

Valukomponentin hiilijalanjälki

...ja sen laskenta



Aalto-yliopisto
Insinöörیتieteiden
korkeakoulu

Tommi Sappinen

Valun käytön seminaari 2022

Sisältö

- Tutkimuksen taustalla
- Päästöjen ymmärtäminen: systeemikaaviot
- Laskurin esittely
- Vertailututkimus valun käyttäjän näkökulmasta
- Johtopäätökset

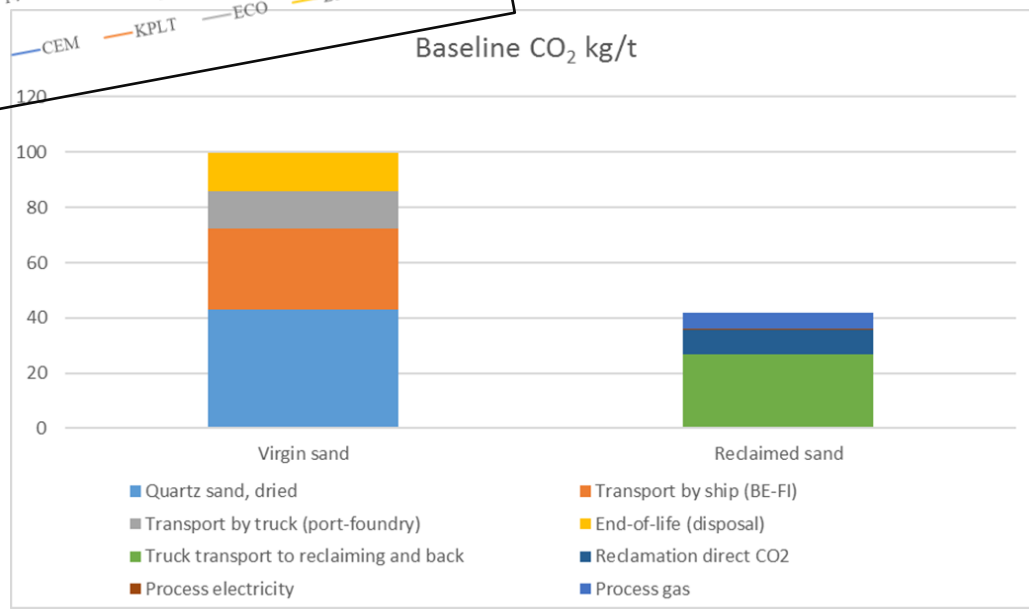
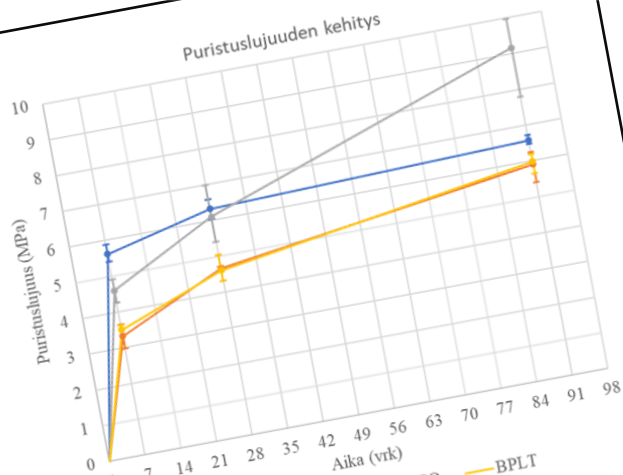
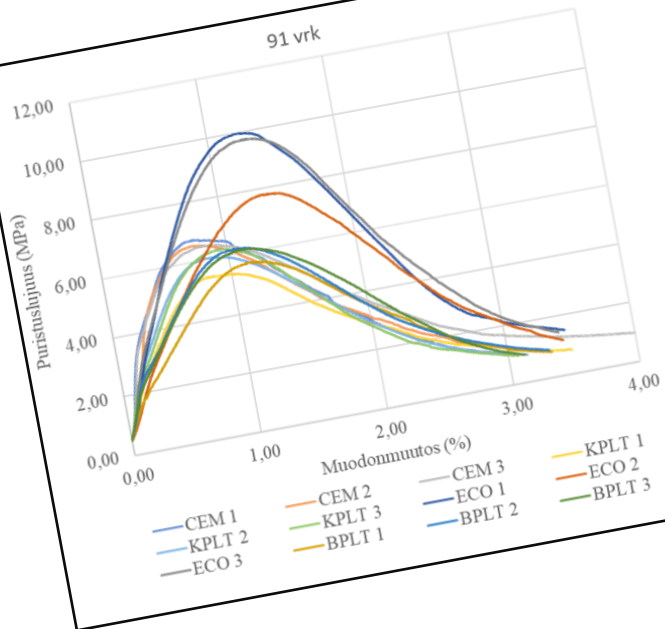
Kiertovalu-projekti

Kulku

- 2018 keväällä tohtorikoulutukseen ja rahoituksen haku
- 2018 syksyllä aloitus
- 2021 syksyllä loppu
 - Projektin päättymisen jälkeen kiinnostus päästölaskentaa kohtaan kasvanut merkittävästi

Työpaketit

- Käytetyn hiekan maarakennuskäyttö
- Termisen elvytyksen ympäristövaikutukset, hiilijalanjälki



Julkaisut

Opinnäytteet

- Vilenius, M.: Valimohiekan tekniset ominaisuudet ja uusiokäyttö maarakentamisessa, 2019. <https://aaltodoc.aalto.fi/handle/123456789/40951>
- Kekäläinen, K.: Valimohiekan termisen elvytyksen laadunhallinta ja ympäristövaikutukset, 2020. <https://aaltodoc.aalto.fi/handle/123456789/42767>
- Juuti, E.: Valimohiekan soveltuminen osaksi kerrosstabiloinnin runkoainetta ja käytön edistäminen, 2020. <https://aaltodoc.aalto.fi/handle/123456789/43539>
- Aromaa, R.: Uusiomateriaaleista valmistetun hydraulisesti sitoutuvan meluseinän pakkaskestävyys, 2021. <https://aaltodoc.aalto.fi/handle/123456789/103364>

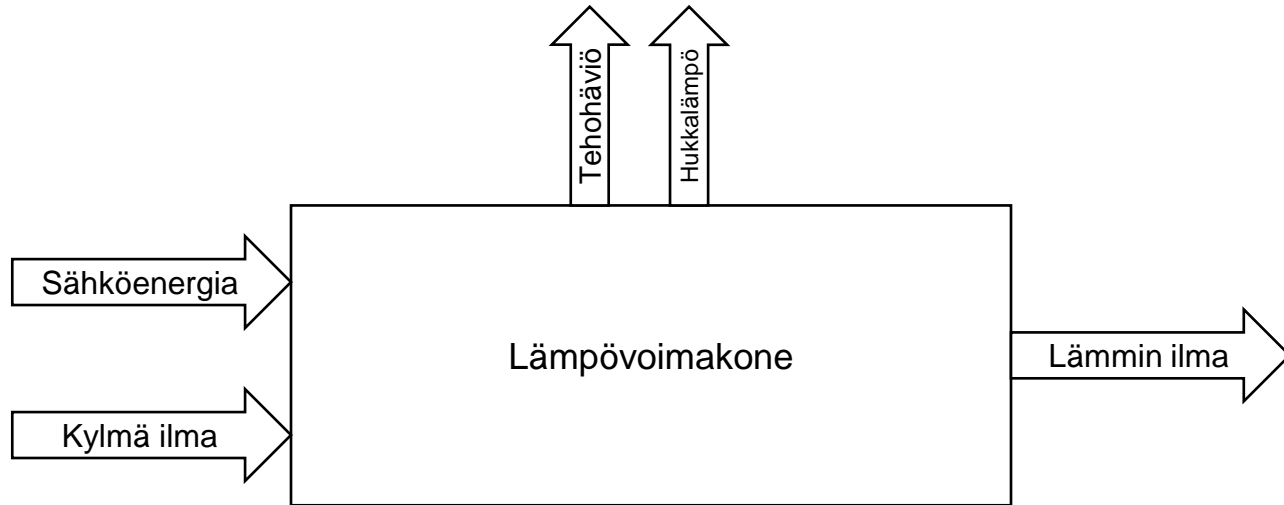
Konferenssit ja artikkelit

- Sappinen, T. et al: Life cycle carbon dioxide emission savings in thermal reclamation of foundry sands, 2019. EUROMAT 2019, Tukholma. <https://euromat2019.fems.eu/>
- Zhang, Y. & Sappinen, T. et al: Investigations into stabilized structures with the use of waste foundry sand, 2021. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, vol 710. 18th Nordic Geotechnical Meeting 18-19 January 2021, Helsinki. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/710/1/012028>
- Zhang, Y. & Sappinen, T. et al: Investigations into stabilized waste foundry sand for applications in pavement structures, 2021. Resources, Conservation and Recycling, vol 170. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105585>

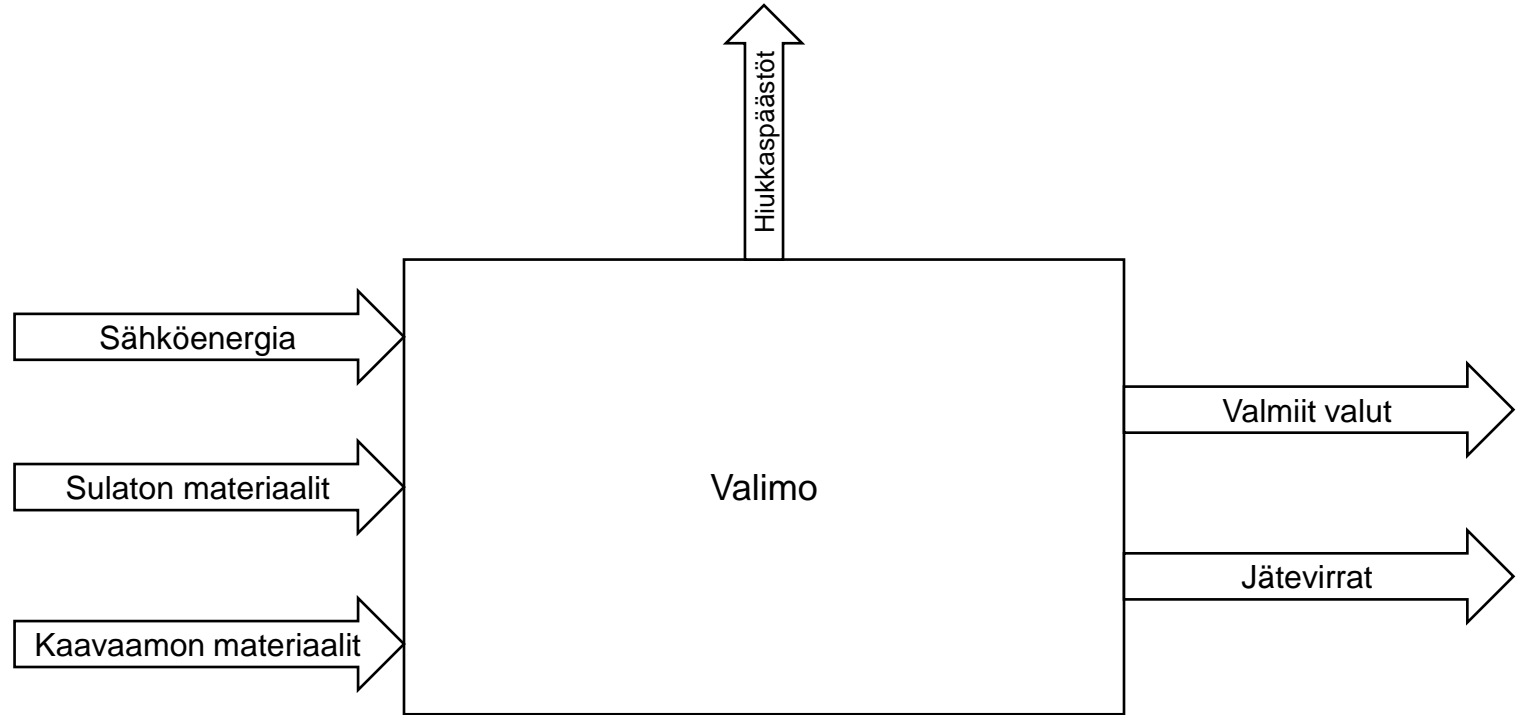
CO₂ laskennan perusteet

Systemikaavio

- Tuttu konsepti lukiofysiikan tasolta?
- Systemin rajat, input & output

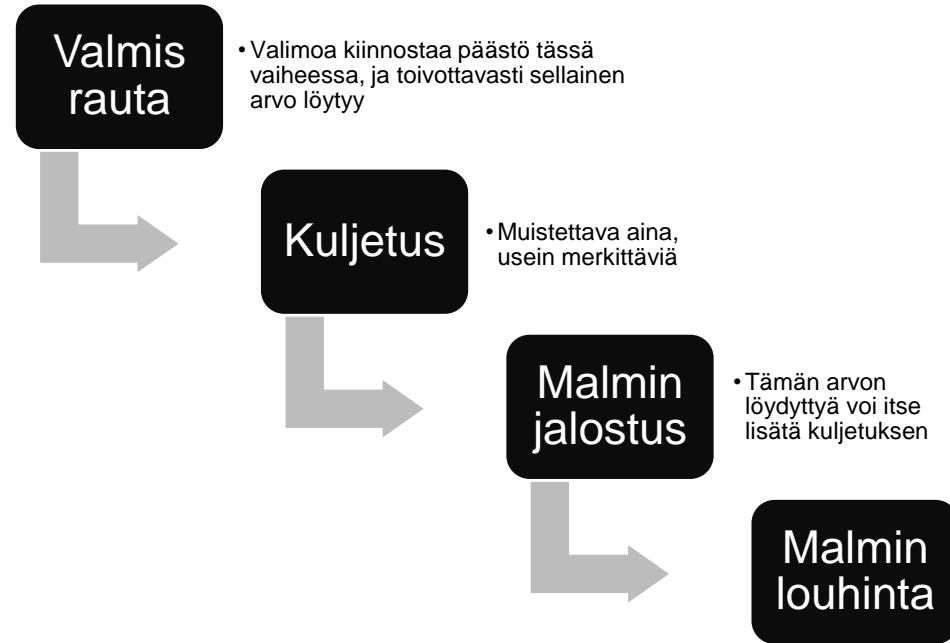


... sama valimon materiaalivirroille



Hiilijalanjälkeen vaikuttavat prosessit

- Elinkaarianalyysissä pyritään ottamaan huomioon kaikki prosessit jonkun hyödykkeen ”matkalta” valmiiksi tuotteeksi
- Valukappaleen pääraaka-aineen (esim. rauta) päästöt muodostuvat malmin louhinnan, malmin jalostuksen ja jalostetun materiaalin kuljetuksista



VaLas

- **Hiilijalanjäljen laskennan työkalu kehitetty opinnäytetyönä**
- **Laskuri on melko laaja, voi pelottaa ensisilmäyksellä**
 - Tuloksia saa kuitenkin laittamalla vain ”tärkeimmät” arvot, ilman että tarvitsee liian tarkasti selvittää valimon läpi kulkevia pienmateriaaleja
- **Tiedostoon syötetään tietoja niin valimon vuositasolla kuin myös komponenttikohtaisesti**
- **Laskurin käytöstä tulossa täydennyskoulutusta joulukuussa...**

VALUKOMPONENTIN CO₂-ekv. LASKURI ("VaLas")

Kuva:

Komponentin nimi

Tarkasteluvuosi

Varsi ZS-320

2020

Vihreällä taustalla oleviin soluihin kirjataan pyydetty arvo (muokattavissa)

Näihin lukema ilmestyy kun vaadittava määrä taustatietoa on annettu (ei muokattavissa)

Ilmaisee yhden osakokonaisuuden päästöarvon (ei muokattavissa)

Tarkasteluvuoden tuotanto ja kulutukset

Tarkasteluvuoden valukappaleiden bruttotuotanto	5200	Tonnia
Tarkasteluvuoden ostosähkön kulutus	11362	MWh/a
Tarkasteluvuoden kaukolämmön kulutus	6327	MWh/a

Pakolliset tiedot tuloksen saamiseksi ilmaistaan solun punaisella kehyksellä, ts. saat suuntaa antavan päästöarvon kun kaikkiin pakollisiin soluihin on merkitty arvo.

Komponentin syötteen

Komponentin valutarve (brutto)	3200	Kg	kg CO ₂ -ekv.
Komponenttiin käytetty sähkö (keskim.)	6992,00	KWh	797,09
Komponentin osuus kaukolämmöstä	3893,54	KWh	506,16
Muottiin tarvittava hiekka (uusi+vanha)	6520	Kg	

Vuosittainen kokonaissähkönkulutus per brutto kg

2,185

KWh/kg

Kaukolämmön kulutus per brutto kg

1,217

KWh/kg

Laskurissa oletuksena on 1 kappale per muotti. Tämän voi kuitenkin vaihtaa Tulokset ja kaaviot -välilehdeltä. Laskuri näyttää kuitenkin kg CO₂-ekv./kg arvon joka tapauksessa oikein.

Kaavaus

	Paino (kg)	kg CO ₂ -ekv.		
Uusi hiekka (kvartsihiekka)	1802	87,886		
Jäähdytyskokiilit	16	2,340	Kokillien kiertoaluku	4,8
Hartsit	68,460	164,372	Hartsimäärä %	1,05 %
Kovete	29,780	71,080	Kovetemäärä verrattuna hartsisiin	43,5 %
Kaavaustarvikkeet	Paino (kg)	kg CO ₂ -ekv.	CO ₂ -ekv. Kerroin	
Valukanavisto	6	12	0	
Peitoste	3,5	7	0	
Muut pienmateriaalit yht.	2	4	0	
Lisää oma materiaali	Paino (kg)	kg CO ₂ -ekv.	CO ₂ -ekv. Kerroin	
Oma materiaali x	1,5	3	0	
Oma materiaali y	2,4	2,6808	1,117	

		Materiaalien kuljetukset	
HIEKKA		Kappaleen osuus päästöistä	
		72,72	
Tarkasteluvuoden käyttömäärä yhteensä (t)	3415		
Kuljetus valimolle (maateitse)	Vuosittainen tonnimäärä (t)	keskim. Km	kg CO ₂ -ekv.
Täysperävaunuyhdistelmä 40t	3000	530	62010,0
Puoliperävaunuyhdistelmä 25t	415	180	3660,3
Sekatavarajuna, diesel	0	0	0,0
Konttijuna, diesel	0	0	0,0
Maansiirtoauto, 19t	0	0	0,0
Muu kuljetusmuoto 1	0	0	0,0
Muu kuljetusmuoto 2	0	0	0,0
Kuljetus Suomeen (meriteitse)	Vuosittainen tonnimäärä	keskim. Km	
Irtolastialus (bulk)	3000	1850	72150,0
Konttialus, 1000 TEU*	0	0	0,0
Konttialus, 2000 TEU	0	0	0,0
Ro-ro-alus	0	0	0,0
Muu kuljetusmuoto 3	0	0	0,0
		Yhteensä	137820,3

Ilmoita tarkasteluvuoden kokonaiskäyttömäärä. Seuraavaksi valitse kuljetusmuoto, ja ilmoita vuosittainen kuljetusmäärä tonneittain. Esitä myös arvio keskimääräisestä kuljetusetäisyydestä (yksisuuntainen matka) kyseisellä kuljetusmuodolla. Saadaksesi kelvollisen tuloksen, sinun tulee täyttää vähintään kaikki edellisen sivun punaisella kehyksellä olevat solut ja tältä sivulta kaikkien kuljetusten vuosittaiset tilausmäärät.

		Kappaleen osuus päästöistä	
MUUT KULJETUKSET		2,83	
		Vuosittainen tilausmäärä (t)	1200
Kuljetus valimolle (maateitse)	Vuosittainen tonnimäärä	keskim. Km	kg CO ₂ -ekv.
Täysperävaunuyhdistelmä 40t	700	320	8736,0
Puoliperävaunuyhdistelmä 25t	500	260	6370,0
Sekatavarajuna, diesel	0	0	0,0
Konttijuna, diesel	0	0	0,0

		Kappaleen osuus päästöistä	
HARKKORAUTA		0,00	
		Vuosittainen käyttömäärä (t)	1360
Kuljetus valimolle (maateitse)	Vuosittainen tonnimäärä	keskim. Km	kg CO ₂ -ekv.
Täysperävaunuyhdistelmä (40t kuorma)	1100	530	22737,0
Puoliperävaunuyhdistelmä (25t kuorma)	260	240	3057,6
Sekatavarajuna, diesel	0	0	0,0
Konttijuna, diesel	0	0	0,0
Maansiirtoauto, 19t	0	0	0,0
Muu kuljetusmuoto 1	0	0	0,0
Muu kuljetusmuoto 2	0	0	0,0
Kuljetus Suomeen (meriteitse)	Vuosittainen tonnimäärä	keskim. Km	
Irtolastialus (bulk)	1100	8500	121550,0
Konttialus, 1000 TEU	0	0	0,0
Konttialus, 2000 TEU	0	0	0,0
Ro-ro-alus	0	0	0,0
Muu kuljetusmuoto 3	260	4500	21060,0
		Yhteensä	168404,6

		Kappaleen osuus päästöistä	
TERÄSROMU		19,89	
		Vuosittainen tilausmäärä (t)	4360
Kuljetus valimolle (maateitse)	Vuosittainen tonnimäärä	keskim. Km	kg CO ₂ -ekv.
Täysperävaunuyhdistelmä (40t kuorma)	2800	265	28938,0
Puoliperävaunuyhdistelmä (25t kuorma)	1560	150	11466,0
Sekatavarajuna, diesel	0	0	0,0
Konttijuna, diesel	0	0	0,0

Tulokset ja kaaviot

Kappaleen kokonaispäästö	2439,00	kg CO ₂ -ekv.
Kappaleen päästöt/kg	0,7622	kg CO ₂ -ekv.

Valukappaleen bruttopaino

3200	Kg
------	----

Osakokonaisuus	kg CO ₂ -ekv.
Sähkö	797,09
Kaukolämpö	506,16
Polttoaineet	97,19
Kaavaus (hiekkä)	354,36
Sulan raaka-aineet	396,84
Muut	28,00
Kuljetukset	131,63
Jätevirtä	127,73
Yhteensä	2439,00

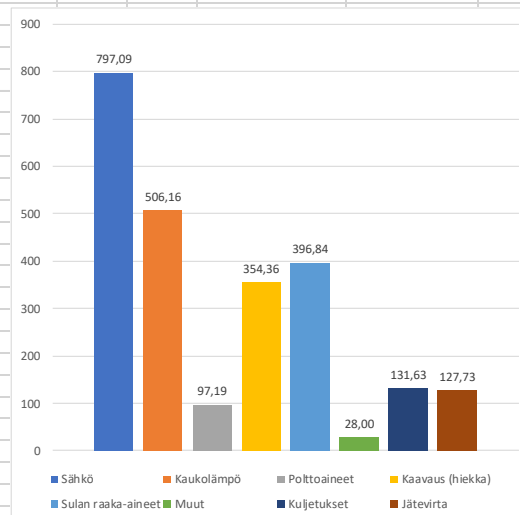
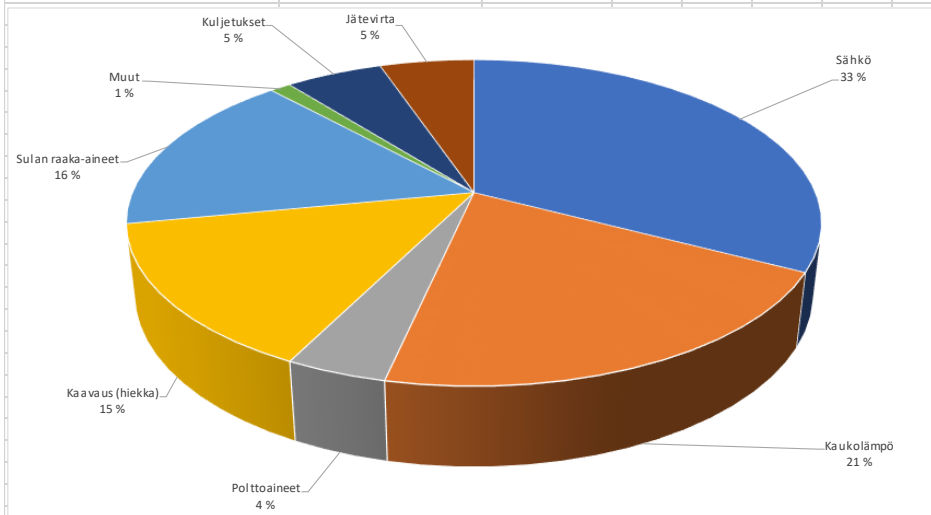
Valukappaleiden määrä muutissa 4

Valukappaleen kokonaispäästö 609,75

kg CO₂-ekv.

Kuljetukset sis. Teräsromu, hiekkä, harkko, komponentin kuljetus ja muut kuljetukset (tuonti)

Päästöjen jakautuminen



CO₂ –päästöjen vertailututkimus

Vertailun oletukset

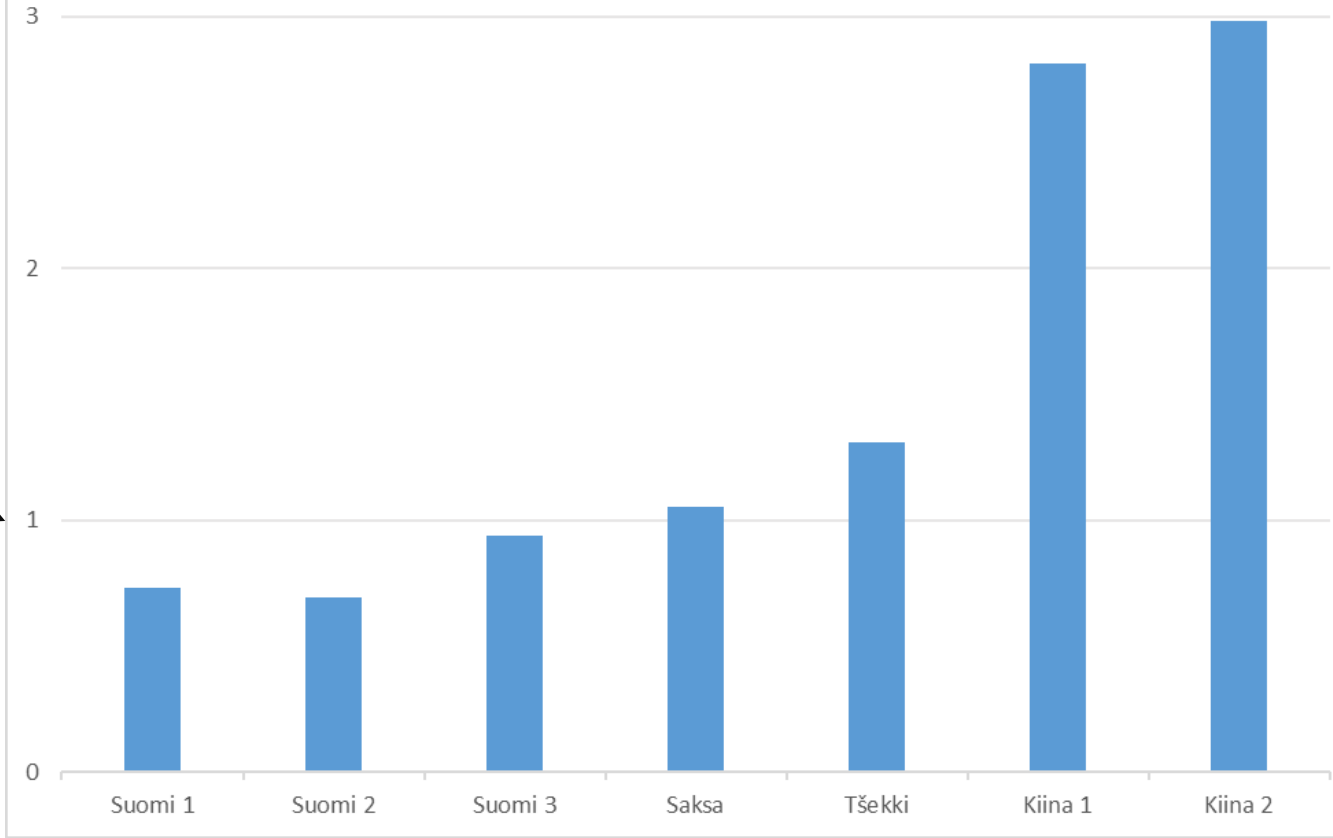
- Laajemman laskurin pohjalta selvitettiin merkittävimmät ja ”helpoiten täytettävät” arvot valimon päästölähteistä
- Suomalaisia valunkäyttäjiä pyydettiin kysymään toimitusketjunsä valimoilta luvut kysymyksiin
 - 3 vastausta Suomesta, 1 Saksa, 1 Tšekki ja 2 Kiinasta
 - Päästökategoriat sähkö (ja lämpö), sulatuksen pääraaka-aineet, kaavaushiekka ja raaka-aineiden sekä valmiin kappaleen kuljetukset
- Energian päästöihin käytettiin kansallisia keskiarvoja (energy mix*)

Country	Factor [KgCO ₂ e/kWh]
Finland	0,13622
Germany	0,37862
China	0,555
Czechia	0,54465

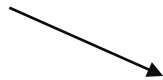
Tulokset

(Arvot esitetään visuaalisesti ilman tarkkoja lukuja, koska tutkimustulokset ovat menossa väitöskirjan julkaisuun)

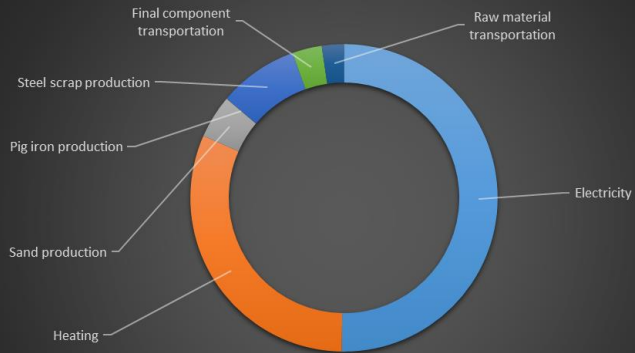
■ kg CO₂-ekv / kg



Valun päästöjen
epävirallinen
"hihavakio"

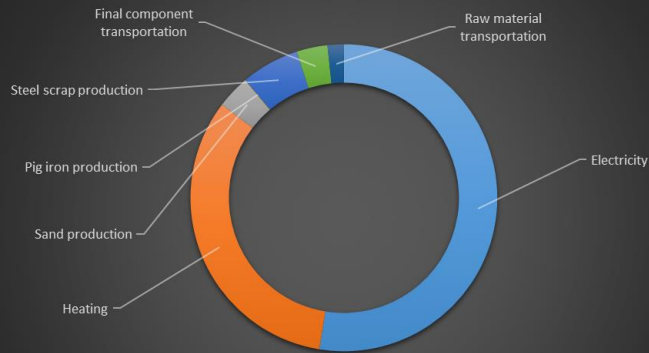


Distribution of the emissions



- Electricity
- Heating
- Sand production
- Pig iron production
- Steel scrap production
- Final component transportation
- Raw material transportation

Distribution of the emissions

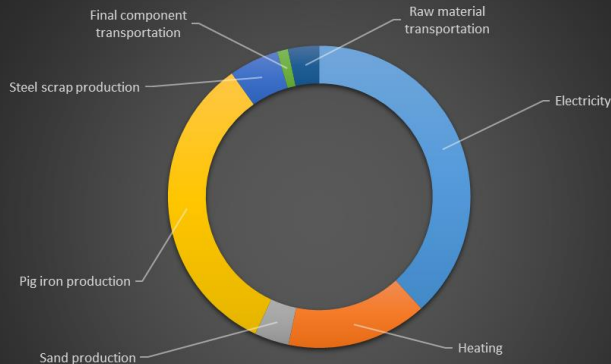


- Electricity
- Heating
- Sand production
- Pig iron production
- Steel scrap production
- Final component transportation
- Raw material transportation

Suomi 2

Suomi 1

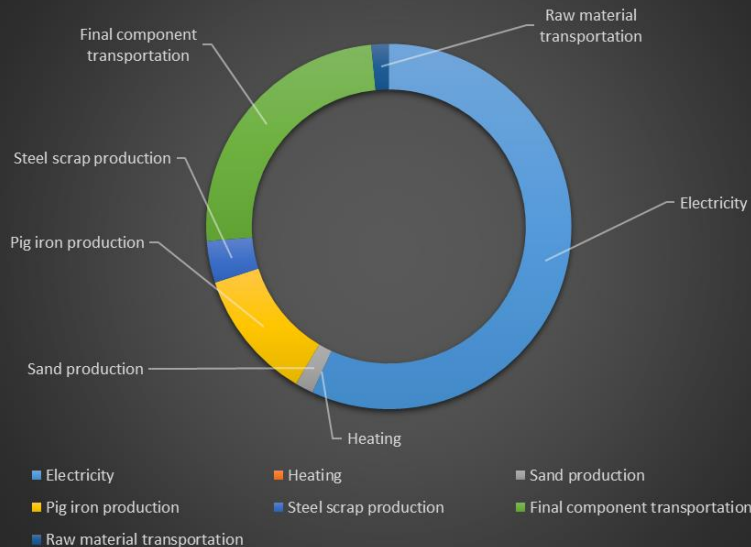
Distribution of the emissions



- Electricity
- Heating
- Sand production
- Pig iron production
- Steel scrap production
- Final component transportation
- Raw material transportation

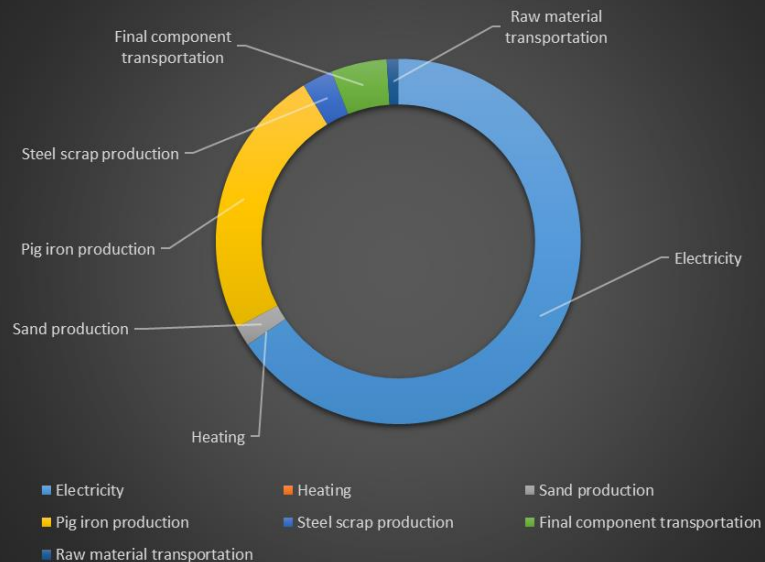
Suomi 3

Distribution of the emissions



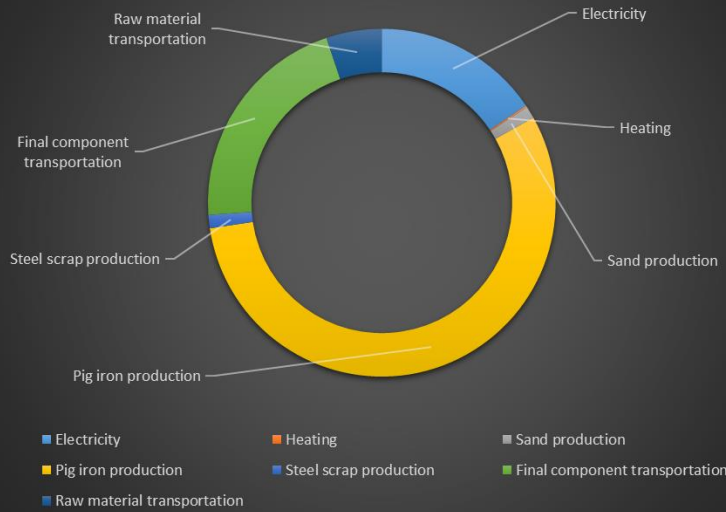
Saksa

Distribution of the emissions



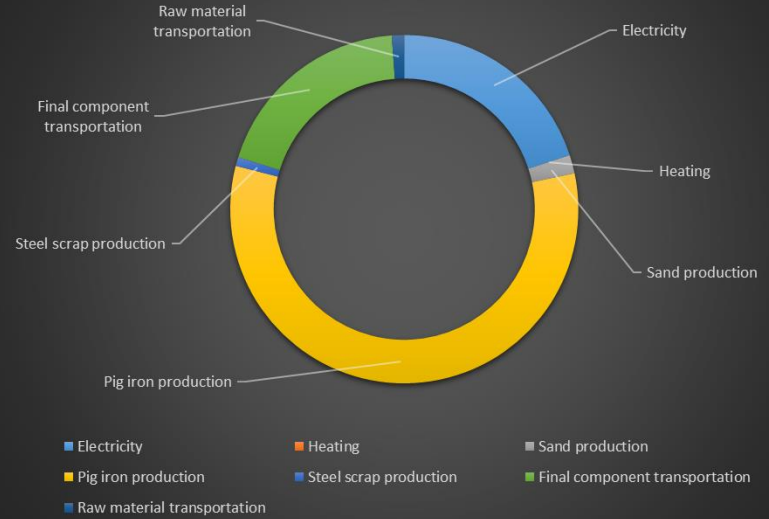
Tšekki

Distribution of the emissions



Kiina 1

Distribution of the emissions



Kiina 2

Johtopäätökset

- **Valimon/valun päästöjen laskentaan on jo olemassa toimivia tapoja**
 - Se mikä on oikein/tarkin/järkevin tapa ei varmaan selviä vielä vuosikymmeniin
- **Suomi pärjää hyvin päästöjen suhteen**
 - Puhtaat energian lähteet ja suuri kierrätysmetallin määrä laskevat päästöjä
- **Aasiasta ostetun valun päästöjä nostaa pitkä kuljetus, mutta myös neitseellisen raaka-aineen suuri käyttöaste**
 - Myös Euroopan sisäisesti on merkittäviä eroja esim. energian päästöissä

Kiitos!



aalto.fi



Aalto-yliopisto
Insinöörیتieteiden
korkeakoulu