



Lähellä valmistetun ja maahan tuodun eristyslasin hiilijalanjälkivertailu

Suomen Tasolasiyhdistys ry

Heli Kumpulainen, LCA Consulting Oy
5.8.2021

Sisällys

Sisältö	Sivu
Tausta	
Työn sisältö	4
Soveltamisalan määrittely	
Menetelmä	6
Tarkastettava tuote	7
Järjestelmärajaukset	8
Vaikutusarviointi	9
Skenaariot	10-11
Inventaarioanalyysi	12-17
Tulokset	18-23
Tulosten tulkinta	24
Lähteet	25

Tausta

Työn sisältö

- Selvityksessä tarkastellaan eristyslasin valmistusmaan ja kuljetusmatkan muutosten vaikutuksia Suomessa ikkunarakenteena käytettävän eristyslasin hiilijalanjälkeen eli ilmastonlämpenemisvaikutukseen.
- Tavoitteena on selvittää mahdolliset eroavaisuudet Suomessa valmistetun ja muualta Euroopasta maahan tuodun eristyslasin ilmastonlämpenemisvaikutuksissa.
- Suurin osa Suomeen tuodusta eristyslasista valmistetaan Puolassa, tästä syystä maahan tuodun eristyslasin valmistuspaikkana tarkastelussa käytetään oletuksena Puolaa.
 - Siten selvityksessä on arvioitu Suomessa valmistetun ja suomalaisille ikkunatehtaille kuljetetun eristyslasin sekä Puolassa valmistetun ja suomalaisille ikkunatehtaille kuljetetun eristyslasin ilmastonlämpenemisvaikutus ja niiden eroavaisuuksia.
 - Selvityksessä on laadittu eri skenaarioita siten että tasolasin lähtöpisteistä on kolme (3), maakohtaisia eristyslasitehtaita on kolme (3) ja ikkunatehtaita on kolme (3) -> maakohtaisten skenaarioiden määräksi muodostuu 27 skenaariota.

Soveltamisalan määrittely

Menetelmä

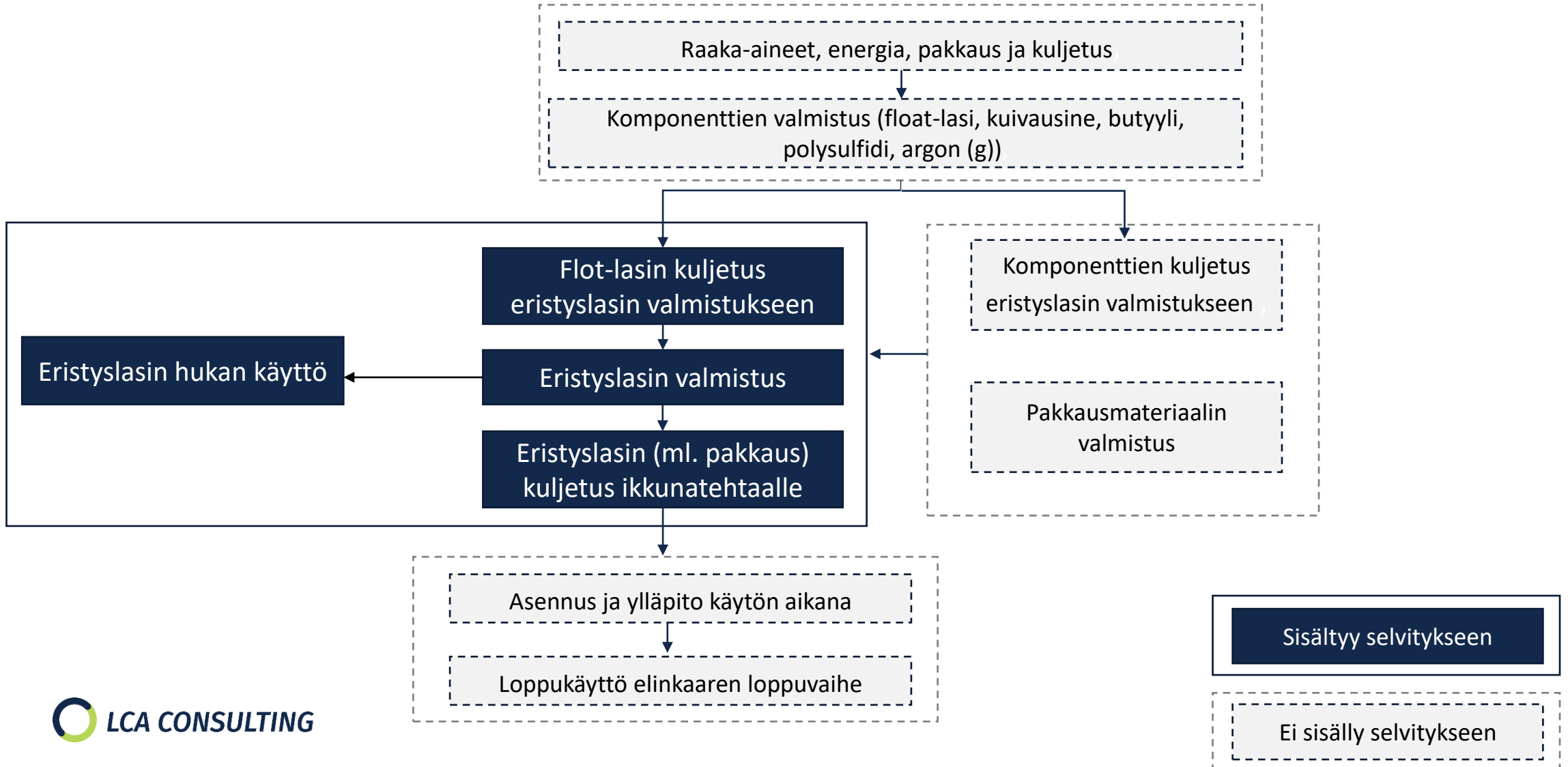
- Selvitys on toteutettu yksinkertaistetulla elinkaariarviointimenetelmällä.
 - Noudatettu vain soveltuvin osin ISO 14040 ja ISO 14044 sekä ISO 14067 elinkaariarvioinnin ja hiilijalanjäljen laskentaa ohjaavia kansainvälisiä standardeja.
- Selvitykselle ei ole tehty kolmannen osapuolen suorittamaa kriittistä arviointia.
- Arvioinnin toiminnallisena yksikkönä käytetään 1 m² kolmikerroksista argontäytettyä eristyslasia.
- Laskennassa on hyödynnetty sekä primääri- ja sekundääridataa.
 - Primääridatan lähteinä Suomen Tasolasiyhdistys ry ja OKline:
 - Eri kuljetuskenaarioiden lähtö- ja saapumispisteiden sijainnit, kuljetusmuoto- ja kuormakokotiedot.
 - Sekundääridata on tietokantoihin, artikkeleihin ja kirjallisuuteen perustuvista lähteistä:
 - Sekundääridataa on käytetty sähköntuotannon ja maantie- ja merikuljetusten suorien päästöjen ja meri- sekä maantiekuljetuksissa käytettyjen polttoaineiden valmistukselle, sekä eristyslasin valmistuksen energiankulutustiedot.

Tarkasteltava tuote

- Tarkastelun kohteena on kolmesta 4 mm paksusta lasilevystä koostuva argontäytteinen eristyslasi.
 - Kaksi lasilevyä ovat kovetettua lasia ja yksi selektiivipinnoitteinen lasi.
 - Eristyslasi valmistetaan tasolasista leikkaamalla tasolasilevyt oikean kokoisiksi.
 - Muodostuva hukan keskimääräinen osuus on 12 % käytetystä tasolasista.
 - Oikeaan kokoon leikatut ja kovetetut lasilevyt sekä selektiivipinnoitteinen lasilevy ovat 4 mm paksuja ja niiden välissä on 16 mm argon täyte -> Valmistetun eristyslasin kokonaispaksuus on 44 mm.

Materiaali	Määrä, kg	Osuus, %
Lasi	30	95,1
Kuivausaine	0,73	2,3
Butyyli	0,04	0,1
Polysulfidi	0,75	2,4
Argonkaasu	0,01	0,03
Yhteensä	31,53	100

Järjestelmärajaukset



Vaikutusarviointi

- Selvityksessä tarkasteltiin vain tarkastelujärjestelmän mukainen ilmastonlämpenemisvaikutus eli hiilijalanjälki.
 - Hiilijalanjäljen mallinnus on toteutettu käyttäen GaBi-elinkaariarviointiohjelmaa.
 - Ilmastonlämpenemisvaikutusta laskettaessa on huomioitu vain fossiilista alkuperää olevat kasvihuonekaasupäästöt.
 - Biogeenisiä tai maankäytön muutoksesta aiheutuvia päästöjä ei ole huomioitu.
 - Vaikutusarviointi on toteutettu CML-2001-menetelmän mukaisia karakterisointikertoimia käyttäen.
- Tulokset esitetään yksikössä kg CO₂-ekv.

Skenaariot – eristyslasin valmistus Puolassa

Skenaario	Lähtömaa	Kuljetusmuoto	Pituus (A-B), km	Pituus (B-C), km	Yhteensä, km
1	DE	Maantiekuljetus	740	1620	2360
		Lauttakuljetus	0	80	80
2	DE	Maantiekuljetus	740	1430	2170
		Lauttakuljetus	0	80	80
3	DE	Maantiekuljetus	740	1530	2270
		Lauttakuljetus	0	80	80
4	DE	Maantiekuljetus	600	2000	2600
		Lauttakuljetus	0	80	80
5	DE	Maantiekuljetus	600	1800	2400
		Lauttakuljetus	0	80	80
6	DE	Maantiekuljetus	600	1900	2500
		Lauttakuljetus	0	80	80
7	DE	Maantiekuljetus	740	1740	2480
		Lauttakuljetus	0	80	80
8	DE	Maantiekuljetus	740	1540	2280
		Lauttakuljetus	0	80	80
9	DE	Maantiekuljetus	740	1650	2390
		Lauttakuljetus	0	80	80
10	RU	Maantiekuljetus	1470	1740	3210
		Lauttakuljetus	0	80	80
11	RU	Maantiekuljetus	1470	1540	3010
		Lauttakuljetus	0	80	80
12	RU	Maantiekuljetus	1470	1650	3120
		Lauttakuljetus	0	80	80
13	RU	Maantiekuljetus	1350	1620	2970
		Lauttakuljetus	0	80	80
14	RU	Maantiekuljetus	1350	1710	3060
		Lauttakuljetus	0	80	80

Skenaario	Lähtömaa	Kuljetusmuoto	Pituus (A-B), km	Pituus (B-C), km	Yhteensä, km
15	RU	Maantiekuljetus	1350	1530	2880
		Lauttakuljetus	0	80	80
16	RU	Maantiekuljetus	1720	2000	3720
		Lauttakuljetus	0	80	80
17	RU	Maantiekuljetus	1720	1800	3520
		Lauttakuljetus	0	80	80
18	RU	Maantiekuljetus	1720	1910	3630
		Lauttakuljetus	0	80	80
19	PL	Maantiekuljetus	500	2000	2500
		Lauttakuljetus	0	80	80
20	PL	Maantiekuljetus	500	1800	2300
		Lauttakuljetus	0	80	80
21	PL	Maantiekuljetus	500	1910	2410
		Lauttakuljetus	0	80	80
22	PL	Maantiekuljetus	190	1740	1930
		Lauttakuljetus	0	80	80
23	PL	Maantiekuljetus	190	1540	1730
		Lauttakuljetus	0	80	80
24	PL	Maantiekuljetus	190	1650	1840
		Lauttakuljetus	0	80	80
25	PL	Maantiekuljetus	80	1620	1700
		Lauttakuljetus	0	80	80
26	PL	Maantiekuljetus	80	1430	1510
		Lauttakuljetus	0	80	80
27	PL	Maantiekuljetus	80	1530	1610
		Lauttakuljetus	0	80	80

Skenaariot – eristyslasin valmistus Suomessa

Skenaario	Lähtömaa	Kuljetusmuoto	Pituus (A-B), km	Pituus (B-C), km	Yhteensä, km
1	DE	Maantiekuljetus	1220	30	1250
		Lauttakuljetus	1120	0	1120
2	DE	Maantiekuljetus	1220	290	1510
		Lauttakuljetus	1120	0	1120
3	DE	Maantiekuljetus	1220	120	1340
		Lauttakuljetus	1120	0	1120
4	DE	Maantiekuljetus	790	410	1200
		Lauttakuljetus	1120	0	1120
5	DE	Maantiekuljetus	790	190	980
		Lauttakuljetus	1120	0	1120
6	DE	Maantiekuljetus	790	330	1120
		Lauttakuljetus	1120	0	1120
7	DE	Maantiekuljetus	930	420	1350
		Lauttakuljetus	1120	0	1120
8	DE	Maantiekuljetus	930	140	1070
		Lauttakuljetus	1120	0	1120
9	DE	Maantiekuljetus	930	330	1260
		Lauttakuljetus	1120	0	1120
10	RU	Maantiekuljetus	740	30	770
		Lauttakuljetus	0	0	0
11	RU	Maantiekuljetus	740	290	1030
		Lauttakuljetus	0	0	0
12	RU	Maantiekuljetus	740	120	860
		Lauttakuljetus	0	0	0
13	RU	Maantiekuljetus	440	410	850
		Lauttakuljetus	0	0	0
14	RU	Maantiekuljetus	440	190	630
		Lauttakuljetus	0	0	0

Skenaario	Lähtömaa	Kuljetusmuoto	Pituus (A-B), km	Pituus (B-C), km	Yhteensä, km
15	RU	Maantiekuljetus	440	330	770
		Lauttakuljetus	0	0	0
16	RU	Maantiekuljetus	580	420	1000
		Lauttakuljetus	0	0	0
17	RU	Maantiekuljetus	580	140	720
		Lauttakuljetus	0	0	0
18	RU	Maantiekuljetus	580	330	910
		Lauttakuljetus	0	0	0
19	PL	Maantiekuljetus	1620	30	1650
		Lauttakuljetus	80	0	80
20	PL	Maantiekuljetus	1620	290	1910
		Lauttakuljetus	80	0	80
21	PL	Maantiekuljetus	1620	120	1740
		Lauttakuljetus	80	0	80
22	PL	Maantiekuljetus	1190	410	1600
		Lauttakuljetus	80	0	80
23	PL	Maantiekuljetus	1190	190	1380
		Lauttakuljetus	80	0	80
24	PL	Maantiekuljetus	1190	330	1520
		Lauttakuljetus	80	0	80
25	PL	Maantiekuljetus	1330	420	1750
		Lauttakuljetus	80	0	80
26	PL	Maantiekuljetus	1330	140	1470
		Lauttakuljetus	80	0	80
27	PL	Maantiekuljetus	1330	330	1660
		Lauttakuljetus	80	0	80

Inventaarioanalyysi

Tasolasin maantiekuljetus eristyslasin valmistukseen

- Tasolasiyhdistyksen yleisen ohjeistuksen mukaan lasi tulee aina kuljettaa pystyasennossa.
- Lasin kuljetus tasolasivalmistuksesta eristyslasin valmistukseen tapahtuu erityisellä innenlader-perävaunulla, jotka on suunniteltu suurien lasilevyjen kuljetukseen.
- Lastiruumassa on erillinen teräsjalusta tasolasien kuljetukseen, joka sisältyy innenlader perävaunuun.

Parametri	Arvo	Yksikkö
Kuljetettava lasimäärä	26,5	t/perävaunu
Teräsjalustan paino	Kuuluu kalustoon	-
Yhteensä	26,5	t/perävaunu

Eristyslasin valmistus

- Eristyslasin valmistuksen sähkö energiankulutukseksi on arvioitu 30 kWh/m² eristyslasia.
- Muita eristyslasin valmistuksessa käytettyjä raaka-aineita tai virtoja kuin sähköenergiankulutus ei ole huomioitu vaan ne ovat rajattu selvityksen ulkopuolelle.
- Suomalaisen ja Puolalaisen eristyslasin valmistuksen energiankulutus on arvioitu olevan vastaava kuin Ruotsissa valmistetun eristyslasin energiankulutus.
- Eristyslasin valmistuksessa käytetyn energian emissiot vaihtelevat kunkin maan keskimääräisen energian valmistuksessa käytetyn polttoainejakauman johdosta.

Eristyslasin hukan käyttö

- Suomessa eristyslasin valmistuksessa muodostuvasta hukasta 100 % voidaan ohjata Suomessa sijaitsevaan lasivillan tuotantolaitokseen.
- Puolassa valmistuksessa muodostuvasta hukasta 75 % ohjataan Puolassa sijaitsevaan lasivillan tuotantolaitokseen ja 25 % takaisin float-lasin valmistukseen.
- Suomessa hukka kuljetetaan täysperävaunuyhdistelmällä, jossa kuljetetun hukan kokonaispaino on 51 t.
- Puolassa kuljetus tapahtuu EU säännösten perusteella perävaunuyhdistelmällä, jossa kuljetetun hukan kokonaispaino on 35 t.

Hukan alkuperätehdas	Kuljetusmatka, km
Tehdas A, Suomi	460
Tehdas B, Suomi	80
Tehdas C, Suomi	70
Tehdas A, Puola	210
Tehdas B, Puola	250
Tehdas C, Puola	1050

Eristyslasin maantiekuljetus ikkunatehtaalle

- Valmiin eristyslasin kuljetukseen käytetty kalusto voi vaihdella valmistetun eristyslasin koosta ja pakkaustavasta riippuen.
- Valmis eristyslasi kuljetetaan pystyasennossa puoliperäperävaunulla, jonka lastiruumassa on erillinen puu- tai teräsrakenteinen jalusta eristyslasien kuljetukseen.
- Kuljetuksessa käytetty kaluston oletus EURO 5, 40 t , lastauskoko 25 t.

Parametri	Arvo	Yksikkö
Kuljetettava lasimäärä	17	t/perävaunu
Lasijalusta	1,8	t/perävaunu
Yhteensä	18,8	t/perävaunu

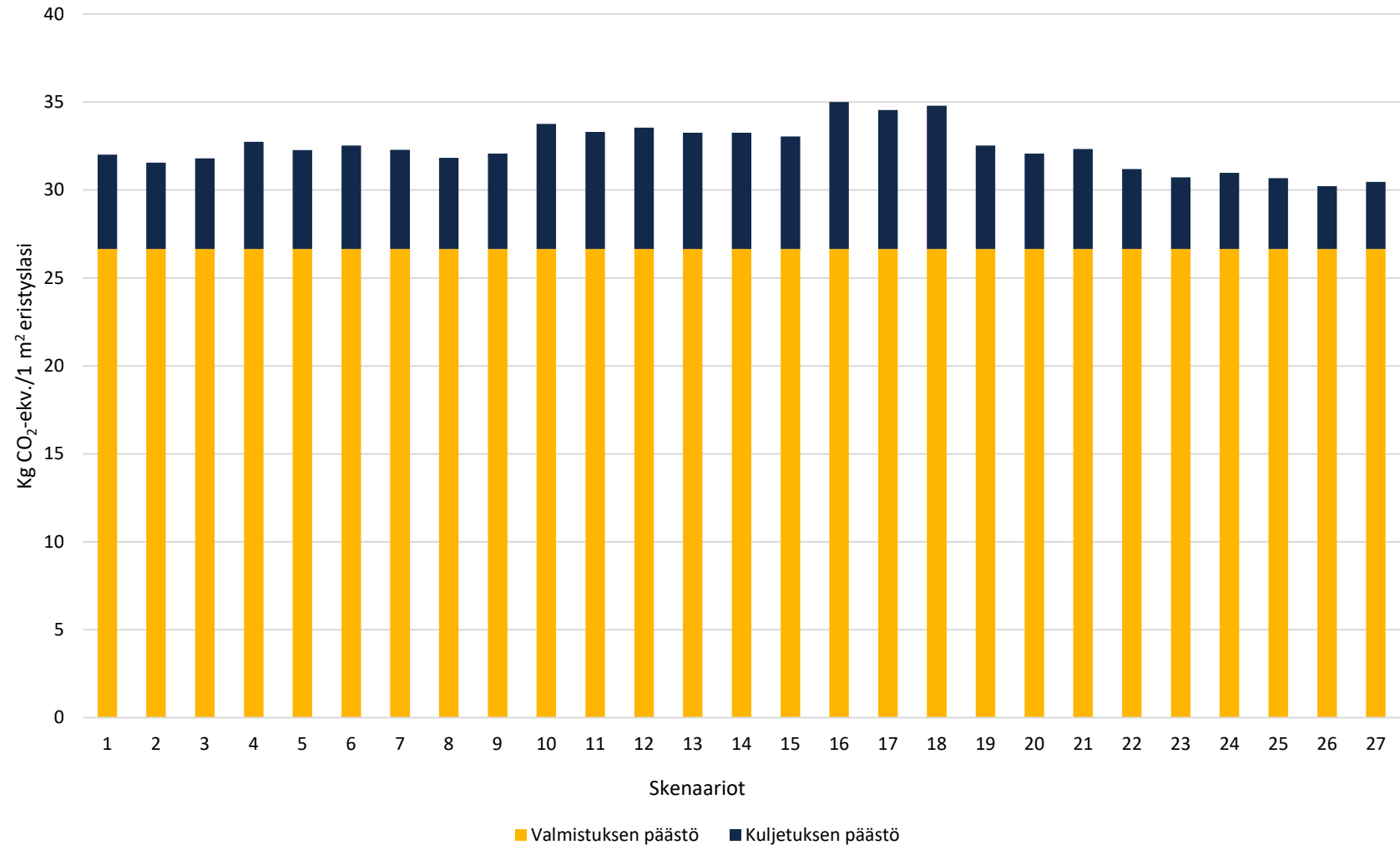
Meriteitse tapahtuva kuljetus

- Meriteitse tapahtuva kuljetus tapahtuu Ro-ro (roll on roll out) aluksella.
- Ro-ro aluksiin lasti voidaan siirtää suoraan pyörien päällä alukseen ja aluksesta pois.
- Tässä selvityksessä innenlader perävaunun painoksi oletettiin 9 t ja puoliperävaunun paino 15 t.

Parametri	Arvo	Yksikkö
Tasolasin kuljetus ja innenlader	35,5	t/perävaunu
Eristyslasin kuljetus ja puoliperävaunu	33,8	t/perävaunu

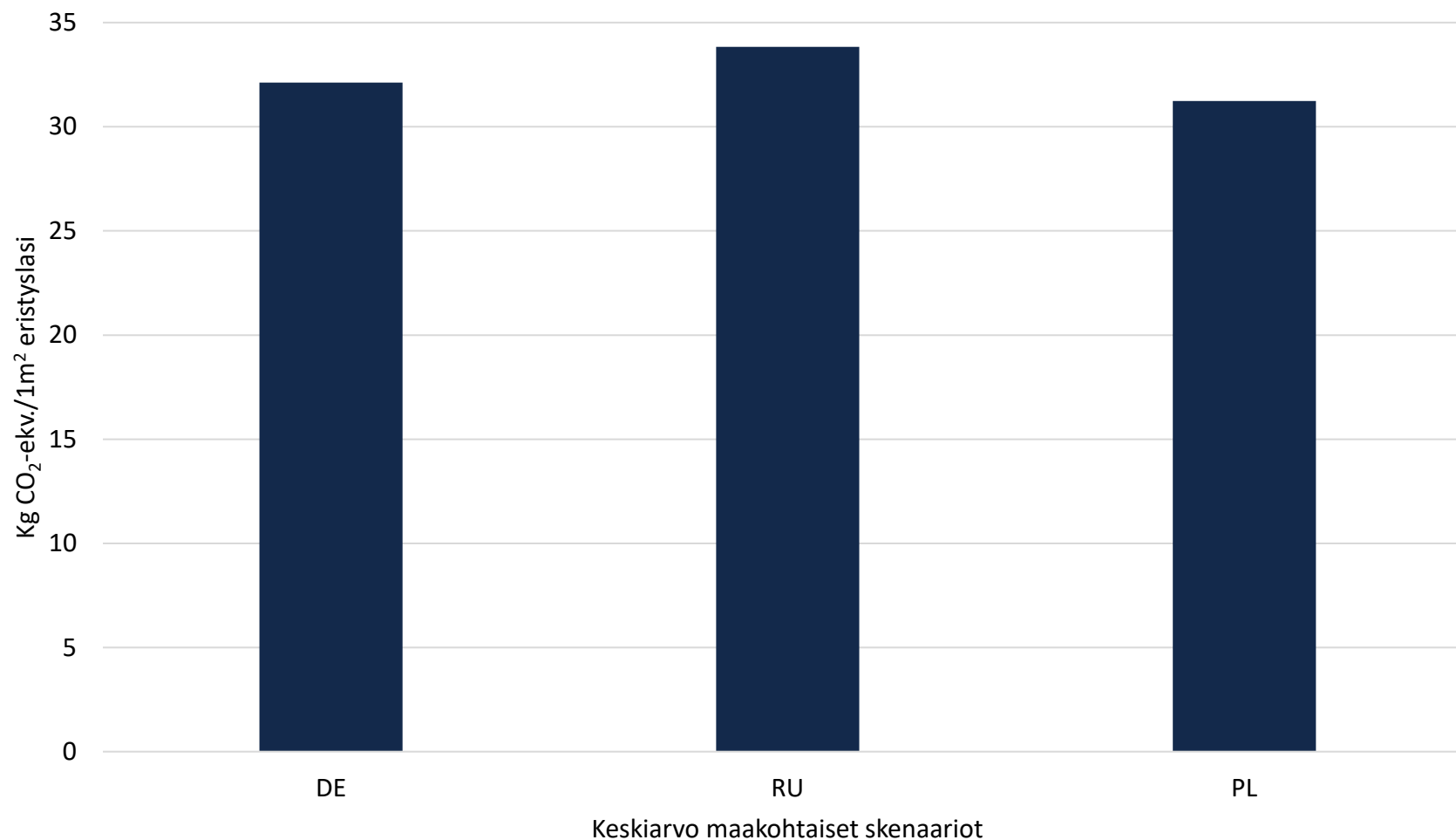
Tulokset

Puolassa valmistettu ja Suomeen kuljetettu eristyslasi



Puolassa valmistettu ja Suomeen kuljetettu eristyslasi

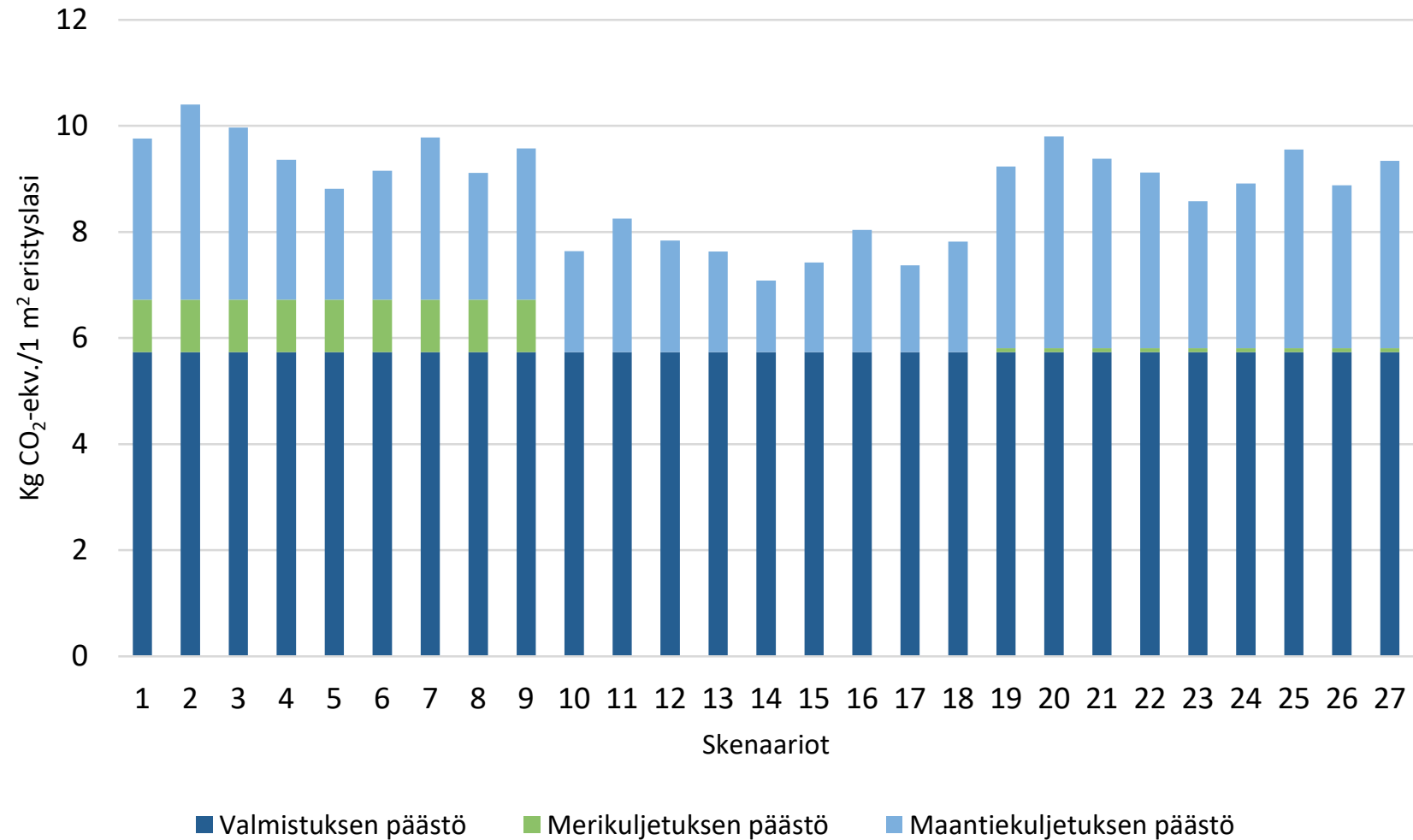
- Puolassa valmistetun ja Suomeen kuljetetun eristyslasin hiilijalanjälki.
- Hiilijalanjälkitulosten keskiarvo tasolasin kuljetuksen maakohtaisille skenaarioille.



Puolassa valmistettu ja Suomeen kuljetettu eristyslasi

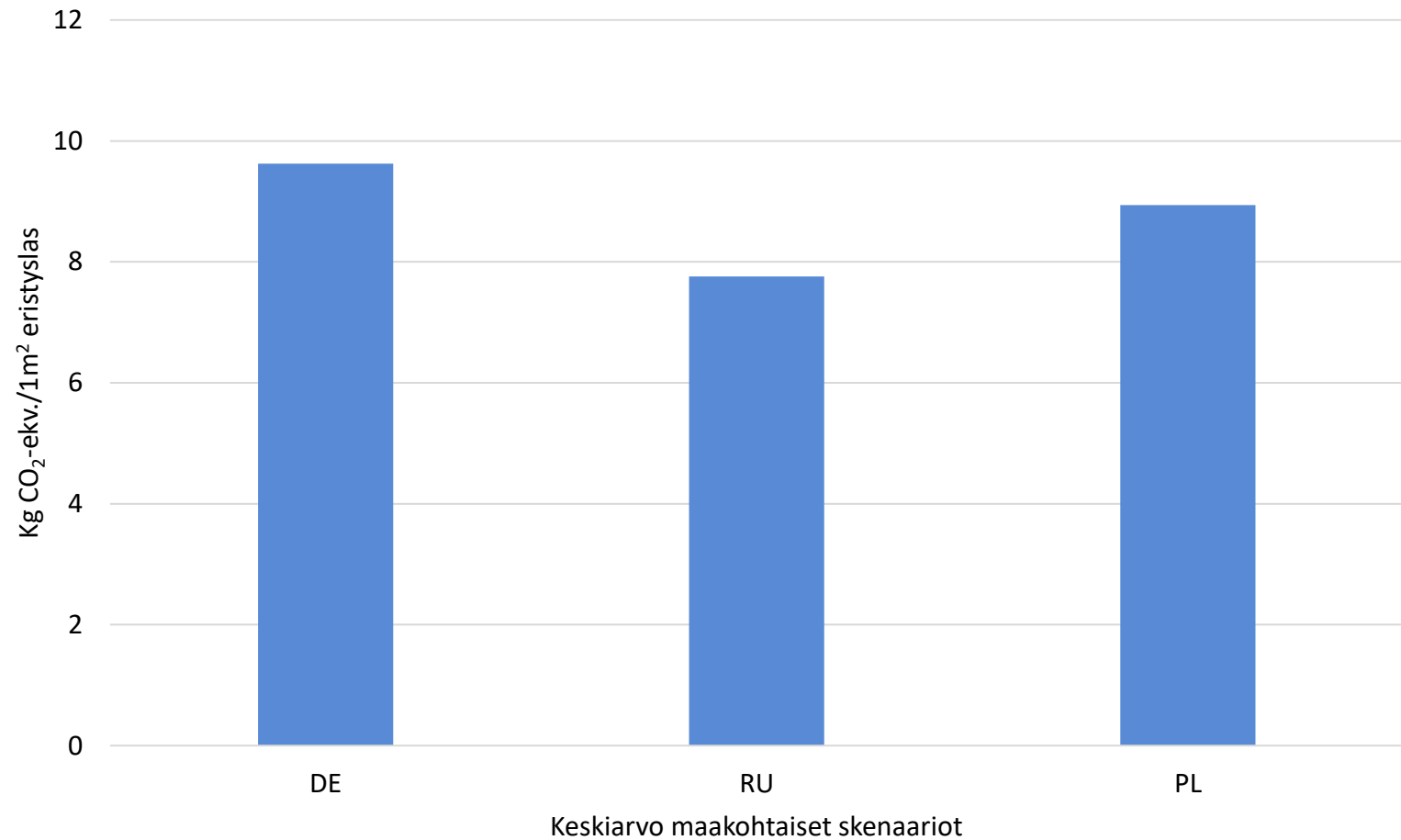
- Puolassa valmistetun ja Suomeen ikkunatehtaalle kuljetetun eristyslasin tarkastelurajauksen mukainen hiilijalanjälki vaihtelee 30-36 kg CO₂-ekv/m² välillä.
- Tarkasteltaessa valmistusprosessin ja kuljetusten välistä suhdetta havaitaan että merkittävin tarkastelurajauksen mukaiseen hiilijalanjälkeen vaikuttava tekijä on eristyslasin valmistusprosessi, joka Puolassa vastaa keskimäärin 82 % tarkastelurajauksen mukaisesta hiilijalanjäljestä.
- Eristyslasin tarkastelurajauksen mukainen pienin hiilijalanjälki saavutetaan luonnollisesti niissä skenaarioissa, joissa tasolasia kuljetetaan maanteitse mahdollisimman lyhyt matka eristyslasitehtaalle ja eristyslasin maantiekuljetusmatka satamasta ikkunatehtaille on mahdollisimman lyhyt.
- Tarkastelurajauksen mukainen suurin hiilijalanjälki aiheutuu niissä skenaarioissa, joissa maantiekuljetusmatka on pitkä, sekä tasolasin osalta että eristyslasinlasin kuljetusten osalta Suomessa.
- Merikuljetusten vaikutus on samansuuruinen kaikissa skenaarioissa, sillä merikuljetuksessa on kaikissa skenaarioissa sama reitti.

Suomessa valmistettu ja kuljetettu eristyslasi



Suomessa valmistettu ja kuljetettu eristyslasi

- Suomessa valmistetun ja kuljetetun eristyslasin hiilijalanjälki.
- Hiilijalanjälkitulosten keskiarvo tasolasin kuljetuksen maakohtaisille skenaarioille.



Suomessa valmistettu ja kuljetettu eristyslasi

- Suomessa valmistetun ja suomalaiselle ikkunatehtaalle kuljetetun eristyslasin tarkastelurajauksen mukainen hiilijalanjälki vaihtelee 7-11 kg CO₂-ekv/m² välillä.
- Tarkasteltaessa valmistusprosessin ja kuljetusten välistä suhdetta havaitaan että merkittävin tarkastelurajauksen mukaiseen hiilijalanjälkeen vaikuttava tekijä on eristyslasin valmistusprosessi, joka Suomessa vastaa keskimäärin 66 % tarkastelurajauksen mukaisesta hiilijalanjäljestä.
- Eristyslasin tarkastelurajauksen mukainen pienin hiilijalanjälki saavutetaan niissä skenaarioissa joissa tasolasi kuljetetaan maanteitse Suomeen, eikä merikuljetusta käytetä.
- Tarkastelurajauksen mukainen suurin hiilijalanjälki aiheutuu niissä skenaarioissa, joissa sekä maantie että merikuljetusten osalta pisimmät matkat.
 - Merikuljetuksissa käytettyjen ro-ro alusten lastin lastaus ja purku on nopeaa, mutta aluksiin jää paljon tyhjää tilaa lastin ympärille lastaustavasta johtuen.

Tulosten tulkinta

- Tarkastelujärjestelmän rajauksen mukaisen laskennan tulosten perusteella havaitaan, että Suomessa valmistetun erityslasin hiilijalanjälki on kesimäärin 73 % pienempi kuin Puolassa valmistetun erityslasin ja Suomeen kuljetetun erityslasin hiilijalanjälki.
- Merkittävin ero johtuu eristyslasin valmistuksesta, eristyslasin valmistuksen energiaintensiivisyydestä johtuen.
 - Selvityksessä on käytetty maakohtaista keskimääräistä sähkötuotannon päästöä kuvaavaa kerrointa, jolloin tehdaskohtaisia vähäpäästöisiä energiamuotoja ei ole selvityksessä ole huomioitu.
- Tuloksia tulkittaessa on huomioitava, että laskennan rajausten ulkopuolelle on jätetty tasolasin valmistus.
 - Tasolasin valmistuksella, valmistuksen energiaintensiivisyydestä johtuen, on merkittävä vaikutus elinkaarinäkökulmasta.
 - Vahvana suosituksena tulevaisuuden tarkasteluja varten on laajentaa systeimirajausta sisällyttämällä myös tasolasin valmistus mukaan tarkasteluun.

Tulosten tulkinta

- Tuloksia esitettäessä on huomioitava, että tulokset esittävät potentiaalista ilmastonmuutosvaikutusta.
 - Potentiaalinen ilmastonmuutosvaikutus perustuu selvityksessä esitettyihin datoihin ja oletuksiin
- Tulokset eivät ole absoluuttisia arvoja ja epävarmuudet sekä käytetyt oletukset liittyen tuloksiin tulee huomioida niitä tulkittaessa ja esitettäessä.
- On myös huomioitava, että tulokset eivät kuvaa eristyslasin koko hiilijalanjälkeä, koska tasolasin valmistus ei ole mukana, siten tuloksia tulee käyttää vain tässä raportissa kuvattujen vertailuskenaarioiden väliseen suuntaa antavaan arviointiin.
- Selvitys ja sen raportti on toteutettu yksinkertaistetulla elinkaariarviointimenetelmällä, noudattaen vain soveltuvin osin ISO 14040 ja ISO 14044 sekä ISO 14067 elinkaariarvioinnin ja hiilijalanjäljen laskentaa ohjaavia kansainvälisiä standardeja. Selvitykselle ole tehty kolmannen osapuolen suorittamaa kriittistä arviointia.
- Tuloksia esitettäessä tulosten esittämisen yhteydessä on aina esitettävä tämän dian sisältö.

Lähteet

- GaBi Professional tietokanta.
- Suomen Tasolasiyhdistys ry. 2021. Suomen Tasolasiyhdistys ry. Saatavissa: <https://www.tasolasiyhdistys.fi/>
- Suomen Tasolasiyhdistys ry. 2016. Rakennuslasin vastaanottoa, käsittelyä, varastointia, kuljetusta ja reklamointia käsittelevät ohjeet sekä eristyslaselementtejä koskevat ohjeet.
- Svensk Planglasförenings Service Aktiebolag. 2020. Klimatpåverkan från närproducerat isolerglas i Sverige jämfört med motsvarande importerade produkt. Saatavissa: <https://svenskplanglas.se/planglasets-klimatpaverkan/>
- Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy. 2017. LIPASTO yksikköpäästöt -tietokanta. Saatavissa: <http://lipasto.vtt.fi/yksikkopaastot/>



Heli Kumpulainen, projektipäällikkö
heli.kumpulainen@lca-consulting.fi
+358 40 772 9012



www.lca-consulting.fi