



Building a better world
with fewer machines.

MONI- TOIMIKONEEN HIILIJALANJÄLKI

**PAREMPAA TUOTTAVUUTTA
PIENEMMILLÄ PÄÄSTÖILLÄ**







SISÄLLYS

Lännen arvot	4
Monitoimikoneen pienempi hiilijalanjälki ja parempi tuottavuus	6
Laskennassa käytetyt tiedot ja päästökertoimet	8
Materiaalit	10
Kuljetukset	12
Tuotanko	14
Käyttö	16
Hävitys	18
Monitoimikoneen kokonaishiilijalanjälki	20
Monitoimikoneen vertailu eri konetyyppeihin	22
Lähteet	26
Laskennassa käytetyt päästökertoimet	27



**RAKENTAMASSA PAREMPAA
MAAILMAA VÄHEMMILLÄ
KONEILLA**

YMPÄRI VUODEN

Maailma muuttuu ja me sen mukana. Älykkäiden ja monitoimisten Lännen -koneiden avulla voimme yhdessä rakentaa parempaa maailmaa vähemmillä koneilla.

Monitoimisuus on kaiken tutkimus- ja kehitystyömme ytimessä, ja sydämemme sykkii älykkäille ratkaisuille, yhteisille menestyksille ja vastuullisuudelle - sekä ympäristölle että omalle toiminnallemme.

Puhdas, turvallinen ja toimiva ympäristö on hyvinvoinnin perusta. Me kaikki kannamme siitä vastuun. Siksi on tärkeää kohdentaa luonnon rajalliset varat mahdollisimman tehokkaasti.

YKSI KONE

LUKEMATTOMIA KÄYTTÖKOHTTEITA

Miksi tuhlaata rajallisia luonnonvaroja ja taloudellisia resursseja koneisiin, joita käytetään vajaalla käyttöasteella? Kalleimmat koneet ovat aina ne, jotka seisovat varikolla tai työmaalla. Korvaamalla osa erilliskoneista pienemmällä määrällä monitoimikoneita pienennetään merkittävästi paitsi rahallisia investointeja myös koneiden aiheuttamaa ympäristökuormitusta.

Lännen -monitoimikone, yhdessä laajan työlaitevalikoiman kanssa, suorituu erinomaisesti monille erilliskoneille suunnitelluista työtehtävistä. Monitoimikoneemme täyttävät korkeimmat ympäristövaatimukset. Käytönaikaista ympäristökuormitusta voidaan vähentää entisestään käyttämällä uusiutuvia HVO-polttoaineita.



MONITOIMISUUDELLA PIENEMPI HIILIJALANJÄLKI

Lännen selvitti monitoimikoneen hiilijalanjäljen. Selvitystyö tehtiin yhteistyössä suomalaisen, ilmaston lämpenemisen hallintaan ja ilmakehää saastuttavien päästöjen vähentämiseen keskittyvien ratkaisujen tuottajan kanssa kevään ja kesän 2022 aikana. Tarkemmat tiedot monitoimikoneen hiilijalanjäljestä löytyvät sivuilta 20 ja 21.

Monitoimikoneen hiilijalanjäljen laskennan ohella selvitystyössä vertailtiin seitsemän erilaisen, kestoltaan 1–2 työpäivää, työkokonaisuuden avulla erilaisten konetyyppien hiilijalanjälkeä sekä tehdyn työn kokonaistuottavuutta ja taloudellisuutta henkilötöyön ja polttoainekäytön kautta. Tarkastelussa jouduttiin käyttämään tasapäistyskertoja mm. koneiden tuottavuuden ja polttoainekulutusten suhteen. Hiilijalanjäljen tarkastelussa monitoimikoneen hiilijalanjälki oli keskimäärin 8–14 % pienempi kuin erilliskoneilla (vaihteluväli 0 – 21%).

Yhtä lailla monitoimikoneen polttoainekulutus oli keskimäärin 8 % (vaihteluväli 0–16 %) erilliskoneita pienempi ja henkilötöyön tuottavuus keskimäärin 12 % (vaihteluväli 3–24 %) korkeampi. Monitoimikoneen etu erilliskoneisiin nähden perustui vähäisempiin kone- ja kuljetustarpeisiin sekä vähäisempiin kuljetusten valmisteluihin ja korkeampaan koneiden siirtonopeuteen työkohteiden välillä.

Em. tarkastelussa monitoimikone vaikuttaa siten puhtaamman ympäristön lisäksi myönteisesti myös tilaajan ja koneyrityksen talouteen. Korvaamalla useita erilliskoneita monitoimikoneella, pienempien polttoainekulujen lisäksi myös henkilötöyön tuottavuus kasvaa. Kannattavuutta ja tuottavuutta lisäävät myös pienemmällä konekannalla saavutettavat kustannussäästöt mm. konekaluston hallinnassa, vakuutusmaksuissa sekä huolto- ja rahoituskuluissa. Monipuolisen työlaite- ja lisävarustevalikoiman avulla samalla koneella pystyy suorittamaan monipuolisia työtehtäviä taloudellisesti ja tuottavasti, ja mikä parasta ympäri vuoden.



14% **PIENEMPI
HIILIJALANJÄLKI
KESKIMÄÄRIN
VERRATTUNA
ERILLISKONEISIIN**



8%

**PIENEMPI
POLTTOAINEEN
KULUTUS KESKIMÄÄRIN
VERRATTUNA
ERILLISKONEISIIN**

12%

**PAREMPI HENKILÖ-
TYÖN TUOTTAVUUS
KESKIMÄÄRIN
VERRATTUNA
ERILLISKONEISIIN**

LASKENNASSA KÄYTETYT TIEDOT JA PÄÄSTÖKERTOIMET

Lännen-monitoimikoneen hiilijalanjälki laskettiin noudattamalla GHG Protokollan Product Life Cycle Accounting and Reporting -standardia, jonka metodologia perustuu kasvihuonekaasujen osalta ISO 14040 ja 14044-standardeihin. Monitoimikoneen päästöjen laskennassa huomioitiin koneen koko elinkaari ja siten hiilijalanjäljen laskenta perustuu niin kutsuttuun Cradle-to-Grave -rajaukseen. Tuotteen hiilijalanjäljen laskennan ulkopuolelle jätetään yleensä tuotantorakennusten ja -laitteiden sekä kuljetusajoneuvojen valmistamisesta aiheutuneet päästöt. Näin tehtiin myös Lännen -monitoimikoneen kohdalla.

Tuotteiden hiilijalanjäljen laskennassa pyritään käyttämään mahdollisimman paljon tuotekohtaista tietoa. Tuotekohtainen tieto tarkoittaa esimerkiksi monitoimikoneisiin tulevien komponenttien osalta valmistajan laskemaa hiilijalanjälkeä tai tuotantotehtaan todellista sähkönkulutustietoa. Product Life Cycle -standardin mukaan tuotekohtaista tietoa täytyy olla vähintään yrityksen omasta toiminnasta. Tämä tarkoittaa esimerkiksi, että Lännen Tractors Oy:n omista tuotantolaitoksista täytyy olla

tiedossa todellinen sähkönkulutus, mutta komponenttien valmistajien tuotantolaitoksien sähkönkulutusta voidaan arvioida yleisten kertoimien avulla.

Tässä laskennassa tuotekohtaiset tiedot saatiin Lännen Tractors Oy:n omasta toiminnasta, jonka lisäksi hankintaketjuista pyrittiin saamaan mahdollisimman paljon tuotekohtaista tietoa. Kaikille monitoimikoneen raaka-aineiden ja komponenttien valmistajille lähetettiin sähköpostilla kysely heidän valmistamien komponenttien hiilijalanjälkilaskelmista. Laskennassa saadut tiedot yhdistettiin joko tuotekohtaisiin tai yleisiin päästökertoimiin. Päästökerroin kuvaa, kuinka paljon tietystä toiminnasta, kuten yhdestä kilosta ruostumatonta terästä, aiheutuu kasvihuonekaasuja.

Tuotteiden hiilijalanjäljet ilmoitetaan hiilidioksidiekvivalentteina (CO₂e), joka huomioi eri kasvihuonekaasujen erilaiset ilmastoa lämmittävät vaikutukset. Laskennan tulokset on ilmoitettu yhtä monitoimikonetta kohden (functional unit = yksi kone).



- Raaka-aineiden tuotanto
- Raaka-aineiden jalostus komponenteiksi
- Komponenttien kuljetus tuotantolaitokselle

Tuotantolaitoksen

päästöt

- Sähkö
- Lämmitys
- Vesi
- Jätteet

Tuotannossa

tarvittavat aineet

- Hitsaus
- Koneistus
- Maalaus
- Kokoonpano
- Kuljetus työmaalle

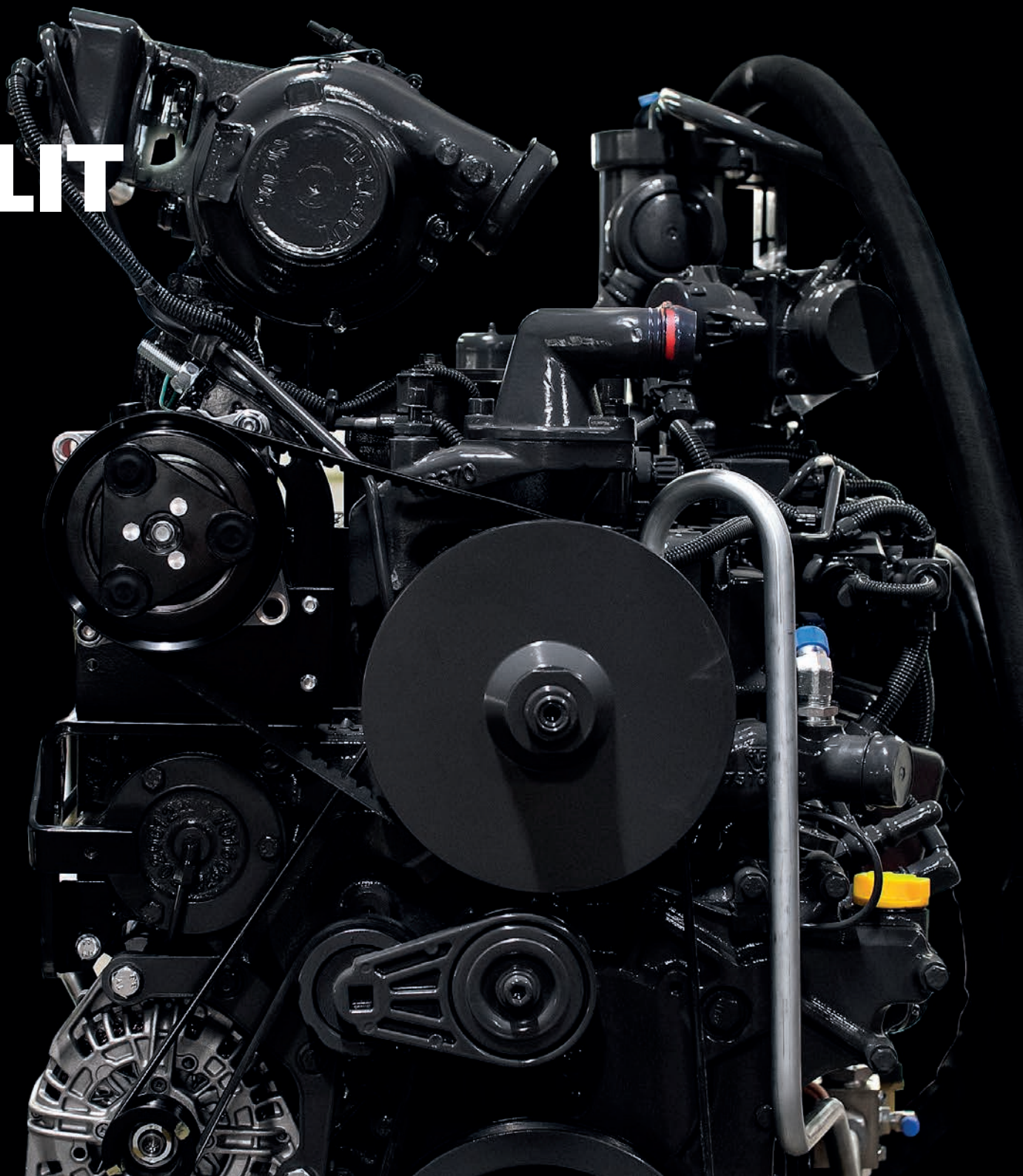
- Polttoaine
- AdBlue
- Keskusvoiteluöljy
- Määräaikaishuollot

- Koneen osien kuljetus jätteenkäsittelylaitokselle
- Kierrätysprosessi

MATERIAALIT

Lännen -monitoimikoneeseen tulevien materiaalien ja komponenttien valmistajilta pyydettiin tuotekohtaisia tietoja heidän valmistamien komponenttien hiilijalanjäljistä. Valitettavasti ko. tietoja ei ollut kuitenkaan käytettävissä tässä tarkastelussa. Osa toimittajayrityksistä oli laskenut oman tuotantonsa aiheuttamia päästöjä, mutta nämä tiedot olivat riittämättömät komponentin koko valmistuksen aiheuttamien päästöjen arvioimiseksi. Materiaalien/ komponenttien valmistamisen päästöt mallinnettiin tässä tarkastelussa Ecoinvent 3.4 -tietokannan avulla. Päästölaskennassa Lännen monitoimikoneen painoksi arvioitiin 13 000 kg.

Monitoimikoneiden materiaaleissa suurimmat päästölähteet muodostivat materiaalit, joita koneissa on määrällisesti eniten. Eri materiaalien painoyksikköä kohden aiheuttamat ilmastovaikutukset eivät eronneet merkittävästi toisistaan. Materiaaleihin sisällytettiin myös koneeseen laitettavat kemikaalit kuten moottoriöljy, polttoaine, hydraulikkaöljy, vaihteistoöljy, jäähdytysneste sekä AdBlue-lisäaine.



Materiaaleista ja komponenteista aiheutuvat päästöt

	Paino kg	%-osuus painosta	Päästöt t CO2e	%-osuus päästöistä
Runko-osat	7291	56,10 %	22,6	57,60 %
Etu- ja taka-akseli	1200	9,20 %	3,84	9,80 %
Vanteet	600	4,60 %	1,86	4,70 %
Moottori ja lisävarusteet	500	3,80 %	1,75	4,50 %
Renkaat	600	4,60 %	1,56	4,00 %
Hytti	420	3,20 %	1,26	3,20 %
Hydrauliikkaöljysäiliö	250	1,90 %	0,78	2,00 %
Pohjapanssarit	210	1,60 %	0,74	1,90 %
Kiinnitystarvikkeet	200	1,50 %	0,6	1,50 %
Vaihdelaatikko	140	1,10 %	0,48	1,20 %
Rappuset ja muut pienosat	100	0,80 %	0,31	0,80 %
Hydrauliiputket	100	0,80 %	0,31	0,80 %
Hyttilasit	150	1,20 %	0,3	0,80 %
Hydrauliikkapumppu	100	0,80 %	0,3	0,80 %
Ajopumppu	100	0,80 %	0,3	0,80 %
Konesuojat + muut suojat	92	0,70 %	0,29	0,70 %
Hydrauliikkalohkot	90	0,70 %	0,27	0,70 %
Hydrauliikkaletkut	100	0,80 %	0,26	0,70 %
Hydrauliikkalohkot	60	0,50 %	0,18	0,50 %
Pakokaasupuhdistusjärjestelmä	50	0,40 %	0,18	0,50 %
Ajomoottori	50	0,40 %	0,15	0,40 %
Hydrauliikkaöljy	280	2,20 %	0,13	0,30 %
Kuljettajan penkki	60	0,50 %	0,12	0,30 %
Jarru- ja kaasupolkimet	15	0,10 %	0,11	0,30 %

	Paino kg	%-osuus painosta	Päästöt t CO2e	%-osuus päästöistä
Kaapelisarjat	15	0,10 %	0,1	0,30 %
Lokasuojat	40	0,30 %	0,08	0,20 %
Elektroniikka	10	0,10 %	0,07	0,20 %
Matot	20	0,20 %	0,05	0,10 %
Etumaski	15	0,10 %	0,05	0,10 %
Pyyhinlaitteistot	5	0,04 %	0,04	0,10 %
Jäähdytysneste	19	0,10 %	0,03	0,10 %
Pakoputki	10	0,10 %	0,03	0,10 %
Polttoainesäiliö	10	0,10 %	0,03	0,10 %
Suojat	10	0,10 %	0,02	0,10 %
Hyttin sisustus	10	0,10 %	0,02	0,10 %
Käsinojat	10	0,10 %	0,02	0,10 %
AdBlue-lisäaine	10	0,10 %	0,02	0,04 %
Ureasäiliö	5	0,04 %	0,01	0,03 %
Polttoöljy	20	0,20 %	0,01	0,02 %
Moottoriöljy	10	0,10 %	0,005	0,01 %
Moottorin ilmansuodatin	5	0,04 %	0,004	0,01 %
Suodattimet	5	0,04 %	0,004	0,01 %
Suodattimet	5	0,04 %	0,004	0,01 %
Tiivisteet, kumilevyt	1	0,01 %	0,003	0,01 %
Peilit	1	0,01 %	0,003	0,01 %
Vaihteistoöljy	4,5	0,03 %	0,002	0,01 %
Tarrat	1	0,01 %	0,002	0,01 %
Logomuovit	1	0,01 %	0,002	0,01 %
Yhteensä	13001	100 %	39,289	100 %

KULJETUKSET

Kuljetukset käsittävät materiaalien kuljetukset tuotantolaitoksille, valmiin tuotteen kuljetuksen loppuasiakkaalle sekä koneen kuljetuksen lopulta hävitykseen/kierrätykseen.

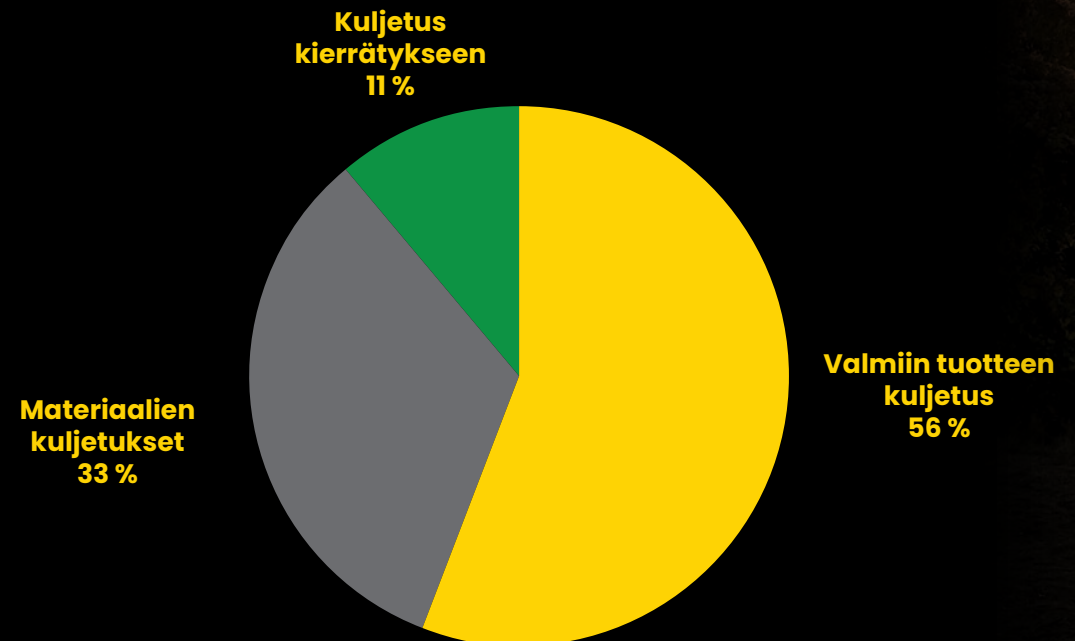
Tuotevaiheen kuljetukset sisältävät materiaalien kuljetukset tuotantolaitoksille. Valmiin tuotteen kuljetus työmaalle luettiin kuuluvaksi tuotantoon ja koneen kuljetus jätteenkäsittelylaitokselle luettiin kuuluvaksi hävitysvaiheeseen. Kuljetusten päästöt laskettiin kilometriperustaisesti Lipasto -tietokannan avulla.

Oheisessa taulukossa on esitetty koneen elinkaaren aikana tapahtuvat kuljetukset, pois lukien kuitenkin koneen käyttövaihe. Lännen-monitoimikoneella kuljetusten osuus päästöistä oli 0,38 t CO₂e eli vain 0,1 % koko monitoimikoneen hiilijalanjäljestä. Valmiin tuotteen kuljetus asiakkaalle oli suurin yksittäinen kuljetusten päästölähde. Materiaalikuljetukset tehtaalle tehtiin pääosin täysperävaunulla ja siten maanteitse tapahtuvat kuljetukset aiheuttivat myös suurimmat päästöt.

Eri kuljetusmuodoista aiheutuvat päästöt

Kuljetusmuoto	Kilometrit	%-osuus kilometreistä	Päästöt	%-osuus päästöistä
Täysperävaunu	22512	70 %	0,10	82 %
Laiva	9810	30 %	0,02	18 %
Yhteensä	32322		0,12	

Kuljetuksesta aiheutuvat päästöt eri elinkaarivaiheissa





TUOTANTO

Lännen Tractors Oy:n tehdas on Loimaalla, jossa valmistetaan mm. Lännen-monitoimikoneet. Hiilijalanjätkilaskelman näkökulmasta oma tuotanto kattaa tuotannossa käytetyn sähkön ja veden, tuotantolaitoksen lämmityksen, tuotannossa syntyvien jätteiden käsittelyn päästöt ja muut tuotannossa tarvittavat aineet eli mm. hitsauksessa, koneistuksessa, kokoonpanossa ja maalauksessa tarvittavat aineet.

Yhden monitoimikoneen tuotantoon kuluvan sähkön, lämmön, veden ja jätteiden päästöt on allokoitu kaikkien tuotantolaitoksella valmistettujen monitoimikoneiden massan ja kappalemäärän mukaan. Sähkön ja lämmön päästökertoimet saatiin suoraan sähköyhtiöiltä. Veden päästöt sisältävät sekä talousveden valmistuksesta että jätevesienpuhdistamisesta aiheutuvat päästöt. Jäteveden määräksi katsottiin sama määrä kuin mitä talousvettä oli kulutettu. Jätteiden käsittelyn päästöt laskettiin Dahlbo ym. (2011) selvityksestä löytyvien päästökertoimien avulla.

Lännen Tractors Oy:n tuotantolaitos lämmitetään uusiutuvia energialähteitä käyttävällä kaukolämmöllä, jolloin lämmityksen aiheuttama ympäristöpäästö on minimaalinen. Yhtä lailla tehtaalla valaistus on toteutettu modernilla led-tekniikalla, jolloin sähkönkulutus jää maltilliseksi, muodostaen kuitenkin merkittävimmän yksittäisen päästölähteen omassa valmistuksessa. Toiseksi suurimmaksi valmistuksen päästölähteeksi muodostui hitsauksessa tarvittavat aineet.

Tuotantovaiheen päästöt

	Päästöt t CO ₂ e	%-osuus tuotannon päästöistä
Sähkö	2,20	67 %
Hitsaus (hitsauslanka ja -kaasut)	0,37	11 %
Jätteet	0,32	10 %
Maali	0,16	5 %
Pesuaaineet	0,09	3 %
Kovete ja ohenne	0,07	2 %
Koneistus (työstöneste, öljy, kovametalliterät)	0,04	1 %
Lämpö	0,01	0,4 %
Vesi	0,01	0,3 %
Yhteensä	3,27	



KÄYTTÖVAIHE

Monitoimikoneen käyttövaiheen tekniseksi eliniäksi arvioitiin tarkastelussa 8 000 käyttötuntia. Huomiona että tekninen elinikä on laskennallinen eikä siten kuvasta koneen todellista käyttöikä. Esim. erään sähköautovalmistajan hiilijalanjälkilaskelmassa sähköauton tekniseksi eliniäksi oli arvioitu 150 tkm.

Monitoimikoneen käyttövaihe sisältää polttoaineen (10 l / käyttötunti), AdBluen (7 % polttoaineesta) ja keskusvoiteluöljyn (0,019 l / käyttötunti) käytön. Lisäksi käyttövaihe sisältää monitoimikoneen määräaikaishuollot, jotka arvioitiin tehtävän 500 käyttötunnin välein. Määräaikaishuollon katsottiin sisältävän seuraavat aineet: moottori-, vaihteisto- ja akseliöljy, jäähdytysneste, hydraulioöljy ja suodattimien vaihto.

Polttoaineen päästöt sisältävät polttoaineen suorat eli palamisesta aiheutuvat päästöt. Laskennan ulkopuolelle on jätetty polttoaineen valmistamisen päästöt (esimerkiksi öljyn porauksesta, jalostamisesta ja kuljetuksesta tankkausasemalle). Ajoneuvojen elinkaariarvioinnissa käytetään yleensä tällaista rajausta (ks. esim. Danilecki ym. 2017). Lännen -monitoimikoneet pystyvät käyttämään polttoaineena kevytpolttoöljyn/ dieselin lisäksi myös uusiutuvia polttoaineita, kuten esim. Neste MY -polttoainetta. Käyttövaiheen päästöt polttoaineiden osalta laskettiin sekä tavalliselle dieselille että Neste

MY -polttoaineelle (Neste MY -polttoaineen päästökerroin saatiin Neste Oy:ltä).

Monitoimikoneen käyttövaihe muodosti suurimman päästölähteen, 84 % koko koneen elinkaaren ylittävistä päästöistä. Tämä on yleistä ajoneuvoilla, sillä esimerkiksi bensiini- ja dieselkäyttöisten autojen hiilijalanjäljestä käyttövaihe on noin 80 % (Danilecki ym. 2017). Käyttövaiheesta polttoaine aiheutti ylivoimaisesti suurimmat päästöt, 95 %. Mikäli monitoimikoneen polttoaineena käytetään fossiilisen polttoaineen sijaan uusiutuvia polttoaineita, esimerkiksi Neste MY -dieselinä, pienenee monitoimikoneiden käyttövaiheen päästöt 82 % ja koko koneen elinkaaren ylittävä hiilijalanjälki 70 % fossiiliseen polttoaineeseen verrattuna.

Käyttövaiheen päästöt fossiilisella polttoaineella

	Päästöt t CO ₂ e	%-osuus käyttövaiheesta
Polttoaine, diesel	220,80	94,9 %
AdBlue	11,12	4,8 %
Keskusvoiteluöljy	0,20	0,1 %
Määräaikaishuollot	0,64	0,3 %
Yhteensä	232,76	

Käyttövaiheen päästöt uusiutuvalla polttoaineella (HVO)

	Päästöt t CO ₂ e	%-osuus käyttövaiheesta
Polttoaine, HVO-diesel	28,80	70,7 %
AdBlue	11,12	27,9 %
Keskusvoiteluöljy	0,20	0,5 %
Määräaikaishuollot	0,64	1,6 %
Yhteensä	40,76	



 **Lännen**

50

HÄVITYS

Tuotteen hävittäminen tarkoittaa koneen materiaalien hävittämistä ja kierrättämistä. Tämä vaihe sisältää koneen osien kuljetuksen jätteenkäsittelylaitokselle sekä jätteenkäsittely- ja kierrätysprosessin. Kuljetusmatkan pituus jätteenkäsittelylaitokselle arvioitiin olevan 50 km ja kuljetusten päästöt laskettiin Lipasto-tietokannan avulla. Jätteenkäsittelyn ja -kierrättämisen päästöt laskettiin Dahblo ym. (2011) raportin mukaan.

Monitoimikoneen hävittäminen käsittää koneen kuljetuksen jätekeskukselle sekä jätteenkäsittelystä aiheutuneet päästöt. Merkittävä osa monitoimikoneen materiaaleista ovat uudelleen kierrätettäviä ja siten hävittäminen muodosti vain alle 2 % monitoimikoneen koko hiilijalanjäljestä.

Hävitysvaiheen päästöt

	Päästöt t CO₂e
Kuljetus jätekeskukseen	0,04
Kuljetus jätekeskukseen	2,06
Yhteensä	2,11



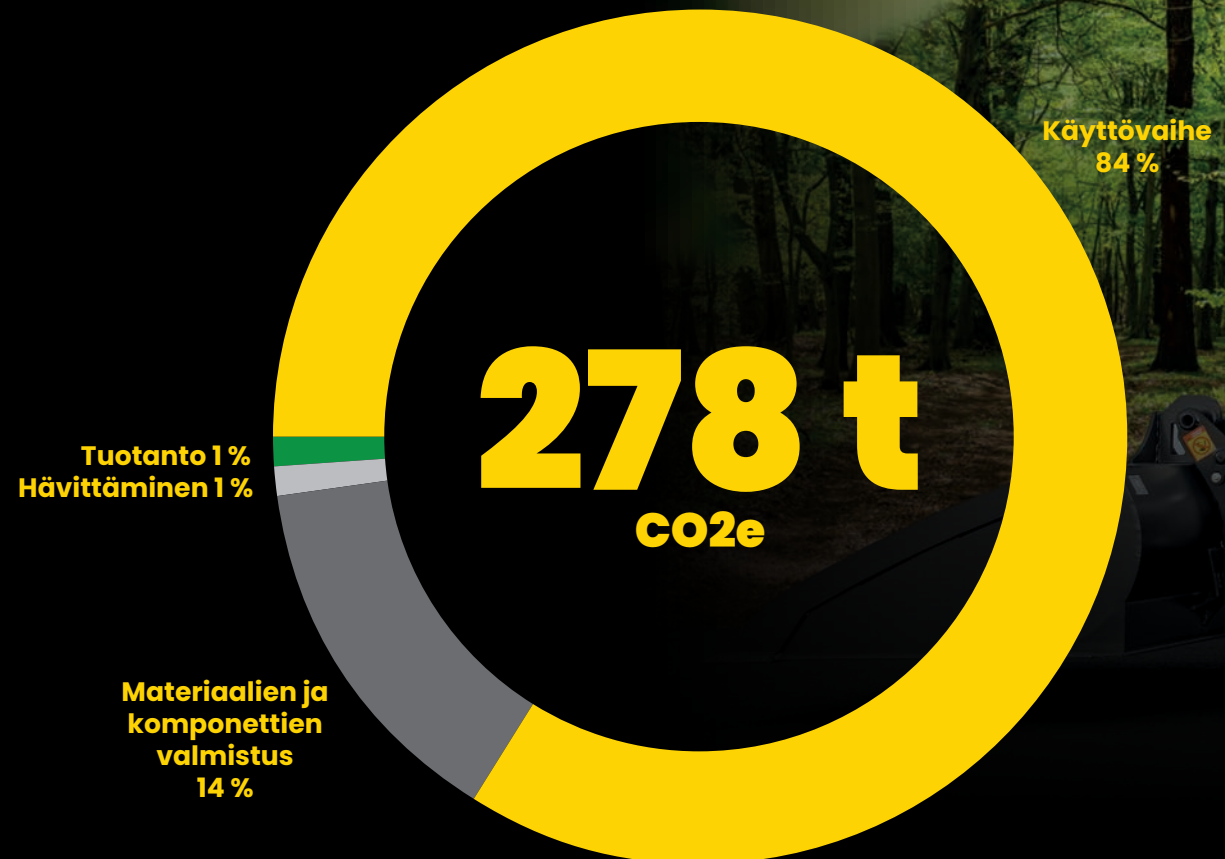
MONITOIMIKONEEN HIILIJALANJÄLKI

Lännen monitoimikoneen hiilijalanjälki koko elinkaaren ajalta on yhteensä 278 t CO₂e. Mikäli fossiilisen polttoaineen sijaan käytetään uusiutuvia polttoaineita (HVO), ovat monitoimikoneen elinkaaripäästöt yhteensä 85 t CO₂e.

Monitoimikoneen käyttövaihe muodosti suurimman osan, 84 %, koneen elinkaaren ylittävistä hiilijalanjäljestä. Toiseksi suurin suhteellinen osuus oli monitoimikoneessa käytettävien materiaalien ja komponenttien valmistaminen, 14 %. Lännen Tractors Oy:n oma tuotanto (1 %) ja monitoimikoneen hävittäminen (1 %) muodostivat vain pienen osan hiilijalanjäljestä.

Monitoimikoneen käyttövaiheen hiilijalanjälki laskettiin sekä fossiilisella että uusiutuvalla polttoaineella. Uusiutuvalla polttoaineella monitoimikoneen käyttövaiheen päästöt pienenevät 82 % nostamalla elinkaaren muiden vaiheiden suhteellista osuutta koko elinkaaren ylittävistä hiilijalanjäljestä. Uusiutuvalla polttoaineella käyttövaiheen suhteellinen osuus on 48 %, materiaalien ja komponenttien valmistaminen 46 %, oma tuotanto 4 % ja hävittäminen 2 %.

Lännen – monitoimikoneen hiilijalanjälki
fossiilisella polttoaineella





Lännen -monitoimikoneen hiilijalanjälki
uusiutuvalla polttoaineella (HVO)

85 t
CO2e

Tuotanto 4 %
Hävittäminen 2 %

Käyttövaihe
48 %

Materiaalien ja
komponenttien
valmistus
46 %

VERTAILU ERI KONETYYPPEIHIN

Monitoimikoneen hiilijalanjälkilaskennan yhteydessä haluttiin selvittää myös monitoimikoneen mahdolliset edut ja edellytykset suhteessa maarakennustöissä yleisesti käytettyihin erilliskoneisiin; tela- ja pyörälustaiset kaivinkoneet ja pyöräkuormaajat. Vertailulaskelmia varten muodostettiin seitsemän teoreettista 1–2 työpäivää, 1–2 työvaihetta ja 1–5 erillistä työmaata käsittävää työkokonaisuutta. Tarkempien lähtötietojen puuttuessa tarkasteltavien koneiden polttoainekulutus (l/h) sekä työntuottavuus (kaivuu- ja kuormaustyö) oletettiin konetyypistä riippumattomaksi. Tarkastelut tehtiin sekä hiilijalanjäljen että myös tuottavuuden ja taloudellisuuden näkökulmista.

Konetyyppikohtaista hiilijalanjäljenlaskentaa varten haettiin vertailussa käytetyille konetyypeille Mascus -markkinapaikan kautta keskimääräiset vuosittaiset käyttöasteet, joita sitten sovellettiin kunkin konetyypin teoreettisen teknisen eliniän tarkasteluun. Selvityksessä oli yhteensä noin 100 käytettyä maarakennuskonetta, joiden pohjalta monitoimikoneen keskimääräiseksi vuosikäytöksi saatiin 1600 h ja samankokoisille tela- ja pyörälustaisille kaivinkoneille sekä pyöräkuormaajille 950–1100 tuntia vuodessa. Monitoimikoneen korkeammasta käyttöasteesta johtuen koneiden teknistä

elinikää tarkasteltiin kahdella eri skenaariolla; 1) 8000 h ja 2) 6000 h.

Ensimmäisessä skenaariossa kaikilla koneilla oli sama 8000 h tekninen elinikä, jonka monitoimikone saavuttaa 5 vuodessa ja erilliskoneet 7–8 vuodessa. Huomioiden kuitenkin maarakennuskoneiden vuosittainen tuotetekninen kehitys mm. juuri ympäristökuormituksen pienentämiseen liittyen, joka kannustaa päivittämään koneet teknisen eliniän puitteissa aina uudempaan ja ympäristöystävällisempään malliversioon, oli perusteltua tehdä myös toinen skenaariotarkastelu, jossa tarkasteltavien koneiden tekninen elinikä tasoitettiin karkeasti viiteen (5) kalenterivuoteen. Skenaariossa 2 monitoimikoneella tekninen elinikä säilyi edelleen 8000 tunnissa mutta erilliskoneilla viiden vuoden tarkastelu johti 5000–6000 tunnin tekniseen elinikään, joista tarkasteluun valittiin edullisempi eli 6000 tuntia.

Koneen teknisellä eliniällä on merkittävä laskennallinen vaikutus kohdistettaessa koneen valmistamisen ja hävittämisen aikaiset päästöt koneen käyttövaiheelle (käyttötuntia kohden). Valmistamisen ja hävittämisen lisäksi päästöt laskettiin luonnollisesti myös koneiden käyttövaiheille. Käyttövaiheesta huomioitiin kuitenkin vain polttoaineen kulutus, sillä mm. monitoimikoneilla polttoaineen kulutus

muodosti ylivoimaisesti suurimman osan (94 %) käyttövaiheen päästöistä.

Polttoaineen kulutuksena käytettiin kaikille maarakennuskoneille samaa keskimääräistä kulutusta, 10 l/h.

Vertailulaskelmien ongelmaksi muodostui, ettei vaihtoehtoisten maarakennuskoneiden hiilijalanjäljistä ollut saatavilla tietoa. Koneiden hiilijalanjälkiä etsittiin EPD-tietokannasta ja valmistajien kotisivuilta. Tämän lisäksi kyselyä koneiden hiilijalanjäljistä lähetettiin 10 suurimmalle työmaakoneiden valmistajalle.

Puuttuvien tietojen vuoksi maarakennuskoneiden hiilijalanjäljistä päädyttiin tekemään karkea arvio Lännen -monitoimikoneiden hiilijalanjälkitulosten pohjalta. Tässä arviossa monitoimikoneiden ja muiden työkonien oletettiin sisältävän samanlaisia materiaaleja samassa suhteessa ja lisäksi kaikkien koneiden painoksia arvioitiin sama 13 tonnia.

Vertailussa käytetyt tiedot ja oletukset

Vaihtoehtoiset työkoneet

- Lännen -monitoimikone, siirtonopeus 40 km/h
- Tela-alustainen kaivinkone, vaatii esim. traktorin ja kuljetuslavetin siirtoajoihin, siirtonopeus 40 km/h
- Pyöräalustainen kaivinkone, siirtonopeus 25 km/h
- Pyöräkuormaaja, siirtonopeus 40 km/h

Kaikkien työkoneiden oletetaan olevan saman painoisia (13 000 kg) ja kaikkien polttoaineenkulutus on 10 litraa polttoainetta tunnissa.

Skenaariot

1. Kaikkien työkoneiden tekninen elinikä on 8000 h.
2. Lännen-monitoimikoneen sekä traktorin ja kuljetuslavetin tekninen elinikä on 8000 h ja muiden työkoneiden (tela- ja pyöräalustainen kaivinkone sekä pyöräkuormaaja) tekninen elinikä on 6000 h.

Hiilijalanjälkiä vertaillessa käytettiin seitsemää teoreettista, 1–2 työpäivää kestävää työkokonaisuutta, jotka sisälsivät työtehtävinä joko kaivamista tai kaivamisen lisäksi kuormaamista. Kokonaisuuksiin sisältyvien työkohteiden ja -tehtävien määrä vaihteli yhdestä viiteen ja työkohteet sijaitsivat 30–45 min siirtomatkan päässä konevarikolta ja toisistaan.

Työkohte 1:

8 tuntia kestävä työkohte, jonne matka on 30/45 min suuntaansa. Sisältää kaivuutyötä 4 tuntia ja kuormausta 4 tuntia.

Työkohte 2:

8 tuntia kestävä työkohte, jonne matka on 30/45 min suuntaansa. Sisältää kaivuutyötä 8 tuntia.

Työkohte 3:

Kaksi päivää, eli 16 tuntia kestävä työkohte, jonne matka 30/45 min suuntaansa. Sisältää kaivuutyötä 16 tuntia.

Työkohte 4:

Kaksi päivää, eli 16 tuntia kestävä työkohte, jonne matka 30/45 min suuntaansa. Sisältää kaivuutyötä 8 tuntia ja kuormausta 8 tuntia. Kaivuutyö ja kuormausta jakautuu tasaisesti molemmille päiville.

Työkohte 5:

Viisi erillistä tunnin työmaata, eli 5 tuntia kaivuutyötä ja kuljetukset 30/45 min per kohte.

Työkohte 6:

Neljä erillistä puolentoista tunnin työmaata, eli 6 tuntia työtä ja kuljetukset 30/45 min per kohte. Kolme kaivuutyökohte ja yksi kuormausta.

Työkohte 7:

Kolme erillistä kahden tunnin työmaata, eli 6 tuntia työtä sekä siirtoajoa 30/45 min per kohte. Kaksi kaivuutyökohte ja yksi kuormausta.

Vertailussa kaivuu- ja kuormaustyön tuottavuus ja polttoaineen kulutus tuntia kohteen arvioitiin samoiksi eri konetyypeillä.

Laskennan ulkopuolelle rajattiin laitteiden määräaikaishuollot sekä laitteissa tarvittavat aineet, kuten AdBlue ja keskusvoiteluöljy. Näiden ilmastovaikutus on oletetusti hyvin pieni verrattuna polttoaineen päästöihin.

VERTAILU ERI KONETYYPPEIHIN

Em. tarkasteluissa monitoimikoneen hiilijalanjälki oli keskimäärin 8–14 % (vaihteluväli 0–21%) erilliskoneita pienempi. 8 % keskimääräinen ero oli Skenaariossa 1 jossa kaikkien työkoneiden laskennallinen elinikä oli sama 8000 h. 14 % keskimääräinen ero oli puolestaan Skenaariossa 2 jossa laskennallinen elinikä vaihteli konetyyppien välillä perustuen havaittuihin eroihin koneiden vuosikäyttöasteissa. Laskennalliset erot hiilijalanjäljissä korreloivat suoraan työkohteissa ja siirroissa tarvittavien koneiden määrää sekä siirtonopeutta työkohteiden välillä. Monitoimikoneen laskennallinen etu muodostui käytön ja siirron aikaisista vähemmistä ”teräskiloista”, tarkoittaen että saman työsuorituksen tekemiseen tarvitaan vähemmän valmistettavia ja aikanaan hävitettäviä ”teräskiloja”. Vähemmät teräskilot korreloivat suoraan pienemmän hiilijalanjäljen kanssa.

Hiilijalanjäljen ohella esimerkkityökokonaisuuksissa tarkasteltiin myös erilaisten konetyyppien työn kokonaistuottavuutta ja taloudellisuutta henkilötyön ja polttoainekäytön kautta. Mainituissa seitsemässä työkohteessa monitoimikoneen polttoainekulutus oli

laskennallisesti keskimäärin 8 % (vaihteluväli 0–16 %) erilliskoneita pienempi ja henkilötyön tuottavuus keskimäärin 12 % (vaihteluväli 3–24 %) korkeampi. Monitoimikoneen tuottavuus- ja taloudellisuusedut perustuivat vähäisempiin konekuljetustarpeisiin sekä vähäisempiin kuljetusten valmisteluihin ja korkeampaan siirtonopeuteen.

Kaikki em. laskennat perustuivat teoreettisiin työkokonaisuuksiin. Laskelmia varten kaikki koneet arvioitiin painoltaan 13 tonnin kokoluokkaan. Polttoainekulutuksiltaan ja kaivuu- ja kuormaustyön tuottavuuksiltaan koneet arvioitiin tasavertaisiksi. Koneiden elinkaaren käyttövaiheen tarkastelussa käytettiin koneiden teknisenä elinikänä 6000–8000 tuntia perustuen konetyyppien myynnissä olleiden käytettyjen koneiden käyttötunneista laskettuihin vuosikäyttöasteisiin.

Mahdolliset kone- ja käyttäjäkohtaiset erovaisuudet esim. kaivuu- ja kuormaustyön tuottavuudessa tai muissa oletuksissa muuttaisivat vastaavasti laskentojen lopputuloksia. Kuitenkin yleistyksenkin huomioiden em. laskelmat tukevat viestiä monitoimikoneen tuottavuudesta ja

taloudellisuudesta sekä pienemmästä hiilijalanjäljestä monipuolisissa ympäristörakentamisen ja kunnossapidon työkohteissa.

Kun em. vertailuihin otetaan vielä huomioon monitoimikoneen suuremmat käyttömahdollisuudet erityyppisissä työtehtävissä, ympäri vuoden ja kaikissa olosuhteissa, nousee monitoimikoneen investointi tuottavuuden, taloudellisuuden ja ympäristöystävällisyyden kautta entistä suurempaan arvoon.



LÄHTEET

CO2Data 2020. GENERIC DATA FOR METALS – STAINLESS STEEL 27.11.2020, Tarja Häkkinen. Saatavissa: <https://co2data.fi/reports/Metal-stainless-steel-2.pdf>

Dahlbo, H., Myllymaa, T., Manninen, K., Korhonen, M.-R. 2011. HSY:n alueella tuotettujen, käsiteltyjen ja hyödynnettyjen jätelajien khk-päästökertoimet – Laskelmien taustatietoa. Julia 2030 -hanke. Suomen ympäristökeskus 19.12.2011.

Danilecki, K., Mrozik, M. & Smurawski, P. 2017. Changes in the environmental profile of a popular passenger car over the last 30 years – Results of a simplified LCA study. Journal of cleaner production, 141, pp. 208–218. doi:10.1016/j.jclepro.2016.09.050

Fingrid 2020. Sähkön tuotannon CO₂-päästöarvio. <https://www.fingrid.fi/sahkomarkkinat/sahkojarjestelman-tila/co2/>

Greenhouse Gas Protocol Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard. 2011. World Resource Institute. Saatavissa: <https://ghgprotocol.org/corporate-standard>

ICCT 2016. What's the real impact of indirect land-use change? <https://theicct.org/blogs/staff/real-impact-of-indirect-land-use-change>

Li, Y., Xu, Y., Fu, Z., Li, W., Zheng, L. & Li, M. 2020. Assessment of energy use and environmental impacts of wastewater treatment plants in the entire life cycle: A system meta-analysis. Environmental research. doi:10.1016/j.envres.2020.110458

Lipasto -tietokanta, 2017. LIPASTO – Suomen liikenteen pakokaasupäästöjen ja energiankulutuksen laskentajärjestelmä <http://lipasto.vtt.fi/index.htm>

Pero, F. D., Delogu, M. & Pierini, M. 2018. Life Cycle Assessment in the automotive sector: A comparative case study of Internal Combustion Engine (ICE) and electric car. Procedia Structural Integrity, 12, pp. 521–537. doi:10.1016/j.prostr.2018.11.066

Tilastokeskus, 2020. Polttoaineluokitus 2020: sisältää polttoaineiden oletuslämpöarvot ja päästökertoimet. Saatavissa: https://www.stat.fi/tup/khkinv/khkaasut_polttoaineluokitus.html

LASKENNASSA KÄYTETYT PÄÄSTÖKERTOIMET

Päästölähte	Lähde
Kuljetukset	Lipasto
Materiaalit	ecoinvent 3.4
Sähkö	Sallilan Energia
Kaukolämpö	Loimaan kaukolämpö
Talousveden valmistus	ecoinvent 3.4
Jäteveden käsittely	Li ym. 2020
Jätteiden käsittely	Dahlbo ym. 2011
Muut aineet	ecoinvent 3.4
Diesel	Tilastokeskus 2021
AdBlue	Yara 2020
Keskusvoiteluöljy	ecoinvent 3.4
Moottoriöljy	ecoinvent 3.4
Vaihteistoöljy	ecoinvent 3.4
Jäähdytysneste	ecoinvent 3.4
Jarruneste	ecoinvent 3.4
Suodattimet	ecoinvent 3.4
Kuljetukset	Lipasto
Jätteenkäsittely & kierrätys	Dahlbo ym. 2011



**Building a better world
with fewer machines.**

Lännen on osa LMCE Groupia



Lännen | Lundberg | Watermaster

Lue lisää älykkäistä ratkaisuihimme
koviin olosuhteisiin: www.lannen.com

Tutkimuksen toteutti

