

Teräsrungon tuotannon hiilijalanjälki

Mitja Hokkanen, Turun AMK / Kiertotalouden liiketoimintamallit -tutkimusryhmä

Tässä raportissa kuvataan konepaja Timekan tuottaman teräsrungon hiilijalanjälkilaskenta. Raportti on tehty Carbonwise -hankkeessa kesän 2021 opiskelijoiden esiselvitysten pohjalta. Projektissa Timekalle luotiin myös erillinen päästölaskuri, johon tekstissä usein viitataan.

Projektin työryhmä:

- Opiskelijat: Elsi Laine, Oksana Ratushniak, Sampo Lehtonen
- Assistentit: Kaisa Jussila, Hertta Jarkko
- Henkilökuntaa: Mitja Hokkanen, Maarit Jaakola
- Toimeksianto: Konepaja Timeka Oy / Marko Setälä



OULU

BusinessOulu

ENTER
ESPOO

TURKU AMK
TURKU UNIVERSITY OF
APPLIED SCIENCES

6Aika



Uudenmaan liitto
Nylands förbund



Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020

Tavoitteet ja soveltamisala

Työn tavoitteena on selvittää konepaja Timekan valmistaman teräsrungon ilmastovaikutukset. Laskennan toiminnallinen yksikkö (functional unit) on tuote nimeltä ”teräsrunko 1800”, painoltaan 730 kg. Kaikki luvut siis skaalataan kyseistä tuotetta kohti. Rungon mahdolliset lisäosat eivät ole tarkastelussa mukana. Arviointi alkaa raaka-aineiden tuotannosta ja loppuu valmiiseen teräsrunkoon tehtaan portilla (cradle to gate).

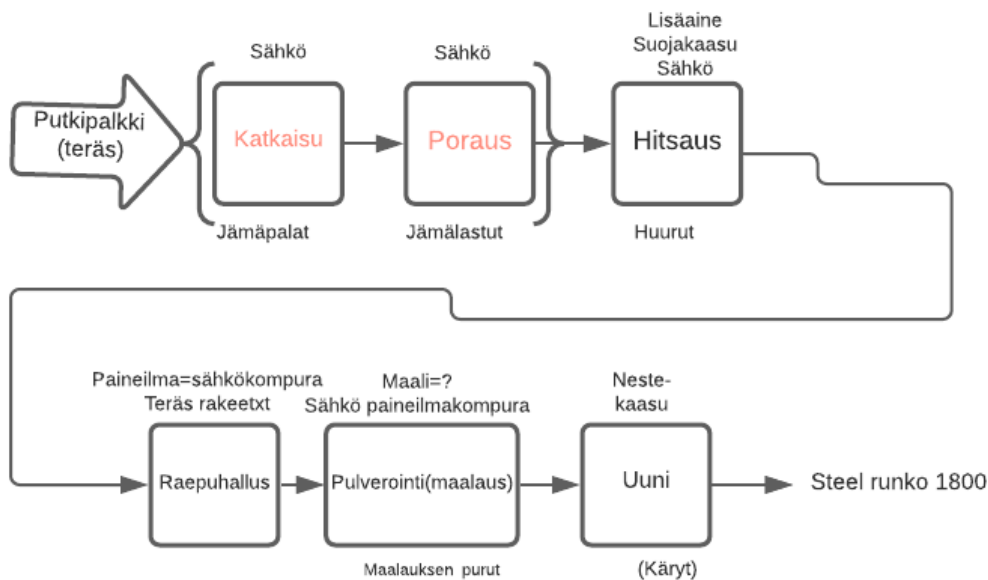
Tuotteen käyttövaihe ja loppusijoitus rajataan pois.

Laskenta seuraa elinkaariarvioinnin ja hiilijalanjälkilaskennan yleisperiaatteita (ISO-standardit 14040, 14044 ja 14067), mutta muutamia yksityiskohtia joudutaan oikomaan. Biopohjainen hiili ei liity nykyiseen prosessiin, joten selvityksen kohteena on vain fossiiliset päästöt. Projektin tärkein lopputulos on

muokattava Excel-pohjainen laskuri, joka voi osaltaan ohjata koko konepajaa ilmastoystävällisempään toimintaan.

Tuotantoprosessin inventaario

Timekalla teräsrungon valmistus alkaa, kun konepajalle tuodaan teräksisiä putkipalkkeja. Ensin palkit leikataan määrämittaansa ja niihin tehdään tarvittavat reiät. Sitten palkeista kasataan hitsaamalla runko, joka oikaistaan ja pintakäsitellään. Maalipinta saa lopullisen muotonsa uunissa, jonka jälkeen teräsrunko on valmis viimeisteltäväksi jatkokäyttäjien tarpeisiin. Teräsrungon valmistusprosessi syötteineen ja tuotoksineen on kuvattu karkeasti alla.



Kuva 1. Teräsrungon tuotantoprosessi Timekalla.

Teräksen lisäksi prosessissa kuluu siis sähkö- ja lämpöenergiaa, maalia, hitsauksen kaasuja ja lisäainetta. Jätevirtoina syntyvät teräksistä leikkuu- ja porausjätettä, hitsauksen ja uunin huuruja sekä pieni määrä maalipurua. Kuvassa sulkeisiin merkityt katkaisu ja poraus tehdään nykyään uudella putkilaserilla, mutta tämän vaikutuksia sähkönkulutukseen ei vielä päästy tutkimaan. Inventaarion lopputulokset rajauksineen on koottu seuraavaan taulukkoon.

Taulukko 1. Teräsrunгон valmistuksen syötteet ja tuotokset. Tiedot on kerätty Timekan haastattelujen pohjalta.

SYÖTE (INPUT)	MÄÄRÄ, per teräsrunko	Lisätieto	TUOTOS (OUTPUT)	MÄÄRÄ, per teräsrunko	Lisätieto
Putkipalkki (teräs)	750 kg	-	Teräsrunko 1800	730 kg	-
Teräsrakeet	1 kg		Teräspalkin jämäpalat	20 kg	Kierrätykseen
Sähkö	-	<i>Kulutusta ei selvitetty; kaikki sähkö hankitaan uusiutuvista lähteistä</i>	Teräslastut porauksesta	-	<i>Ei eritelty laskennassa; mukana teräsjätteen kokonaismäärässä</i>
Lämpöenergia	612 MJ	<i>Tuotetaan nestekaasulla. Karkea arvio uunin lämmitystarpeesta per teräsrunko</i>	Teräspöly ja hilse	-	<i>Ei eritelty laskennassa; mukana teräsjätteen kokonaismäärässä</i>
Hitsauslanka	1,5 kg	<i>Kuparipäällysteinen</i>	Hitsauksen ja uunin huurut	-	<i>Ei mukana laskennassa vielä. Huurut puhdistetaan ennen ulos johtamista, talvella myös lämmön talteenotto</i>
Suojakaasu	1 kg	<i>82 % argon, 18 % hiilidioksidi</i>	Maalin purut	-	<i>Määrät todella pieniä; ei huomioitu nykyisessä laskennassa</i>
Asetyleeni	0,1 kg	<i>= 100 litraa</i>			
Happi	0,4 kg	<i>= 300 litraa</i>			
Maali	6 kg	<i>Polyesterijauhe</i>			

Inventaario on avattu tarkemmin Excel-laskurissa, josta selviää myös virtojen koostumus, lisätietoja toimitusketjusta sekä tunnistetut laskennan epävarmuudet.

Kuljetuksista on tällä hetkellä huomioitu vain teräspalkin matka konepajalle. Oletuksena on rekkatoimitus Ruotsista, vantaalaisen tukun kautta Mynämäelle. Vaikka muiden materiaalien kuljetuksia ei vielä ole selvitetty, teräspalkki on ison massansa vuoksi luultavasti merkittävin kuljetuspäästöjen lähde.

Taulukko 2. Teräspalkin kuljetusmatkat (oletus).

Teräspalkin kuljetus	Määrä	Yksikkö	Lisätiedot
Valmistajalta tukkurille	850	km	Ruotsista Suomeen rekkakuljetus
Tukkurilta Timekalle	200	km	Täysperävaunurekka Vantaalta Mynämäelle

Teräsrungon hiilijalanjälki

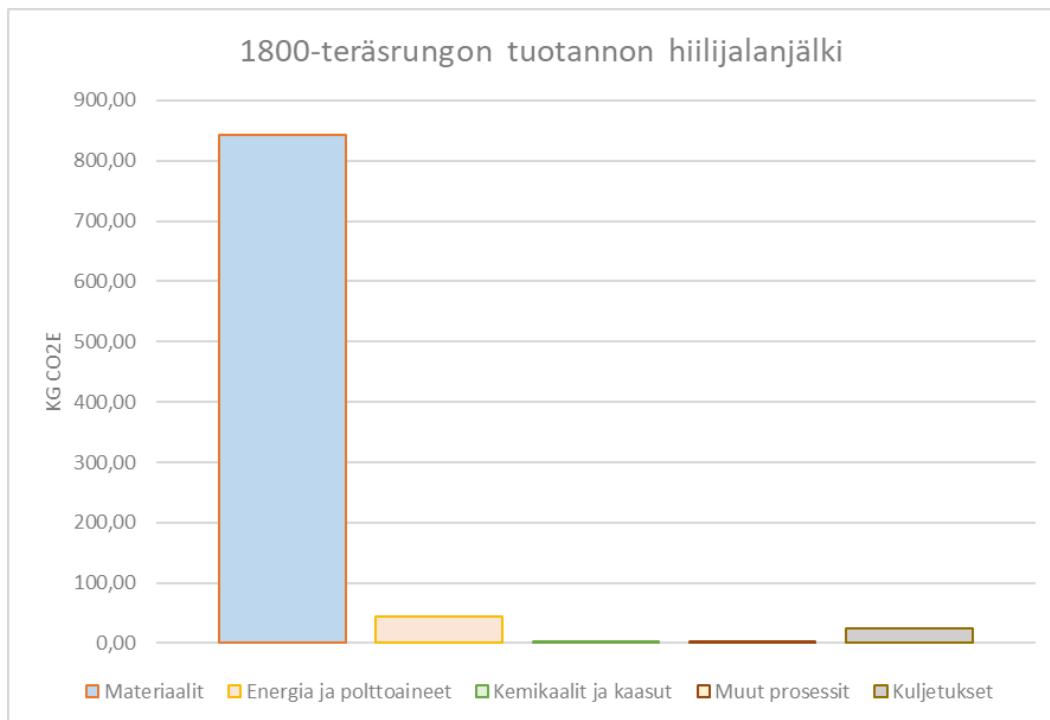
Ilmastovaikutusten arvioinnissa inventaarion luvut yhdistetään omaan päästöarvoihinsa. Tähän tarvitaan paljon ulkoista dataa, sillä tarkkoja valmistajakohtaisia tietoja vielä ei ole saatavilla. Osa kertoimista joudutaan yhdistämään useista eri lähteistä, mikä lisää niiden epävarmuutta. Joidenkin lähteiden osalta ei myöskään ole tiedossa, millä kertoimilla kasvihuonekaasut on alun perin skaalattu CO₂-ekvivalenteiksi.

Laskennassa käytetyt lähteet on eritelty seuraavassa taulukossa. Osa päästöarvoista on kaupallisista tietokannoista (Ecoinvent), joten niitä ei julkaista tässä. Kaikki kertoimet muokkauksineen on avattu Excel-laskurissa.

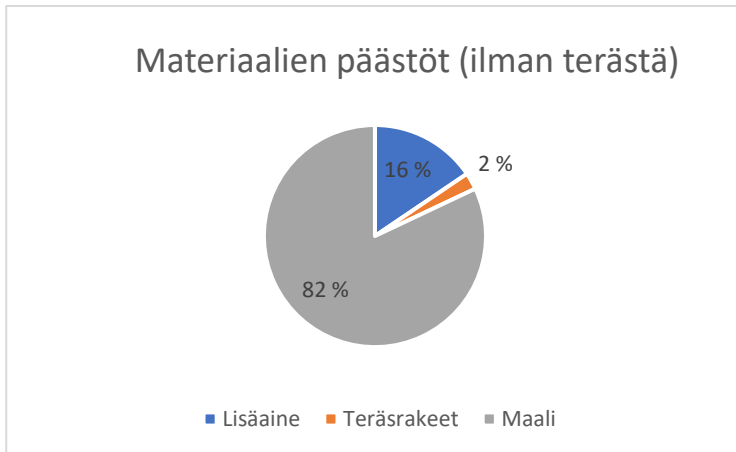
Taulukko 3. Laskennassa käytettyjen päästöarvojen lähteet.

KEMIKAALIT JA KAASUT	LÄHTEET/KOMMENTTI
Asetyleeni, tuotanto ja poltto	Tuotanto: Ecoinvent 3.7.1, acetylene production acetylene Cutoff, S. Poltto: 2012 US Climate Registry Default Emission Factors
Suojakaasun tuotanto	Argon = Ecoinvent 3.7.1: Air separation, cryogenic argon, crude, liquid Cutoff, S Hiilidioksidi = Ecoinvent 3.7.1: Carbon dioxide production, liquid carbon dioxide, liquid Cutoff, S
Hapen tuotanto	Muunnettu: Lombardi et al. 2017. Environmental comparison of alternative treatments for sewage sludge: An Italian case study. Waste Management 69 (2017), pp. 365-376
MATERIAALIT	
Teräspalkki	Rakennusteollisuus 2020: Rakennetun ympäristön hiilielinkaaren nykytila. Päästökerroin on alunperin Väyläviraston tietokannasta: teräspalkki/pilari
Lisäaine (kupari)	SYKE/co2data.fi >>> kuparilanka
Teräsrakeet	Liikennevirasto 2011: Tien- ja radanpidon hiilijalanjälki Tämä päästökerroin on terästuotannon yleinen keskiarvo useammasta lähteestä.
Maali	Ecoinvent 3.7.1: Polyester resin production, unsaturated polyester resin, unsaturated Cutoff, S
MUUT PROSESSIT	
Teräksen kierrätys	Suomen ympäristökeskus 2000: metallivirrat ja romun kierrätys Suomessa https://helda.helsinki.fi/handle/10138/40376
Huurut ja käryt, puhdistus ja LTO	EI TIETOA VIELÄ
Maalauksen purujen käsittely	EI TIETOA VIELÄ
ENERGIA JA POLTTOAINEET	
Nestekaasu	Biograce: EU calculation tool for bioenergy GHG emissions. (www.biograce.net)
Sähkö	Oletuksena uusiutuva sähkö
KULJETUKSET	
Täysperävaunurekka	Toistaiseksi vain suorat päästöt mukana: VTT Lipasto (lipasto.vtt.fi)

Mainituilla oletuksilla ja päästötalalla laskettuna teräsrungon hiilijalanjäljeksi saadaan noin 915 kg hiilidioksidiekvivalenttia. Merkittävin päästöjen lähde on teräs, jonka tuotanto vastaa yli 85 % koko ilmastokuormasta. Konepajan sisällä isoimmat päästöt aiheuttaa uunissa käytetty nestekaasu (42 kg CO₂ - ekv.), ja materiaaleista teräksen jälkeen merkittävin vaikutus on polyesterimaalilla (34 kg CO₂e). Tuotannon päästöjakauma on kuvattu tarkemmin alla.



Kuva 2. Teräsrungon tuotannon päästöt eriteltynä.



Kuva 3. Tuotannossa käytettyjen materiaalien suhteelliset päästöt, ilman terästä.

Johtopäätökset ja suositukset

Laskennan epävarmuuksista huolimatta on selvää, että teräsrungon ilmastokuorma pienenesi eniten vähäpäästöisen teräksen valinnalla. Teräksen kulutusta voi vähentää hukkapalojen hyödyntämisellä tai minimoinnilla, missä uusi putkilaser saattaakin auttaa hyvällä leikkaustarkkuudellaan. Konepajan sisäisistä prosesseista eniten huomiota vaatii lämpöenergian tuotanto. Timekalla on harkittu polttoaineen vaihtoa nestekaasusta biokaasuun, ja tämän laskennan perusteella se olisi todella merkittävä parannus ilmaston kannalta. Lopullinen päästövähennys riippuu monesta asiasta, mutta useimmiten biokaasua tuotetaan kestävästi esimerkiksi maatalouden sivuvirroista.

Melkein 10 % lasketuista päästöistä liittyy jollain tavalla teräsrungon maalipinnoitukseen: uunia tarvitaan maalipinnan sulattamiseen, ja polyesterijauheen tuotanto on melko päästöintensiivistä. Mikäli mahdollista, maalin voisikin vaihtaa öljypohjaisesta polyesterihartsista johonkin muuhun. Isompi säästö tulisi koko maalipinnoituksen pois jättämisellä, mutta tämän vaikutuksia valmiin tuotteen ominaisuuksiin ei selvitetty.

Tässä projektissa kehitetty hiilijalanjälkilaskuri on helposti päivitettävissä, kun inventaarion tiedot tarkentuvat konepajalla. Samalla päästöarvoista kannattaa tarkistaa, onko tuottajakohtaisia tietoja tullut saataville. Itse laskennassa täytyisi huomioida vielä sähkönkulutus, joidenkin jätteiden ja hitsaushuurujen käsittely sekä loput kuljetukset. Kun kokonaiskuva teräsrungon ilmastovaikutuksista tarkentuu, saadaan Timekan päästövähennystoimet kohdistettua kaikista tärkeimpiin paikkoihin. Tulevaisuudessa hiilijalanjäljen laskentaa voisi laajentaa myös muihin tuotteisiin tai koko yrityksen tasolle. Mahdollisuuksien rajoissa olisi syytä tutkia ilmaston lisäksi muitakin ympäristövaikutuksia.