omarica 3 |                           |
|-----------------------------------|-----------------|---------------------------|-----------------|---------------------------|-----------------|---------------------------|
|                                   | količina        | enota                     | količina        | enota                     | količina        | enota                     |
| površinska obdelava               | 1,4             | kg CO <sub>2</sub> e      | 1,4             | kg CO <sub>2</sub> e      | 1,4             | kg CO <sub>2</sub> e      |
| furnir, vezana plošča             | /               |                           | 0,196           | kg CO <sub>2</sub> e      | 13,9            | kg CO <sub>2</sub> e      |
| iverna plošča za notranjo uporabo | /               |                           | 7,36            | kg CO <sub>2</sub> e      | /               |                           |
| lepilo                            | 0,449           | kg CO <sub>2</sub> e      | 0,0718          | kg CO <sub>2</sub> e      | 0,0718          | kg CO <sub>2</sub> e      |
| masiven les                       | 2,97            | kg CO <sub>2</sub> e      | 0,452           | kg CO <sub>2</sub> e      | 0,452           | kg CO <sub>2</sub> e      |
| kovinsko okovje                   | 0,494           | kg CO <sub>2</sub> e      | 0,494           | kg CO <sub>2</sub> e      | 0,494           | kg CO <sub>2</sub> e      |
| <b>Skupaj</b>                     | <b>5,31</b>     | <b>kg CO<sub>2</sub>e</b> | <b>9,97</b>     | <b>kg CO<sub>2</sub>e</b> | <b>16,4</b>     | <b>kg CO<sub>2</sub>e</b> |

Z namenom primerjanja ogljičnega odtisa različnih izvedb postelje in nočne omarice smo analizirali prispevke emisij posameznih materialov k skupnemu ogljičnemu odtisu posamezne izvedbe pohištva.

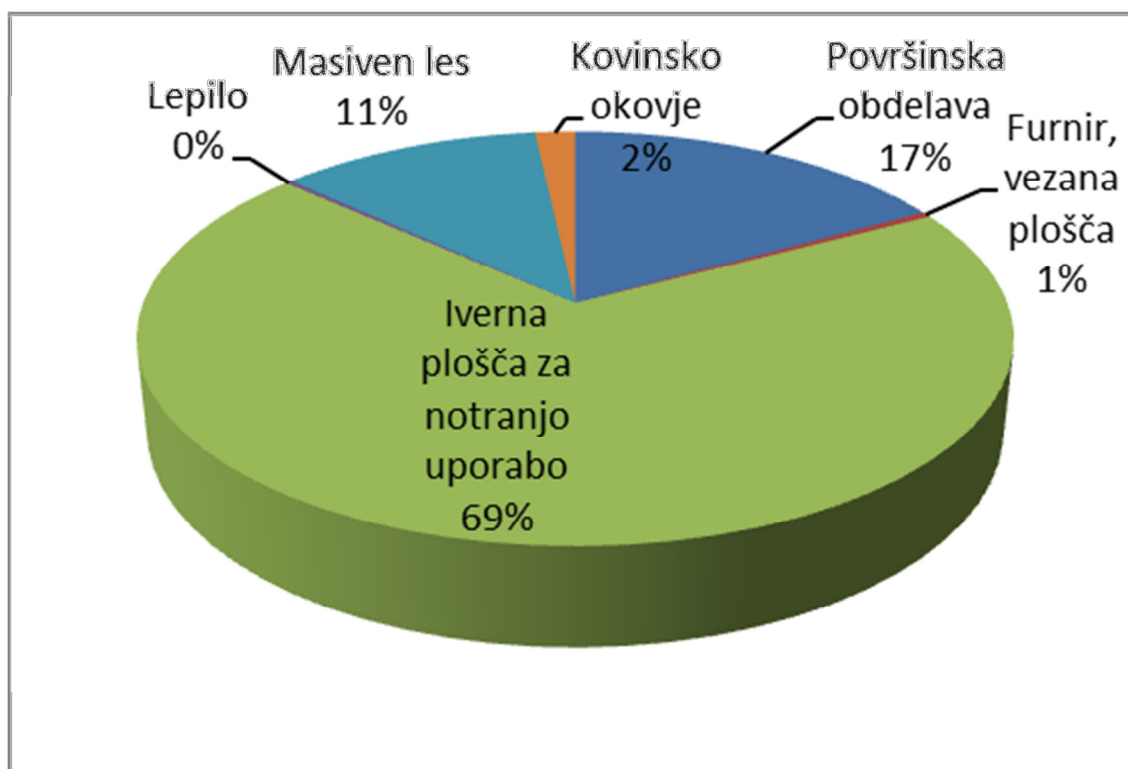
Pri postelji 1 k ogljičnemu odtisu največ prispeva masiven les, in sicer kar 64 % oziroma 6,65 kg CO<sub>2</sub>e (preglednica 11, slika 26). Sledi mu površinska obdelava z 1,4 kg CO<sub>2</sub>e, kar predstavlja 30 % skupnega ogljičnega odtisa postelje 1. Površinska obdelava ima zelo visok emisijski faktor in relativno veliko prispeva k ogljičnemu odtisu izdelka, kljub, v primerjavi z lesom, manjši masi uporabljenega materiala v končnem izdelku. Kot je razvidno iz preglednice 10, je delež mase površinske obdelave 3,3 %, njen vpliv na ogljični odtis pa je 10 krat večji. Skupno pa so elementi, ki predstavljajo cca 5 % mase izdelka (površinska obdelava, lepila, kovinski deli (preglednica 10)), prispevali 36 % k ogljičnemu odtisu. Torej majhen doprinos k masi izdelka ne pomeni tudi majhnega doprinosa k ogljičnemu odtisu.



Slika 26: Prispevek virov emisij k ogljičnemu odtisu izdelka postelja 1

Figure 26: The emission sources of carbon footprint of the product postelja 1

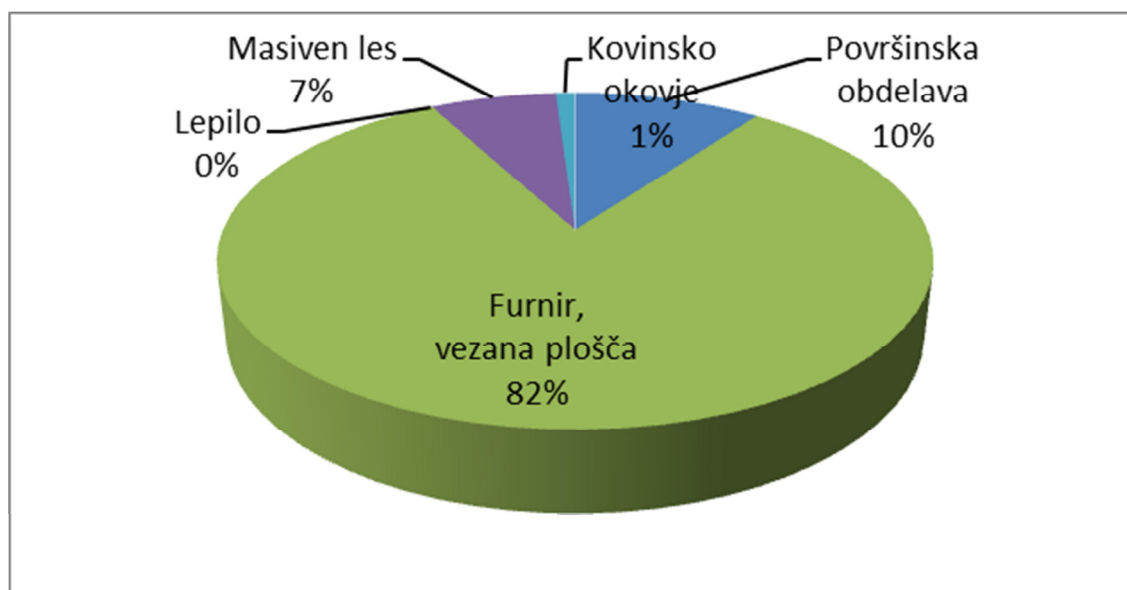
Iverna plošča predstavlja največ (69 %) ogljičnega odtisa postelje 2, sledita mu površinska obdelava (17 %) in masiven les (11 %) (preglednica 11, slika 27). Razlog za velik prispevek iverne plošče k ogljičnemu odtisu postelje 2 je uporaba urea–formaldehidnih smol ter relativno velika poraba energije pri izdelavi plošče. Delež prispevka površinske obdelave k celotnemu ogljičnemu odtisu postelje 2 je posledično manjši kot pri postelji 1. Elementi, ki predstavljajo cca 5 % mase izdelka (površinska obdelava, lepilo in kovinski členi) (preglednica 10), predstavljajo skoraj 20 % ogljičnega odtisa izdelka.



Slika 27: Prispevek virov emisij k ogljičnemu odtisu izdelka postelja 2

Figure 27: The emission sources of carbon footprint of the product postelja 2

Kot je razvidno iz slike 28 in preglednice 11, pri izvedbi postelja 3, vezana plošča predstavlja največji prispevek k ogljičnemu odtisu, kar 82 % (oziroma 21,4 kg CO<sub>2</sub>e) skupnega ogljičnega odtisa, sledita površinska obdelava (10 %) in masiven les (7 %). Razlog za velik emisijski prispevek vezane plošče je v proizvodnem postopku vezane plošče, predvsem zaradi porabe energije in uporabe lepil pri izdelavi plošče. Elementi, ki predstavljajo cca 5 % mase izdelka (površinska obdelava, lepilo za sestavo in kovinski členi) (preglednica 10), predstavljajo cca. 12 % ogljičnega odtisa izdelka.

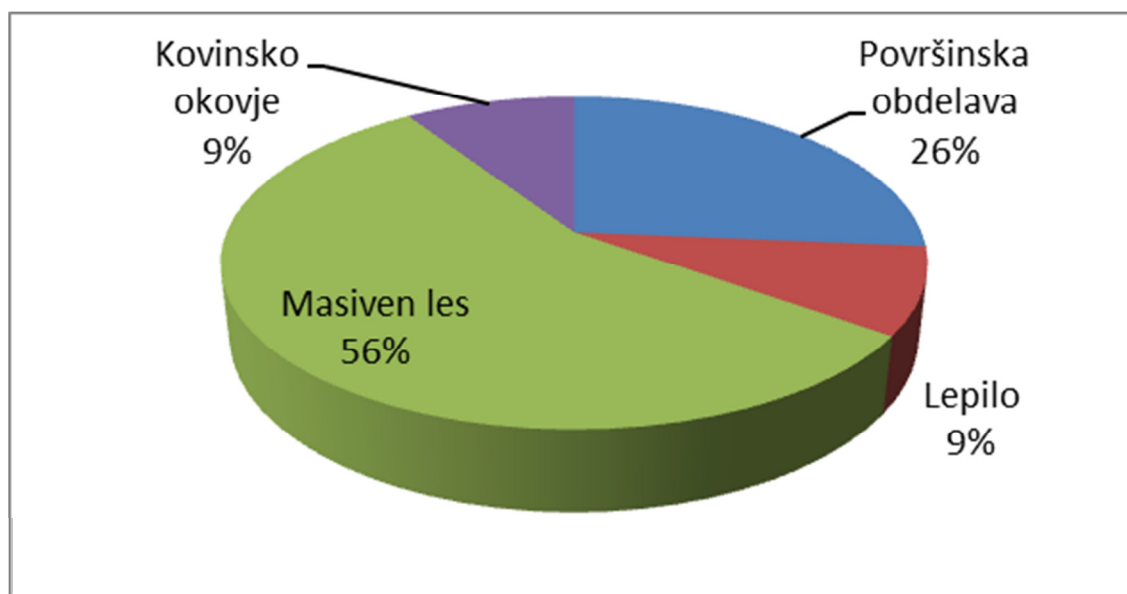


Slika 28: Prispevek virov emisij k ogljičnemu odtisu izdelka postelja 3

Figure 28: The emission sources of carbon footprint of the product postelja 3

Pri nočni omarici 1 največ k ogljičnemu odtisu prispeva masiven les (56 %) (preglednica 12, slika 29). Sledi mu površinska obdelava z 1,4 kg CO<sub>2</sub>e, kar predstavlja 26 % skupnega ogljičnega odtisa nočne omarice 1. Površinska obdelava ima zelo visok emisijski faktor in relativno veliko prispeva k ogljičnemu odtisu izdelka kljub manjši masi uporabljenega materiala v primerjavi z lesom. Kot je razvidno iz preglednice 10, je delež mase površinske obdelave 3,3%, njen vpliv na ogljični odtis pa je 9-krat večji. Skupno so elementi, ki predstavljajo cca 6 % mase izdelka (površinska obdelava, lepila, kovinski deli (preglednica 10)), prispevali 44 % k ogljičnemu odtisu nočne omarice 1.

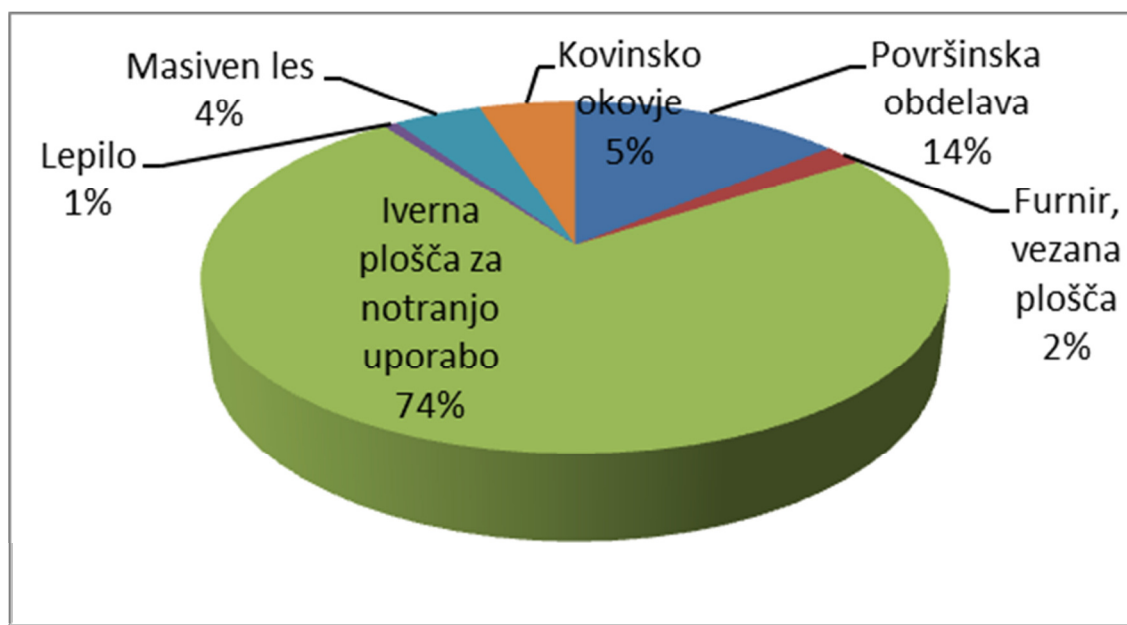




Slika 29: Prispevek virov emisij k ogljičnemu odtisu izdelka nočna omarica 1

Figure 29: The emission sources of carbon footprint of the product nočna omarica 1

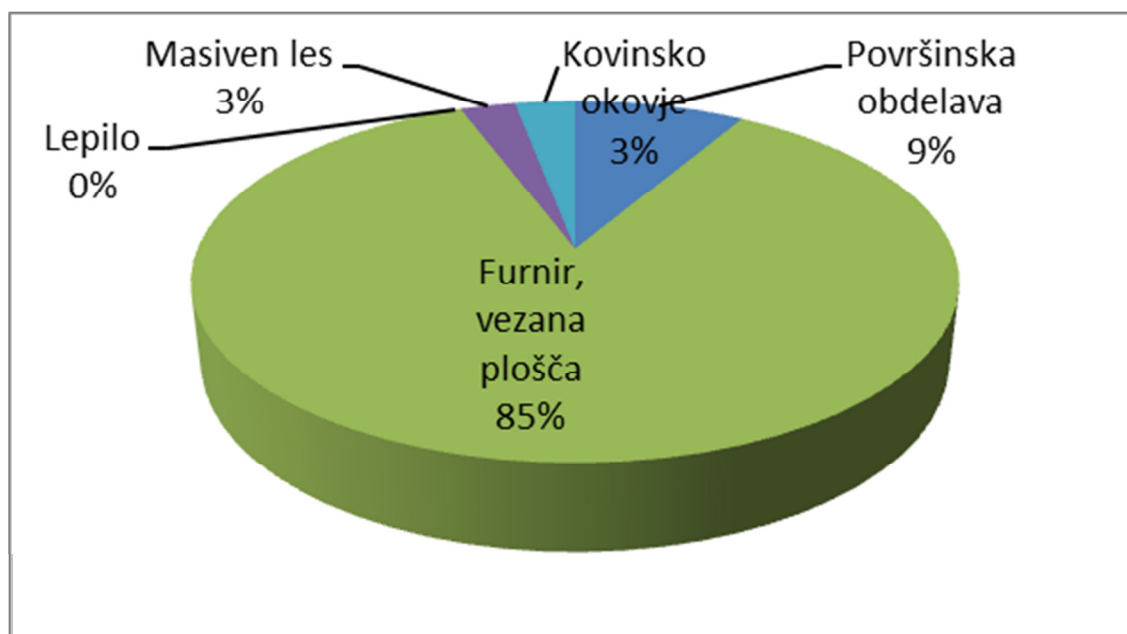
Iverna plošča predstavlja največ (85 %) ogljičnega odtisa nočne omarice 2, sledita mu površinska obdelava (9 %) ter kovinsko okovje (3 %) in masiven les (3 %) (preglednica 12 in slika 30). Razlog za velik prispevek iverne plošče k ogljičnemu odtisu nočne omarice 2 je uporaba urea–formaldehidnih smol ter relativno velika poraba energije pri izdelavi plošče. Kot je razvidno iz preglednice 10, je delež mase površinske obdelave, lepila in kovinskih delov 7,1 %, skupno pa predstavljajo 20 % ogljičnega odtisa izdelka.



Slika 30: Prispevek virov emisij k ogljičnemu odtisu izdelka nočna omarica 2

Figure 30: The emission sources of carbon footprint of the product nočna omarica 2

Kot je razvidno iz slike 31 in preglednice 12, pri izvedbi nočna omarica 3, vezana plošča predstavlja največ, kar 85 % celotnega ogljičnega odtisa izdelka. Sledita površinska obdelava (9 %) in masiven les (3 %). Razlog za velik emisijski prispevek vezane plošče je, kot smo že omenili, v proizvodnem postopku vezane plošče, predvsem zaradi porabe energije in uporabe lepila pri izdelavi plošče. Kot je razvidno iz preglednice 10, je delež mase površinske obdelave, lepila in kovinskih delov 5 %, skupno pa prispeva dobrih 12 % k ogljičnemu odtisu izdelka.



Slika 31: Prispevek virov emisij k ogljičnemu odtisu izdelka nočna omarica 3

Figure 31: The emission sources of carbon footprint of the product nočna omarica 3

Pri primerjanju prispevkov virov emisij glede na uporabljene materiale, ki karakterizirajo posamezno izvedbo prototipa pohištva za starostnike, ugotavljamo, da predstavlja največji vir emisij vezana plošča, najmanjši pa masiven les. Prav tako ugotavljamo, da imajo kovinski deli visok emisijski faktor in zato prispevajo relativno veliko k ogljičnemu odtisu v primerjavi z lesom oz. lesnimi tvorivi kljub manjši masi uporabljenega materiala, ki predstavlja okrog 1 % mase izdelka. Skupaj predstavljajo površinska obdelava, lepilo in kovinski deli cca 5 % mase izdelka (preglednica 10), njihov doprinos k ogljičnemu odtisu pa je od 12 % do 30 %, odvisno od izvedbe. Torej majhen doprinos k masi izdelka še ni nujno tudi majhen doprinos k ogljičnemu odtisu.

#### 4.3.1 Neto ogljični odtis

Poleg ogljičnega odtisa smo določili tudi oceno ekvivalenta CO<sub>2</sub> skladiščenega v vsakem izdelku in pripadajoč neto ogljični odtis, ob čemer je bila upoštevana masa lesenih elementov v absolutno suhem stanju (preglednica 13). Les, ki je glavni material pohištvenih izdelkov, nastaja z biološkimi procesi, ki iz atmosfere vežejo CO<sub>2</sub> (fotosinteza). Dokler se ogljik (organska snov), ki je vezan v organskih molekulah v izdelku, z izgorevanjem ali razkrojem ne pretvori nazaj v CO<sub>2</sub> in vodo, štejemo, da je CO<sub>2</sub>

skladiščen v izdelku. Količine skladiščenega CO<sub>2</sub> v analiziranih elementih so razvidne v preglednici 13. Masa lesa je bila pri izvedbi postelja 1 in postelja 3 ter nočna omarica 1 in nočna omarica 3 primerljiva, saj gre v obeh primerih za masiven bukov les, tudi v primeru vezane plošče, ki je narejena iz križno lepljenega bukovega furnirja. Izvedbi 1 in 3 imata med obravnavanimi izvedbami največjo maso lesa in posledično skladiščita največ CO<sub>2</sub>. Postelja 2 in nočna omarica 2 pa sta izdelana iz furnirane iverne plošče, v kateri je cca. 10 % lepila, ki zmanjšuje maso lesa v izdelku in tako posledično izdelek skladišči manj CO<sub>2</sub> v primerjavi z izvedbama 1 in 3.

Preglednica 13: Količina skladiščenega CO<sub>2</sub> v pohištvenih izdelkih ter ogljični odtis in neto ogljični odtis za posamezno izvedbo pohištva za starostnike

Table 13: The amount of CO<sub>2</sub> stored in furniture products and carbon footprint and net carbon footprint for each version of furniture for the elderly

| Izdelek         | Masa lesenih elementov v absolutno suhem stanju (kg) | Masa skladiščenega CO <sub>2</sub> (kg) v izdelku | Ogljični odtis (kg CO <sub>2</sub> e) | Neto ogljični odtis (kg CO <sub>2</sub> e) |
|-----------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------|
| postelja 1      | 42,13                                                | 77,10                                             | 10,4                                  | -66,70                                     |
| postelja 2      | 38,60                                                | 70,63                                             | 18,2                                  | -52,43                                     |
| postelja 3      | 42,34                                                | 77,48                                             | 26,2                                  | -51,28                                     |
| nočna omarica 1 | 18,81                                                | 34,42                                             | 5,31                                  | -29,11                                     |
| nočna omarica 2 | 17,87                                                | 32,70                                             | 9,97                                  | -22,73                                     |
| nočna omarica 3 | 19,06                                                | 34,88                                             | 16,4                                  | -18,48                                     |

Ugotavljamo, da je bilo pri vseh obravnavanih izvedbah skladiščenega več CO<sub>2</sub>, kot se v fazi izdelave izdelka emitira toplogrednih plinov v okolje. Omenjeno dejstvo se kaže v negativnem neto ogljičnem odtisu. Najugodnejše razmerje med ogljičnim odtisom in skladiščenim CO<sub>2</sub> oz. neto ogljični odtis ima povsem masivna izvedba pohištvenih elementov (postelja 1 in nočna omarica 1), saj emitira v okolje med proizvodnjo najmanjšo količino toplogrednih plinov, hkrati se v izdelkih skladišči največ CO<sub>2</sub>. Najmanj ugodno razmerje med ogljičnim odtisom in skladiščenim CO<sub>2</sub> oz. najvišji neto ogljični odtis ima izvedba pohištvenih elementov z vezano ploščo (postelja 3 in nočna omarica 3), saj se s proizvodnjo vezanega lesa ustvari največ toplogrednih plinov.

#### 4.3.2 Meje analize, kvaliteta podatkov, približki in privzeti podatki

Meje sistema določijo, katere enote procesa se vključujejo v analizo življenjskega cikla. Določimo jih v skladu s ciljem študije. Vsaka odločitev glede opustitve faze življenjskega

cikla se jasno navede, ter doda razloge in morebitne posledice (ISO 14044, 2006). V naši raziskavi smo si zadali cilj, da primerjamo ogljične odtise vhodnih materialov in na podlagi ogljičnega odtisa izberemo material z najmanjšim okoljskim vplivom. Zato v raziskavi nismo upoštevali emisije povzročene v fazi proizvodnje pohištva in njegove uporabe.

Emisijske faktorje uporabljenih materialov smo pridobili iz baze podatkov Ecoinvent 2.0 (2010). V preglednici 14 so podani opisi podatkov, ki smo jih v izračunih upoštevali. Kot je razvidno iz preglednice, smo za določene vhodne materiale uporabili približke.

Preglednica 14: Podatki iz baze podatkov Ecoinvent 2.0, ki smo jih uporabili v študiji

Table 14: Information from the database Ecoinvent 2.0, which were used in the study

| <i>Ecoinvent 2.0</i> |                                                                     |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Površinska obdelava  | Acrylic dispersion, 65% in H <sub>2</sub> O, at plant/RER S         |
| Lepilo               | Polyvinyl chloride resin, at plant/RNA                              |
| Masivni les          | Sawn timber, hardwood, raw, air / kiln dried, u=10%, at plant/RER U |
| Vezni elementi       | Steel, converter, unalloyed, at plant/RER U                         |
| Furnir               | Dry veneer, at plywood plant, US SE/US                              |
| Iverna plošča        | Particle board, indoor use, at plant/RER U                          |
| Vezana plošča        | Plywood, indoor use, at plant/RER U                                 |

#### 4.3.3 Izbira izvedbe postelje glede na okoljski vpliv uporabljenih materialov

Na podlagi izračuna ogljičnega odtisa različnih izvedb pohištvenih elementov postelje in nočne omarice smo ugotovili, da je okolju najprijaznejša izvedba 1, ki je izdelana iz masivnega lesa bukve, saj je imela pri obeh pohištvenih elementih najnižji ogljični odtis. Ob upoštevanju skladiščenega CO<sub>2</sub> se prednost uporabe masivnega lesa še poveča, kar se kaže v najnižji neto vrednosti ogljičnega odtisa. Ogljični odtis bi lahko še znižali, če npr. ne bi uporabili sredstva za površinsko obdelavo ter bi kovinske vezne elemente nadomestili z lesenimi. Do razlik med masivnim lesom, furnirano iverno ploščo in vezano ploščo prihaja zaradi različne porabe energije pri izdelavi materiala in vsebnosti urea–formaldehidnih smol v materialu. Največja priložnost za zmanjšanje ogljičnega odtisa tovrstnih pohištvenih elementov je tako v premišljeni izbiri okolju prijaznih materialov.

Okoljski vpliv materiala, ki je izbran za izdelavo posameznega pohištvenega elementa pa nenazadnje ključno vpliva tudi na možnosti razgradnje oz. recikliranja pohištva po uporabi.

#### 4.4 MOŽNOST RAZGRADNJE IN PONOVA UPORABA

Obvladovanje ravnanja z odpadki odsluženega pohištva predstavlja prikaz materialov in predstavitev načina dela, ki vključuje prevzem, razstavljanje, sortiranje pohištvenih elementov za selektivno ločevanje in predajanje sekundarnih surovin pooblaščenecem – prevzemnikom oz. predelovalcem. S tem se zmanjša obseg kosovnih odpadkov oz. pohištva, na deponijah. Odsluženo pohištvo se po zaključku uporabe razstavi na posamezne elemente. Pri postelji so to: 2 stranici, vzglavje, končnica, trapez, varnostna ograja, letvica na stranici, kovinski vezni elementi. Pri nočni omarici pa: 2 stranici, strop, vrtljiva mizica, vrata, hrbet, kovinske odmične spona, vezni elementi. Vse elemente se lahko razstavi z ročnim delom (odvijanje) in loči dele materialov, ki pohištvo sestavljajo. S tem postopkom pridobimo sekundarne surovine (les, kovina, tvoriva), iz katerih lahko naredimo nov izdelek ali jih oddamo zbiralcem/predelovalcem, ki te surovine predelujejo oz. jih uporabimo za pridobivanje toplotne energije. Posebna tehnologija za razstavljanje ni potrebna. Vse se izvaja z ročnim delom za to usposobljenih zaposlenih. Uporablja se orodje: kladivo, vijakno orodje, priprave za lažji vzvod ter koši za ločeno zbiranje. V preglednici 15 je prikazana količina pridobljenih materialov po razstavitvi vzorčne postelje in nočne omarice. Po zaključenem življenjskem ciklu pridobimo masiven les, iverne plošče, furnirano vezano ploščo, kovinske vezne elemente, kovinske vrtljive spona in odmične spona. Njihove količine se razlikujejo glede na izvedbo pohištvenega elementa.

Preglednica 15: Količina pridobljenih surovin po razstavitvi pri vseh izvedbah obravnavanega pohištva za starostnike

Table 15: The amount of raw materials obtained after disassemble in all analysed versions of the furniture for the elderly

| Porabljen material                        | Postelja 1 | Postelja 2 | Postelja 3 | Nočna omarica 1 | Nočna omarica 2 | Nočna omarica 3 |
|-------------------------------------------|------------|------------|------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| masiven les (m <sup>3</sup> )             | 0,062      | 0,019      | 0,019      | 0,028           | 0,004           | 0,004           |
| furnirana iverna plošča (m <sup>3</sup> ) | /          | 0,041      | /          | /               | 0,024           | /               |
| vezana plošča (m <sup>3</sup> )           | /          | /          | 0,043      | /               | /               | 0,024           |
| kovinski členi (g)                        | 198        | 198        | 198        | 308             | 308             | 308             |

Pridobljene surovine oz. odslužen les po razgradnji je ob zaključku življenjskega cikla možno ponovno uporabiti v skladu s kaskadno rabo lesa za naslednje življenjske cikle. Te

surovine lahko ponovno predelamo v druge izdelke, recikliramo v iverne plošče, za energetske namene oz. kot najslabša možnost – odložimo na deponijo. Ponovna uporaba posameznih delov pohištvenih elementov je pogojena z izvedbo izdelka in vrste materiala. Sestavne dele postelje 1 in nočne omarice 1, pri katerih je bil uporabljen masiven les, je npr. možno uporabiti pri izdelavi izdelkov, ki so primerni za zunanje in notranje površine, uporaba odsluženih materialov pridobljenih iz pohištvenih elementov izvedbe 2 in 3 pa je možna le za notranje površine. Primeri predelave pohištvenih elementov iz masivnega lesa z minimalno predelavo in dodelavo so lahko npr. visoka greda za gojenje zelenjadnic, vrtna topla greda za gojenje zelenjadnic v hladnejšem delu leta, hiška za žuželke z vgrajenimi naravnimi materiali, ki žuželkam predstavljajo zavetje oz. bivališče ter številni drugi. Pohištvene elemente iz furnirane iverne plošče in vezane plošče, ki so primerni za rabo v interierju, je možno predelati npr. v knjižni regal, mini knjižni regal za otroško literaturo s pripadajočo mizico in klopjo za branje, klop za sedenje, športne rekvizite, kot so deska za ravnotežje, otroški tobogan, otroško plezalo, itd.

## 5 RAZPRAVA IN SKLEPI

### 5.1 RAZPRAVA

Magistrska naloga predstavlja enega izmed elementov soočanja s problematiko staranja prebivalstva ter problematiko obremenjevanja okolja v povezavi s človeškimi aktivnostmi. V nalogi je kot izhodišče in povod raziskave upoštevano, da je posledica staranja prebivalstva povečano povpraševanje po izdelkih in bivalnih okoljih, ki so prilagojeni potrebam starejših ljudi (Perez in sod., 2001; Kerbler, 2011). Pri razvoju tovrstnega pohištva je bil v magistrski nalogi izbran koncept »od zibelke do zibelke« (ang. Cradle to Cradle – C2C), ki omogoča izdelavo in rabo pohištva s čim manjšim vplivom na okolje tekom celotnega življenjskega cikla. Z izborom različnih materialov smo vplivali na ogljični odtis izdelka in tako določili izdelek, ki najmanj obremenjuje okolje. Onesnaženja antropogenega izvora in podnebne spremembe namreč že vplivajo na kakovost bivanja sedanjih generacij in ob nepravilnem ravnanju z okoljem ogrožajo kakovost bivanja naših zanamcev. Zato je nujno z ustreznimi proizvodnimi procesi, oblikovanjem izdelkov in izborom ustreznih materialov pri izdelavi pohištva prispevati k zmanjšanju obremenitev okolja (Kutnar in Tavzes, 2011). Analiza LCA oz. ogljični odtis materialov se je izkazal za ustrezno orodje pri snovanju okolju prijaznega izdelka.

Razvoj pohištva za starostnike omogoča funkcionalno prilagajanje pohištva potrebam starejših ljudi. Pohištvo namenjeno starostnikom ima pomembno vlogo pri zagotavljanju njihovega varnega okolja. Po poročanju Kothiyal (1999; 2001) in Pinto (1997) so pomembne prilagoditve v prostoru zaradi poslabšanja vida, sluha, koordinacije, vzdržljivosti in fizične moči starejših ljudi. Kljub zmanjšanju fizičnih zmožnosti imajo lahko starejši ljudje v okolju, ki preprečuje njihovo prekomerno dvigovanje, nošenje in jim olajša dosegljivost predmetov, boljšo prilagodljivost. Že manjše prilagoditve, kot so boljša razsvetljava, dosegljivost predmetov, ki se pogosto uporabljajo, učinkovita razporeditev pohištva z dovolj prostora za gibanje, zaobljeni robovi pohištvenih elementov itd., lahko zmanjšajo število padcev in poškodb ter olajšajo bivanje starejših (Camara in sod., 2010, Hrovatin in sod., 2012, Wang in sod., 2012).

V prvi fazi magistrske naloge je bila z namenom ugotovitve potreb in želja starostnikov po njim prilagojenem pohištvu opravljena anketa. Osredotočili smo se na vprašanja o



posteljnih funkcijah, ki si jih starejši želijo in potrebujejo, kot so vprašanja o nastavljivi višini postelje, nastavljivem naklonu vzglavja in vznožja ter uporaba trapeza za dvigovanje. Omenjene posteljne elemente, razen trapeza, kot ključne opredeljuje v prispevku tudi Raschko (1991). Ugotovitve ankete so bile upoštevane pri načrtovanju prototipov pohištva za starostnike, postelje in nočne omarice.

Pri načrtovanju pohištva za starostnike je potrebno upoštevati tako individualni kot populacijski obseg problematike. Pohištvo mora namreč ustrezati potrebam vsakega posameznika znotraj populacije starostnikov. Pri oblikovnem in dimenzijskem načrtovanju pohištva, ki odgovarja na potrebe starostnikov, so bili upoštevani standardi za pohištvo iz skupine pohištva za ležanje, razpoložljivi podatki iz relevantne znanstvene literature s področja ergonomije, predvsem glede gibalnih sposobnosti starostnika in pričakovanih telesnih mer, upoštevano je bilo okoljsko oblikovanje ali eko dizajn, njegov vpliv na okolje, vključno z vplivom na počutje ljudi ter podatki pridobljeni z anketo varovancev Doma starejših občanov. Postelja v skladu s standardi za pohištvo za domačo uporabo SIST EN 1725:2001 in SIST EN 1334:1996 sodi med pohištvene elemente od katerih, poleg oblikovne skladnosti, zahtevamo cel niz funkcionalnih, uporabnih in varnostnih lastnosti. Pri razvitem prototipu postelje smo tako v prvi vrsti zagotovili konstrukcijsko trdnost, stabilnost, varnost in trajnost. Dodatno je bilo pri dimenzioniranju pohištva upoštevano, da se telesne mere ljudi z leti spremenijo, človek se namreč po 30. letu prične manjšati (Pheasant, 2006). Potrebe starostnikov se torej z leti spreminjajo, vključno z gibalnimi sposobnostmi. Ker sta bila predmet konstruiranja postelja in nočna omarica, smo pri dimenzioniranju le-teh za zagotavljanje razpoložljivosti posteljnih pripomočkov in nočne omarice, obravnavali tudi gibalne sposobnosti starejših ljudi in doseg človeka v ležečem položaju. V nadaljevanju se je pristop eko dizajna izrazil v obravnavi nabora materialov in njihove obdelave na način, ki omogoča zagotavljanje varnega in prijetnega bivalnega okolja za starejšo populacijo. Rezultat konstruiranja pohištva za starostnike predstavljata prototip postelje z nastavljivo višino, nastavljivim naklonom vznožja in vzglavja, trapezom, varnostno ograjico ter potrebam starostnikov prilagojena nočna omarica z mizico za hranjenje. Posamezne funkcije oz. elementi postelje in nočne omarice omogočajo enostavno nastavljivost. Prototipi pohištva dimenzijsko, oblikovno in izvedbeno odgovarjajo na potrebe in želje starejših ter predstavljajo način zagotavljanja

varnega, prijetnega, funkcionalno učinkovitega bivalnega okolja za vsakega posameznika s specifičnimi potrebami.

Prototip postelje za starostnike (širina 900 mm, dolžina 2000 mm, nastavljiva višina 550 mm  $\pm$  50 mm) je bil v magistrski nalogi z vidika ocene okoljskega vpliva obravnavan v treh različnih izvedbah iz materialov z različnim okoljskim vplivom, to je iverne plošče, vezane plošče in masivnega lesa, s pripadajočimi konstrukcijskimi elementi in površinsko obdelavo. Za izdelavo objektivne ocene okoljskega vpliva prototipov izdelkov je bila uporabljena analiza LCA oziroma izračun ogljičnega odtisa (ISO 14044, PAS 2050) s pristopom delne obravnave življenjskega cikla. Ogljični odtis je seštevek izpustov toplogrednih plinov, ki jih neposredno ali posredno povzročijo posamezne aktivnosti, ki so potrebne za izdelavo izdelka. Izražamo ga v tonah ali kilogramih ekvivalenta ogljikovega dioksida kot najprepoznavnejšega toplogrednega plina. Dodatno je bil v nalogi izračunan tudi neto ogljični odtis, ki upošteva tudi skladiščen ogljikov dioksid. Analize so vključevale izključno emisije surovin in ostankov tekom proizvodnje. V ta namen so bili natančno opredeljene količine potrebnih materialov za izdelavo prototipov pohištva za starostnike, posteljo in nočno omarico. Izračunan je bil ogljični odtis in neto ogljični odtis za vse tri izvedbe postelje, prav tako tudi nočne omarice. Najmanjši ogljični odtis je bil izračunan pri postelji in nočni omarici, ki sta izdelani iz masivnega lesa, in sicer pri postelji 10,4 kg CO<sub>2</sub>e, pri nočni omarici pa 5,31 kg CO<sub>2</sub>e. K nizkemu ogljičnemu odtisu pohištva iz masivnega lesa je bistveno pripomogla odsotnost lepil, saj je bilo pri izračunu pripadajočih deležev virov emisij ogljičnega odtisa za posamezne materiale ugotovljeno, da lepila v vezani in iverni plošči, kljub količinsko majhnemu deležu, bistveno prispevajo k ogljičnemu odtisu. Enako velja tudi za kovinske vezne elemente. Zmanjšanje ogljičnega odtisa pohištvenih izdelkov je mogoče doseči z nadomeščanjem materialov z velikim okoljskim vplivom z lesom (Petersen in Solberg, 2005). Ogljični odtis izvedbe pohištva iz iverne plošče in furnirane vezane plošče bi lahko zmanjšali z uporabo lepil naravnega izvora (iz obnovljivih virov), katerih ogljični odtis je bistveno manjši v primerjavi s sredstvi sintetičnega izvora. V primeru kovinskih veznih elementov pa bi manjši ogljični odtis zagotovili z lesenimi veznimi elementi. Poleg tega lahko predpostavljamo, da bi bila v primeru preverjanja sprejemljivosti in vsečnosti posamezne izvedbe pohištva pri starostnikih izbrana prav izvedba pohištva iz masivnega lesa, saj je bila v raziskavah

ugotovljena povečana sprejemljivost izdelkov iz lesa ter pozitiven vpliv bivalnega okolja, v katerem je prisoten les na počutje ljudi (Dazkir in Read, 2012; Sakuragawa in sod., 2005).

Dodatno lahko sprejemljivost in všečnost trajnostnega izdelka pomembno pripomore k ekonomski uspešnosti izdelka. Tehnološka dovršenost in trajnostno naravnana narava izdelka namreč še ne zagotavlja ekonomske uspešnosti izdelka (Kotler, 1996; Nebel in sod., 2006). Razvoj tovrstnih izdelkov s trajnostno usmerjenim pristopom podpira tudi Evropska Unija, ki na področju podnebja in energije med drugim podpira tudi implementacijo eko dizajna pri uvajanju ekoloških inovativnih proizvodov, metod, storitev in procesov na trg, katerih cilj je preprečevanje ali zmanjševanje vplivov na okolje, oziroma doprinos k optimalni uporabi virov ter razvoju in povečanju konkurenčnosti malih in srednje velikih podjetij (Fet, 2009). Ob tem se je potrebno zavedati, da navedeno nedvomno postavlja lesno industrijo v prednost, saj je les kot njena osnovna surovina okolju prijazen in obnovljiv vir (Lippke in sod., 2011).

Pohištvene izdelke, ki so trajnostni in razviti na način, ki zagotavlja minimalen vpliv na okolje, je z vidika prepoznavnosti tovrstnih izdelkov nujno primerno označiti in s tem izpostaviti njihovo posebnost. Aktualnosti in pomembnosti tovrstnega označevanja se zaveda tudi Evropska komisija, ki je sprejela t.i. integrirano produktno politiko proizvodov (IPP), katere namen je zmanjšati okoljske vplive proizvodov v celotnem življenjskem ciklu in spodbuditi povpraševanje po okoljsko prijaznejših proizvodih na podlagi razumljive in zaupanja vredne informacije (Integrated Product Policy, 2013). Tovrstna okoljska deklaracija proizvodov omogoča označevanje s tremi tipi oznak, med katerimi okoljska oznaka Tipa III zagotavlja visoko stopnjo zaupanja glede okoljskih lastnosti določenega proizvoda, saj je oznaka podprta s standardom ISO 14025, poleg tega pa temelji na analizi življenjskega cikla v skladu s serijo standardov 14040 (Šijanec Zavrl, 2010). Razviti prototipi pohištva za starostnike so bili v okviru magistrske naloge že ovrednoteni z vidika okoljskega vpliva, kar bi lahko bila osnova za pridobitev okoljskih oznak EPD. Poleg tega obstaja tudi možnost pridobitve drugih prostovoljnih okoljskih oznak za pridobitev katerih so kriteriji bistveno manj zahtevni kot so npr. eko marjetica (ang. Ecolabel) v EU, energijska zvezda (ang. Energy star) (Emidast) v Ameriki, TCO (Tjanstemannens Centralorganisation) znak na Švedskem ipd. ter certifikacijskih oznak FSC in PEFC,

katerih pridobitev je povezana z nadzorom gospodarjenja v gozdovih s sistemom sledljivosti izvora lesa od poseka do končnega uporabnika.

Pri trajnostni obravnavi pohištva se ravnanje z odpadki, ki jih predstavlja odsluženo pohištvo, obravnava na način, ki omogoča zmanjševanje obsega kosovnih odpadkov oz. pohištva, ki končuje na deponijah. Odsluženo pohištvo se zato po zaključku uporabe lahko razstavi na posamezne elemente, iz katerih naredimo nov izdelek ali jih oddamo zbiralcem/predelovalcem, ki te surovine predelujejo oz. jih uporabimo za pridobivanje toplotne energije.

## 5.2 SKLEPI

Na podlagi idejne zasnove prototipov pohištva za starostnike z minimalnim okoljskim vplivom ob upoštevanju koncepta "od zibelke do zibelke" smo prišli do naslednjih ugotovitev:

- koncept »od zibelke do zibelke« je ustrezno orodje za razvoj idejne zasnove pohištva za starostnike z minimalnim vplivom na okolje,
- upoštevanje načel koncepta »od zibelke do zibelke« omogoča razvoj funkcionalnega pohištva, prilagojenega potrebam starostnikov,
- z analizo življenjskega cikla izdelka oz. ogljičnim odtisom materialov je mogoča optimizacija procesa izdelave proizvodov v smeri zmanjševanja okoljskega vpliva s prilagajanjem in usmerjanjem posameznih proizvodnih faz in materialov, ki vstopajo v proizvodnjo,
- pri izdelavi pohištva je pomembna izbira vhodnih surovin, ki so okolju prijazne oz. varne za ljudi, živali in rastline, npr. masiven les, zniža ogljični odtis izdelka,
- na podlagi izračuna ogljičnega odtisa različnih izvedb pohištvenih elementov postelje in nočne omarice smo ugotovili, da je okolju najprijaznejša izvedba, ki je izdelana iz masivnega lesa bukve, saj je imela najnižji ogljični odtis. Ob upoštevanju skladiščenega CO<sub>2</sub> se prednost uporabe masivnega lesa še poveča, kar se kaže v najnižji neto vrednosti ogljičnega odtisa. Ogljični odtis pohištva, ki je izdelan iz masivnega lesa, bi lahko še znižali, če npr. ne bi uporabili sredstva za površinsko obdelavo ter bi kovinske vezne elemente nadomestili z lesenimi.

- idejno zasnovano pohištvo je po zaključku življenjskega cikla mogoče preprosto razstaviti na posamezne elemente in sestavine ponovno uporabiti za izdelavo novih izdelkov, ne da bi se pri tem zmanjšala njihova kakovost.

## 6 POVZETEK

V magistrski nalogi sta bili v ospredje postavljeni dve izmed ključnih prioritet sodobne družbe: varovanje okolja in skrb za starejšo populacijo. Visoka stopnja zavedanja o pomenu ohranjanja okolja na področju lesarstva lahko pomembno prispeva k razvoju izdelkov z nizko okoljsko obremenitvijo. Zagotavljanje prijetnega in varnega okolja za starejšo populacijo s pohištvom, ki je prilagojeno njenim potrebam, lesarski stroki z interdisciplinarnim sodelovanjem področij arhitekture, oblikovanja, ergonomije, zdravstva in drugih, ponuja možnost aktivnega udejstvovanja na področju družbene odgovornosti.

Ker se obseg starejše populacije povečuje, se povečuje tudi povpraševanje po izdelkih, ki jih starejši potrebujejo, med drugim tudi po pohištvenih elementih varovanega bivalnega okolja, ki je prilagojeno njihovim potrebam. Gre za izdelke kot so prilagojene postelje, stoli, kuhinje, sanitarna oprema, itd. Ergonomsko oblikovano pohištvo za starostnike, ki imajo zaradi starosti slabši vid, sluh, spomin, gibalne težave in težje dojemajo informacije, ima pomembno vlogo pri zagotavljanju varnega okolja za aktivno starejšo populacijo, predvsem pri ohranjanju njihove vitalnosti in zmožnosti za delo.

Z namenom zmanjševanja okoljske obremenitve človeških aktivnosti so se razvili različni pristopi, med drugim tudi analiza LCA, ki omogoča celosten pristop pri obravnavanju vpliva izdelka na okolje. Gre za proces, ki ovrednoti okoljske obremenitve povezane s sistemom proizvoda oz. dejavnosti z določitvijo in kvantitativnim opisom uporabljene energije, materiala ter odpadkov odloženih v okolje, vključujoč izvedbo ocene okoljskih vplivov uporabljene energije, materiala in odpadkov. V magistrski nalogi smo se odločili za različico analize »od zibelke do izhoda (ang. Cradle-to-Gate)«. Tako v analizo ni bil vključen transport nabavljenih materialov od proizvajalca do podjetja, poraba elektrike in energentov v proizvodnji, odpadki ter emisije, nastale pri proizvodnji določenega elementa. Upoštevali smo zgolj emisije TGP materialov, ki smo jih pridobili iz baze Ecoinvent 2.0 (2010).

V magistrski nalogi smo izoblikovali idejno zasnovo prototipov pohištvenih izdelkov za starostnike iz različnih materialov in določili njihov ogljični odtis. Pred načrtovanjem pohištva smo med starostniki v domu starejših občanov opravili anketo, s katero smo želeli pridobiti informacije o dejanskih potrebah in željah starostnikov glede njihove

vsakodnevne uporabe obstoječega pohištva. Kot izhodišča za konstruiranje in dimenzioniranje modelnega pohištva so bili vključeni: rezultati ankete, izbor materialov v skladu s konceptom »od zibelke do zibelke«, multifunkcionalnost izdelka, izbor materialov iz obnovljivih virov, vrednotenje ogljičnega odtisa izdelkov oziroma izbira izdelka, ki najmanj obremenjuje okolje.

Rezultat je bil prototip postelje dimenzij 2000 mm dolžine in 900 mm širine, višina postelje variabilna 550 mm  $\pm$  50 mm. Postelja ima nastavljiv naklon vzglavja in vznožja, nastavljiva je tudi višina postelje. Dodatno je postelja opremljena z varnostno ograjo in pripomočkom za lažje vstajanje iz postelje. Vsi premični in nastavljivi elementi postelje omogočajo enostavno nastavljivost. Dimenzijsko prilagodljiva nočna omarica je sestavljena iz zaprtega spodnjega dela in odprtega zgornjega dela. Spodnji del zapirajo vrata, v njem pa se nahaja ena po višini prestavljiva polica, ki služi shranjevanju manjših predmetov. Zgornji odprti del predstavlja strop omarice, ki služi kot odlagalna površina za drobne predmete (ura, radio, knjige, itd.) in vrtljiva polica, ki lahko služi kot pomožna mizica za hranjenje in druga ročna dela. Globina nočne omarice omogoča enostavno dostopnost v notranjem delu omarice. Zasnova pohištva je bila predstavljena v treh izvedbah glede nabora materialov: masiven les, furnirana iverna plošča in vezana plošča.

V nadaljevanju je bil za posamezno izvedbo postelje in nočne omarice izveden popis materiala, ki je služil kot nabor vhodnih podatkov za izračun ogljičnega odtisa. Najmanjši ogljični odtis je bil izračunan pri postelji in nočni omarici, ki sta izdelani iz masivnega lesa, in sicer pri postelji 10,4 kg CO<sub>2</sub>e, pri nočni omarici pa 5,31 kg CO<sub>2</sub>e. K nizkemu ogljičnemu odtisu pohištva iz masivnega lesa je bistveno pripomogla odsotnost lepil, saj je bilo pri analizi virov emisij za posamezne materiale ugotovljeno, da sredstva za površinsko obdelavo in lepila, kljub količinsko majhnemu deležu, bistveno prispevajo k skupni vrednosti ogljičnega odtisa. Enako velja tudi za kovinske vezne elemente. Zmanjšanje ogljičnega odtisa pohištvenih izdelkov je mogoče doseči z nadomeščanjem drugih materialov z lesom. Ogljični odtis izvedbe pohištva v primeru iverne plošče in furnirane vezane plošče bi lahko zmanjšali na način, da bi izbrana sredstva za površinsko obdelavo in lepila nadomestili s sredstvi naravnega izvora (iz obnovljivih virov), katerih ogljični

odtis je bistveno manjši v primerjavi s sredstvi sintetičnega izvora. V primeru kovinskih veznih elementov pa bi manjši ogljični odtis zagotovili z lesenimi veznimi elementi.

V magistrski nalogi smo predvideli tudi razgradnjo razvitega pohištva z namenom obvladovanja ravnanja z odpadki odsluženega pohištva. Razvito pohištvo se po zaključku življenjskega cikla lahko enostavno razstavi na posamezne elemente. Pridobljene surovine po razgradnji je ob zaključku življenjskega cikla možno ponovno uporabiti za tehnično ali biološko hranilo za naslednje življenjske kroge.



## 7 SUMMARY

In this thesis two key priorities of modern society have been placed at the forefront: environmental protection and care for the elderly population. The high level of awareness among wood sector members of the importance of environmental preservation may lead to development of products with significantly lower environmental impact. Demand for furniture that creates a pleasant and safe environment for the elderly with furniture that is adapted to their needs presents the wood industry with an opportunity to actively participate in this aspect of social responsibility.

As the elderly population increases, the demand for products meeting their specific needs will also increase, including the furniture elements of their living environment. These products include custom beds, chairs, kitchen furniture, sanitary ware, etc. The ergonomics of furniture for the elderly, who may have diminished eyesight, hearing, memory, or may experience mobility difficulties and have difficulties understanding information, plays an important role in providing a secure, comfortable environment, especially in maintaining their vitality and their ability to work.

In order to reduce the environmental load of human activities various approaches, including LCA, which provides a holistic approach in addressing the impact of the product on the environment have been developed. LCA is a process that assesses the environmental burdens associated with a product or system of activities with the identification and quantitative description of the energy use, materials and waste disposed in the environment. In this thesis, "cradle to gate" analysis has been used. Thus, the analysis did not include transportation of materials beyond the manufacturer, the use of electricity and energy in the production of waste and emissions resulting from the production of certain elements. Only greenhouse gas emissions of materials derived from the database Ecoinvent 2.0 (2010) were taken into account.

In this thesis, furniture prototypes for the elderly from different wood-based materials were designed and their carbon footprint determined. Before designing the furniture a survey among the elderly in a home for the elderly was conducted. The aim of the survey was to obtain information on the actual needs and preferences of elderly people regarding furniture. To guide the design and construction of the furniture prototypes the following

were included: the survey results, selection of materials from renewable resources according to the "cradle to cradle" concept, multi-functionality of the product (e.g., a bed is not used only for sleeping and resting, but also for reading and eating and enables getting up and lying down), evaluating the carbon footprint of products and selection of products with the lowest impact on the environment.

The result was a prototype bed with the following dimensions: 2000 mm in length and 900 mm in width, while the height of the bed was variable, 550 mm + / -50 mm. Additionally, the incline from the head to the foot of the bed was adjustable. Furthermore, the bed was equipped with a security fence and a utility to facilitate getting out of bed (substitute trapeze). All movable and adjustable bed's elements allow easy adjustability. The dimensionally flexible nightstand is composed of a closed lower portion and an open upper part. The closed lower part of nightstand has a door and an adjustable-height shelf within the compartment for storage and organization of small objects. The upper open portion provides a shelf for small items (clock, radio, books, etc.) and rotating shelf that can serve as an auxiliary table for eating and craft works. The depth of the nightstand enables easy accessibility to the inner parts of the nightstand. The design of the furniture was presented in three versions, which were made from three different wood-based materials: solid wood, veneered particleboard, and plywood.

An inventory of every bed and nightstand component was made to provide the input data for the calculation of the carbon footprint. The bed and nightstand combination with the smallest carbon footprint were the solid wood versions. The solid wood bed produced 10,4 kg CO<sub>2</sub> equivalent (CO<sub>2</sub>e) while the nightstand produced 5,31 kg CO<sub>2</sub>e. The low carbon footprint of solid wood furniture can largely be attributed to the absence of adhesives. Namely, the analysis of emission sources for individual materials revealed the surface treatment and adhesives, despite their minimal share of the overall volume, contribute significantly to the total carbon footprint. Similarly, the metal fasteners contribute a disproportionate share of the CO<sub>2</sub>e emissions.

Reduction of the carbon footprint of furniture products can be achieved by substituting non-renewable materials with wood. The carbon footprint of furniture produced from particleboard and veneered plywood could be reduced by utilizing surface treatments and

adhesives manufactured from renewable sources, which carbon footprint is significantly smaller compared to the resources of synthetic origin. Likewise, replacing metal connectors and fasteners with wooden equivalents would also reduce the carbon footprint of the furniture prototypes.

In this master's thesis, the decomposition of the developed furniture was considered in order to assess the waste management of used furniture. The developed furniture can easily be disassembled at the end of life cycle into individual elements. These elements can be reused in other products at the end of the life cycle or can become biological nutrients in the following life cycles.

## 8 VIRI

Accoya wood. C2C–Centre

<http://www.c2c-centre.com/product/building-materials/accoya-wood> (6. 6. 2012)

Baumann H., Tillman A.M. 2004. The hitch hiker`s guide to LCA: an orientation in life cycle assessment methodology and application. Lund, Sweden: Studentlitteratur, cop. 2004: 543 str.

Bowyer J. 2012. Understanding the carbon cycle and the forest carbon debate. Minneapolis, Dovetail partners inc: 13 str.

Braune A., Kreisig J., Sadlbauer K. 2007. The use of EPDs in building assesment – towards the complete picture. V: Braganca L. (ur.), Pinheiro M. (ur.), Jalali S. (ur.), idr. 2007. Portugal SB07. Sustainable Construction. Materials and Practices. Amsterdam, IOS Press: 299–304

Burmeier GmbH, 2013.

<http://www.stieglmeyer-gruppe.de/en/homecare> (15. 9. 2013)

C2C products. The leading Cradle to Cradle knowledge platform.

<http://www.c2c-centre.com/products> (6. 6. 2013)

C2CN Practices. Welcome to the cradle.

<http://www.c2cn.eu/gph> (6. 6. 2013)

Camara J.J.D., Engler R., Fonseca P. 2010. Analysis and ergonomics of house for elderly people. Periodicum biologotum, 112, 1: 47–50

Carbon cycle, 2013. Pasavvaerk.

<http://mmd3semspring2012.mmd.eal.dk/group7/pa/environment.html> (15. 5. 2013)

Carbon footprint labels. Carbon trust.

<http://www.carbontrust.com/client-services/footprinting/footprint-certification/carbon-reduction-label> (5. 8. 2013)

Chaves L.I. 2008. Design for sustainability: A methodological approach for the introduction of environmental requirements in the furniture sector. Management & Development, 6: 167–171

CIP Eco–inovation, European Commission

<http://ec.europa.eu/environment/eco-innovation/> (11. 11. 2013)

Climate Change (2001) IPCC Third Assessment Report. The Scientific Basis.

[http://www.grida.no/climate/ipcc\\_tar/](http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/) (03. 05. 2010)

Consoli F. (ur.), Allen D. (ur.), Boudstead I. (ur.) 1993. Guidelines for Life–Cycle Assessment: a »Code of Practice«. Report of the Society of Environmental Toxicology and Chemistry workshop, Sesimbra 93. 31.3–3.4.1993

- Čufar K. 2006. Anatomija lesa. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: 185 str.
- Dazkir S.S., Read M.A. 2012. Furniture forms and their influence on our emotional responses toward interior environments. *Environment and behavior*, 44, 5: 722–734
- Ecoinvent 2.0., 2010. Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, Švica
- Ecolabel, 2013. European Commission.  
<http://ec.europa.eu/environment/ecolabel/> (15. 11. 2013)
- Embodied energy, 2013. Greenspec.  
<http://www.greenspec.co.uk/embodied-energy.php> (15. 7. 2013)
- Energystar, 2013. United States Environmental Protection Agency.  
<http://www.energystar.gov/> (20. 11. 2013)
- Eurostat EUROPOP, 2010.  
[http://www.stat.si/novica\\_prikazi.aspx?id=3989](http://www.stat.si/novica_prikazi.aspx?id=3989) (16. 8. 2013)
- Eurostat, 2012. Proportion of population aged 65 and over.  
<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/tgm/graph.do?tab=graph&plugin=1&pcode=tps00028&language=en&toolbox=data> (5.9.2013)
- Evans J.R., Mathur A. 2005. The value of online surveys. *Internet Research*, 15, 2: 195–219
- Falls in Nursing Homes. 2012. Center for disease control and prevention.  
<http://www.cdc.gov/HomeandRecreationalSafety/Falls/nursing.html> (16. 12. 2013)
- Fet A.M., Skaar C., Michelsen O. 2009. Product category rules and environmental product declarations as tools to promote sustainable products: experiences from a case study of furniture production. *Clean Techn Environ Policy*, 11: 201–207
- Finkbeiner M., Inaba A., Tan R., Christiansen K., Kluppel H. 2006. The new international standards for life cycle assessment: ISO 14040 and ISO 14044. *The international Journal of Life Cycle Assessment*, 11, 2: 80–85
- French developments on product..., 2013. French Ministry of Ecology, Sustainable Development, and Energy.  
[http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/presentation\\_generale\\_EN\\_mars2013.pdf](http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/presentation_generale_EN_mars2013.pdf) (18. 12. 2013)
- FSC, 2013. Forest Stewardship Council.  
[http://www.siq.si/ocenjevanje\\_sistemov\\_vodenja/storitve/sledenje\\_lesa\\_in\\_lesnih\\_proizvodov/index.html](http://www.siq.si/ocenjevanje_sistemov_vodenja/storitve/sledenje_lesa_in_lesnih_proizvodov/index.html) (14. 8. 2013)
- Grdiša R. 2010. Priročnik za načrtovanje sodobnih oblik bivanja starih ljudi. Ljubljana, Fakulteta za arhitekturo, katedra za urbanizem: 166 str.

- Hafele, 2013. Häfele GmbH & Co KG  
[http://easylink.hafele.com/is-bin/intershop.static/WFS/HDE-INT-EasyLink\\_HDE-INT-Site/HDE-INT-EasyLink\\_HDE-INT/en\\_EN/pdfcatalog/TCH-FF2013/index.html](http://easylink.hafele.com/is-bin/intershop.static/WFS/HDE-INT-EasyLink_HDE-INT-Site/HDE-INT-EasyLink_HDE-INT/en_EN/pdfcatalog/TCH-FF2013/index.html)  
(12. 6. 2013)
- Hermann Bock GmbH, 2013.  
<http://www.bock.net/startseite.htm> (11. 11. 2013)
- Hopflinger F. 2012. Staranje in generacijske spremembe – novo staranje novih generacij. *Kakovostna starost*, 15, 2; 3–12
- Hrovatin J., Širok K., Jevšnik S., Oblak L., Berginc J. 2012. Adaptability of kitchen furniture for elderly people in terms of safety. *Drvena industrija*, 63, 2: 113–120
- IEA International Ergonomics Association, 2013  
<http://www.iea.cc/whats/index.html> (5. 2. 2013)
- Integrated Product Policy. European Commission.  
<http://ec.europa.eu/environment/ipp/> (10. 6. 2013)
- IPCC 2007. IPCC Guidelines for national greenhouse gas inventories, prepared by the national greenhouse gas inventories programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (ur). Published: IGES, Japan.
- ISO/TS 14067:2013. Greenhouse gases. Carbon footprint of products. Requirements and guidelines for quantification and communication, 52 str.
- IVZ 2006. Poškodbe starejših ljudi zaradi padcev v Sloveniji.  
[http://www.ivz.si/poskodbe\\_in\\_zastrupitve?pi=5&\\_5\\_Filename=1373.pdf&\\_5\\_MediaId=1373&\\_5\\_AutoResize=false&pl=38-5.3](http://www.ivz.si/poskodbe_in_zastrupitve?pi=5&_5_Filename=1373.pdf&_5_MediaId=1373&_5_AutoResize=false&pl=38-5.3) (15. 2. 2013)
- Kerbler B. 2011. Pametni dom za samostojno in kakovostno bivanje starejših ljudi. *AR Arhitektura, raziskave*, 2:15–22
- Kirvesoja H., Vayrynen S., Haikio A. 1999. Three evaluations of task–surface heights in elderly people's homes. *Applied Ergonomics*, 31: 109–119
- Koltun P., Tharumarajah A. 2009. Carbon balance in wood products. V: The 6th Australian Conference on Life Cycle Assessment, 16–19/02/2009, Melbourne, Australia.  
[www.csiro.au](http://www.csiro.au) (20. 04. 2010)
- Kothiya K., Tettey S. 2001. Anthropometry for design for the elderly. *International journal of occupational safety and ergonomics*, 7, 1: 15–34
- Kothiyal K., Tettey S. 1999. Anthropometric data of elderly people in Australia. *Applied Ergonomics*, 31: 329–332
- Kotler P. 1996. Marketing Management – Trženjsko upravljanje. Ljubljana, Slovenska knjiga: 832 str.

- Kutnar A., Tavzes Č. 2011. RIP09 – Multifunkcionalno pohištvo – inovativne produktne enote bivanjskih prostorov prihodnosti (TIA). *Les – Wood*, 63, 5: 238 – 243
- Kuzman M.K. 2012. Lesene konstrukcije v stanovanjski in javni gradnji / Slovenija. V Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: 145 str.
- Kuzman M.K. 2013. Laboratorij za preizkušanje pohištva – pedagoško in raziskovalno delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: 15 str.
- Le Treut, H., R. Somerville, U. Cubasch, Y. Ding, C. Mauritzen, A. Mokssit, T. Peterson and M. Prather. 2007. Historical overview of climate change. V: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (ur.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: 32 str.
- Life cycle Assessment, 2013. The free dictionary.  
<http://encyclopedia.thefreedictionary.com/Life+Cycle+Assessment> (10. 9. 2013)
- Lippke B., Oneil E., Harrison R., Skog K., Gustavsson L., Sathre R. 2011. Life cycle impacts of forest management and wood utilization on carbon mitigation: knowns and unknowns. *Carbon Management*, 2, 3: 303–333
- Lindfors L. G., Christiansen K., Hoffmann L. 1995. Nordic guidelines on life cycle assessment. Report Nord 1995:20. Kobenhavn, Nordic Council of Ministers: 222 str.
- Lipušček I. 2005. Vrednotenje življenjskih ciklov lesnoindustrijskih izdelkov z vidika obremenjevanja okolja. Doktorska disertacija. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: 188 str.
- Ljungberg L.Y. 2007. Materials selection and design for development of sustainable products. *Materials & design*, 28, 2: 466–479
- McDonough W., Braungart M. 1995. Welcome to the cradle.  
<http://www.c2cn.eu/content/project>, (15. 4. 2012)
- Michelsen O., Fet A.M. 2010. Using eco-efficiency in sustainable supply chain management; a case study of furniture production. *Clean techn Environ policy*, 12: 561–570
- Nebel B., Zimmer B., Wegener G. 2006. Life cycle assessment of wood floor coverings. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 11, 3: 172–182
- Neufert E., 2002. Projektiranje v stavbarstvu: osnove, standardi, predpisi za konstrukcije, gradnja, oblikovanje, potrebni prostor, namembnost prostorov, mere zgradb, prostorov in opreme – s človekom kot merilom in ciljem: priročnik za projektante, izvajalce in študente. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 617 str.

- Nyurd A.Q., Bysheim K., Bringsli, Ark T. 2011. Natural Building materials: what are the users' perception of naturalness. V: Proceedings of the 7th meeting of the Nordic–Baltic network in wood material science & engineering (WSE). Oslo, Norway: 102–106
- Oblak L. 2012. Trženje lesnih izdelkov in storitev. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: 175 str.
- Oddelek za ekonomske in socialne zadeve pri Združenih narodih 2011a: Population devison, polulation estimates and projections section. New York.
- Panero J., Zelnik M. 1987. Antropološke mere i enterijer. Beograd, IRO »Građevinska knjiga«: 320 str.
- PAS 2050, 2011. Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services
- PEFC, 2013. Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes.  
<http://www.pefc.si/pefc.html> (20. 8. 2013)
- Perez R., Rivera G., Abuin M., 2001. Ageing in place: Predictors of the residential satisfaction of elderly. Social Indicators Research, 54, 2: 173–208
- Petersen A.K., Solberg B. 2005. Environmental and economic impacts of substitution between wood products and alternative materials: a review of micro–level analyses from Norway and Sweden. Forest Policy and Economics, 7: 249–259
- Perludi, 2013. Great design for small people.  
<http://www.perludi.com/childrens-furniture.html> (20. 6. 2013)
- Pheasant S., Haslegrave C.M., 2006. Bodyspace anthropology, ergonomics and the design of work. Boca Raton, Taylor and Francis Group: 332 str.
- Pinto M.R., Medici S., Sant C., Bianchi A., Zlotnicki A., Napoli C. 1999. Ergonomics, gerontechnology, and design for the home–environment. Applied Ergonomics, 31: 317–322
- Pinto M.R., Medici S.D., Zlotnicki A., Bianchi A., Sant C.V., Napoli C. 1997. Reduced visual acuity in elderly people: the role of ergonomics and gerontechnology. Age and Ageing, 26: 339–344
- Potters G., Van Goethem D., Schutte F. 2010. Promising biofuel resources: lignocellulose and algae. Nature education 3, 9: 14
- PRé Consultants, 2010. Impact assessment methods.  
[http://www.pre.nl/simapro/impact\\_assessment\\_methods.htm#EP97](http://www.pre.nl/simapro/impact_assessment_methods.htm#EP97) (26. 12. 2013)
- Puettmann M.E., Wilson J.B. 2005. Life–cycle analysis of wood products: cradle–to–gate LCI of residential wood building materials. Wood and Fiber Science, 37: 18–29



- Puettmann M.E., Bergman R., Hubbard S., Johnson L., Lippke B., Oneil E., Wagner F.G. 2010. Cradle-to-gate life-cycle inventory of US wood products production: corrim phase I and phase II products. *Wood and Fiber Science*, 42: 15–28
- Raschko B. 1991. *Housing interiors for the disable and elderly*. New York, Van Nostrand Reinhold: 360 str.
- Rashid S., Hussain M., Yusuff R. 2008. Designing homes for the elderly based on the anthropometry of older Malaysians. *Asian Journal Gerontology and Geriatrics*, 3: 75–83
- Rexhepi A. M., Brestovci B., Krasniqi A. 2011. Physical Characteristics at Different Ages. *International Journal of Morphology*, 29, 1:105–111
- Riedl M., Mantovan F., Them Christa. 2013. Being a nursing home resident: A challenge to one's identity. Hindawi Publishing Corporation. *Nursing Research Practice*. 2013: 9 str.
- Rivela B., Hospido A., Moreira T., Feijoo G. 2006. Life cycle inventory of particleboard: a case study in the wood sector. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 11, 2: 106–113
- Rivela B., Moreira T., Feijoo G. 2007. Life cycle inventory of medium density fibreboard. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 12, 3: 143–150
- Roadmap for moving to a low-carbon economy in 2050, European Commission 2010 <http://ec.europa.eu/clima/policies/roadmap/> (11. 11. 2013)
- Rok-Simon M., Nadrag P. 2006. Poškodbe starejših ljudi zaradi padcev v Sloveniji. Ljubljana, Inštitut za varovanje zdravja RS: 20 str.
- Sakuragawa S., Miyazaki Y., Kaneko T., Makita T. 2005. Influence of wook wall panels on physiological and psychological responses. *Journal of Wood Science*, 51: 136–140
- SIST EN 1334:1996. Pohištvo za domačo uporabo Postelje in posteljni vložki Metode merjenja in priporočene tolerance, 1996: 7 str. (Domestic furniture – Beds and mattresses – Methods of measurement and recommended tolerances)
- SIST EN 1725:2001 Pohištvo za domačo uporabo Postelje in posteljni vložki Varnostne zahteve in preskusne metode, 2001: 17 str. (Domestic furniture – Beds and mattresses – Safe requirements and test methods)
- SIST EN 1957:2001 Pohištvo za domačo uporabo Postelje in posteljni vložki Metode določanja funkcionalnih karakteristik, 2001: 11str. (Domestic furniture – Beds and mattresses – Test methods for the determination of functional characteristics)
- SIST EN ISO 14040: 2006 Ravnanje z okoljem – Ocenjevanje življenjskega cikla – Načela in okviri, 2006: 20 str. (Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework)

- SIST EN ISO 14044:2006 Ravnanje z okoljem – Ocenjevanje življenjskega cikla – Zahteve in smernice, 2006: 46 str. (Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines)
- Sklad, 2013. Sklad kmetijskih zemljišč.  
[http://www.s-kzg.si/static/uploaded/htmlarea/objave/fsc\\_20december/Gradivo\\_za\\_medije\\_certifikati\\_FSC\\_-\\_20.12.2011.pdf](http://www.s-kzg.si/static/uploaded/htmlarea/objave/fsc_20december/Gradivo_za_medije_certifikati_FSC_-_20.12.2011.pdf) (18. 12. 2013)
- SURS, 2009. Prebivalstvo Slovenije danes in jutri 2008–2060  
<https://www.stat.si/doc/pub/prebivalstvo2009.pdf> (11.4.2013)
- SURS, 2011. Javni socialnovarstveni zavodi, Slovenija, 2011 – končni podatki  
[http://www.stat.si/novica\\_prikazi.aspx?id=4990](http://www.stat.si/novica_prikazi.aspx?id=4990) (10. 4. 2013)
- Šijanec Z. M. 2010. Trajnostna gradnja s podporo energijskih in okoljskih kazalnikov. V: Energetska učinkovitost v arhitekturi in gradbeništvu. Maribor, Univerza v Mariboru, Fakulteta za gradbeništvo: str. 61–70
- Tavzes Č., Kutnar A. 2012. Koncept "kaskade" ali "spirale" uporabe lesa. V: Kitek Kuzman M. 2012. Lesene konstrukcije v stanovanjski in javni gradnji: Slovenija Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 38 str.
- Thoma, 2013. Holz100.  
<http://www.thoma.at/> (15. 6. 2013)
- Torelli N. 2004. Sekvestracija ogljika v gozdu in lesnih proizvodih. Les za izdelke ali kurjavo : mednarodni posvet. Ljubljana: str. 4–5
- UNDESA 2011. World Population Prospects: The 2010 Revision.  
[esa.un.org/unpd/wpp/Documentation/publications.htm](http://esa.un.org/unpd/wpp/Documentation/publications.htm) (15. 3. 2013)
- Uredba o zelenem javnem naročanju 2011. Ur.l. RS, št. 102/2011, Spr.: Ur.l. RS, št. 18/2012, 24/2012, 64/2012, 2/2013.
- ZPS, 2013. Zveza potrošnikov Slovenije.  
<http://www.zps.si/okolje/varovanje-okolja/eu-eko-marjetica-v-sloveniji-1-2012.html?Itemid=322> (10. 12. 2013)
- Wang Q., Yang A., 2012. The furniture design strategies based on elderly body size. Soft computing in information communication technology, AISC, 158: 501–509
- Ward S. 2012. What to measure? Review of measurements in anthropometric studies of elderly populations. Ergonomics Australia, 10: 1–5
- Wegge K. P. in Zimmermann D. 2007. Accessibility, usability, safety, ergonomics: concepts, models, and differences. V:  
[http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-73279-2\\_33](http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-73279-2_33) (5. 12. 2012)

Werner F., Richter K. 2007. Wood building products in comparative LCA. A literature review. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 12, 7: 470–479

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA

Tomaž KUŠAR

**RAZVOJ IN OCENA ŽIVLJENJSKEGA CIKLA  
POHIŠTVA ZA STAROSTNIKE**

MAGISTRSKO DELO

Ljubljana, 2014

## **ZAHVALA**

Zahvaljujem se vsem, ki so mi pomagali me vzpodbujali in sodelovali na poti, ki je pripeljala do končne oblike te magistrske naloge.

Hvala mentorici doc. dr. Manji Kitek KUZMAN, za pomoč, vodenje in podporo. S svojim znanjem in izkušnjami ste veliko pripomogli k celovitosti magistrske naloge.

Hvala somentorici doc. dr. Andreji KUTNAR, za pomoč, vzpodbudo, konstruktivne pripombe in podporo. Tako ste veliko pripomogli k nastanku tega dela.

Hvala predsedniku komisije prof. dr. Leonu OBLAKU in članici komisije doc. dr. Vesni ŽEGARAC LESKOVAR za njun temeljit pregled in oceno magistrske naloge.

Hvala mojim najbližjim, družini in še posebej ženi Aniti za vso ljubezen, vzpodbudo, pomoč in razumevanje. Brez tebe bi bilo vse veliko težje. Rad te imam.