

VTT

VaMeLa TP2: LCA-tuloksia

Laura Sokka

21/03/2023 VTT – beyond the obvious

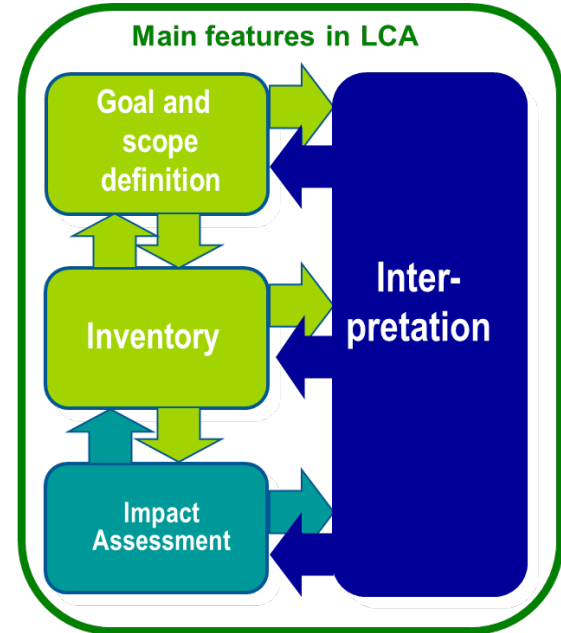


**Nappaa
hiilestä
kiinni**

MAANKÄYTTÖSEKTORIN
ILMASTORATKAISUT

Elinkaariarviointi (LCA)

- Elinkaariarviointi (LCA) on menetelmä tuotteen tai järjestelmän potentiaalisten ympäristövaikutusten kvantitatiiviseen ja systemaattiseen arviointiin läpi koko sen elinkaaren.
- LCA tukee päätöksentekoa ja sen avulla ympäristöongelmia voidaan tarkastella laajemmin
- Koska LCA tarkastelee aineiden virtoja kokonaisvaltaisesti, mahdollistaa tehokkaamman ympäristövaikutusten hallinnan.
 - Tällainen tieto vähentää myös riskiä ongelmien siirtoon systeemin eri osien välillä.
- Menetelmä pohjautuu ISO standardeihin 14040 ja 14044.



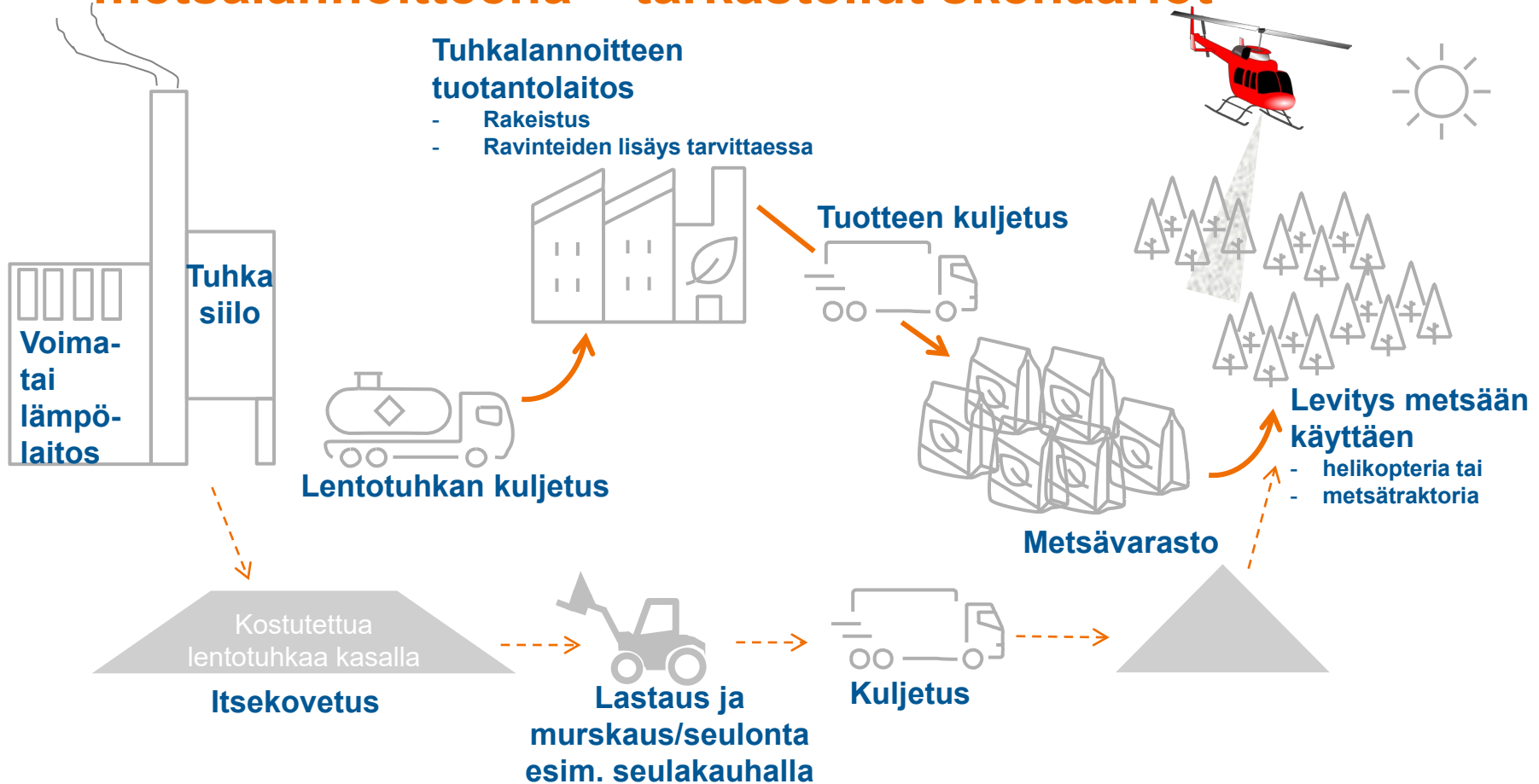
Elinkaarivaikutusten arviointi (LCIA)

- Elinkaari-inventaario (LCI) ei vielä anna tietoa siitä millaisia vaikutuksia päästöt aiheuttavat, mitkä niistä ovat ”pahimpia”.
- Vaikutusarvioinnin (LCIA) tavoitteena on arvioida potentiaalisten ympäristövaikutusten merkittävyyttä käyttäen LCI-tuloksia
- Vaikutusarvioinnissa LCI data jaetaan ensin eri vaikutusluokkiin (kategorisointi).
- Tämän jälkeen eri päästöjen vaikutus tiettyihin ympäristövaikutuksiin kvantifioidaan (=karakterisointi). Tämä vaihe tehdään käyttäen valmiita karakterisointikertoimia.
- Seuraavaksi voidaan tehdä normalisointi, jossa lasketaan vaikutusluokkaindikaattorien (saatu karakterisoinnin tuloksena) suuruus suhteessa referenssitason (esim. vaikutukset koko Euroopassa).
- Tässä työssä käytettiin EU:n alaisen Joint Research Centre – tutkimuslaitoksen (JRC) suosittamia vaikutusarviointimenetelmiä

Työn tavoite ja tutkimusasetelma

- Tämän analyysin tavoitteena oli arvioida tuhkalannoitteen tuotannon ja levityksen elinkaarisia ympäristövaikutuksia LCA:n avulla.
- Työssä tarkasteltiin kahta eri tuhkalannoitteen tuotantovaihtoehtoa: Rakeistusta ja itsekovetusta.
- Tuhkalannoitteita arvioitiin sekä fosfori- että kaliumlannoitteina.
- Näitä verrattiin mineraalisiin fosfori- ja kaliumlannoitteisiin.
- LCA-laskennassa käytettiin SULCA 5.0 –laskentaohjelmaa.
- Vaikutusarviointi tehtiin käyttäen EU:n puitteissa kehitettyä EF 3.0 –vaikutusarviointikehikkoa.

Biomassan polton tuhkan hyödyntäminen metsälannoitteena – tarkastellut skenaariot



Muita laskennassa tehtyjä oletuksia

- Rakeistuksessa käytetyt materiaali- ja energiapanokset arvioitiin olemassa olevien laitosten ympäristölupadokumenttien perusteella.
- Kuljetusmatkat perustuivat asiantuntijaoletuksiin, ja levityksen oletettiin tapahtuvan joko traktorilla tai helikopterilla.
- Itsekovetetun tuhkan, samoin mineraalilannoitteiden, kuljetuksissa ja levityksissä samat oletukset kuin rakeistuksessa (kovetus tapahtuu heti syntypaikalla, ei kuljetusta siinä)
- Vertailtavan mineraalilannoitteen oletettu olevan Forest Vitalin Rautainen MetsänPK, jossa P-pitoisuus 5,5 % ja K-pitoisuus 16 %:
<https://www.forestvital.com/index.php/tuotteet/fv-rautainen-metsanpk>
- Oletettu, että levitetään 700 kg/ha, jossa 45 kg P ja 112 kg K.
- Vaikutukset laskettu per kg ravinteita ja allokoitu P:lle ja K:lle suhteellisten osuuksien mukaan.
- Ravinnevalumaa metsistä ei ole otettu huomioon: Piirainen ym. 2013 & Tuhkaoppaan mukaan P-valuma todettu vähäiseksi. K-päästöjä jonkun verran, niillä ei kuitenkaan vaikutusta tässä käytetyssä rehevöitymisvaikutusten arviointimenetelmässä.

Rakeistus

Prosessi	Määrä	Lähde
Kaliumsulfaatti	6 kg/t	Ecolan Nokia, ympäristölupa, 2017
Superfosfaattikalisuolaseos	40 kg/t	Ecolan Nokia, ympäristölupa, 2017
Sähkö	11 kWh/t	Ecolan Nokia, ympäristölupa, 2017
Kevyt polttoöljy	10,8 MJ/t	Ecolan Nokia, ympäristöluvan muutoshakemus 2021
Diesel, kuljetukset (100 km polttolaitokselta käsittelyyn, 100 km käsittely ->metsävarasto -> levitys1 km (ei huomioitu)		Ecoinvent Database, v. 3.81
Levitys traktorilla, kevytpolttoöljyn kulutus	1,75 l/t tuhkaa	VTT, asiantuntija-arvio Jyrki Raitila, 09/22
Levitys, helikopterilla	15 t/h	VTT, asiantuntija-arvio Jyrki Raitila, 09/22
Helikopterin polttoaineen kulutus (kerosiini), l/h	50	VTT, asiantuntija-arvio Jyrki Raitila, 09/22
Vesi	300 l/t	VTT, asiantuntija-arvio, Kirsi Korpijärvi, 01/23.
Kerosiinin käytön päästöt		Winther & Rypdal ym. 2019, EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook.

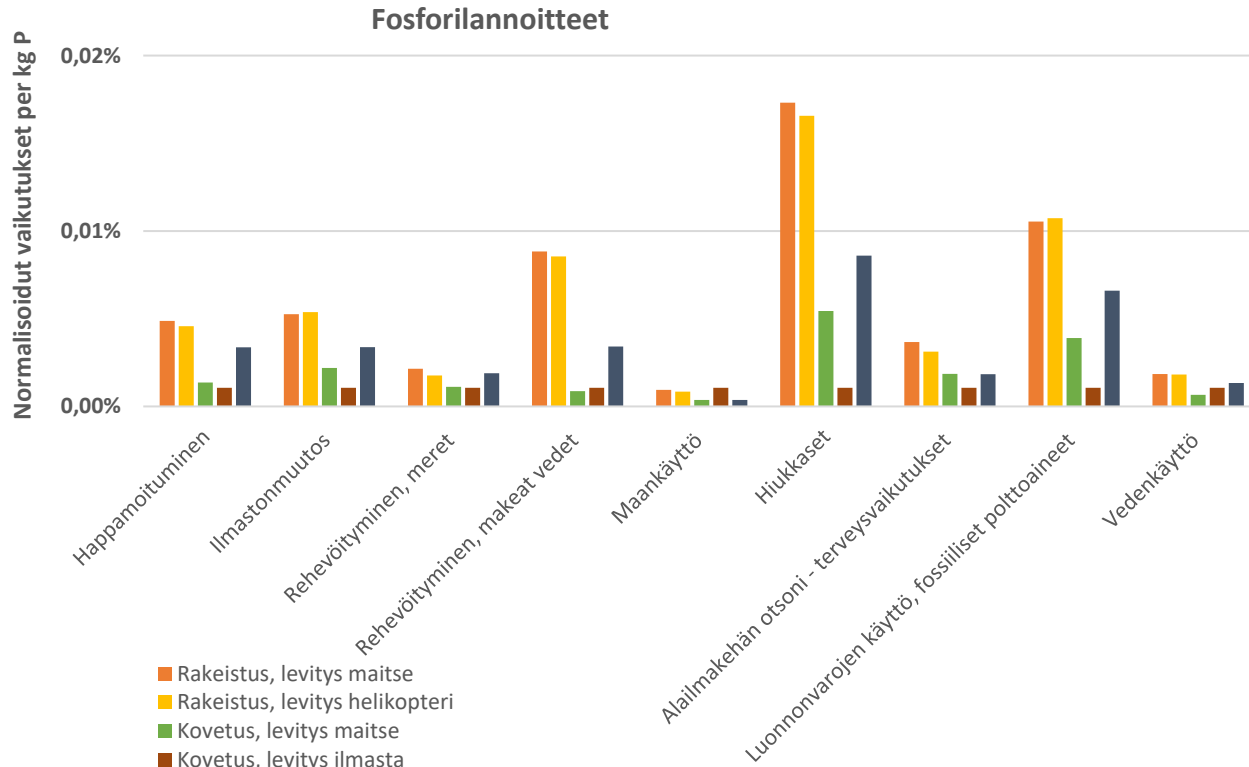
Lähtötiedot

Kovetus

Raaka-aine	Määrä	Lähde
Vesi	300 l/t	Metsäteho Oy 1997
Kevyt polttoöljy, kovettuneen tuhkan murskaus ja lastaus	0,4 l/t	VTT, asiantuntija-arvio

- Arviot käytettyjen materiaalien ja polttoaineiden tuotannon päästöistä pääasiassa Ecoinvent LCA-tietokannasta.
- Sähkönkulutus oletettiin olevan keskimääräistä suomalaista sähköä.

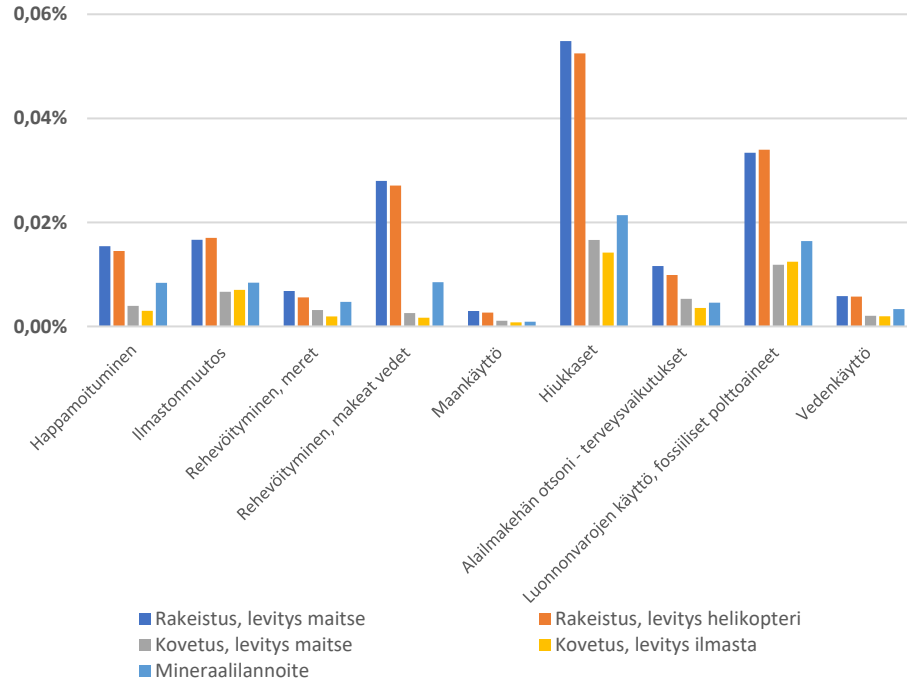
Tulokset – normalisoidut vaikutukset



- Rakeistuksen vaikutukset olivat suuremmat kuin mineraalilannoitteiden tai Itsekovetuksen kaikissa vaikutuksissa.
- Suurimmat erot hiukkasissa ja fossiilisten polttoaineiden käytössä sekä rehevöitymisessä.
- Rehevöitymisessä ero aiheutuu rakeistuksessa käytetystä fosforilisästä.
- Hiukkasten ja fossiilisten polttoaineiden suuremmat vaikutukset johtuvat rakeistuksen suhteellisen korkeasta polttoaineiden kulutuksesta. Tämä näkyy myös happamoitumis- ja ilmastovaikutuksissa.

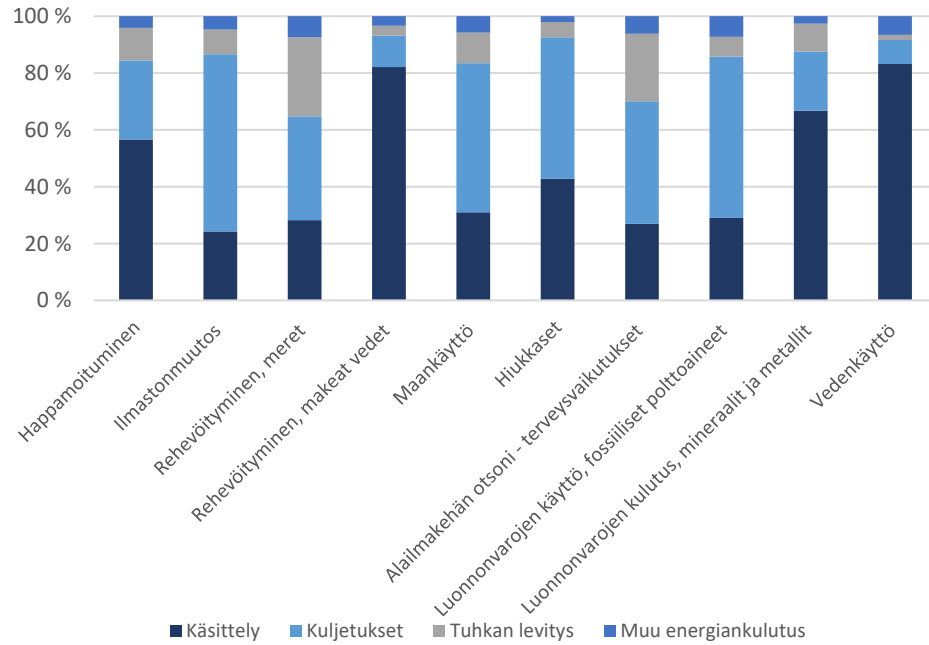
Tulokset – normalisoidut vaikutukset

Kaliumlannoitteet

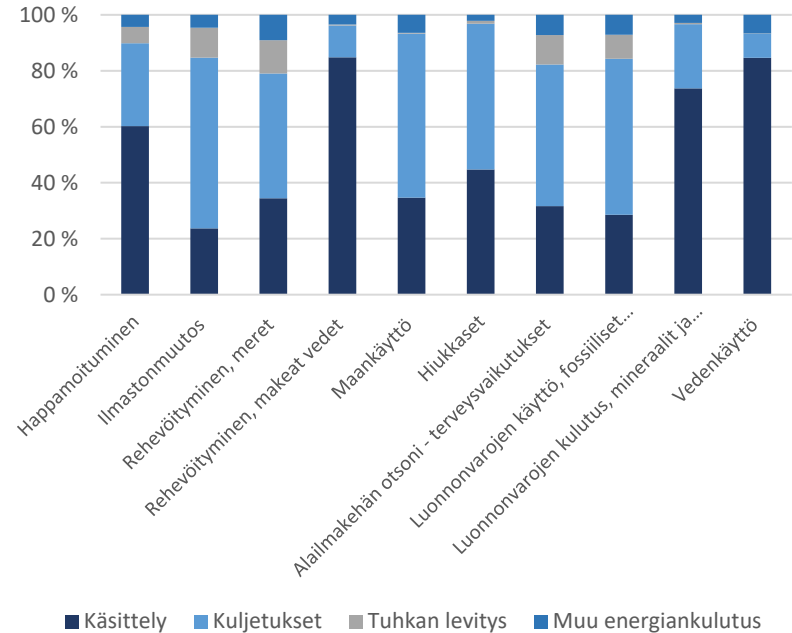


Tuhkan rakeistus, eri elinkaarivaiheiden vaikutus

Levitys traktorilla

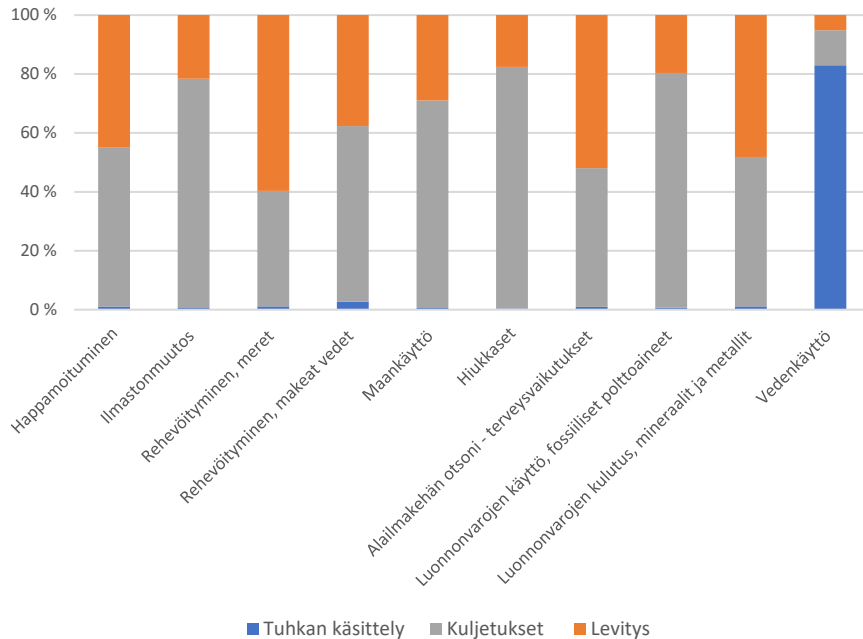


Levitys helikopterilla

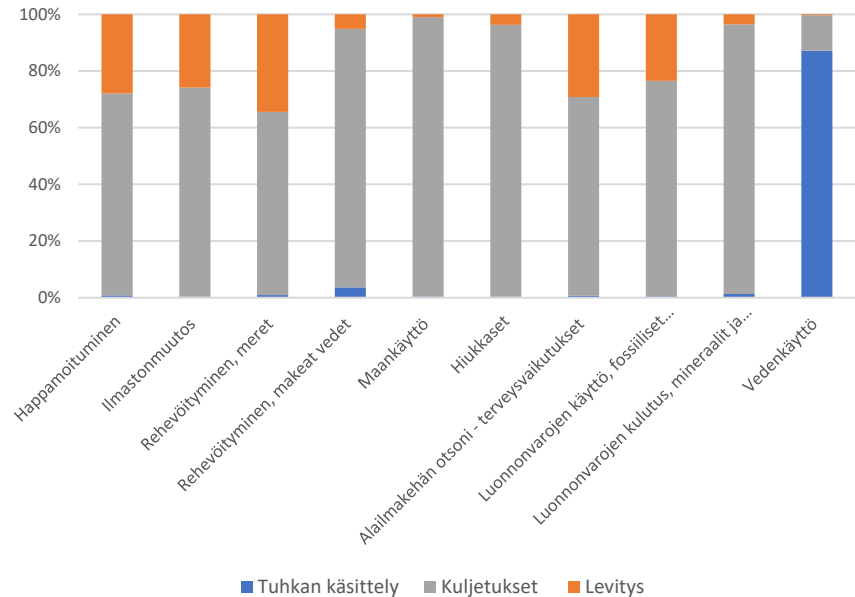


Tuhkan kovetus, eri elinkaarivaiheiden vaikutus

Levitys traktorilla



Levitys helikopterilla



TÄMÄ PÄIVITTÄMÄTTÄ (2.2.23)

Prosentuaalinen ero tuhkalannoitteiden ja mineraalilannoitteiden välillä (P-lannoitteet)

	Acidification	Climate change	Eutrophication marine	Eutrophication, freshwater	Land use	Particulate matter	Photochemical ozone formation - human health	Resource use, fossils	Resource use, minerals and metals	Water use
Sken1a	26 %	24 %	3 %	58 %	55 %	43 %	44 %	27 %	23 %	1 %
Sken1b	19 %	26 %	-17 %	55 %	43 %	38 %	27 %	29 %	13 %	-1 %
Sken2a	-54 %	-46 %	-55 %	-34 %	-16 %	-36 %	-17 %	-46 %	-61 %	-51 %
Sken2b	-60 %	-43 %	-75 %	-37 %	-29 %	-41 %	-33 %	-44 %	-71 %	-53 %

Prosentuaalinen ero tuhkalannoitteiden ja mineraalilannoitteiden välillä (K-lannoitteet)

	Acidification	Climate change	Eutrophication marine	Eutrophication, freshwater	Land use	Particulate matter	Photochemical ozone formation - human health	Resource use, fossils	Resource use, minerals and metals	Water use
Sken1a	71 %	67 %	31 %	206 %	180 %	124 %	127 %	74 %	65 %	29 %
Sken1b	60 %	71 %	5 %	196 %	147 %	113 %	89 %	78 %	48 %	26 %
Sken2a	-65 %	-50 %	-45 %	-77 %	-19 %	-53 %	-10 %	-53 %	-73 %	-38 %
Sken2b	-76 %	-45 %	-71 %	-87 %	-53 %	-65 %	-48 %	-49 %	-90 %	-41 %

Johtopäätöksiä

- 1. skenaariossa suurin osa vaikutuksista aiheutuu tuhkan käsittelystä ja kuljetuksista.
- 2. skenaariossa vaikutukset kauttaaltaan selvästi alhaisemmat.
- Tässä vaihtoehdossa suurin osa vaikutuksista aiheutuu kuljetuksista ja levityksestä.
- Helikopterilevityksen vaikutus alhaisempi kuin traktorilevityksen.
- Mineraalilannoitteen vaikutukset kauttaaltaan selvästi suuremmat kuin itsekovetettujen tuhkalannoitteiden.