

EAKR-hanke
Teolliset symbioosit materiaalikehitys ja Malli-Y analyysi
Pohjois-Savo



Raportti

Elinkaariklinikka: Suomen Perinnehirsi Ky – Hirsitalokehikko.

Yrityksen nimi

Suomen Suomen Perinnehirsi Ky

Arvioinnin suorittajat

Jaakko Karvonen, Anne Holma

Elinkaariklinikan päivämäärä

19.11.2018



S Y K E



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Elinkeino-, liikenne- ja
ympäristökeskus



NAVITAS
YRITYSPALVELUT



SAVONIA
AMMATTIKORKEAKOULU

1 Johdanto

Tämän yksinkertaistetun elinkaariarvioinnin (elinkaariklinikan) suorittivat Suomen ympäristökeskus (SYKE) ja Suomen Perinnehirsi Ky (tästä eteenpäin myös Yritys). Arviointi on osa hanketta ”Teolliset symbioosit materiaalikehitys ja Malli-Y analyysi Pohjois-Savo (2017–2019)”. Hankkeen rahoittajia ovat Euroopan aluekehitysrahasto (EAKR), jonka rahoittavana kansallisena viranomaisena Etelä-Savon elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus, kuntarahoitus (Kuopio, Iisalmi, Varkaus ja Suonenjoki) sekä hankkeen toteuttajat: Navitas Kehitys Oy, Iisalmen teollisuuskylä Oy, Savonia-Ammattikorkeakoulu Oy ja SYKE.

Suomen Perinnehirsi Ky on vuonna 1983 perustettu hirsirakennusyritys. Yrityksen veistämö sijaitsee Maaningan Tavinsalmella, ja markkina-alueena on koko Suomi. Hirsitöitä tehdään tilausten mukaan uusien hirsirakennusten rakentamista vanhojen hirsirakennusten kunnostukseen ja siirtämiseen. Päätuotteet ovat hirsirakennukset ja -kehikot joita yritys valmistaa veistämöhallissa säältä suojattuna. Kehikkojen kokoamista ja hirsien käsittelyä varten yrityksellä on kaksi trukkia ja nosturiauto. Hirret kuivataan hallin lähellä ulkona muovikatteisten kehikoiden alla. Tukkien tuonti veistämölle ja veistettyjen hirsien vienti rakennuskohteelle toimitetaan ulkoistettuna palveluna isommilla puutavara- tai rekka-autoilla.

Yhtiö investoi piakkoin uuteen sähkötoimiseen vannesahaan, ja korvaa sillä sirkkelisahan. Tämä vähentää polttoaineen kulutusta, sillä nykyinen sirkkelisaha on traktorivetoinen. Myös hirren muu manuaalisesti tehtävä työstömäärä vähenee uuden sahan myötä. Vannesahan kapeampi terä vähentänee lisäksi syntyvän purun määrää.

Lisätietoja Suomen Perinnehirsi Ky:stä osoitteesta <https://www.perinnehirsi.fi/index.shtml>.

Arvioinnin kohde oli hirsikehikon rakentamisen aiheuttama hiilijalanjälki. Suomen ympäristökeskuksen tutkijat Jaakko Karvonen ja Anne Holma olivat vastuussa arvioinnin toteuttamisesta. Suomen Perinnehirsi Ky puolesta arviointiin osallistui yrittäjä Mikko Vartiainen.

2 Arviointi

Elinkaariklinikan tavoitteena oli arvioida hirsikehikon valmistamisessa syntyviä ilmastovaikutuksia yksinkertaistetun elinkaariarvioinnin (streamlined LCA) kautta. Selvityksessä laskettiin hirsikehikon valmistamisen ja asiakkaalle toimittamisen (sis. puiden hakkuu ja kuljetus veistämölle, sahaus, kehikon käsittely ja pystytys ja tarvittavat kuljetukset) kasvihuonekaasupäästöt. Kuivauskatteena käytetyt muovit, koneiden jäteöljyt ja sahauksen ja työstämisen sahanpurut huomioitiin jäte-/sivuvirtoina.

Arvioinnin *toiminnalliseksi yksiköksi* määritettiin **400 juoksumetrin (j-m) pelkkahirsikehikko** mikä tarkoittaa noin 37,5 kuutiota tukkipuuta. Hirsiseinän neliökohtaisia ilmastovaikutuksia vertailtiin vastaavan kokosiin **betonisiin sandwich elementteihin**¹ sekä **liima- ja kertopuuelementteihin**².

Elinkaariklinikan aikana käytiin prosessin materiaalitietoja läpi ja arviointi suoritettiin näiden lähtötietojen (taulukot 1-3) avulla.

¹ https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/58408/Koski-Lammi_Tuomas.pdf?sequence=1. Vierailtu 1.12.2018.

² <http://www.clt.info/wp-content/uploads/2013/06/12.02.27-Ecological-balance-sheet-CLT-EN.pdf>. Vierailtu 1.12.2018.

Taulukko 1. Hirsikehikon valmistamiseen käytetyt materiaalit ja muut resurssit. Kuivuessaan puun tilavuuden on oletettu kutistuvan noin 4 %.

Resurssi	Määrä ja yksikkö	Alkuperä	Kuljetus	Huomiot
			Rekka, täysperävaunu-yhdistelmä ³	
Mäntytukki	37,5 m ³ n. 33,8 tonnia	keskimäärin 100 km etäisyydeltä	33,8 t * 100 km	Määrää arvioitu lähdettä ⁴ hyödyntäen. Tuoreiheys 900 kg / m ³
Hirsi, 230 mm paksua	23,4 m ³ , n. 10,5 tonnia 400 juoksumetriä 0,230 m ³ / seinä-m ²	-	10,5 t * 50 km	Hirren saannoksi oletettu 65 % kuivasta tukista Tiheys 450 kg / m ³
Dieselpolttoaine	28 l	-	-	Trukeissa 10 l, nosturiautossa hirsien nostelu 10 l ja ajo 8 l. Ajon päästö 15 t rekalla ³ , trukit ja nostelu työkoneina ⁵
PE-katemuovi	200 m ²	Teerijärvi	246 km * 28 kg	8 m x 25 m aumamuovia ⁶
Muut Resurssit				
Sähkö	587,5 kWh	-	-	Yhden kuukauden kulutus. Ei vihreää sertifikaattia Sisältää myös tulevan sahan 187,5 kWh

³ VTT:n lipasto tietokannan mukaan, <http://lipasto.vtt.fi/>. Viitattu 22.1.2018.

⁴ Tarvearvio Meton taulukko 31 cm latvaläpimitalla 400 metrille. http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/1998/01/Puutavarapolkkyjen_mittaus_opas.pdf, taulukko 6. Viitattu 26.11.2018.

⁵ http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/muut/tyokoneet/tyokoneet_litra.htm. Viitattu 15.8.2018.

⁶ <https://www.lantmannenagro.fi/tuotteet/sadonkasittelytarvikkeet/muovit/aumakalvo-10008000x015-25m-28kg-valkoinenmusta/>. Viitattu 2.12.2018.

Taulukko 2. 400 j-m hirsikehikon rakentamisessa syntyvät jäte- ja sivuvirrat.

Sivu- ja jätevirrat	Määrä	Kuljetus, massa * km	Kohde	Huomiot
Sahatavara	3,6 m ³ tai 1,6 tonnia	-	-	Sahatavarasaanto 10 % kuivasta tukista. Ei huomioitu laskennoissa
Puru	9 m ³ tai 3,6 tonnia	3,6 t * 123 km	Riikinvoiman ekovoimalaitos	Oletettu kuivana, Kuormattu tilavuus n. 14,5 m ³ , 450 kg / kiinto-m ³
Jäteöljyjä	5 l	4,175 kg * 390	Öljyn keräyksen kautta uudistukseen ja/tai energiaksi	Mallinnettu vaarallisen jätteen polttona
Muovijäte muovikatteesta	28 kg	28 kg * 123 km	Riikinvoimalle polttoon	Tilastokeskuksen Päästökerroin ⁷

Taulukko 3. Betoni- kertopuu- ja liimapuu-seinien materiaalit.

Vaihtoehtoiset seinämateriaalit	Materiaali	Määrä per m ² Seinärakennetta,		Huomioita
Betoniseinä, 310 mm paksu Kantava sandwich¹	Betoni	0,21 m ³ /seinä m ²		150 mm ja 60 mm sisä- ja ulkokuoret Harjateräksen tilavuus vähennetty
	Mineraalivillaeriste	0,1 m ³ /seinä m ²		100 mm paksu ⁸
	Harjateräs ⁹	5,27 kg / m ² ,		13,33 j-m / m ² seinää, 0,395 kg / j-m.
Kertopuu eli CLT	Sahapuutavara	0,23 m ³ / seinä m ² , 103,5 kg / m ²		CLT:lle Stora Enson LCA-analyysi ² , tiheys 450 kg / m ³ ..
Liimapuu		0,23 m ³ / seinä m ²		Päästöt ecoinvent-tietokannan mukaan

⁷ Muovijätteet, päästökerroin 1,8525 kgCO₂ / kg muovia. <http://www.tilastokeskus.fi/polttoaineluokitus>

⁸ https://www.paroc.com/spps/documentation/FI_Environment_Declaration_fi.pdf

⁹ <https://www.k-rauta.fi/rautakauppa/harjater%C3%A4s-b500b-x-8mm-6m-0-395kg-m-420kpl-np>

Rajaukset

Tarkastelu toteutettiin kannolta kokoon rajauksella, eli alkaen tukkipuun hakkuusta ja tuonnista työstöpaikalle Tavinsalmelle, jatkuen hirsien työstönä kehittöön sopivaksi ja päättyen kehikon kuljetukseen ja kokoamiseen rakennuspaikalla. Puutavaran hankinnan ja sahauksen päästöt allokoitiin hirrelle vaikka hirren sahauksessa syntyy myös sahatavaraa ja purua. Sahatavaraa ei huomioitu tässä arvioissa, mutta puru kuljetetaan voimalaitokselle energiakäyttöön. Päästökompensaatiomallinnuksia ei tehty.

Käytetyn sähkön määrä arvioitiin uuden sahan tehon mukaan. Vertailua vanhaan sahaan ei tehty. Vannesahan kapean terän vaikutusta purumäärään ei kuitenkaan arvioitu.

Betonisten sekä liima- ja kertopuuelementeistä rakennettujen seinien ilmastovaikutusten arvioinnissa oletettiin hirsi-, kertopuu- ja CLT-seinän olevan 23 cm paksuja. Betoniseinän arvioinnissa käytettiin 31 cm paksua ulko- ja/tai kantavan sandwich-seinän paksuutta, joten betoniseinän tilavuus seinäneliömetrillä on 1,35-kertainen hirteen ja CLT:hen verrattuna.

Laskenta

Arvioitava prosessi mallinnettiin openLCA-ohjelmistolla (GreenDelta, versio 1.7.0, ympäristövaikutusten arviointimenetelmänä oli ReCiPe-keskipistemallinnus). Arvioinnissa käytettiin yritykseltä saatuja materiaali- ja muita tuotantotietoja (taulukot 1- 3) sekä elinkaari-inventaariotietoja (life cycle inventory LCI) Ecoinventin¹⁰ (versio 3.4) tietokannoista. Myös Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:n tuottaman tie- ja meriliikenteen pakokaasupäästöjen ja energiankulutuksen laskentajärjestelmä LIPASTO³ tietoja käytettiin apuna kuljetusten mallinnuksessa. Muut arvioinnin tukena käytetyt tietolähteet on mainittu erikseen raportin alaviitteissä tai taulukoissa.

Yksinkertaistetun LCA-arvioinnin myötä tarkastelussa keskityttiin ilmastovaikutuksiin. Tulokset on esitetty hiilidioksidi-ekvivalenteina (CO₂-ekv.) eli kaikkien ilmastomuutokseen vaikuttavien kasvihuonekaasupäästöjen (esim. hiilidioksidi, metaani, dityppimonoksidi) yhteismitallistettuna summana. Kullakin kasvihuonekaasulla on oma lämmityspotentiaalikerroin (global warming potential eli GWP-kerroin), joka huomioi kaasujen viipymääjat ilmakehässä sekä kaasujen lämpösäteilyn läpäisyominaisuudet ilmakehässä. Kasvihuonekaasun määrä suhteutetaan hiilidioksidin lämmitysvaikutukseen tietyllä ajanjaksolla (yleensä 100 vuotta). Esimerkiksi metaanin GWP-kerroin sadan vuoden ajalta kumulatiivisesti laskettuna on 28, eli metaanin lämmitysvaikutus on 28-kertainen hiilidioksidiin verrattuna¹¹.

3 Ilmastovaikutukset

Arvioinnin tulokset on esitetty kuvissa 2 – 4 alkaen kokonaisuudesta ja jatkuen tarkempaan tarkasteluun vaikutusten suuruusjärjestyksessä. Kuvassa 5 verrataan hirsi-, liimapuu-, kertopuu-, ja betoniseinän kasvihuonekaasupäästöjä.

400 juoksumetrin hirsikehikon valmistaminen ja kokoaminen aiheuttaa 921 kg CO₂-ekv. ilmastovaikutukset, ja vastaa siten noin 4559 km henkilöautolla ajoa¹². Vaikutuksista 59 % aiheutuu hirsipuun hakkuusta ja puutavaran kuljetuksista verstaalle. Verstaalla työstöön kuluu sähköä ja dieseliä, mitkä aiheuttavat 10,9 % ja 3,6 % ilmastovaikutuksista. Muovisen katepiteen valmistus aiheuttaa 9,2 % ilmastovaikutuksista, ja sen vienti polttoon ja poltto jätteenpolttolaitoksella 5,7 % ilmastovaikutuksista.

¹⁰ <https://www.ecoinvent.org/>

¹¹ Myhre, G. ym. 2013. Anthropogenic and Natural Radiative Forcing. Julk.: Stocker, T.F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M., Allen, S.K., Boschung, J., Nauels, A, Xia, Y, Bex, V. & Midgley, P.M. (eds). Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Cambridge University Press. S. 659-740. <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>, viitattu 9.2.2018.

¹² Henkilöauton aiheuttamat päästöt keskimäärin 209,9 g CO₂ ekv./km, ajossa syntyvien päästöjen lisäksi myös polttoaineen ja auton valmistus on huomioitu (tarkempi laskelma saatavilla pyynnöstä).

Kehikon kuljetus ja kokoaminen aiheuttaa 8 %, purujen kuljettaminen 2,9 % ja muovin ja jätteöljyn käsittely noin 1,3 % kaikista ilmastovaikutuksista. Hirsien työstön päästöt on allokoitu pelkästään hirsille. Sahatavaran kuljetuksia ei huomioitu.

Contribution	Process	Amount	Unit
100.00%	Hirsikehikko, 400 j-m, kannolta kootuksi	920.87294	kg CO2 eq
82.20%	Hirsi, sis. tukki ja työstö - alloc. hirsi 100%	756.96782	kg CO2 eq
59.01%	Raakapuutavara	543.42238	kg CO2 eq
10.46%	Electricity production, Finland	96.34995	kg CO2 eq
09.24%	packaging film production, low density polyethylene packaging film, low density polyethylene Cutoff, U - RER	85.08705	kg CO2 eq
03.49%	Dieselin kulutus työkoneissa	32.10843	kg CO2 eq
08.00%	Kehikon kuljetus ja kokoaminen	73.70364	kg CO2 eq
05.65%	Muovijätteen kuljetus ja poltto	51.98662	kg CO2 eq
05.63%	Muovin poltto	51.87000	kg CO2 eq
00.01%	Transport, full trailer, 76 t, 70% load (EURO5), FI	0.11662	kg CO2 eq
02.86%	purun kuljetus	26.30806	kg CO2 eq
01.29%	market for waste mineral oil, alloc. default, S - GLO	11.90681	kg CO2 eq

Kuva 1. 400 juoksumetriä hirsikehikkoa valmistamisen ilmastovaikutukset kannolta kokoon sisältäen jätteet. Arvioitu tukkimäärä on noin 37,5 kiintokuutiota. Työstön vaikutukset on allokoitu kokonaan hirrelle, eikä sahatavaraa ja purua ole huomioitu muutoin kuin purun poiskuljettamisen osalta.

Puun hankinta, sahaus ja kuivaus (katemuovin valmistus) 400 juoksumetriksi hirttä aiheuttavat yhteensä 757 CO₂-ekv. ilmastovaikutukset. Näistä puutavaranhankinta aiheuttaa 71,8 %, sähkön kulutus 12,7 % kuivauskatemuovin valmistus 11,2 % ja dieselveomaisten trukkien käyttö noin 4,2 % ilmastopäästöistä (kuva 2).

Contribution	Process	Amount	Unit
100.00%	Hirsi, 400 j-m, sis. tukki ja työstö - alloc. hirsi 100%	756.96782	kg CO2 eq
71.79%	Raakapuutavara	543.42238	kg CO2 eq
12.73%	Electricity production, Finland	96.34995	kg CO2 eq
11.24%	packaging film production, low density polyethylene packaging film, low density polyethylene Cutoff, U - RER	85.08705	kg CO2 eq
04.24%	Dieselin kulutus työkoneissa	32.10843	kg CO2 eq

Kuva 2. Puunhankinnan, sahaus, kuivauskatemuovin valmistamisen ja työkoneiden aiheuttamat kasvihuonekaasut 400 juoksumetriä hirttä kohti. Käytetty tukkimäärä on noin 37,5 kiintokuutiometriä.

Puunhankinnan päästöistä 77,8 % syntyy puun hakkuusta ja siihen liittyvistä metsätöistä (sis. mm. hakkuu- ja ajokoneen käytön, manuaalisahauksen sekä metsänuudistamisen (kuva 3). Puutavaran kaukokuljetuksesta hakkuulta veistämölle aiheutuu 22,2 % kasvihuonekaasupäästöistä, kun puutavara kuljetetaan keskimäärin 100 km etäisyydeltä.

Contribution	Process	Amount	Unit
100.00%	Raakapuutavara	14.48239	kg CO2 eq
77.79%	softwood forestry, pine, sustainable forest management sawlog and veneer log, softwood, measured as solid wood under bark Cutoff, U - SE	11.26547	kg CO2 eq
39.27%	harvesting, forestry harvester harvesting, forestry harvester Cutoff, U - RER	5.68723	kg CO2 eq
15.63%	forwarding, forwarder forwarding, forwarder Cutoff, U - RER	2.26320	kg CO2 eq
10.10%	market for diesel, burned in building machine diesel, burned in building machine Cutoff, U - GLO	1.46231	kg CO2 eq
05.47%	power sawing, without catalytic converter power sawing, without catalytic converter Cutoff, U - RER	0.79291	kg CO2 eq
03.01%	tree seedling production, in heated greenhouse tree seedling, for planting Cutoff, U - RER	0.43522	kg CO2 eq
02.59%	tree seedling production, in unheated greenhouse tree seedling, for planting Cutoff, U - RER	0.37453	kg CO2 eq
01.22%	market for gravel, crushed gravel, crushed Cutoff, U - RoW	0.17696	kg CO2 eq
00.50%	skidding, skidder skidding, skidder Cutoff, U - RER	0.07311	kg CO2 eq
22.21%	Transport, full trailer, 76 t, 70% load (EURO5), FI	3.21692	kg CO2 eq

Kuva 3. Puutavaran hankinnan jakautuminen hakkuun ja puutavarakuljetuksen välillä. Puumäärä 37,5 kiintokuutiometriä, etäisyys 100 km.

4 Seinärakennevertilu

Hirteen verrattuna betoniseinä on ilmastovaikutuksiltaan lähes kahdeksan-, liimapuu noin 7- ja kertopuu seinä (CLT) 5,4-kertainen (kuva 4). Liimapuun ja CLT:n keskinäistä eroa selittänee osaltaan tuotantotekniikka, mutta myös eri tietokannat: CLT:n luku perustuu erään sitä valmistavan yrityksen teettämään standardoituun LCA-arvioon² ja liimapuun tulos on Ecoinventin tietokannasta laskettu. Eroa hirteen verrattuna selittänee ainakin se, että CLT:n ja liimapuun sahauskassa tulee enemmän hukkaa, ja että ne kuivataan kuivaamoissa. Betoniseinän osalta epävarmuus kohdistuu siihen, että seinän paksuus on ulkoseinän mitoilla, mutta sisäseinissä se voisi olla ohuempi. Teräs aiheuttaa painoonsa nähden merkittävät päästöt betonirakenteessa, mikä lisääne ilmastovaikutusten vaihtelua erilaisten betonirakenteiden välillä.

Contribution	Process	Amount	Unit
100.00%	Seinävaihtoehtojen vertailu	156.73389	kg CO2 eq
37.38%	Betoniseinä,mineraalivillalla eristetty, [150/100/60 mm]	58.58896	kg CO2 eq
27.52%	unreinforced concrete production, with cement CEM II/A concrete, normal Cutoff, S - RoW	43.13731	kg CO2 eq
08.08%	reinforcing steel production reinforcing steel Cutoff, U - RER	12.66509	kg CO2 eq
01.78%	Vuorivilla, kg [Paroc EPD-mukaan]	2.78656	kg CO2 eq
32.12%	glued laminated timber production, for outdoor use glued laminated timber, for outdoor use Cutoff, U - RER	50.34421	kg CO2 eq
25.75%	CLT-seinäelementti	40.36500	kg CO2 eq
04.74%	Hirsi, sis. tukki ja työstö - alloc. hirsi 100%	7.43573	kg CO2 eq

Kuva 4. Betoni-, liimapuu-, CLT- ja hirsiseinän ilmastovaikutukset yhtä seinäneliometriä kohden.

5 Hiilensidonta

Tutkijat ympäri maailmaa pyrkivät paraikaa ratkomaan kysymyksiä siitä, miten uusiutuvien materiaalien käyttöä pitäisi arvioida puutuotteiden ilmastovaikutusten kannalta verrattaessa niitä uusiutumattomiin vaihtoehtoihin. Tällöin puhutaan korvautuvuus-, eli substituutiokertoimista, joilla pyritään kuvaamaan sitä, kuinka paljon hiilidioksidipäästöjä voidaan korvata käyttämällä puuta, kun huomioidaan koko tuotteen elinkaari. Näiden kertoimien laskentaan liittyy paljon epävarmuuksia ja oletuksia, ja lähteiden välillä on suuria eroja, eikä standardinomaista laskentatapaa ole saatu sovittua¹³. Voidaan kuitenkin sanoa, että rakennuksissa puunkäytön positiivinen vaikutus on suurin, sillä puun sisältämä hiili on varastoitunut puurakenteeseen pitkäksi ajaksi, hirsirakennuksessa ainakin sadaksi vuodeksi, ja sinä aikana metsä ehtii helposti uudistua.

Suoraan laskettuna hiiltä puussa on noin puolet sen kuivapainosta eli noin 225 kg / m³ kuivaa puuta. Näin laskettuna neliometriin täyspuista 23 cm paksua seinää sitoutuu noin 56 kg hiiltä. Arvioituun 400 juoksumetriseen kehikkoon on varastoitunut 65 % hirsisaanto-olettamalla 5,3 tonnia hiiltä. Lisäksi saadussa sahatavarassa on noin 0,8 tonnia hiiltä. Sahanpurun ei katsota olevan mainittava hiilivarasto, sillä purusta hiili vapautuu pääsääntöisesti muutamassa vuodessa.

CLT- ja liimapuuseinät valmistetaan sahatavarasta, ja niihin sitoutuu samalla tavalla hiiltä kuin hirsiseinään. Kuitenkin, tukkisahaussessa sahatavaran saanto vaihtelee 50 % molemmin puolin¹⁴, eli purua syntyy hirsisahaukseen verrattuna noin kaksinkertainen määrä. Näin niin sanottujen teknisten puurakennusrakenteiden valmistamisessa pitkäikäisiin, kymmeniä tai satoja vuosia säilyviin tuotteisiin varastoituu käytettyyn puuhun nähden vähemmän hiiltä kuin hirsirakentamisessa.

¹³ Leskinen, P., Guiseppi, C., González-García, S. ym. 2018. Substitution effects of wood-based products in climate change mitigation. https://www.efi.int/sites/default/files/files/publication-bank/2018/efi_fstp_7_2018.pdf. Vierailtu 15.1.2019.

¹⁴ http://www.metsatieteellinenseura.fi/files/teklubi/Metsatieteen_Paiva_04112009/korpunen_heikki_puun_arvoketjujen_laskenta.pdf. Vierailtu 16.1.2019

6 Yhteenveto tuloksista ja toimenpide-ehdotukset

Puuta pidetään yleisesti ilmastoa ajatellen erittäin hyvänä, kenties parhaana rakennusmateriaalina. Etenkin puun kyky varastoida hiiltä on nähty tärkeäksi ilmastomuutoksen hillinnän vuoksi, mutta muun muassa puun uusiutuvuus, kierrätettävyys ja helppous loppukäytössä ovat myös puun etuja. Arvioituun hirsikehikkoon varastoituu noin 5,3 tonnia hiiltä, joka vastaa hiilidioksidiksi muutettuna noin 19,5 tonnia, mikä vastaa laskentatavasta riippuen¹⁵ yhdestä kahteen suomalaisen keskimääräistä vuotuista ilmastovaikutusta.

Aiempien tulosten tavoin tässä analyysissä suoritettussa vertailussa hirsi on ilmastopäästöiltään selkeästi betonia ja liima- tai kertopuuta (CLT) parempi ratkaisu, vaikka hiilivarastovaikutusta ei otettukaan tässä vertailussa huomioon. CLT:n ja liimapuun osalta ilmastovaikutuksia lisää todennäköisesti suurempi sivuvirta ja puutavaran kuivaus, mutta myös eri lähteiden välinen vertailu aiheuttaa epävarmuutta. Puurakentamisen ilmastolliset edut rakentamisessa on todettu myös monissa muissa tutkimuksissa ja selvityksissä^{esim. 16, 17, 18}. Myös niiden tuloksissa on merkittävää hajontaa tutkimusten välillä, mutta puurakentaminen näyttäytyy niissäkin ilmastollisesti parhaana ratkaisuna. Betoniteollisuus on toki ottanut askelia päästöjensä vähentämiseksi. Esimerkiksi vihreä betoni – tuotteella¹⁹ on mahdollista saavuttaa merkittäviä päästövähennyksiä betonirakentamisessa.

Hirsirakentamisen päästöjä aiheutuu eniten puunhankinnasta. Tämän tarkastelun mukaan 13,6 % kokonaispäästöistä liittyy puun kuljetukseen metsästä veistämölle. Näin ollen puunhankinnan varmistaminen lähimetsistä on hyödyllistä ilmastoa ajatellen. Lyhyempi kuljetusmatka tarkoittaa myös vähäisempiä kuluja. Hakkuuseen ja sahaukseen on todennäköisesti vaikeampaa vaikuttaa, mutta myös uuden sahan myötä vähenevä purumäärä vähentää purun kuljetustarvetta polttolaitokselle. On huomattava, että tässä tarkastelussa puutavaran hankinnan ja sahauksen päästöt kohdistettiin täysmääräisinä hirsille. Päästöjä voisi myös kohdistaa osaltaan sahatavaralle ja purulle, mikä vähentäisi hirsien osuutta päästöistä.

Suojamuovista aiheutuu 14,9 % ilmastopäästöistä kun huomioidaan sen valmistamien ja käsittely polttojätteenä. Jos suojamuovia voi käyttää useampaan kertaan, vähenevät muovin vaikutukset päästöihin rakennettua kehikkoa kohden merkittävästi. Lisäksi aumamuovin pitäisi olla PE-pohjaisena muovina kierrätettävissä. Sen saattaminen polton sijaan kierrätykseen vähentäisi muovijätteen ilmastovaikutuksen noin kolmasosaan²⁰, mutta kierrätettävyys tulee varmistaa pakkausselosteesta. Muovi maksaa noin 100 € / 200 m², joten kertaalleen uudelleen käyttö tuo välittömästi 50 € säästön (jaettaessa kulu kahdelle kehikolle).

Sähkön kulutus aiheuttaa noin 10,5 % kaikista ilmastovaikutuksista. Yrityksen käyttämä sähkö ei ole uusiutuvaksi sertifioitua. Siten vihreän sähkön ostaminen on mahdollisuus vähentää kasvihuonekaasupäästöjä, koska uusiutuvaa sähköä pidetään laskennallisesti päästöttömänä²¹, kun keskimääräinen päästökerroin Suomen sähköverkossa on sen sijaan 164 g CO₂-ekv. / kWh²². Sähkön

¹⁵ Sironen S., Mäenpää I., Myllyviita T., Leskinen P., Seppälä J. (2015) (sivulta 55). Pohjois-Karjalan materiaalivirrat ja resurssitehokkuus. Pohjois-Karjalan materiaalivirrat ja resurssitehokkuus -hankkeen loppuraportti. [Suomen ympäristökeskuksen raportteja 30/2015](#).

¹⁶ Buchanan ja Levine, 1999. Wood-based building materials and atmospheric carbon emissions. *Env. Sci&Pol* 2:6, 1999 pp. 427-437. [https://doi.org/10.1016/S1462-9011\(99\)00038-6](https://doi.org/10.1016/S1462-9011(99)00038-6)

¹⁷ Hildebrandt, J., Hagermann, N., ja Thrän, D. 2017. The contribution of wood-based construction materials for leveraging a low carbon building sector in Europe. *Sustainable Cities and Society* Vol. 34, 2017, pp 405-418 <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.06.013>.

¹⁸ <https://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/info/rakennusten-ilmastovaikutusten-vertailu/rakennusmateriaalienilmastovertilu2014-10-20.pdf>. Vierailtu 1.12.2018

¹⁹ <http://www.rudus.fi/tuotteet/betoni/vihrea-betoni/5798/vihrea-betoni>. Vierailtu 1.12.2018.

²⁰ Vertailu käytetyn polton päästökertoimen ja ecoinventin PE-muovin kierrätystietokannan välillä. Oletuksena se, että muovilaatu on oikeasti kierrätyskelpoinen.

²¹ Vihreän sähkö ei todellisuudessa ole täysin päästötöntä. Ks. esim. Raadal et al.2011. Life cycle greenhouse gas (GHG) emissions from the generation of wind and hydro power. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15:7 pp. 3417 – 3422) <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.05.001>

²² https://www.motiva.fi/ratkaisut/energiankaytto_suomessa/co2-laskentaohje_energiankulutuksen_hiilidioksidipaastojen_laskentaan/co2-paastokertoimet

hintavertailusta²³ löydetty halvimmat sopimukset 7020 kWh vuosikulutuksella olivat uusiutuvalle sähkölle 315 €, ja yleissähkölle 380 €. Yleissähkön hinta, 4,39 snt/kWh, on hieman edullisempi kuin uusiutuvan 4,49 snt/kWh, mutta kuukausimaksut aiheuttavat sen, että uusiutuvan sähkön sopimus on Yrityksen nykyisellä käyttömäärällä halvempi. Näin ollen yritys voi säästää 65 € vuodessa ja vähentää samalla ilmastopäästöjään. Yrityshinta voi tuki erota kuluttajahinnasta, ja markkinamuutokset ja tarjoushinnat vaikuttava sähkön hintoihin merkittävästi

²³ Vertailussa sahkovertailu.fi ja sahkonhinta.fi hinnat, 7020 kWh vuosikulutuksella Vertailu toteutettu 5.12.2018.

Huomio! Arvioinnin tulokset perustuvat yrityksen toimittamiin inventaariotietoihin arvioitavasta prosessista. Raportti on tarkoitettu käytettäväksi tutkimus- ja tuotekehitystehtäviin ja yrityksen päätöksenteon tueksi. Raporttia ei saa käyttää markkinointitarkoituksiin tai suoraan kommunikointiin kuluttajien kanssa, sillä näitä tarkoituksia varten tulee tehdä ISO-standardin mukainen, yksityiskohtaisempi elinkaariarviointi.



S Y K E



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Elinkeino-, liikenne- ja
ympäristökeskus



NAVITAS
YRITYSPALVELUT



Iisalmen
TEOLLISUUSKYLÄ Oy



SAVONIA
AMMATTIKORKEAKOULU