

Hiilijalanjälkiraportti

XC40 Recharge
-täyssähköauto
ja XC40 ICE



V O L V O

Sisältö

Johdanto	3
Kirjoittajat ja yhteystiedot	7
Termit ja määritelmät	8
1. Elinkaariarvioinnin (LCA) yleinen kuvaus (LCA)	10
1.1 LCA:n periaatteet	10
1.2 LCA:n standardit	11
2. Metodologia	12
2.1 Tuotteet	12
2.2 Työtavan yleiskatsaus	13
2.3 Auton materiaalikooostumuksen määrittelyn metodologia	14
2.4 Tavoitteen ja laajuuden määritelmä	15
2.4.1 Järjestelmän rajat	15
2.4.2 Toiminto, toiminnallinen yksikkö ja vertailuvirratt	16
2.4.3 Kohdistamiset	16
2.4.4 Järjestelmän laajennus	16
2.4.5 Oletukset ja rajoitukset	16
3. Elinkaari-inventaarion (LCI) analyysi	17
3.1 Materiaalien tuotanto ja jalostus	17
3.1.1 Alumiinin tuotanto ja jalostus	18
3.1.2 Teräksen tuotanto ja jalostus	18
3.1.3 Elektroniikan tuotanto ja jalostus	18
3.1.4 Muovien tuotanto ja jalostus	19
3.1.5 Muut materiaaliluokat, tuotanto ja jalostus	19
3.1.6 Sähkön käyttö materiaalien tuotannossa ja jalostuksessa	19
3.2 Akkumoduulit	19
3.3 Volvon valmistus ja logistiikka	20
3.3.1 Logistiikka	20
3.3.2 Volvon tehtaatt	20
3.4 Käyttövaihe	20
3.5 Auton elinkaaren loppu	21
4. 40 ICE- ja XC40 Recharge -mallien tulokset	23
4.1 XC40 Recharge verrattuna XC40 ICE -malliin (bensiiini)	23
5. Keskustelua	27
6. Loppupäätelmät	29
Liitteet	
1 Valitut datajoukot	30
2 Luettelo Volvon materiaalikirjaston materiaaliluokista	38
3 Yhteenvedo komponenttien valmistuksen datavalinnoista ja oletuksista	40
4 Elinkaaren loppua koskevia oletuksia ja menetelmiä	42
A4.1 Kuljetus	42
A4.2 Purkaminen	42
A4.3 Esikäsittely	42
A4.4 Paloittelu	42
A4.5 Materiaalin kierrätys	42
A4.6 Loppusijoitus – polttaminen ja kaatopaikka	42
A4.7 Tietojenkeruu	42



Johdanto

Volvo Cars julkisti vuoden 2019 lokakuussa yhden autoteollisuuden kunnianhimoisimmista ilmastosuunnitelmista. Tavoitteena on vähentää autokohtaista hiilijalanjälkeä 40 prosentilla vuosien 2018 ja 2025 välisenä aikana. Tämä on ensimmäinen askel kohti täyttä ilmastoneutraaliutta vuoteen 2040 mennessä. Suunnitelma esittelee konkreettisia toimia, jotka ovat linjassa vuoden 2015 Pariisin sopimuksen¹ kanssa. Sopimuksen tavoitteena on rajoittaa maailmanlaajuinen lämpötilan nousu 1,5 asteeseen esiteollisiin tasoihin verrattuna. Volvo on myös sitoutunut viestimään konkreettisten lyhyen aikavälin toimien synnyttämistä parannuksista luotettavalla tavalla. Tähän kuuluu kaikkien uusien mallien hiilijalanjäljen ilmoittaminen XC40 Recharge -täyssähköautosta (BEV) alkaen.

Tämä raportti kattaa XC40 Recharge -täyssähköauton sekä sisäisellä polttomoottorilla (ICE) varustetun XC40-mallin hiilijalanjäljet. Tässä raportissa esitetyt hiilijalanjäljet sisältävät päästöt tuotantoketjun alkupään toiminnoista, valmistuksesta ja logistiikasta, auton käyttövaiheesta sekä elinkaaren loppuvaiheesta. Toiminnallinen yksikkö on ”200 000 kilometriä ajatun Volvo-auton käyttö”. Projekti suoritettiin vuonna 2020 yhteistyössä Polestarin kanssa.

Tässä raportissa esitetyt hiilijalanjäljet perustuvat elinkaariarviointiin (LCA), joka tehtiin ISO LCA-standardien² mukaisesti. Lisäksi metodologisten valintojen ohjeena on käytetty Greenhouse Gas Protocolin julkaisemaa standardia ”Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard”³. Koska LCA-tutkimuksissa on runsaasti eri muuttujia ja mahdollisia metodologisia valintoja, nämä standardit tarjoavat yleisesti vain vähän tiukkoja vaatimuksia. Sen sijaan ne antavat toimijalle pääasiassa ohjeita. Tämän vuoksi

¹ <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/what-is-the-paris-agreement>

² ISO 14044:2006 Environmental management — Life cycle assessment — Requirements and guidelines” and ISO 14040:2006 “Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework”

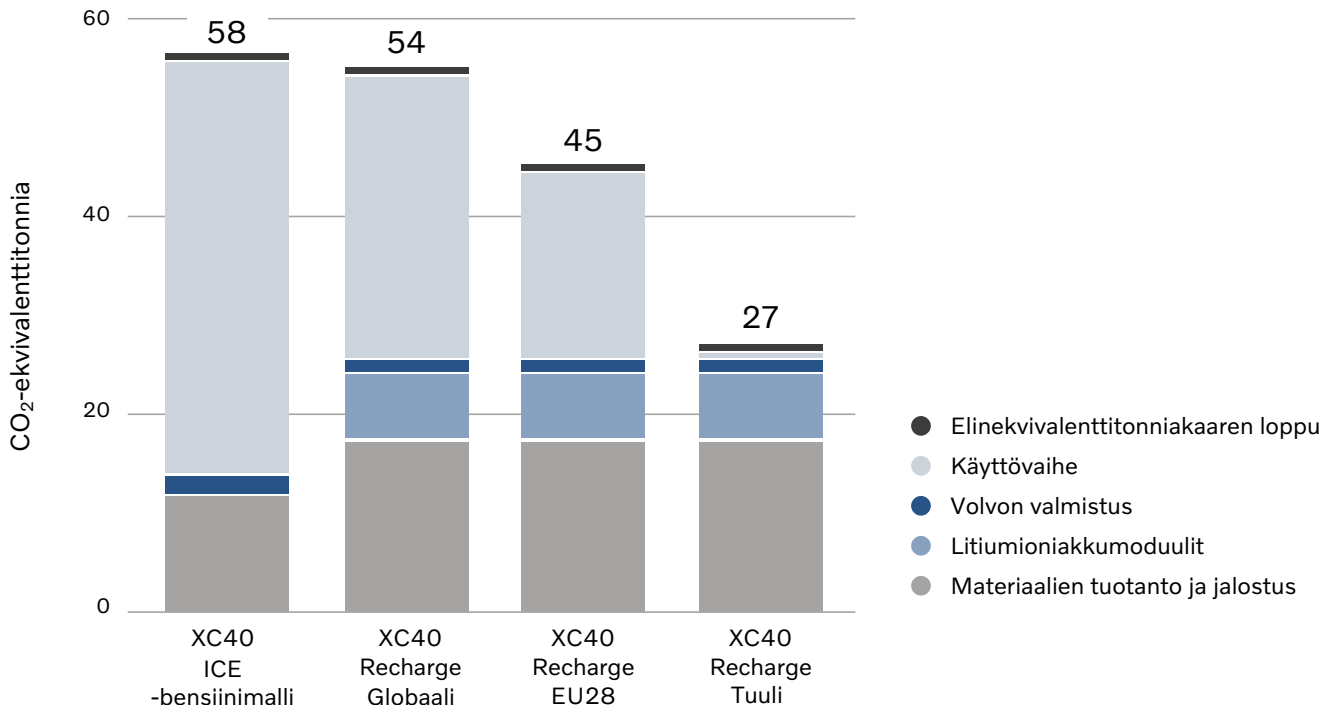
³ https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/Product-Life-Cycle-Accounting-Reporting-Standard_041613.pdf

on syytä huolellisuuteen, kun tuloksia verrataan toisten autonvalmistajien hiilijalanjälkiin. Oletuksia on yleisesti tehty konservatiivisella tavalla, jotta tuntemattomien tietojen vaikutusta ei aliarvioitaisi.

LCA:ta ja erityismenetelmiä käytetään mittarina arvioitaessa Volvon autojen hiilijalanjälkeä. Arvioita suoritetaan säännöllisesti, ja LCA toimii kehyksenä kasvihuonekaasujen (GHG) vähentämiseen liittyvien toimien mittaamisessa⁴. Menetelmiä kehitetään jatkuvasti, ja niiden avulla koostetaan Volvo-autojen tulevia hiilijalanjälkiä. Tässä raportissa kuvattujen menetelmien perusteella XC40 ICE -mallin hiilijalanjälki on 58 tonnia CO₂e, ja XC40 Recharge -mallin hiilijalanjälki on 27–54 tonnia CO₂e. XC40 Recharge -tuloksen vaihtelut johtuvat erilaisista sähköntuotantoyhdistelmistä, joilla on eri hiili-intensiteetti käyttövaiheessa. Vaihtelun määrä kuvaa sähköntuotantoyhdistelmän vaikutusta lopputulokseen.

Kuvassa i on yksityiskohtainen erittely XC40 Recharge- ja XC40 ICE -mallien hiilijalanjäljistä erilaisilla sähkön-tuotantoyhdistelmillä XC40 Rechargen käyttövaiheessa. Koska XC40 Rechargen litiumioniakun tuotannolla on suhteellisen suuri hiilijalanjälki ja merkittävä vaikutus auton kokonaishiilijalanjälkeen, erillinen hiilijalanjälki-tutkimus on tehty yhteistyössä Volvon akkumoduulitoimittajien kanssa. Sähköauton muun akuston hiilijalanjälki sisältyy luokkaan ”Materiaalien tuotanto ja jalostus”.

Kaksi suurinta eroa XC40 Rechargen ja XC40 ICE -mallin hiilijalanjäljissä näkyvät luokissa ”Materiaalien tuotanto ja jalostus” (mukaan lukien litiumioniakku-moduulit) sekä ”Käyttövaihe”. Päästöt ICE-mallin materiaalien tuotannosta ja jalostuksesta ovat noin 40 prosenttia pienemmät kuin sähköautossa.



Kuva i. XC40 ICE- ja XC40 Recharge -mallien hiilijalanjälki eri sähköntuotantoyhdistelmillä XC40 Rechargen käyttövaiheessa. Tulokset esitetään CO₂-ekvivalenttitonneina toiminnallista yksikköä (200 000 km:n käyttö) kohti.

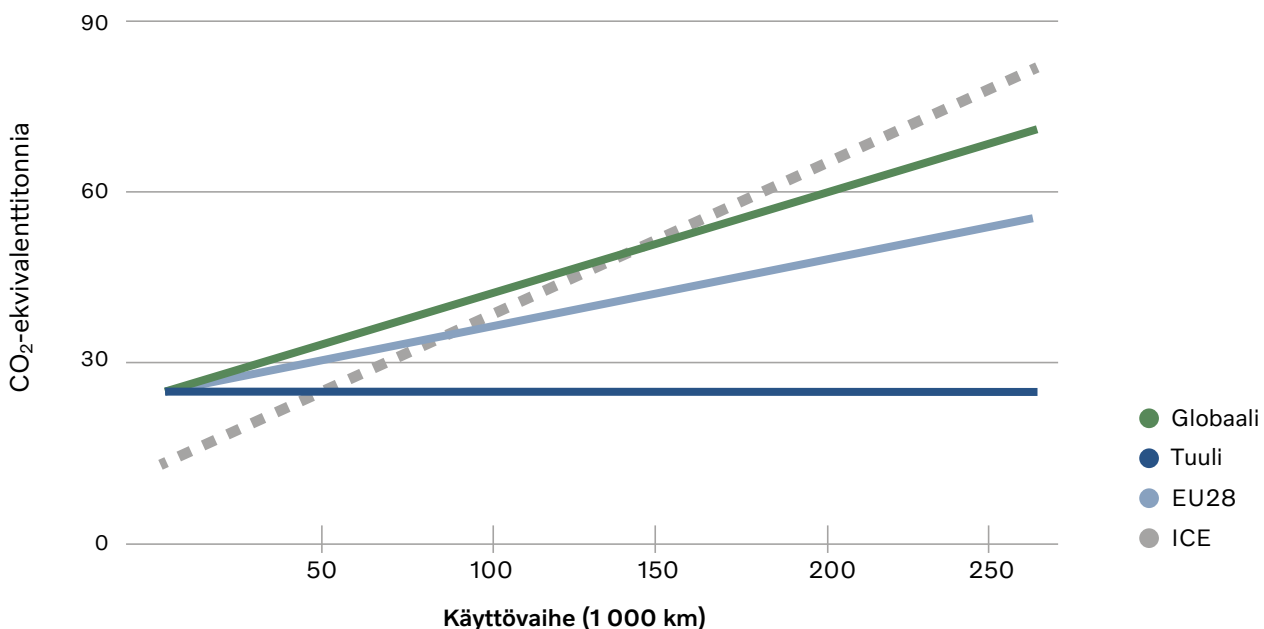
⁴ GHG-päästöt, kuten hiilidioksidi (CO₂), typpioksidi (N₂O) ja metaani (CH₄), mitataan CO₂e-tonneina, joissa e tarkoittaa ekvivalenttia.

Kohdan “Materiaalien tuotanto ja jalostus” alla XC40 ICE -mallin viisi merkittävintä osatekijää ovat alumiini (34 prosenttia), teräs ja rauta (34 prosenttia), elektroniikka (13 prosenttia), polymeerit (11 prosenttia) sekä nesteet ja määrittelemättömät (4 prosenttia) – katso lisätietoja pääraportin *kuvasta 7*. XC40 Recharge -mallissa materiaalien tuotannosta (mukaan lukien litiumioniakkumoduulit) aiheutuvan hiilijalanjäljen suurimmat osatekijät ovat alumiini (30 prosenttia), litiumioniakkumoduulit (28 prosenttia), teräs ja rauta (18 prosenttia), elektroniikka (9 prosenttia) ja polymeerit (7 prosenttia) – katso lisätietoja pääraportin *kuvasta 8*.

On huomioitavaa, että hiilijalanjäljen mittauksessa kuvataan mallien versioita, joiden materiaaleja on hankittu maailmanlaajuisesti. Muita metodologisia valintoja, joilla on suuri vaikutus lopputulokseen, ovat hylkytavaraa koskeva kohdistamismenetelmä sekä teräksen ja alumiinin tuotannon datajoukot.

Käyttövaiheen kokonaiskasvihuonekaasupäästöt (GHG) XC40 Recharge -mallissa vaihtelevat suuresti käytetyn sähkön hiili-intensiteetistä riippuen. On syytä huomata, että sähköauto, jota myydään markkinalla, jolla on hiili-intensiivistä sähköntuotantoa, voidaan ladata uusiutuvasta energiasta lähtöisin olevalla sähköllä. Tämä pienentäisi hiilijalanjälkeä merkittävästi. Lisäksi tuloksissa oletetaan, että hiili-intensiteetti on vakio auton koko elinkaaren ajan.

Kuvassa ii näkyvät GHG-kokonaispäästöt ajettujen kilometrien perusteella XC40 Recharge -mallissa (erilaiset sähköntuotantoyhdistelmät käyttövaiheessa) ja XC40 ICE -mallissa (ICE kaaviossa). Kohdassa, jossa linjat risteävät, sähköauton hiilijalanjäljestä tulee pienempi kuin ICE-auton.



Kuva ii. GHG-kokonaispäästöt ajettujen kilometrien mukaan XC40 ICE -mallissa (ICE kaaviossa, katkoviiva) ja XC40 Recharge -mallissa (eri sähköntuotantoyhdistelmät käyttövaiheessa). Kohdassa, jossa linjat risteävät, on kahden auton välinen kriittinen piste. LCA:n toiminnallinen yksikkö on “200 000 km ajettun Volvo-auton käyttö”. Kaikki elinkaaren vaiheet käyttövaihetta lukuun ottamatta on referoitu ja määritetty aloituspisteeksi kullekin viivalle nollassa kilometrin kohdalla.

Taulukossa i näkyy kilometrimäärä, joka tarvitaan, jotta kriittinen piste XC40 ICE -malliin verrattuna saavutetaan XC40 Recharge -mallille, jolla on eri sähköntuotantoyhdistelmiä käyttövaiheessa. Tämä raportti sisältää yleisen kuvauksen LCA:n menetelmistä (luku 1),

kuvauksen metodologisista valinnoista (luku 2) sekä joitakin erityistietoja (luku 3) ja XC40 ICE- ja XC40 Recharge -mallin hiilijalanjälkeä koskevia tuloksia (luku 4). Se sisältää myös keskustelua ja tulosten tulkintaa (luku 5) ja loppuyhteenvedon (luku 6).

	Kriittinen piste (km)
XC40 Recharge, globaali sähköntuotantoyhdistelmä / XC40 ICE	146 000
XC40 Recharge, EU28-sähköntuotantoyhdistelmä / XC40 ICE	84 000
XC40 Recharge, tuulisähkö / XC40 ICE	47 000

Taulukko i. Ajettujen kilometrien määrä kriittisessä pisteessä XC40 ICE -mallin (bensini) ja XC40 Rechargen (eri sähköntuotantoyhdistelmät käyttövaiheessa) välillä.

Tärkeimmät havainnot

- TXC40 Rechargen hiilijalanjälki on pienempi kuin XC40 ICE -mallin kaikissa analysoiduissa sähköntuotantoyhdistelmissä.
- XC40 ICE -mallin hiilijalanjälki on 58 tonnia CO₂e, ja XC40 Rechargen jalanjälki on 27–54 tonnia CO₂e. XC40 Rechargen tuloksen vaihtelu johtuu eri sähköntuotantoyhdistelmistä, joilla on eri hiili-intensiteetti käyttövaiheessa.
- Kun otetaan huomioon GHG-päästöt materiaalien tuotanto- ja jalostusvaiheesta, XC40 Rechargen ja sen akuston tuotanto synnyttää karkeasti 70 prosenttia enemmän hiilipäästöjä kuin XC40 ICE -mallin tuotanto.
- XC40 Rechargen litiumioniakun tuotannon hiilijalanjälki on suhteellisen suuri, ja se käsittää 10–30 prosenttia kokonaishiilijalanjäljestä, käyttövaiheen sähköntuotantoyhdistelmästä riippuen.
- Metodologiaavalinta, kuten hylkytavaran hiilipäästöjen sisällyttäminen, vaikuttaa merkittävästi kokonaishiilijalanjälkeen. Tarkkaavaisuutta vaaditaan, kun tämän raportin tuloksia verrataan toisten autonvalmistajien hiilijalanjälkiin.

Kirjoittajat

Andrea Egeskog,

Sustainability Center, Volvo Cars

Karl-Henrik Hagdahl,

Sustainability Center at Volvo Cars

Christoffer Krewer,

Sustainability Center at Volvo Cars

Ingrid Råde,

Sustainability Center at Volvo Cars

Lisa Bolin,

Sustainability at Polestar

IVL Swedish Environmental Research Institute

Yhteystiedot

Andrea Egeskog,

Sustainability Center, Volvo Cars

andrea.egeskog@volvocars.com

Termit ja määritelmät

BEV

Akkusähköajoneuvo. BEV on sähköauto, joka käyttää vain ladattaviin akkuihin varastoitunutta kemiallista energiaa, eikä siinä ole toissijaista voimanlähdettä.

Luonnehdinta

LCA:n laskentatoimenpide, jossa kaikkia tiettyyn vaikutusluokkaan kuuluvia päästöjä, kuten ilmaston lämpenemiseen vaikuttavia kasvihuonekaasupäästöjä (GHG), luonnehditaan yksittäisenä ”valuuttana”. Ilmaston lämpenemisessä hiilijalanjälkeä kuvataan usein CO₂e:n massayksikkönä, jossa e tarkoittaa ekvivalenttia.

Kehdosta portille

Kehdosta portille -arviointi sisältää tuotteen elinkaaren osia, eli matkan alkuvaiheesta tehtaan portille. Se sisältää materiaalien ensisijaisen tuotannon sekä tutkitun tuotteen tuotannon, mutta siihen eivät kuulu tuotteen käyttö- ja loppuvaiheet. Alihankkija voi toimittaa komponentin, osan tai alirakenteen kehdestä portille -LCA:n OEM-valmistajalle, jotta OEM voi sisällyttää sen OEM:n tuotteen LCA:han.

Kehdosta hautaan

Kehdosta hautaan -arviointi sisällyttää kehdestä portille -arviointiin verrattuna myös tuotteen käyttö- ja loppuvaiheet, eli se kattaa tuotteen koko elinkaaren.

Datajoukko (LCI- tai LCIA-datajoukko)

Datajoukko, joka sisältää tuotteen elinkaaritietoja tai muita viitetietoja (esimerkiksi tehdas, prosessi) ja käsittää kuvaavat metatiedot ja kvantitatiivisen elinkaari-inventaarion ja/tai elinkaaren vaikutusarvioinnin.⁶

Elinkaaren loppuvaihe

Elinkaaren loppuvaihe tarkoittaa tuotteen elinkaaren päätöstä. Perinteisesti se sisältää jätteiden keruun ja käsittelyn, kuten uudelleenkäytön, kierrätyksen, polttamisen, kaatopaikat jne.

Toiminnallinen yksikkö

Tuotejärjestelmän määrällinen suoritus, jota käytetään viiteyksikkönä.

GaBi

GaBi on Spheran toimittama LCA-mallinnus-ohjelmisto, jota on käytetty mallinnukseen tässä tutkimuksessa.⁷

GHG

Kasvihuonekaasut. Kasvihuonekaasut ovat kaasuja, jotka kiihdyttävät ilmaston lämpenemistä. Niitä ovat esimerkiksi hiilidioksidi (CO₂), metaani (CH₄), typpioksidi/ilokaasu (N₂O) ja myös freonit/CFC:t. Kasvihuonekaasut lasketaan usein CO₂e:n massayksikkönä, jossa e on lyhenne ekvivalentista. Katso lisätietoja luonnehdinnasta.

ICE

Sisäinen polttomoottori. Käytetään joskus luokkana, kun viitataan ajoneuvoon, joka toimii polttomoottorilla. ICE-ajoneuvo käyttää polttoaineeseen varastoitunutta kemiallista energiaa, eikä siinä ole toissijaista voimanlähdettä.

Vaikutusluokka

Luokka, joka edustaa ympäristöllisiä näkökulmia kohteesta, jolle elinkaaren inventaarioanalyysin tulokset määritetään.

⁶ "The Shonan guidelines", <https://www.lifecycleinitiative.org/wp-content/uploads/2012/12/2011%20-%20Global%20Guidance%20Principles.pdf>

⁷ GaBi, Sphera, <http://www.gabi-software.com/sweden/index/>

Elinkaari

Tuotejärjestelmän peräkkäiset ja yhdistyvät vaiheet raaka-aineiden hankinnasta loppusijoitukseen.

Elinkaariarviointi LCA

Tuotejärjestelmän tietojen ja ympäristövaikutusten koostaminen ja arviointi koko elinkaaren ajalta.

LCA-mallinnusohjelmisto

LCA-mallinnusohjelmistoa, kuten GaBi, käytetään LCA:n suorittamiseen. Sitä käytetään sisäisten tietokantojen mallinnukseen ja hallintaan, ja se sisältää tietokantoja tietokantatoimittajilta, laskee LCA-tuloksia jne.

Elinkaari-inventaarioanalyysi LCI

Elinkaariarvioinnin vaihe, joka sisältää tietojen koostamisen ja määrien määrittämisen tuotteelle sen elinkaaren ajan.

Elinkaaren vaikutusarviointi LCIA

Elinkaariarvioinnin vaihe, jossa pyritään ymmärtämään ja arvioimaan tuotejärjestelmän mahdollisten ympäristövaikutusten suuruutta tuotteen elinkaaren ajalta.

Elinkaaritulkinta

Elinkaariarvioinnin vaihe, jossa inventaarioanalyysin ja vaikutusarvioinnin löydöksiä arvioidaan suhteessa määritettyyn tavoitteeseen ja laajuuteen, jotta saavutetaan johtopäätökset ja suositukset.

Prosessi

Joukko toisiinsa liittyviä tai vuorovaikutuksessa oleva toimintoja, jotka muuntavat syötetyt tiedot tuloksiksi. Prosessit voidaan jakaa luokkiin, kuten materiaali, energia, kuljetus tai muu palvelu.

Raaka-aine

Ensi- tai toissijainen materiaali, jota käytetään tuotteen tuottamiseen.

Yksinkertainen rajaus

Yksinkertainen rajaus on kierrätyksen mallinnusmenetelmä. Se tarkoittaa, että jokaiselle tuotteelle määritetään tuotteen elinkaaren prosessien ympäristölliset taakat. Tämä tarkoittaa, että kierrätetyn materiaalin käytön mukana tulee taakka materiaalin keräämisestä ja kierrätyksestä, mikä on yleensä pienempi kuin ensisijaisen materiaalin tuotannon. Samalla hyvitystä ei anneta kierrätyksestä tai kierrätetyn materiaalin luomisesta. Sitä kutsutaan myös kierrätetyn sisällön lähestymistavaksi ja 100/0-menetelmäksi.

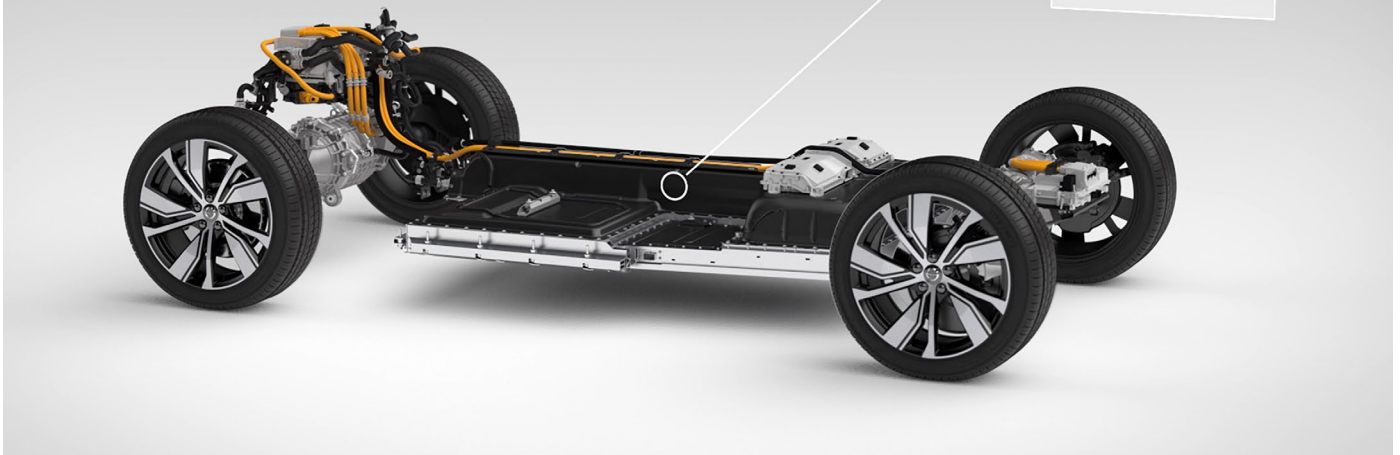
Järjestelmän rajat

Joukko ehtoja, jotka määrittävät, mitkä yksikköprosessit ovat osa tuotejärjestelmää.

Jäte

Aineet tai esineet, jotka haltijan tulee hävittää.

1. Elinkaariarvioinnin (LCA) yleiskuvaus



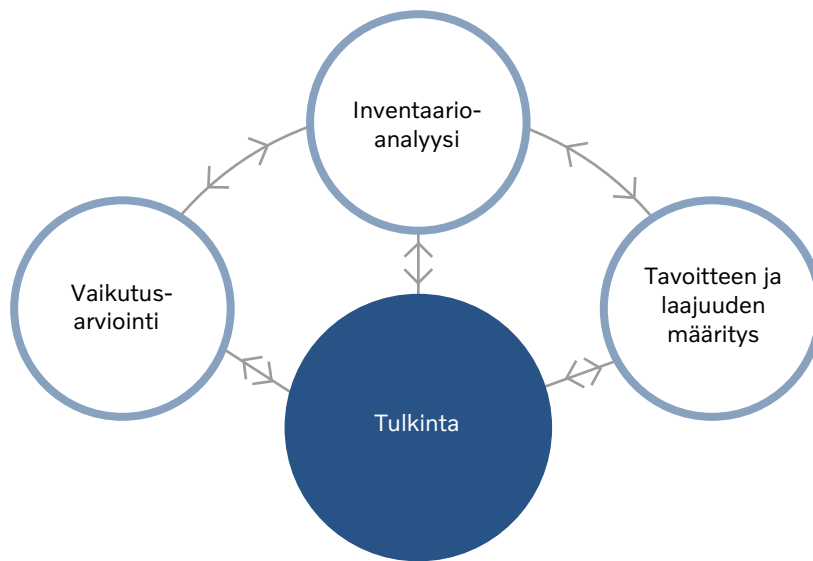
1.1 LCA:n periaatteet

Elinkaariarvioinnin (LCA) metodologiaa käytetään määrittäessä, mitä vaikutuksia tuotteella tai palvelulla on ympäristöön. Euroopan komissio on päättänyt, että elinkaariarviointit antavat parhaan toimintakehyksen arvioitaessa tuotteiden mahdollisia ympäristövaikutuksia⁸. Metodologia kehitettiin, koska syntyi tarve huomioida tuotteen koko elinkaari ympäristövaikutuksia tutkittaessa sen sijaan, että perehdyttäisiin vain yhteen prosessiin kerrallaan. Jos keskitytään vain yhteen prosessiin kerrallaan, vaarana on, että yhden osa-alueen ympäristövaikutuksen väheneminen voi johtaa suurempaan ympäristövaikutukseen jollakin toisella osa-alueella. Tämän ilmiön ehkäisemiseksi LCA:han pyritään sisällyttämään kaikki prosessit kehdestä hautaan. LCA on aina tutkimus prosessien ympäristövaikutuksista järjestelmän rajojen sisällä, jotka on määritetty LCA:n

tavoitteessa ja laajuudessa. Siksi on tärkeää muistaa, että tuotteen tai palvelun kaikkia ympäristövaikutuksia ei voi aina ottaa huomioon.

Kuvassa 1 näkyvät LCA:n eri vaiheet. Ensiksi on määritettävä LCA:n tavoite ja laajuus. Järjestelmän rajat on ilmoitettava selkeästi, sillä niillä on suora vaikutus LCA:n tulokseen. Kun tavoite ja laajuus on määritetty, inventaarioanalyysi voi alkaa. Siinä järjestelmän rajojen sisällä olevien prosessien tiedot kootaan yhteen. Tiedot voidaan esittää raportissa, ja niitä kutsutaan sitten LCI:ksi (elinkaari-inventaario). Lisäksi LCA:ssa inventaarioanalyysin tietoja käsitellään myös vaikutusarviointivaiheessa, jossa eri päästöt (esim. CO₂, SO₂, NO_x) lajitellaan eri luokkiin niiden ympäristövaikutusten mukaan. Näitä luokkia voivat olla esimerkiksi ilmaston lämpeneminen, happamoituminen ja rehevöityminen. Tutkitun järjestelmän

⁸ Tiedote integroidusta tuotekäytännöstä (COM (2003)302)



Kuva 1. Elinkaariarvioinnin yleisten vaiheiden kuvaus, ISO 14040

kokonaisympäristövaikutus voidaan määrittää vaikutusarvioinnin kautta. LCA on iteratiivinen prosessi, jossa esimerkiksi tulosten tulkinta voi johtaa tavoitteen ja laajuuden, inventaarioanalyysin tai vaikutusarvioinnin uudelleentarkasteluun, jotta voidaan luoda lopullinen arviointi, joka parhaalla tavalla lähestyy vastausta kaipaavaa kysymystä.

LCA:han voidaan sisällyttää myös neljäs vaihe, jota kutsutaan painotukseksi.

Tässä vaiheessa tuloksia kootaan lisää. Eri ympäristö-vaikutuksia painotetaan suhteessa toisiinsa esimerkiksi poliittisten tavoitteiden, taloudellisten tavoitteiden tai eri aineiden kriittisten kuormitusten perusteella.

Tässä tutkimuksessa käytetty LCA-metodologia ei sisällä painotusta, sillä siinä tutkitaan vain yhtä vaikutusluokkaa (ilmastonmuutos).

1.2 LCA-standardit

Tälle tutkimukselle kehitetty metodologia arvioi Volvon automallien XC40 ICE (benssiini) ja XC40 Recharge (BEV) hiilijalanjälkiä. Ainoa vaikutusluokka on "ilmaston lämpenemispotentiaali". Metodologiaa voi kehittää lisää, ja siihen voi tarvittaessa sisällyttää muita ympäristövaikutuksia.

Metodologia noudattaa ISO 14044:2006 -standardeja "Environmental management — Life cycle assessment — Requirements and guidelines" sekä ISO 14040:2006 -standardeja "Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework"². Nämä standardit poikkeavat muista standardeista, joita käytetään yleisesti autoteollisuudessa esimerkiksi tuotteiden testauksessa ja sertifiointissa, sillä niissä on vain vähän tiukkoja vaatimuksia. Sen sijaan ne

Nämä standardit poikkeavat muista autoteollisuuden yleisesti esimerkiksi testauksessa ja sertifiointeissa käytämistä standardeista, sillä ne sisältävät vain vähän tiukkoja vaatimuksia.

tarjoavat pääasiassa yleisiä LCA-ohjeita, kuten: LCA:n tavoitteen ja laajuuden määrittäminen, elinkaari-inventaario-analyysin (LCI) vaihe, elinkaaren vaikutusarvioinnin (LCIA) vaihe, elinkaaren tulkintavaihe, LCA:n

raportointi ja kriittinen arviointi, LCA:n rajoitukset, LCA-vaiheiden väliset suhteet sekä arvovalintojen ja valinnaisten elementtien käyttöehdot. Standardit koskevat kaikkien tuotteiden ja palvelujen LCA-arviointeja, eivätkä ne tarjoa riittävästi tietoja, jotta eri valmistajien autojen LCA-arviointeja voitaisiin verrata keskenään.

ISO 14044:n lisäksi Greenhouse Gas Protocolin³ julkaisemaa standardia "Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard" on käytetty ohjeena metodologisissa valinnoissa.



2.1 Tuotteet

Volvon autot voidaan luokitella seuraavasti:

- ICE – sisäinen polttomoottori
- mHEV – kevythybridi
- PHEV – lataushybridi
- BEV – sähköauto

Tämän tutkimuksen metodologia kehitettiin suoritettaessa XC40 ICE (benssiini)- ja XC40 Recharge -mallien LCA-arviointeja. Se kattaa vain ICE- ja BEV-autotyyppit. Metodologiaa voi kuitenkin käyttää myös lataus- ja kevythybridiautojen hiilijalanjälkien tutkimiseen.

Tutkitut autot on esitetty *taulukossa 1*.

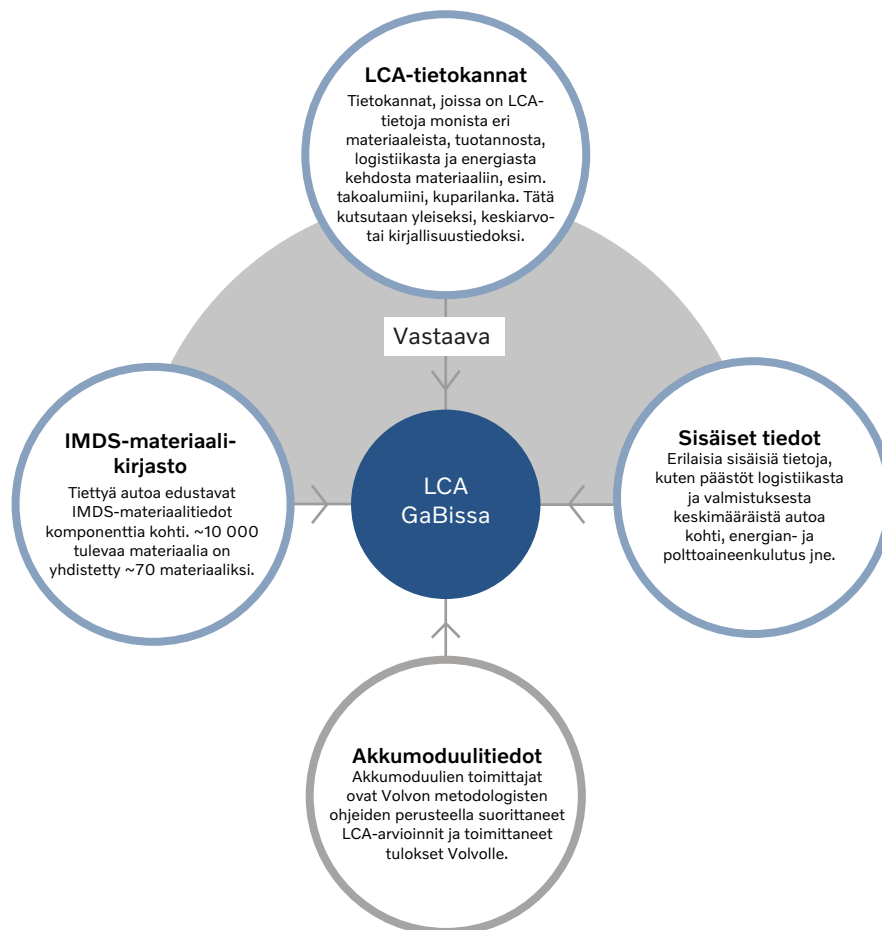
Autot	Kokonaispaino	Litiumioniakkumoduulien paino (71 78kWh)
XC40 Recharge	2170	350
XC40 ICE	1690	-

Taulukko 1. Tutkitut autot ja niiden painot kilogrammoissa

2.2 Työtavan yleiskatsaus

Kuvassa 2 on yleiskatsaus siitä, kuinka työ autojen hiilijalanjälkien saamiseksi etenee. On olemassa neljä päätapaa, joilla lopullista LCA:ta varten tarvittavat tiedot hankitaan. Tuonti GaBiin (*katso termit ja määritelmät*) tapahtuu erityisellä kartoitustyökalulla, jonka toimittaa Sphera. Sen nimi on GaBi-DFX⁹. GaBin syötelähteet ovat:

- IMDS¹⁰ (International Material Data System) -tietolomakkeet, jotka sisältävät tietoja komponenttien materiaali koostumuksesta
- LCA-tietokanta ecoinvent¹¹ 3.6 ja GaBi LCA -tietokannat¹²
- Volvon toiminnoista saatavat tiedot, kuten tehtaat ja logistiikka
- Akkumoduulien LCA, jonka suorittavat akkutoimittajat Volvon ja Polestarin opastamana ja tukemana



Kuva 2. Yleiskatsaus LCA:n työtavasta

⁹ GaBi Dfx, <http://www.gabi-software.com/international/software/gabi-dfx/>

¹⁰ IMDS, www.mdssystem.com

¹¹ ecoinvent, www.ecoinvent.org

¹² GaBi LCA -tietokannat, <http://www.gabi-software.com/databases/gabi-databases/>

2.3 Auton materiaali koostumuksen määrittelyn metodologia

Materiaaliluettelo (BoM) on tärkeä LCA-elementti, ja se koostuu autossa käytetyistä osista ja niiden painoista ja materiaaleista. Auton materiaaliluettelo poimitaan Volvon tuotetietohallintajärjestelmästä KDP. Tätä luetteloa ei voi kuitenkaan syöttää suoraan LCA-malliin GaBissa, vaan sitä on kehitettävä ja koostettava useassa vaiheessa sopivaksi materiaaliluetteloksi.

Materiaalitiedot, litiumioniakkumoduuleja lukuun ottamatta, tulevat IMDS:n tietolomakkeista. Kokonainen auto IMDS:ssä koostuu noin 10 000 eri materiaalista. Jotta materiaalien määrä olisi hallittavissa GaBissa, ne yhdistetään noin 70:een Volvon määrittämään materiaali-luokkaan Volvon kehittämässä materiaalikirjastossa, Volvo IMDS ML:ssä.

Materiaaliluettelo KDP:stä ladataan Volvon IMDS:n iPoint Compliance Agent (iPCA) -järjestelmään. Tässä järjestelmässä luodaan materiaaliluettelo, joka tuodaan Volvo IMDS ML:ään, jossa kaikki materiaalit kartoitetaan Volvon määrittämiin materiaali-luokkiin.

Jotta toimintatapa olisi tehokas ja järjestelmällinen, kartoitus tapahtuu automaattisesti. Materiaalien luokitussäännöt määritetään IMDS:n materiaali-luokan, materiaalin nimen ja aineen sisällön mukaan. On myös mahdollista kohdentaa materiaaleja manuaalisesti Volvo IMDS ML:ssä, mutta tämä tapahtuu mahdollisimman rajoitetusti. Näissä LCA-arvioinneissa käytetään Volvo IMDS ML -versiota 5 *taulukossa 2* lueteltujen materiaali-luokkien kanssa. Kokonainen materiaali-luokkien luettelo on *liitteessä 2 – ”Luettelo Volvon materiaalikirjaston materiaali-luokista”*.

Volvo IMDS ML:n materiaali-luetteloa on muotoiltava lisää, jotta se voidaan tuoda GaBiin. GaBin vaatima muotoilu lisätään erityisellä muotoilutyökalulla, ja myös tämä vaihe on automaattinen.

Tuonti GaBiin tapahtuu erityisellä kartoitustyökalulla GaBi-DFX, jonka toimittaa Sphera. Kartoituksessa kukin materiaali yhdistetään tiettyyn elinkaari-inventaarion datajoukkoon ja tarvittaessa valmistus-prosessin datajoukkoon.

Litiumioniakkujen kohdalla käytettiin toimittaja-kohtaisia hiilijalanjälkitietoja IMDS-tietojen sijaan. Litiumioniakkujen tuotannolla on suuri vaikutus tulokseen, ja se koostuu monimutkaisista valmistus-vaiheista. Lisäksi käytettävissä olevien datajoukkojen vaihtelevuus ja tarkkuus on rajoitettua litiumioni-akkujen kohdalla.

Materiaalin tyyppi	Materiaali-luokkien määrä
Teräs	5
Alumiini	1
Magnesium	1
Kupari	2
Sinkki	1
Lyijy, akku	1
Neodyymimagneetit	1
Polymeerit	Noin 40*
Luonnonmateriaalit	3
Keramiikka ja lasi	3
Elektroniikka	1
Nesteet	10
Määrittelemätön	1

* Sisältää täytetyt/täyttämättömät

Taulukko 2. Volvon määrittelemät materiaali-luokat Volvo IMDS ML -versiossa 5

2.4 Tavoitteen ja laajuuden määrittely

Tämän tutkimuksen metodologian tavoitteena on arvioida tiettyjen automallien hiilijalanjälkeä. Tarkemmin sanottuna, tavoitteena on kehittää metodologia, jota voidaan käyttää hiilijalanjälkien selvittämisessä kokonaisissa autoissa sisäistä ja ulkoista viestintää varten. Toinen tavoite oli käyttää autojen hiilijalanjälkiä muutosten vaikutuksen tutkimiseen esimerkiksi materiaalin koostumuksessa, auton taloudellisuudessa tai Volvon valmistuksessa tai energiajärjestelmissä.

Tämä metodologia on kehitetty ottaen huomioon ympäristövaikutuksen ilmakehän lämmityspotentiaali (GWP) ja auto yksityiskohtaisella tasolla.

2.4.1 Järjestelmän rajat

Tehty tutkimus on elinkaariarviointi (LCA), joka koskee pelkkiä kasvihuonekaasuja, eli niin kutsuttua hiilijalanjälkeä.

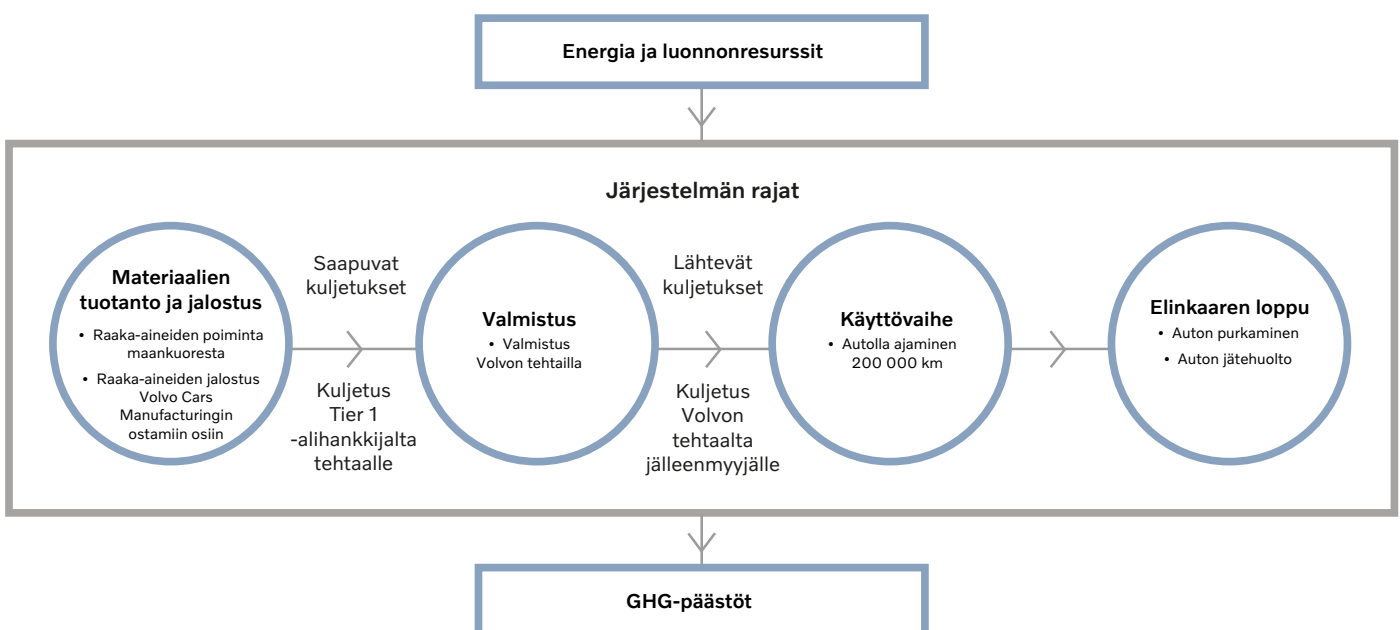
Poltto- ja sähköautojen pakokaasupäästöistä on otettu huomioon vain hiilidioksidipäästöt, ja metaani- ja typpioksidipäästöt (CH₄ ja N₂O) on jätetty pois. CH₄ ja N₂O muodostavat pienen murto-osan bensiiniauton

pakoputken GHG-päästöistä, eikä näiden päästöjen pois jättämisellä katsota olevan vaikutusta tämän tutkimuksen johtopäätöksiin¹⁴.

Tutkimus sisältää auton elinkaaren kehdestä hautaan alkaen raaka-aineiden poiminnasta ja jalostuksesta ja päättyen auton elinkaaren loppuun, katso *kuva 3*. Tärkeimmät oletukset, epävarmuudet ja rajaukset on kuvattu kohdassa ”2.4.5 Oletukset ja rajoitukset”.

Infrastruktuurin elinkaarten päästöt on sisällytetty tutkimukseen niiltä osin kuin niitä on ollut saatavilla LCA-tietokannoissa. Infrastruktuurin aktiivista tiedonkeruuta tai mallinnusta ei ole tehty tässä tutkimuksessa.

Yleisiä tietoja, toimittajakohtaisista erityistiedoista poiketen, on käytetty useimmissa alkuperäisissä prosesseissa, kuten raaka-aineiden tuotanto- ja valmistusprosesseissa. Tämän vuoksi joissakin valmistuksen arvoketjuissa on komponenttikohtaisia vaiheita, joita ei ole otettu mukaan tutkimukseen. On todennäköistä, että nämä prosessit ovat kokoonpanoprosesseja Volvon Tier 1 -alihankkijoilla. Näiden prosessien vaikutus kokonaishiilijalanjälkeen on todennäköisesti erittäin vähäinen.



Kuva 3. Kaavio tutkitusta järjestelmästä ja eri elinkaarivaiheista

¹⁴ GaBi-tietojen analyysi henkilöautolle, EURO 6

Tutkimuksessa on käytetty globaalia lähestymistapaa, mikä tarkoittaa, että raaka-aineiden tuotannossa ja jalostuksessa käytetyt yleiset datajoukot eivät ole aluekohtaisia. Globaaleja keskiarvoja on käytetty niin paljon kuin mahdollista.

2.4.2 Toiminto, toiminnallinen yksikkö ja vertailuvirrat

Toiminnallinen yksikkö määrittää tarkasti tutkimuksen kohteen. Se määrittää tutkittavan tuotteen päätoiminnan ja antaa viitteen, johon syötteet ja tulosteet voidaan yhdistää, ja on perusta tuotteiden tai palvelujen vertailulle ja analysoinnille.

Tämän tutkimuksen toiminnallinen yksikkö on:

- 200 000 kilometriä ajetun Volvo-auton käyttö

Tulokset esitetään CO₂-ekvivalentteina toiminnallista yksikköä kohti.

2.4.3 Kohdistamiset

Sata prosenttia hylkytavaran kokonaispäästöistä on kohdistettu autoihin. Tämä tarkoittaa, että hiilijalanjäljen laskentaan sisällytetty teräksen ja alumiinin tuotettu määrä ei sisällä pelkkää auton materiaalin määrää vaan myös koko valmistusketjussa syntyneen hylkytavaran. Metodologia käyttää rajaustapaa, joka on suositeltu menetelmä EPD-järjestelmän¹⁵ mukaan. Tämä menetelmä noudattaa "saastuttajat maksavat" -periaatetta, joka tarkoittaa, että jos useat tuotejärjestelmät jakavat saman materiaalin, jätteen aiheuttava tuote kantaa ympäristövaikutuksen. Tämä taas tarkoittaa, että järjestelmän raja on määritetty pisteeseen, jolla on "matalin markkina-arvo". Jos materiaali ei kuitenkaan mene uuteen tuotejärjestelmään, loppusijoitus sisältyy auton elinkaareen.

2.4.4 Järjestelmän laajennus

Tässä tutkimuksessa ei ole käytetty järjestelmän laajennusta, eli hyvitystä ei ole annettu esimerkiksi materiaalien kierrätyksestä ja muun materiaalin tuotannon kompensoinnista tai jätteen polttamisesta muodostuneesta energiasta.

2.4.5 Oletukset ja rajoitukset

Yleisesti ottaen oletuksia on tehty konservatiivisesti ennaltaehkäisevää periaatetta noudattaen, jotta tuntemattomien tietojen vaikutusta ei aliarvioitaisi. Lisäprosesseja on lisätty malliin tarvittaessa, jotta todellisia päästöjä voidaan kuvata tarkemmin.

Inventaario ei sisällä:

- Volvon prosesseja, kuten liikematkoja, R&D-toimintoja tai muita epäsuoria päästöjä
- Volvon infrastruktuuria, kuten rakennusten, varastojen tai muiden tuotannossa käytettävien laitteiden valmistusta ja kunnossapitoa
- Teiden rakennusta ja kunnossapitoa käyttövaiheessa
- Renkaiden ja maantien kulumisen päästöjä käyttövaiheessa
- Autojen kunnossapitoa käyttövaiheessa

Tämä tutkimus ei keskity muutoksiin, eli se ei ole seuraamuksellinen¹⁶ eikä se ota huomioon uusiutumisvaikutuksia.

Tällä metodologialla kehitettyjä hiilijalanjälkiä ei tule eritellä alempiin tasoihin, kuten järjestelmä- tai komponenttitasolle, ilman varmistusta siitä, että hyväksyttävä tietotaso saavutetaan myös tutkimuksessa alajärjestelmässä.

¹⁵ <https://www.environdec.com/The-International-EPD-System/General-Programme-Instructions/>

¹⁶ Consequential LCA, <https://consequential-lca.org/clca/why-and-when/>



3. Elinkaari-inventaarioanalyysi (LCI)

Tässä luvussa esitetään kaikki inventaariota koskevat syöttötiedot ja metodologiset valinnat.

3.1 Materiaalien tuotanto ja jalostus

Materiaalien tuotanto ja jalostus (katso kuva 3) perustuvat materiaaliluetteloon, joka sisältää materiaalin koostumuksen ja painon. Mallinnukseen GaBissa käytettävä materiaaliluettelo on kehitetty erityisesti LCA-mallinnukseen, ja se raportoi auton koostumuksen noin 70 materiaaliluokan perusteella. Auton kokonaispaino jaetaan näihin materiaaliluokkiin.

GaBissa jokaiseen materiaaliin on liitetty yksi tai useampi datajoukko (joka sisältää LCI-tiedot), joka esittää materiaalin tuotantoa ja jalostusta kussakin materiaaliluokassa. *Katso liite 1*

– *Valitut datajoukot*

Materiaalin tuotantoa ja jalostusta mallinnetaan käyttämällä datajoukkoja GaBi Professional -tietokannasta ja ecoinvent 3.6 -tietokannasta. Datajoukot on valittu Volvon yleisten datajoukkojen valintametodologian mukaisesti. Joidenkin raaka-aineiden kohdalla ei ollut käytettävissä datajoukkoja juuri kyseisille materiaaleille, ja niissä on käytetty samantyyppisten materiaalien datajoukkoja. Auton

koko painoa vastaava materiaalityyppi sisältyy LCA:han, mutta pieni määrä materiaaleja on luokiteltu määrittelemättömäksi materiaaliksi Volvo IMDS ML:ssä.

Automalli	Määrittelemättömän materiaalin
XC40 ICE	1.5%
XC40 Recharge	2.0%

Taulukko 3. Määrittelemättömän materiaalin osuus eri autoissa

Taulukossa 3 näkyy määrittelemättömän materiaalin osuus auton kokonaispainosta (mukaan lukien akkumoduulit). Koska määrittelemätön luokka näyttää sisältävän pääasiassa määrittelemättömiä polymeerejä, niissä on käytetty polyamidin (nailon 6) datajoukkoa. Tämä oletus perustuu siihen, että polyamidi on polymeeri, jolla on suurin hiilijalanjälki LCA:ssa käytetyistä polymeeritiedoista.

Kaikkien täytettyjen polymeerien on oletettu sisältävän 81 % polymeeriä, 11 % lasikuitua ja 8 % talkkia, mikä edustaa IMDS:ssä raportoitujen täytettyjen polymeerien keskiarvoa.

Useimmissa tapauksissa datajoukkoja, jotka sisältävät sekä raaka-aineen tuotannon että kokoamisvalmiiden komponenttien valmistuksen, ei ole käytettävissä. Tämän vuoksi useimmissa materiaali-luokissa on käytetty useita datajoukkoja, jotka esittävät osien jalostusta ja tuotantoa. Osien lisäjalostusta ja -valmistusta kuvaavien osien data-joukot on lueteltu *liitteessä 3 – Yhteenveto komponenttien valmistuksen datavalinnoista ja oletuksista*.

Useimmissa tietokantojen datajoukoissa, jotka esittävät materiaalien tuotanto- ja jalostusprosesseja, ei ole ollut mahdollista muokata sähköä, eli niissä on käytetty sisäänrakennettua sähköä.

3.1.1 Alumiinin tuotanto ja jalostus

Valu- ja takoalumiinin osuiksi on oletettu 59 % valualumiinia ja 41 % takoalumiinia. Tämä perustuu raportille “Aluminium content in European passenger cars”¹⁷. Kaiken takoalumiinin oletetaan käyvän läpi alumiinilevyjen valmistusprosessin. Oletus, että takoalumiini on alumiinilevyä, on vanhanaikainen, sillä levytuotanto synnyttää enemmän hylkytavaraa kuin useimmat muut takoprosessit. Valualumiini käy läpi valuprosessin.

Auton alumiiniosien valmistusprosesseissa syntyvä hylkytavara sisältyy hiilijalanjälkeen, ja koska rajausta käytetään pisteessä, jossa hylkytavaraa tuotetaan tehtaalla, hylkytavaran tuotannon kokonaisjalanjälki kohdistetaan autoon, vaikka alumiinijäte lähetetään kierrätykseen ja sitä käytetään muissa tuotteissa. Materiaalin käyttöaste valu- ja takoalumiinin valmistuksessa löytyy *liitteestä 3 – Yhteenveto komponenttien valmistuksen datavalinnoista ja oletuksista*.

3.1.2 Teräksen tuotanto ja jalostus

Materiaaliluokassa ”seostamaton teräs” käytetty raaka-ainedatajoukko käsittää valssatun ja sinkityn teräksen. Valmistusprosessi lisättiin kaikkeen teräkseen. Valittu valmistusprosessi riippuu siitä, onko teräs Volvon stanssaama vai ei. Siksi seostamattomaksi teräkseksi materiaalikirjastossa luokiteltu teräs on jaettu kahteen alaryhmään teräksen valssauksen ja sinkityksen jälkeisen valmistusprosessin mukaan:

1. Teräs, joka käsitellään ja stanssataan Volvon tehtailla. Materiaalin käyttöaste on Volvon tietojen mukainen.
2. Muu teräs, joka kohdistetaan auton eri osiin. Materiaalin käyttöaste on valitun tietokannan datajoukon, eli kirjallisuusarvon mukainen.

Auton teräsosien valmistuksessa syntyvä hylkytavara sisältyy hiilijalanjälkeen, ja siinä käytetään samaa rajausta kuin alumiinin kanssa. Materiaalin käyttöaste Volvon prosessoiman ja alihankkijoiden prosessoiman teräksen valmistusvaiheissa löytyy *liitteestä 3 – Yhteenveto komponenttien valmistuksen datavalinnoista ja oletuksista*.

3.1.3 Elektroniikan tuotanto ja jalostus

Materiaaliluokka ”elektroniikka” sisältää piirilevyt ja niille asennetut komponentit. Se ei sisällä alustaa, kaapeleita tai muita osia, joita esiintyy elektroniikkakomponenttien kanssa. Kaikki materiaalit, joita käytetään muiden elektroniikkalaitteiden kuin piirilevyjen kanssa, on lajiteltu muihin luokkiin, kuten kupari tai erityyppiset polymeerit.

Elektroniikkaluokassa on käytetty yleistä datajoukkoa ecoinvent 3.6:sta. Tämä datajoukko edustaa lyijyttömien piirilevyjen tuotantoa.

¹⁷ https://www.european-aluminium.eu/media/2802/aluminum-content-in-european-cars_european-aluminium_public-summary_101019-1.pdf

3.1.4 Muovien tuotanto ja jalostus

Polymeerimateriaaleissa on käytetty ruiskupuristusprosessia, joka esittää muoviosien prosessointia polymeeriraaka-aineesta. Materiaalin käyttöaste muovien valmistusprosessille löytyy liitteestä 3 – Yhteenveto komponenttien valmistuksen datavalinnoista ja oletuksista.

3.1.5 Muut materiaaliluokat, tuotanto ja jalostus

On olemassa joitakin raaka-aineita, joiden käsittelytiedot puuttuvat LCA-tietokannoista. Näissä tapauksissa materiaalin paino kaksinkertaistettiin arvioksi prosessointia varten. Tämä tarkoittaa, että valmistusprosessilla oletetaan olevan sama hiilijalanjälki kuin itse raaka-aineen tuotannolla. Tätä on sovellettu vain vähäpätöisimmissä materiaaleissa (painon mukaan).

3.1.6 Sähkön käyttö materiaalien tuotannossa ja jalostuksessa

Toimitusketjun valmistusprosesseissa käytetty sähköntuotantoyhdistelmä perustuu Volvon tuotantolaitosten sijainneille. Laskennan perustana oletetaan, että suuri osa auton materiaaleista hankitaan samalta mantereelta, jolla tuotanto tapahtuu. Vaikka yleinen metodologia datajoukkojen valinnalle on lähtökohdiltaan globaali, sähköntuotantoyhdistelmä, joka perustuu tuotettujen autojen lukumäärään kullakin alueella vuoden aikana, kuvaa paremmin todellisuutta. Tämän vuoksi sähköntuotantoyhdistelmä ei ole automallikohtainen vaan yritysکوhtainen globaalilla tasolla. Volvon tehtailla vuonna 2019 tuotettujen autojen määrä on kuvattu taulukossa 4. Näiden lukujen perusteella toimitusketjun valmistusprosessien

sähköntuotantoyhdistelmä koostuu 69-prosenttisesti EU-28-sähköstä, 26-prosenttisesti kiinalaisesta sähköstä ja 5-prosenttisesti yhdysvaltalaisesta sähköstä. Tätä sähköntuotantoyhdistelmää käytetään vain muutamassa¹⁸ osittain kootussa prosessissa GaBi-tietokannoissa, joissa on mahdollisuus lisätä omavalintainen sähköntuotantoyhdistelmä.

Alue	2019 tuotetut autot	Osuus
Eurooppa	484236	69 %
Aasia	185640	26 %
Amerikat	35160	5 %
Yhteensä	705036	100 %

Taulukko 4. Tuotetut Volvo-autot vuonna 2019

3.2 Akkumoduulit

Sähköauton akusto koostuu kannattimesta, akunhallintajärjestelmästä, jäähdytysjärjestelmästä, väyläkiskoista, kennomoduuleista, termisistä virtausesteistä, manuaalisesta irtikytkennästä ja kannesta. Volvo ostaa kennomoduulit CATLilta ja LG Chemiltä, jotka yhteistyössä raportin kirjoittajien kanssa suorittivat kehdestä portille -LCA:n kennomoduulien hiilijalanjäljestä (Volvon logistiikkaan asti). Kennomoduulit on tämän vuoksi poistettu materiaaliluettelosta, joka perustuu IMDS-tietoihin, ja mallinnettu erikseen koko auton LCA:ssa. Kaikki muut akuston osat sisältyvät materiaaliluetteloon, joka perustuu IMDS-tiedoille.

¹⁸ Prosessit, jotka käyttävät erikoissähköntuotantoyhdistelmää, ovat valurautatuotanto, kumin vulkanointi ja viisi lisävalmistusprosessia.

3.3 Volvon valmistus ja logistiikka

3.3.1 Logistiikka

GHG-päästöissä kuljetuksissa Tier 1 -alihankkijoilta Volvon tuotantolaitokseen (saapuva kuljetus) on sovellettu Volvon saapuvien kuljetusten kokonaispäästöjä jaettuna samana vuonna tuotettujen autojen kokonaisuudessa. Samalla tavoin päästöt kuljetuksista Volvon tehtailta jälleenmyyjille (lähtevät kuljetukset) on koottu Volvon lähtevien kuljetusten kokonaispäästöistä jaettuna samana vuonna myytyjen autojen kokonaisuudessa. Laskennan perustana on käytetty kuljetusmenetelmien verkostoa¹⁹.

3.3.2 Volvon tehtaat

GHG-päästöt sähkön käytöstä, lämmön käytöstä ja eri polttoaineiden käytöstä kussakin tehtaassa laskettiin käyttämällä tehdaskohtaisia syöttötietoja.

Autokohtaiset GHG-päästöt laskettiin jakamalla tehtaassa GHG-kokonaispäästöt samana vuonna tehtaalla tuotettujen autojen tai moottorien kokonaisuudessa.

XC40 ICE- ja XC40 Recharge -malleja valmistetaan Luqiaossa ja Gentissä. XC40 ICE -mallin päästöt Volvon valmistustoiminnoista on laskettu suhteessa kussakin tehtaassa vuonna 2019 tuotettujen autojen määrään. XC40 Recharge -mallin päästöt Volvon valmistustoiminnoista on laskettu suhteessa vuoden 2020 suunniteltuun tuotantoon.

3.4 Käyttövaihe

Jotta auton päästöt käyttövaiheessa voidaan laskea, tarvitaan ajettu matka ja pakokaasupäästöt kilometriä kohti sekä polttoaineketjun alkupään päästöt polttoaineen ja sähkön tuotannosta.

Volvon autojen ajomatoksi on määritetty 200 000 km, joka on myös tämän tutkimuksen toiminnallinen yksikkö.

Polttoaineeseen ja energiaan sekä autolla ajamiseen liittyvät GHG-päästöt on jaettu kahteen luokkaan:

- **Polttoaineketjun alkupää (WTT)** – Sisältää käytetyn polttoaineen tai sähkön tuotannon ja jakelun aikana syntyvät ympäristövaikutukset. ICE-autossa käytettäväksi polttoaineeksi oletetaan bensiini, jossa on 5 % etanolia. Molempien polttoaineiden tuotantoon liittyvät päästöt on huomioitu. Sähkön tuotanto on mallinnettu alueellisen (globaali tai EU28) verkon tai erityisen energianlähteen (tuuli)²⁰ mukaan.
- **Polttoaineketjun loppupää (TTW)** – Sisältää käytön aikaiset pakokaasupäästöt. Tämä on XC40 Recharge -mallissa nolla, ja sen oletetaan olevan XC40 ICE -mallissa 163 g CO₂/km (perustuu XC40 ICE -bensiniautojen keskiarvolle).

XC40 ICE -mallin TTW-päästötiedot perustuvat WLTP-ajosykliin (Worldwide Harmonized Light Vehicle Test Procedure, käytetään autojen sertifiointiin EU:ssa). WLTP-tietoja käytettiin myös XC40 Rechargen energiankulutuslukujen hankinnassa. Latauksen aikana syntyvät häviöt sisältyvät sähköautojen sähkökäyttöön. Tässä tutkimuksessa käytetyn XC40 Rechargen sähkökäyttö oli 240 Wh/km (perustuu XC40 Recharge -autojen keskiarvolle).

¹⁹ <https://www.transportmeasures.org/en/>

²⁰ Tiedot sähköautojen sähkökäytön WTT-päästöistä ovat GaBi Professional -tietokannasta, ja ne voi valita maan sähköverkon tai erityisen energianlähteen mukaan.

3.5 Auton elinkaaren loppu

3.5.1 Prosessin kuvaus

Elinkaaren lopussa kaikki autot kerätään ja lähetetään elinkaaren loppuvaiheen käsittelyyn.

Luvussa 2.4.3 Kohdistamiset kuvattua metodologiaa sovelletaan. Keskittyminen matalimman markkina-arvon pisteeseen ”saastuttaja maksaa” -periaatteen mukaisesti tarkoittaa purkamisen ja esikäsittelyn (kuten paloittelu ja tietyn komponentin esikäsittely) kaltaisten vaiheiden sisällyttämistä, mutta mukaan ei ole otettu materiaalien erottelua, jalostusta tai uudelleenkäyttöä toisessa tuotejärjestelmässä.

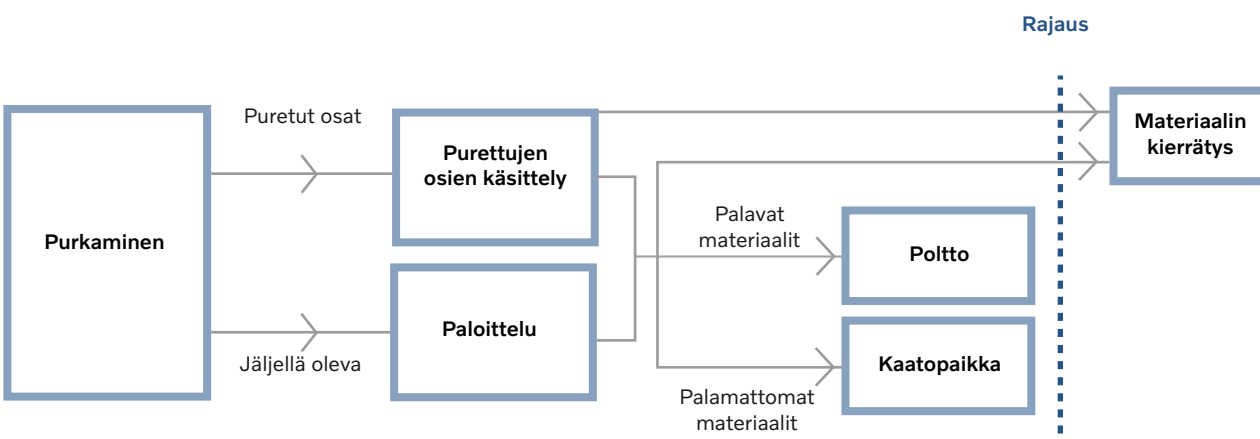
Elinkaaren loppuvaihe mallinnettiin esittämään globaaleja keskiarvotilanteita mahdollisimman hyvin. Käsittely koostuu purkamisvaiheesta, jossa poistetaan vaaralliset komponentit ja kierrätykseen kelpaavat komponentit. Tämän jälkeen puretut osat käsitellään, ja jäljellä oleva auto paloitellaan.

Materiaalityypistä riippuen palaset jatkavat joko materiaalin kierrätykseen, polttoon tai kaatopaikalle.

Kuvassa 4 on yleiskatsaus koko vaiheesta.

Purkuvaiheessa autosta irrotetaan vaaralliset ja/tai arvokkaat komponentit:

- Akut
- Polttoaine
- Pyörät, renkaat
- Nesteet:
 - jäähdytysnesteet,
 - pakkasneste,
 - jarruneste,
 - ilmastointikaasu,
 - iskunvaimennineste
- Öljyt:
 - moottori,
 - vaihdelaatikko,
 - vaihteisto
 - hydraulioöljyt
- Öljynsuodattimet
- Katalysaattori
- Turvatyyny ja turvavöiden esikiristimet poistettu tai kytketty pois käytöstä



Kuva 4. Elinkaaren lopun järjestelmän rajat

Globaalissa näkökulmassa polttoaineiden, öljyjen ja jäähdytysnesteen käsittely viittaa yleensä polttamiseen. Renkaat kerätään kumin uudelleenkäyttöä varten ja lyijyakut lyijyn talteenottoa varten.

Katalysaattori sisältää arvometalleja, ja se puretaan kierrätettäväksi. Öljynsuodattimet poltetaan, kuten myös turvatyyny ja turvavöiden esikristimet, jotka puretaan turvallisuussyistä mahdollisen kierrätysarvon sijaan. Litiumioniakku otetaan pois autosta ja lähetetään kierrätykseen.

Kaikki muut auton osat paloitellaan. Tässä prosessissa auton materiaalit pilkotaan osiin niiden fyysisten ja magneettisten ominaisuuksien mukaan. Tyypillisiä paloja ovat

- rautametallit (teräs, valurauta jne.)
- ei-rautametallit (ruostumaton teräs, alumiini, kupari jne.)
- kevyet osat (muovit, keramiikka jne.)

Metallipalat voidaan lähettää jatkojalostukseen ja kierrätykseen. Kevyen palan palava osa voidaan polttaa energian tuottamiseksi, tai koko pala voi päätyä kaatopaikalle. Tässä tutkimuksessa oletetaan, että materiaalien palavat virrat poltetaan, ja palamattomat materiaalit lähetetään kaatopaikalle.

Globaalin painopisteen vuoksi energian talteenottoa ei ole sisällytetty polttovaiheisiin, vaikka joillakin Volvon markkinoilla energiaa otetaan talteen jätteen poltosta. Tämä melko konservatiivinen olettaus on tehty, koska monilla markkinoilla energian talteenottoa ei ole, ja tietoja siitä, kuinka yleistä energian talteenotto on palavissa virroissa, ei tunneta. Materiaalihävikin arviointi paloittelemisen ja jalostuksen jälkeen on rajausmenetelmän asettamien järjestelmän rajojen ulkopuolella.





4. XC40 ICE – ja XC40 Recharge -mallin tulokset

Toiminnallinen yksikkö: 200 000 km ajetun Volvo-auton käyttö

4.1 XC40 Recharge verrattuna XC40 ICE -malliin (benssiini)

Kuvassa 5 ja taulukossa 5 esitetään XC40 Recharge- ja XC40 ICE -mallin LCA:n tulokset graafisessa ja numeromuodossa. Käyttövaiheen sähköntuotantoyhdistelmällä on suuri vaikutus kokonaishiilijalanjälkeen. Globaalilla sähköntuotantoyhdistelmällä XC40 Recharge saa hieman pienemmän hiilijalanjäljen kuin XC40 ICE, ja tuulivoiman kanssa koko on yli 50 % pienempi XC40 ICE -malliin verrattuna.

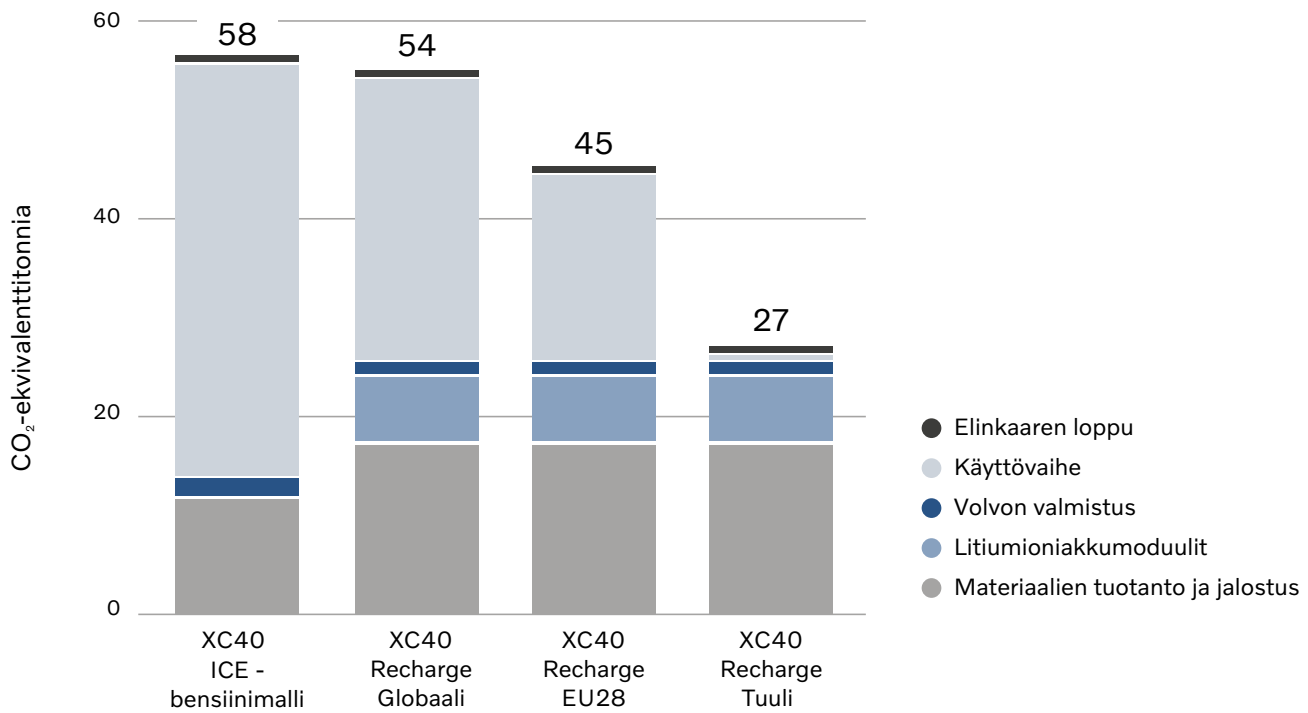
Toinen kiinnostava materiaalien tuotanto- ja jalostusvaihetta koskeva seikka on, että XC40 Rechargen hiilijalanjälki on noin 20 % suurempi kuin XC40 ICE -mallin, mikä johtuu pääasiassa XC40 Rechargen

suuremmasta painosta ja suuremmasta alumiinin määrästä ja elektroniikan painosta.

Merkittävän lisäys on kuitenkin litiumioniakku. Kaiken kaikkiaan, materiaalin tuotanto- ja jalostusvaiheen (mukaan lukien litiumioniakku) hiilijalanjälki kasvaa 70 %. Tämä kasvu on pienempi kuin vähennys käyttövaiheessa kaikilla sähköntuotantoyhdistelmillä.

LCA:n tulos tarjoaa mielenkiintoista tietoa mahdollisia tulevia muutoksia silmällä pitäen eri elinkaarivaiheiden hallitsevuudessa. Kun tuulisähköllä käyvää XC40 Recharge -mallia verrataan XC40 ICE -malliin, painopiste siirtyy käyttövaiheesta tuotantovaiheeseen.

Volvon valmistustoiminta ja elinkaaren loppuvaiheen käsittely muodostavat vain pienen osan elinkaaresta.



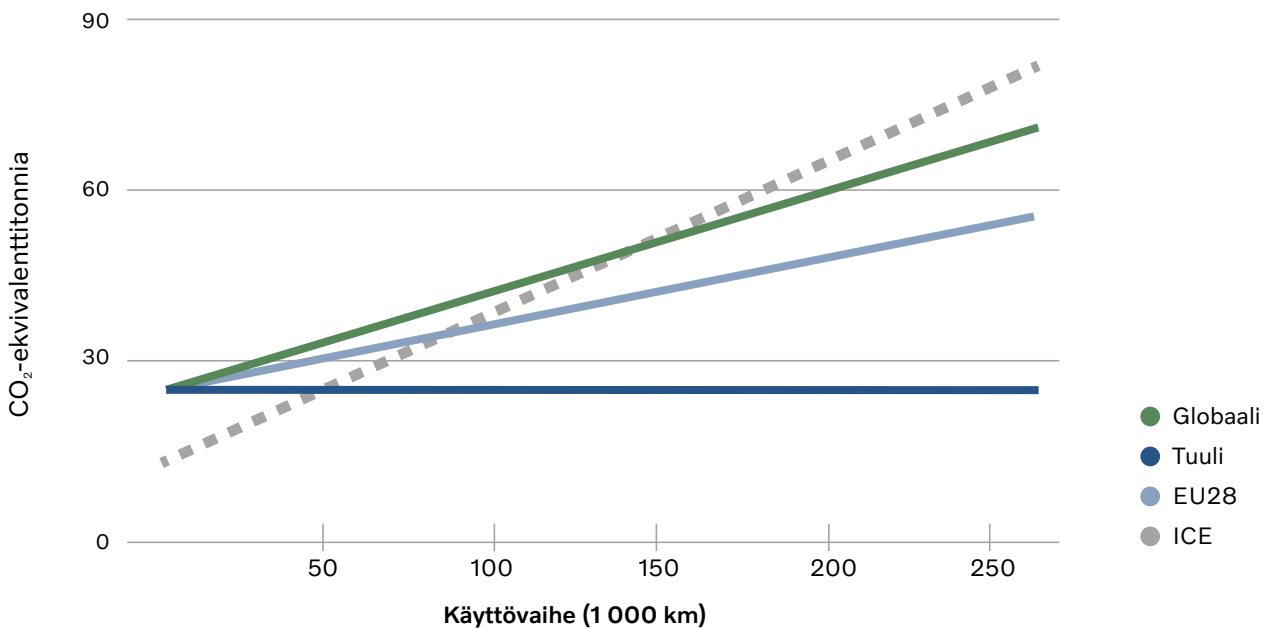
Kuva 5. XC40 ICE- ja XC40 Recharge -mallien hiilijalanjälki, eri sähköntuotantoyhdistelmät XC40 Rechargelle. Tulokset esitetään CO₂-ekvivalenttitonneina toiminnallista yksikköä kohti.

Autotyyppi	Materiaalin tuotanto ja jalostus	Litiumioniakku- moduulit	Volvon valmistus	Käyttö- vaiheen päästöt	Elinkaaren loppu	Yhteensä
XC40 ICE Bensini	14	-	2,1	41	0,6	58
XC40 Recharge Globaali	17	7	1,4	28	0,5	54
XC40 Recharge EU28	17	7	1,4	18	0,5	45
XC40 Recharge Tuuli	17	7	1,4	0,4	0,5	27

Taulukko 5. XC40 ICE- ja XC40 Recharge -mallien hiilijalanjälki, eri sähköntuotantoyhdistelmät XC40 Rechargelle. Tulokset esitetään CO₂-ekvivalenttitonneina toiminnallista yksikköä kohti (pyöristetyt arvot).

Kuva 6 ja taulukko 6 korostavat kriittistä pistettä, joka muodostuu, kun verrataan XC40 Recharge -mallia XC40 ICE -autoon. Koska XC40 ICE -mallin hiilijalanjälki on pienempi materiaalien tuotanto- ja jalostusvaiheessa, sillä on aluksi pienempi hiilijalanjälki kuin XC40 Recharge -mallilla. Mutta kun autoilla ajetaan, kertyvä hiilijalanjälki kasvaa nopeammin. Tietyn ajomatkan jälkeen autot ovat tasoissa, ja tämän pisteen jälkeen XC40 Rechargella on pienempi

kokonaiselinkaaren hiilijalanjälki. Kriittisen pisteen sijainti riippuu materiaalien tuotanto- ja jalostusvaiheen hiilijalanjälkien eroista ja siitä, kuinka hiili-intensiivistä sähköntuotantoyhdistelmä on. LCA:n kolmessa sähköntuotantoyhdistelmässä kriittinen piste on 47 000, 84 000 ja 146 000 kilometrin kohdalla ja auton oletetun elinkaaren (200 000 km) puitteissa.

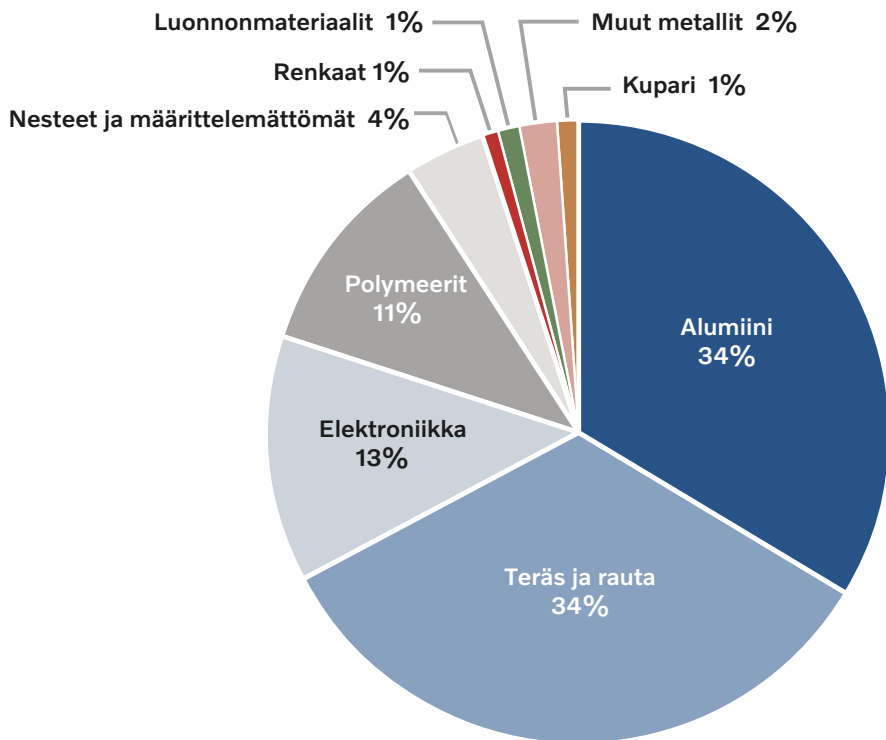


Kuva 6. GHG-kokonaispäästöt ajettujen kilometrien mukaan XC40 ICE -mallissa (ICE kaaviossa) ja XC40 Recharge -mallissa (eri sähköntuotantoyhdistelmät käyttövaiheessa). Kohtaan, jossa linjat risteävät, muodostuu kahden auton välinen kriittinen piste. LCA:n toiminnallinen yksikkö on "200 000 km ajatun Volvo-auton käyttö". Kaikki elinkaaren vaiheet käyttövaihetta lukuun ottamatta on referoitu ja määritetty aloituspisteeksi kullekin viivalle nollan kilometrin kohdalle.

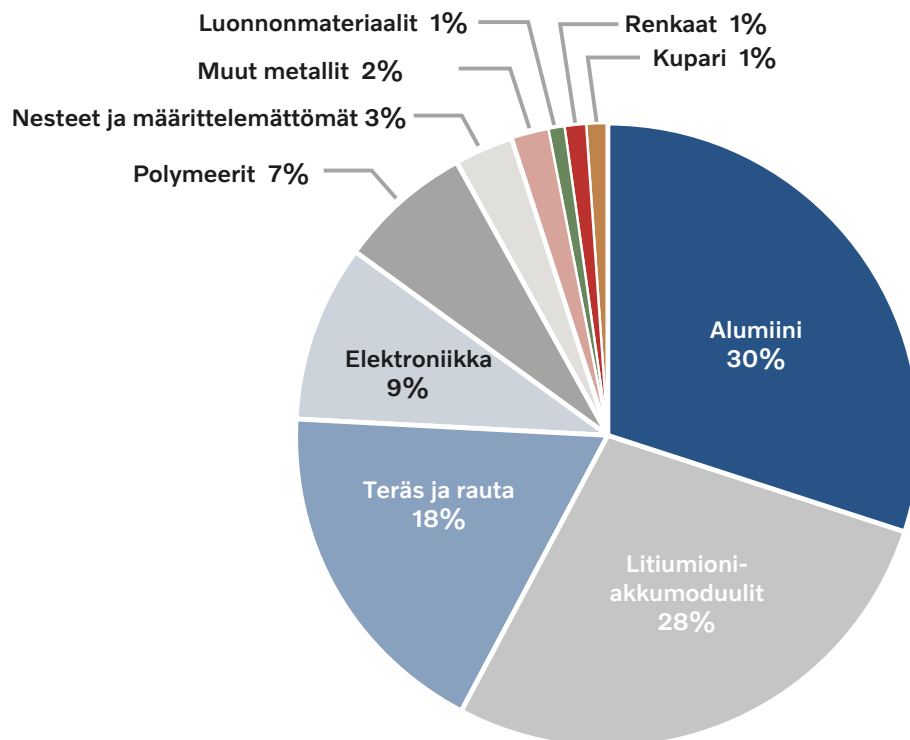
	Kriittinen piste (km)
XC40 Recharge, globaali sähköntuotantoyhdistelmä /XC40 ICE	146 000
XC40 Recharge, EU28-sähköntuotantoyhdistelmä /XC40 ICE	84 000
XC40 Recharge, tuulisähkö /XC40 ICE	47 000

Taulukko 6. Kilometrimäärä kriittiseen pisteeseen XC40 ICE- ja XC40 Recharge -mallilla eri sähköntuotantoyhdistelmillä

Kuvat 7 ja 8 tarjoavat tietoa siitä, miten eri materiaalityypit vaikuttavat materiaalien tuotanto- ja jalostusvaiheen kokonaishiilijalanjälkeen. Teräs ja alumiini vaikuttavat merkittävästi erityisesti XC40 ICE -mallissa, mutta myös XC40 Recharge -mallissa. Elektroniikka ja polymeerit ovat kiinnostavia kohteita, sillä ne muodostavat noin 10 % molemmissa autoissa (vaikkakin eri kokonaismääristä).



Kuva 7. Eri materiaalityyppien vaikutus hiilijalanjälkeen materiaalien tuotanto- ja jalostusvaiheessa XC40 ICE -mallissa



Kuva 8. Eri materiaalityyppien vaikutus hiilijalanjälkeen materiaalien tuotanto- ja jalostusvaiheessa ja litiumioniakuissa XC40 Recharge -mallissa

5. Keskustelua



Tämä XC40 ICE- ja XC40 Recharge -mallin hiilijalanjäljen LCA-arviointi tarjoaa tietoja elinkaaren eri vaiheiden vaikutuksista hiilijalanjälkeen (*katso kuva 5*) sekä päästöjen perimmäisistä syistä. Näiden tietojen avulla voidaan ohjata pyrkimyksiä vähentää ja ymmärtää päästöjä paremmin. XC40 Recharge- ja XC40 ICE -mallien välinen vertailu osoittaa erot ja yhteneväisyydet ICE- ja BEV-tekniikan välillä sekä sähköistämisen potentiaaliset hyödyt.

Vaihtoehtoisten sähköntuotantoyhdistelmien testaaminen XC40 Rechargen käyttövaiheessa osoittaa, että käyttövaiheen sähkönlähteen valinnalla on suuri vaikutus elinkaaren kokonaishiilijalanjälkeen. Kuten luvussa 4 todettiin, tuulisähköllä toimivan XC40 Rechargen hiilijalanjälki on vain puolet XC40 ICE -mallin hiilijalanjäljestä. Globaalin sähkömarkkinan ennusteet osoittavat, että sähkötuotannon hiili-intensiivisyys vähenee jatkossa kaikilla markkinoilla. Tämä tarkoittaisi, että sähköautojen hiilijalanjäljet pienenevät jatkuvasti, vaikka uusiutuva energia ei valittaisi aktiivisesti käyttövaiheeseen.

Sähkönlähteen valinta käyttövaiheessa määrittää myös, mikä elinkaaren vaihe hallitsee tulosta. Kun otetaan huomioon globaali keskimääräinen sähköntuotantoyhdistelmä, elinkaarivaikutus jaetaan karkeasti suhteessa 50/50 materiaalien tuotanto- ja jalostusvaiheen ja käyttövaiheen välillä (*taulukko 5*).

Tuulisähkön valinta puolestaan muodostaa elinkaaren hiilijalanjäljen, joka on huomattavasti

pienempi kuin EU-28- tai globaalissa yhdistelmässä, minkä seurauksena materiaalien tuotanto ja jalostus on hallitseva vaihe. Tämä siirtää painopistettä enemmän materiaalien tuotanto- ja jalostusvaiheeseen ja korostaa tämän vaiheen hiilijalanjäljen pienentämisen tärkeyttä. Volvon strategiana on pienentää hiilijalanjälkeä materiaalien tuotanto- ja jalostusvaiheessa 25 % autoa kohti vuosien 2018 ja 2025 välisenä aikana. Tämä on kunnianhimoinen aloitus kohti nollapäästöjä vuonna 2040.

Sähkönlähteen valinta materiaalien tuotanto- ja jalostusvaiheessa vaikuttaa myös kokonaishiilijalanjälkeen. Esimerkiksi jotkin metallituotantoprosessit, kuten sähköuunit, ovat erittäin energiaintensiivisiä. Sähkön vaihtamista ei kuitenkaan ole vielä testattu, koska monet taustadatajoukot on koottu ”mustan laatikon” datajoukkoihin, joissa sähköntuotantoa ei voi muokata.

Kun otetaan huomioon materiaalien tuotanto- ja jalostusvaihe ja verrataan XC40 Rechargen tulosta XC40 ICE -mallin tulokseen, XC40 Rechargen hiilijalanjälki on suurempi. Tämä johtuu pääasiassa litiumioniakusta. Tätä päästölisyästä kompensoi pienempi hiilijalanjälki käyttövaiheessa, mikä tekee kokonaishiilijalanjäljestä pienemmän. Materiaalin tuotanto- ja jalostusvaiheeseen tehtävät parannukset pienentävät kokonaishiilijalanjälkeä entisestään.

Sähköauton voimansiirtotekniikka on yhä nuorta polttomoottoriautoon verrattuna, mikä antaa viitteitä suhteellisen suuresta kehityspotentiaalista. Viimeaikaiset tutkimukset ovat osoittaneet, että akkutuotannon hiilijalanjälki on pienentynyt viime vuosina. On todennäköistä olettaa, että tämä suuntaus jatkuu myös tulevaisuudessa. Myös muut materiaaleihin liittyvät parannukset ovat todennäköisiä ja hyödyllisiä, ja koska ICE- ja BEV-autot jakavat monia materiaaleja (alumiini, teräs, muovit) ja elektroniikkakomponentteja, näiden parannusten vaikutukset pienentävät molempien autotyyppien kokonaishiilijalanjälkeä.

Teräksen ja alumiinin tuotanto vaikuttaa melko suuresti kokonaishiilijalanjälkeen. Sen osuus on karkeasti 20 % kokonaishiilijalanjäljestä, kun globaalia sähköntuotantoyhdistelmää käytetään käyttövaiheessa. Litiumioniakkumoduulit käsittävät lähes 15 % ja elektroniikka ja muovit kumpikin lähes 5 %. Siksi toimenpiteet näiden materiaalien vaikutusten vähentämiseksi esimerkiksi kierrätetyn materiaalin ja uusiutuvan energian runsaamman käytön kautta ovat erittäin tärkeitä, jotta saavutetaan pienempi hiilijalanjälki.

Niin kauan kuin XC40 Rechargella on suurempi hiilijalanjälki materiaalien tuotanto- ja jalostusvaiheessa kuin XC40 ICE -mallilla, keskustelu kriittisen pisteen ympärillä jatkuu. Minkä ajomäärän jälkeen GHG-päästöt materiaalien tuotannosta ja jalostuksesta kompensoituvat käyttövaiheen

vähäisemmällä päästöillä? Tämä tutkimus osoittaa, että kriittinen piste on alle 50 000 kilometrissä tuulisähköä käyttävässä XC40 Recharge -mallissa, mikä on merkittävästi vähemmän kuin toiminnallisena yksikkönä käytetty 200 000 kilometriä. Kun otetaan huomioon globaali keskimääräinen sähköntuotantoyhdistelmä, kriittinen piste on noin 146 000 km XC40 Recharge -mallissa, mikä on myös vähemmän kuin 200 000 km. Kriittisten pisteiden jälkeen ilmaston lämpenemiseen liittyvät XC40 Recharge -mallin edut XC40 ICE -malliin verrattuna kasvavat elinkaaren

loppuun asti. Tämä tarkoittaa, että mitä pidempi elinkaari on, sitä pienempi XC40 Rechargen hiilijalanjälki on XC40 ICE -malliin verrattuna.

Kohdistusmenetelmän valinta saa aikaan sen, että kaikki GHG-päästöt hylkytavarantun tuotannosta kohdistetaan autoihin. Tämän seurauksena myös kaikki GHG-päästöt jätteestä

Volvon strategiana on vähentää materiaalien tuotanto- ja jalostusvaiheen hiilijalanjälkeä 25 % autoa kohti vuosien 2018 ja 2025 välisenä aikana, mikä on kunnianhimoinen aloitus kohti nollapäästöjä vuonna 2040.

käsittelyssä kohdistetaan autoihin, vaikka materiaali kierrätettäisiin. Tämä puolestaan synnyttää suhteellisen suuren Volvo-autojen hiilijalanjäljen verrattuna joihinkin muihin tutkimuksiin, joissa hylkytavaraksi päätyvän materiaalin tuotanto jätetään pois laskuista²¹. Lisäksi käytetyt metallin tuotannon datajoukot ovat keskiarvotietoja, ja lisätutkimuksia tarvitaan, jotta voidaan arvioida, missä määrin nämä tiedot poikkeavat Volvon todellisesta toimitusverkostosta. On nähty osoituksia, että Volvon alihankkijat suoriutuvat huomattavasti paremmin kuin keskimääräinen globaali tuotanto joissakin tapauksissa, mikä tarkoittaa, että tuloksia on saatettu yliarvioida. Tämä on linjassa konservatiivisen lähestymistavan kanssa, eli hiilijalanjälkiä mieluummin yliarvioidaan kuin aliarvioidaan.

²¹ Esim. GREET-laskentamalli, <https://greet.es.anl.gov/>



6. Loppupäätelmät

Tässä tutkimuksessa on laskettu XC40 ICE- ja XC40 Recharge -mallien hiilijalanjäljet ottaen huomioon kaikki elinkaaren vaiheet, kuten materiaalien tuotanto ja jalostus, käyttövaihe ja elinkaaren loppuvaihe (katso kuva 5).

Elinkaariarviointia (LCA) on käytetty, koska EU-komissio on määrittänyt sen parhaaksi toimintakehykseksi tuotteiden ympäristösuorituskyvyn arvioimiseksi. LCA sopii hyvin koko elinkaaren parannusten arviointiin, ja se välttää alioptimoimista, eli ympäristövaikutuksen vähentämisen yhdessä vaiheessa samalla, kun vaikutus kasvaa toisessa vaiheessa.

Tässä raportissa kuvatun metodologian mukaan XC40 ICE- ja XC40 Recharge -mallien hiilijalanjälki on 58 tonnia CO₂e ja 27–54 tonnia CO₂e. XC40 Rechargen tuloksen vaihtelun syy on eri sähköntuotantoyhdistelmissä, joilla on eri hiili-intensiteetti käyttövaiheessa. Vaihtelun määrä osoittaa selvästi, mikä vaikutus sähköllä on lopputulokseen.

XC40 Recharge ja sähköautot yleensä voivat saavuttaa vielä pienemmän hiilijalanjäljen lähitulevaisuudessa akkutekniikan, auton energiatehokkuuden ja energijärjestelmien parannusten seurauksena.

Kriittisen pisteen analyysi tässä tutkimuksessa selvittää, minkä ajomatkan jälkeen XC40 Rechargen

hiilijalanjälki on pienempi kuin XC40 ICE -mallin. Se osoittaa, että kaikkien sähköntuotantoyhdistelmien kanssa testatut kriittiset pisteet ovat toiminnallisen yksikön 200 000 km sisällä. Kriittisen pisteen jälkeen XC40 Rechargen hiilijalanjälki paranee lineaarisesti XC40 ICE -malliin verrattuna. Mitä pidempi elinkaari on, sitä parempi XC40 Recharge -mallin suhteellinen hiilijalanjälki on.

On syytä huomata, että sähköauto, jota myydään markkinalla, jolla on hiili-intensiivistä sähköntuotantoa, voidaan ladata uusiutuvalla energialla, mikä pienentäisi hiilijalanjälkeä merkittävästi. Lisäksi tuloksissa oletetaan, että hiili-intensiteetti on vakio eri sähköntuotantoyhdistelmissä auton elinkaaren ajan, mikä todennäköisesti yliarvioi kokonaishiilijalanjäljen.

LCA:ta ja metodologiaa käytetään mittarina Volvo-autojen hiilijalanjälkeä arvioitaessa. LCA suoritetaan säännöllisesti, ja se toimii ohjeena GHG-vähennykseen tähtäävissä toimissa. Metodologiaa, käytäntöä, tiedonkeruumenetelmää ym. kehitetään jatkuvasti.

Liite 1 – Valitut datajoukot

Materiaali	Sijainti	Nimi	Tyyppi	Lähde	Pvm
ABS					
ABS	GLO	Akryyliniiriili-butadieeni-styreeni-sekapolymeeri	agg	ecoinvent 3.6	2020-04-20
ABS (täytetty)					
ABS (täytetty)	GLO	Akryyliniiriili-butadieeni-styreeni-sekapolymeeri	agg	ecoinvent 3.6	2020-04-20
ABS (täytetty)	EU-28	Talkkijauhe (täyte)	agg	ts	2020-04-20
ABS (täytetty)	GLO	Lasikuitu	agg	ecoinvent 3.6	2020-04-20
ABS (täyttämätön)					
ABS (täyttämätön)	GLO	Akryyliniiriili-butadieeni-styreeni-sekapolymeeri	agg	ecoinvent 3.6	2020-04-20
AdBlue					
AdBlue	EU-28	Urea (46% N)	agg	Fertilizers Europe	2020-04-20
AdBlue	EU-28	Hanavesi pintavedestä	agg	ts	2020-04-20
Alumiini, valu (matcat)					
Alumiini, valu (matcat)	GLO	Alumiiniharkko IAI 2015	agg	IAI/ts	2020-04-20
Alumiini, tako (matcat)					
Alumiini, tako (matcat)	GLO	Alumiiniharkko IAI 2015	agg	IAI/ts	2020-04-20
ASA					
ASA	GLO	Akryyliniiriili-butadieeni-styreeni-sekapolymeeri	agg	ecoinvent 3.6	2020-04-20
ASA (täytetty)					
ASA (täytetty)	GLO	Akryyliniiriili-butadieeni-styreeni-sekapolymeeri	agg	ecoinvent 3.6	2020-04-20
ASA (täytetty)	EU-28	Talkkijauhe (täyte)	agg	ts	2020-04-20
ASA (täytetty)	GLO	Lasikuitu	agg	ecoinvent 3.6	2020-04-20
ASA (täyttämätön)					
ASA (täyttämätön)	GLO	Akryyliniiriili-butadieeni-styreeni-sekapolymeeri	agg	ecoinvent 3.6	2020-04-20
Jarruneste					
Jarruneste	GLO	Dietyleeniglykoli	agg	ecoinvent 3.6	2020-05-19
Valurauta (matcat)					
Valurauta (matcat)	DE	Valurautaosa (auto) – avoimet energiatulot	p-agg	ts	2020-04-20
Katalyyttipinnoite					
Katalyyttipinnoite	ZA	Platinaryhmämetallirikaste	agg	ecoinvent 3.6	2020-06-01

Materiaali	Sijainti	Nimi	Tyyppi	Lähde	Pvm
Kupari					
Kupari	EU-28	Kuparilanka (Europe 2015)	agg	DKI/ECI	2020-04-20
Kupariseokset					
Kupariseokset	GLO	Kupari (99,999% elektrolyysista)	agg	ts	2020-04-20
Kupariseokset	GLO	Sinkki	agg	ecoinvent 3.6	2020-04-20
Puuvilla					
Puuvilla	GLO	Tekstiili, kudottu puuvilla	agg	ecoinvent 3.6	2020-04-20
Vaimennin					
Vaimennin	RER	Polymetyylimetakrylaatti levy (PMMA)	agg	PlasticsEurope	2020-04-20
Vaimennin	RoW	Kalkki	agg	ecoinvent 3.6	2020-04-20
Diesel					
Diesel	EU-28	Dieselseos huoltoasemalla	agg	ts	2020-04-20
E/P					
E/P	RoW	Polyeteenituotanto, matala tiheys, granulaatti	agg	ecoinvent 3.6	2020-04-20
E/P (täytetty)					
E/P (täytetty)	RoW	Polyeteenituotanto, matala tiheys, granulaatti	agg	ecoinvent 3.6	2020-04-20
E/P (täytetty)	EU-28	Talkkijauhe (täyte)	agg	ts	2020-04-20
E/P (täytetty)	GLO	Lasikuitu	agg	ecoinvent 3.6	2020-04-20
E/P (täyttämätön)					
E/P (täyttämätön)	RoW	Polyeteenituotanto, matala tiheys, granulaatti	agg	ecoinvent 3.6	2020-04-20
Elektroniikka					
Elektroniikka	GLO	Johdotuslevy, pinta-asennus, määrittämätön, sis. lyijyä	agg	ecoinvent 3.6	2020-05-26
EPDM					
EPDM	DE	Etyleenipropeenidieeni-elastomeeri (EPDM)	agg	ts	2020-04-20
Epoksi					
Epoksi	RoW	Epoksihartsi, neste	agg	ecoinvent 3.6	2020-04-20
EVAC					
EVAC	RoW	Etyleenivinyylisetaatti-sekopolymeeri	agg	ecoinvent 3.6	2020-04-20
EVAC (täytetty)					

Materiaali	Sijainti	Nimi	Tyyppi	Lähde	Pvm
EVAC (täytetty)	RoW	Etyleenivinyylisetaatti-sekapolymeeri	agg	ecoinvent 3.6	2020-04-20
EVAC (täytetty)	EU-28	Talkkijauhe (täyte)	agg	ts	2020-04-20
EVAC (täytetty)	GLO	Lasikuitu	agg	ecoinvent 3.6	2020-04-20
EVAC (täyttämätön)					
EVAC (täyttämätön)	RoW	Etyleenivinyylisetaatti-sekapolymeeri	agg	ecoinvent 3.6	2020-04-20
Ferriittimagneetti					
Ferriittimagneetti	GLO	Ferriitti	agg	ecoinvent 3.6	2020-04-24
Täytetty kestopuovi (matcat)					
Täytetty kestopuovi (matcat)	RoW	Nailon 6	agg	ecoinvent 3.6	43941
Täytetty kestopuovi (matcat)	EU-28	Talkkijauhe (täyte)	agg	ts	43941
Täytetty kestopuovi (matcat)	GLO	Lasikuitu	agg	ecoinvent 3.6	43941
Float-lasi					
Float-lasi	EU-28	Float-tasolasi	agg	ts	2020-04-20
Glykoli					
Glykoli	EU-28	Etyleeniglykoli	agg	PlasticsEurope	2020-01-01
Lyijy, akku					
Lyijy, akku	DE	Lyijy (99,995%)	agg	ts	2020-04-20
Nahka					
Nahka	DE	Naudan nahka, tuore, teurastamolta	agg	ts	2020-04-20
Nahka	DE	Nahka (parkittu; 1 m ² /0,95 kg) – nautakarja	p-agg	ts	2020-04-20
Voiteluaineet (matcat)					
Voiteluaineet (matcat)	EU-28	Voiteluaineet jalostamalla	agg	ts	2020-04-20
Magnesium					
Magnesium	CN	Magnesium	agg	ts	2020-04-20
NdFeB					
NdFeB	GLO	Kestomagneetti, sähköauton moottori	agg	ecoinvent 3.6	2020-04-24
NR					
NR	DE	Luonnonkumi (NR)	agg	ts	2020-04-20
PA					

Materiaali	Sijainti	Nimi	Tyyppi	Lähde	Pvm
PA	RoW	Nailon 6	agg	ecoinvent 3.6	2020-04-20
PA (täytetty)					
PA (täytetty)	RoW	Nailon 6	agg	ecoinvent 3.6	2020-04-20
PA (täytetty)	EU-28	Talkkijauhe (täyte)	agg	ts	2020-04-20
PA (täytetty)	GLO	Lasikuitu	agg	ecoinvent 3.6	2020-04-20
PA (täyttämätön)					
PA (täyttämätön)	RoW	Nailon 6	agg	ecoinvent 3.6	2020-04-20
PBT					
PBT	DE	Polybutyleenitereftalaatti-granulaatti (PBT)	agg	ts	2020-04-20
PBT (täytetty)					
PBT (täytetty)	DE	Polybutyleenitereftalaatti-granulaatti (PBT)	agg	ts	2020-04-20
PBT (täytetty)	EU-28	Talkkijauhe (täyte)	agg	ts	2020-04-20
PBT (täytetty)	GLO	Lasikuitu	agg	ecoinvent 3.6	2020-04-20
PBT (täyttämätön)					
PBT (täyttämätön)	DE	Polybutyleenitereftalaatti-granulaatti (PBT)	agg	ts	2020-04-20
PC					
PC	GLO	Polykarbonaatti	agg	ecoinvent 3.6	2020-04-20
PC (täytetty)					
PC (täytetty)	GLO	Polykarbonaatti	agg	ecoinvent 3.6	2020-04-20
PC (täytetty)	EU-28	Talkkijauhe (täyte)	agg	ts	2020-04-20
PC (täytetty)	GLO	Lasikuitu	agg	ecoinvent 3.6	2020-04-20
PC (täyttämätön)					
PC (täyttämätön)	GLO	Polykarbonaatti	agg	ecoinvent 3.6	2020-04-20
PC+ABS					
PC+ABS	GLO	Polykarbonaatti	agg	ecoinvent 3.6	2020-04-20
PC+ABS	GLO	Akrylinitriilibutadieeni-styreeni-sekapolymeeri	agg	ecoinvent 3.6	2020-04-20
PC+ABS (täytetty)					
PC+ABS (täytetty)	GLO	Polykarbonaatti	agg	ecoinvent 3.6	2020-04-20
PC+ABS (täytetty)	GLO	Akrylinitriilibutadieeni-styreeni-sekapolymeeri	agg	ecoinvent 3.6	2020-04-20
PC+ABS (täytetty)	EU-28	Talkkijauhe (täyte)	agg	ts	2020-04-20
PC+ABS (täytetty)	GLO	Lasikuitu	agg	ecoinvent 3.6	2020-04-20
PC+ABS (täyttämätön)					
PC+ABS (täyttämätön)	GLO	Polykarbonaatti	agg	ecoinvent 3.6	2020-04-20

Materiaali	Sijainti	Nimi	Tyyppi	Lähde	Pvm
PC+ABS (täyttämätön)	GLO	Akryliniitriilibutadieeni-styreeni-sekapolymeeri	agg	ecoinvent 3.6	2020-04-20
PE					
PE	RoW	Polyeteenituotanto, matala tiheys, granulaatti	agg	ecoinvent 3.6	2020-04-20
PE (täytetty)					
PE (täytetty)	RoW	Polyeteenituotanto, matala tiheys, granulaatti	agg	ecoinvent 3.6	2020-04-20
PE (täytetty)	EU-28	Talkkijauhe (täyte)	agg	ts	2020-04-20
PE (täytetty)	GLO	Lasikuitu	agg	ecoinvent 3.6	2020-04-20
PE (täyttämätön)					
PE (täyttämätön)	RoW	Polyeteenituotanto, matala tiheys, granulaatti	agg	ecoinvent 3.6	2020-04-20
PET					
PET	GLO	Polyeteenitereftalaatti, granulaatti, amorfinen	agg	ecoinvent 3.6	2020-04-20
PET (täytetty)					
PET (täytetty)	GLO	Polyeteenitereftalaatti, granulaatti, amorfinen	agg	ecoinvent 3.6	2020-04-20
PET (täytetty)	EU-28	Talkkijauhe (täyte)	agg	ts	2020-04-20
PET (täytetty)	GLO	Lasikuitu	agg	ecoinvent 3.6	2020-04-20
PET (täyttämätön)					
PET (täyttämätön)	GLO	Polyeteenitereftalaatti, granulaatti, amorfinen	agg	ecoinvent 3.6	2020-04-20
Petrol					
Petrol	EU-28	Bensiiniseos (tavallinen) jalostamalla	agg	ts	2020-04-20
PMMA					
PMMA	RER	Polymetyylimetakrylaatti levy (PMMA)	agg	PlasticsEurope	2020-04-20
PMMA (täytetty)					
PMMA (täytetty)	RER	Polymetyylimetakrylaatti levy (PMMA)	agg	PlasticsEurope	2020-04-20
PMMA (täytetty)	EU-28	Talkkijauhe (täyte)	agg	ts	2020-04-20
PMMA (täytetty)	GLO	Lasikuitu	agg	ecoinvent 3.6	2020-04-20
PMMA (täyttämätön)					
PMMA (täyttämätön)	RER	Polymetyylimetakrylaatti levy (PMMA)	agg	PlasticsEurope	2020-04-20
Polyuretaani (matcat)					

Materiaali	Sijainti	Nimi	Tyyppi	Lähde	Pvm
Polyuretaani (matcat)	RoW	Polyuretaani, jäykkä vahto	agg	ecoinvent 3.6	2020-04-20
POM					
POM	EU-28	Polyoksimeteeni (POM)	agg	PlasticsEurope	2020-01-01
POM (täytetty)					
POM (täytetty)	EU-28	Polyoksimeteeni (POM)	agg	PlasticsEurope	2020-01-01
POM (täytetty)	EU-28	Talkkijauhe (täyte)	agg	ts	2020-04-20
POM (täytetty)	GLO	Lasikuitu	agg	ecoinvent 3.6	2020-04-20
POM (täyttämätön)					
POM (täyttämätön)	EU-28	Polyoksimeteeni (POM)	agg	PlasticsEurope	2020-01-01
PP					
PP	GLO	Polypropeeni, granulaatti	agg	ecoinvent 3.6	2020-04-20
PP (täytetty)					
PP (täytetty)	GLO	Polypropeeni, granulaatti	agg	ecoinvent 3.6	2020-04-20
PP (täytetty)	EU-28	Talkkijauhe (täyte)	agg	ts	2020-04-20
PP (täytetty)	GLO	Lasikuitu	agg	ecoinvent 3.6	2020-04-20
PP (täyttämätön)					
PP (täyttämätön)	GLO	Polypropeeni, granulaatti	agg	ecoinvent 3.6	2020-04-20
PS					
PS	GLO	Polystyreeni, yleiskäyttö	agg	ecoinvent 3.6	2020-04-20
PS (täytetty)					
PS (täytetty)	GLO	Polystyreeni, yleiskäyttö	agg	ecoinvent 3.6	2020-04-20
PS (täytetty)	EU-28	Talkkijauhe (täyte)	agg	ts	2020-04-20
PS (täytetty)	GLO	Lasikuitu	agg	ecoinvent 3.6	2020-04-20
PS (täyttämätön)					
PS (täyttämätön)	GLO	Polystyreeni, yleiskäyttö	agg	ecoinvent 3.6	2020-04-20
PVB					
PVB	DE	Polyvinyylibutyyraaligranulaatin (PVB) sivutuote etyyliasettaatti	agg	ts	2020-04-20
PVB (täytetty)					
PVB (täytetty)	DE	Polyvinyylibutyyraaligranulaatin (PVB) sivutuote etyyliasettaatti	agg	ts	2020-04-20
PVB (täytetty)	EU-28	Talkkijauhe (täyte)	agg	ts	2020-04-20

Materiaali	Sijainti	Nimi	Tyyppi	Lähde	Pvm
PVB (täytetty)	GLO	Lasikuitu	agg	ecoinvent 3.6	2020-04-20
PVB (täyttämätön)					
PVB (täyttämätön)	DE	Polyvinyylibutyraaligranulaatin (PVB) sivutuote etyyliasettaatti	agg	ts	2020-04-20
PVC					
PVC	RoW	Polyvinyylikloridituotanto, jousituksen polymerisaatio	agg	ecoinvent 3.6	2020-04-20
PVC (täytetty)					
PVC (täytetty)	RoW	Polyvinyylikloridituotanto, jousituksen polymerisaatio	agg	ecoinvent 3.6	2020-04-20
PVC (täytetty)	EU-28	Talkkijauhe (täyte)	agg	ts	2020-04-20
PVC (täytetty)	GLO	Lasikuitu	agg	ecoinvent 3.6	2020-04-20
PVC (täyttämätön)					
PVC (täyttämätön)	RoW	Polyvinyylikloridituotanto, jousituksen polymerisaatio	agg	ecoinvent 3.6	2020-04-20
R-1234yf					
R-1234yf		R-123yf	u-so		43943
R-134a					
R-134a	GLO	Kylmäaine R134a	agg	ecoinvent 3.6	2020-04-20
SBR					
SBR	DE	Styreenibutadieenikumi (S-SBR)	agg	ts	2020-04-20
Silikonikumi					
Silikonikumi	DE	Silikonikumi (RTV-2, kondensaatio)	agg	ts	2020-04-20
Teräs, sintrattu					
Teräs, sintrattu	GLO	Kuumasinkitty teräs	agg	Worldsteel	2020-04-20
Teräs, ruostumaton, austeniittinen					
Teräs, ruostumaton, austeniittinen	EU-28	Ruostumaton teräs kylmävalssattu rulla (304)	p-agg	Eurofer	2020-04-20
Teräs, ruostumaton, ferriitti					
Teräs, ruostumaton, ferriitti	EU-28	Ruostumaton teräs kylmävalssattu rulla (430)	p-agg	Eurofer	2020-04-20
Teräs, seostamaton					
Teräs, seostamaton	GLO	Kuumasinkitty teräs	agg	Worldsteel	2020-04-20
Rikkihappo					
Rikkihappo	EU-28	Rikkihappo (96 %)	agg	ts	2020-04-20
Kestomuovielastomeerit (matcat)					

Materiaali	Sijainti	Nimi	Tyyppi	Lähde	Pvm
Kestomuovielastomeerit (matcat)	DE	Polypropeeni / etyleeni-propeenidieeni-elastomeeri-granulaatti (PP/EPDM, TPE-O)	agg	ts	43941
Kestumuovit (matcat)					
Kestumuovit (matcat)	RoW	Nailon 6	agg	ecoinvent 3.6	2020-04-20
Rengas					
Rengas	DE	Styreenibutadieenikumi (S-SBR)	agg	ts	43941
Rengas	EU-28	Vesi (deionisoitu)	agg	ts	43941
Rengas	GLO	Synteettisen kumin vulkanointi (ilman lisäaineita)	u-so	ts	43831
Määrittelemätön					
Määrittelemätön	RoW	Nailon 6	agg	ecoinvent 3.6	43941
Täyttämätön kestopuovi (matcat)					
Täyttämätön kestopuovi (matcat)	DE	Polypropeeni / etyleeni-propeenidieeni-elastomeeri-granulaatti (PP/EPDM, TPE-O)	agg	ts	43941
Pesuneste					
Pesuneste	DE	Etanoli	agg	ts	2020-04-20
Puu (paperi selluloosa...)					
Puu (paperi selluloosa...)	EU-28	Laminoitu viilu (EN15804 A1-A3)	agg	ts	2020-04-20
Sinkki					
Sinkki	GLO	Korkean luokan sinkki	p-agg	IZA	2020-04-20
Alumiini, valmistus (DE, EU-28)					
	DE	Valualumiiniosa	u-so	ts	2020-01-01
	EU-28	Alumiinilevy – alumiinin rullaus, harkko	p-agg	ts	2020-04-20
	DE	Alumiinilevy, syväveto	u-so	ts	2020-01-01
Valmistus (yleisoletus)					
		Valmistus (yleisoletus)	u-so		2020-05-15
Valmistus, nahka (yleisoletus)					
		Valmistus, nahka	u-so		2020-06-01
Polymeerien (kaikki luokat) valmistus (GLO)					

Materiaali	Sijainti	Nimi	Tyyppi	Lähde	Pvm
	DE	Muovin ruiskupuristusosa	u-so	ts	2019-02-01
Ruostumattoman teräksen valmistus (DE)					
	DE	Teräslevyn syväveto (monitaso)	u-so	ts	2020-01-01
Seostamaton teräs, valmistus (DE, VCC-data)					
	DE	Teräslevyn syväveto (monitaso)	u-so	ts	2020-01-01
		Teräksen valmistus (VCC data)	u-so		2020-05-11

Liite 2 – Luettelo Volvon materiaalikirjaston materiaaliluokista

Materiaalin nimi	Materiaaliryhmä
Teräs, sintrattu	Teräs ja rauta
Teräs, seostamaton	Teräs ja rauta
Teräs, ruostumaton, austeniittinen	Teräs ja rauta
Teräs, ruostumaton, ferriitti	Teräs ja rauta
Valurauta (matcat)	Teräs ja rauta
Alumiini, valu (matcat)	Alumiini
Alumiini, tako (matcat)	Alumiini
Magnesium	Muut metallit
Kupari	Kupari
Kupariseokset	Kupari
Sinkki	Muut metallit
Lyijy, akku	Muut metallit
NdFeB	Muut metallit
ABS (täytetty)	Polymeerit
ASA (täytetty)	Polymeerit
E/P (täytetty)	Polymeerit
EVAC (täytetty)	Polymeerit
PA (täytetty)	Polymeerit
PBT (täytetty)	Polymeerit

Materiaalin nimi	Materiaaliryhmä
PC (täytetty)	Polymeerit
PC+ABS (täytetty)	Polymeerit
PE (täytetty)	Polymeerit
PET (täytetty)	Polymeerit
PMMA (täytetty)	Polymeerit
POM (täytetty)	Polymeerit
PP (täytetty)	Polymeerit
PVB (täytetty)	Polymeerit
PVC (täytetty)	Polymeerit
ABS (täyttämätön)	Polymeerit
ASA (täyttämätön)	Polymeerit
E/P (täyttämätön)	Polymeerit
EVAC (täyttämätön)	Polymeerit
PA (täyttämätön)	Polymeerit
PBT (täyttämätön)	Polymeerit
PC (täyttämätön)	Polymeerit
PC+ABS (täyttämätön)	Polymeerit
PE (täyttämätön)	Polymeerit
PET (täyttämätön)	Polymeerit

Materiaalin nimi	Materiaaliryhmä
PMMA (täyttämätön)	Polymeerit
POM (täyttämätön)	Polymeerit
PP (täyttämätön)	Polymeerit
PVB (täyttämätön)	Polymeerit
PVC (täyttämätön)	Polymeerit
Kestomuovielastomeerit (matcat)	Polymeerit
EPDM	Polymeerit
NR	Polymeerit
SBR	Polymeerit
Silikonikumi	Polymeerit
Rengas	Renkaat
Epoksi	Polymeerit
Polyuretaani (matcat)	Polymeerit
Vaimennin	Polymeerit
Puuvilla	Luonnonmateriaalit
Nahka	Luonnonmateriaalit
Puu (paperi, selluloosa ...)	Luonnonmateriaalit
Katalyyttipinnoite	Lasi

Materiaalin nimi	Materiaaliryhmä
Ferriittimagneetti	Muut metallit
Float-lasi	Lasi
Anodi*	
Katodi*	
Elektroniikka	Elektroniikka
Diesel	Nesteet ja määrittelemättömät
Bensiini	Nesteet ja määrittelemättömät
Voiteluaineet (matcat)	Nesteet ja määrittelemättömät
Jarruneste	Nesteet ja määrittelemättömät
Glykoli	Nesteet ja määrittelemättömät
R-1234yf	Nesteet ja määrittelemättömät
R-134a	Nesteet ja määrittelemättömät
Rikkihappo	Nesteet ja määrittelemättömät
Pesuneste	Nesteet ja määrittelemättömät
AdBlue	Nesteet ja määrittelemättömät
Erotin, litiumakku*	
Määrittelemätön	Nesteet ja määrittelemättömät

* Ei käytetty tässä raportissa esitetyssä hiilijalanjäljessä, koska litiumioniakku on mallinnettu erikseen.

Liite 3 – Yhteenvedo komponenttien valmistuksen datavalinnoista ja oletuksista

Materiaali	Oletus komponentin valmistuksesta	Kommentti	Materiaalin käyttöaste lisäkomponentin valmistuksessa
Valurauta	Ei ylimääräisiä prosesseja	Valittu datajoukko sisältää jo autossa käytettävän valmiin osan tuotannon	
Nesteet	Ei ylimääräisiä prosesseja	Oletus, että nesteet eivät tarvitse jatkojalostusta raaka-aineen (itse nesteen) tuotannon jälkeen	
Renkaat	Ei ylimääräisiä prosesseja	Oletus, että vulkanisoinnin jälkeisissä prosesseissa on vain vähäiset GHG-päästöt	
Kupari (lanka)	Ei ylimääräisiä prosesseja	Oletus, että valmistuksen jälkeinen prosessointi kuparilangaksi tuottaa hyvin vähän päästöjä ja jätettä	
NdFeB-magneetit	Ei ylimääräisiä prosesseja	Valittu datajoukko sisältää jo sähkömoottoreissa käytettävän valmiin magneetin tuotannon	
Elektroniikka (PCB:t)	Ei ylimääräisiä prosesseja	Valittu datajoukko sisältää jo valmiin piirilevyn tuotannon	
Valualumiini	Valuprosessi		96%
Takoalumiini	Rullaus + alumiinilevyn syväveto	Oletetaan esittävän erityyppisiä takoprosesseja	62%
Teräs (osissa, alihankkijat)	Teräslevyn syväveto	Teräksessä oletetaan noudatettavan konservatiivista tapaa	63%
Teräs (stanssattu Volvolla)	Tehtaan hylkytavara	Volvon tehtaalla stanssauksessa muodostuva teräshylkytavara, teräs työnkulun ”autorakenteissa”	Luottamuksellinen
Ruostumaton teräs	Teräslevyn syväveto	Teräksessä oletetaan noudatettavan konservatiivista tapaa	63%
Polymeerit	Ruiskupuristus	Oletetaan esittävän erityyppisiä prosesseja	98%
Muut materiaalit	Raaka-aineen paino x2	Päästöt raaka-aineen tuotannosta on kerrottu kahdella, millä kompensoidaan jatkojalostusta ja -käsittelyä	50%

Liite 4 – Elinkaaren loppua koskevia oletuksia ja menetelmiä

A4.1 Kuljetus

Kierrätykseen lähetettävien materiaalien kuljetus sisältyy, ja sen oletetaan olevan 1 500 km kuorma-autolla.

A4.2 Purkaminen

Purkamisvaihe on maailmanlaajuisesti yhä enimmäkseen manuaalinen prosessi, minkä vuoksi tämän vaiheen energiankulutusta ei huomioitu. Koska purettujen osien paino on pieni, näiden komponenttien mahdollinen lisäkuljetus jätettiin huomiotta.

A4.3 Esikäsitteily

Esikäsitteily sisällytettiin seuraaville puretuille komponenteille:

- Lyijyhappoakku
- Katalysaattori (vain ICE-autot)
- Renkaat
- Litiumioniakut (vain sähköautot)

Lyijyhappoakkujen, katalysaattorin ja renkaiden esikäsitteilyvaiheessa käytettiin ecoinvent-datajoukkoja.

Litiumioniakun kuljetukseksi oletettiin 1 500 km kuorma-autolla kierrätyskeskukseen. Jäljellä oleville puretuille osille ei tehty inventaariota, sillä niiden purkaminen on pääasiassa varotoimenpide, ja niitä käsitellään tämän jälkeen samalla tavalla kuin muuta autoa. Poltettavat nesteet ja öljyt eivät läpikäy esikäsitteilyä.

A4.4 Paloittelu

Paloitteluprosessissa auto pilkotaan pienempiin osiin. Tämä prosessi käyttää sähköä. Jotta voitiin arvioida tarvittava energiamäärä, käytettiin henkilöauton ja paloittelun ecoinvent 3.6 -datajoukon yksikköä energiankulutus/kg. Tässä prosessissa käytetty sähkö mallinnettiin Volvon erityiseksi sähköverkkoyhd-

telmäksi luvussa 3.1.6 kuvatun mukaisesti. Metallipäästöt veteen ja ilmaan jätettiin huomiotta ilmastonmuutokseen keskittyvän laajuuden perusteella. Koko auto erityiseen esikäsitteilyyn lähetettyjä osia lukuun ottamatta kulkee paloittelu-prosessin läpi. Lisäkuljetusta ei ole huomioitu, koska paloittelu tapahtuu samassa paikassa kuin purkaminen.

A4.5 Materiaalin kierrätys

Tämä on paloittelusta jäävien metallien sekä esikäsitteilyjen komponenttien materiaalien päätepieste. Elinkaaren loppuvaiheen mallinnuksen rajausmenetelmästä riippuen tämä vaihe on elinkaaren rajojen ulkopuolella eikä sitä tarvitse sisällyttää inventaarioon, lukuun ottamatta kuljetusta materiaalin kierrätykseen.

A4.6 Loppusijoitus – polttaminen ja kaatopaikka

Puretut nesteet ja öljyt sekä poltettavat paloittelut osat poltetaan ilman energian talteenottoa. Energian talteenoton poisjättäminen liittyy LCA:n globaaliin laajuuteen. Jäteöljyjen polttamisen mallinnuksessa käytettiin jäteöljyn käsittelyn ecoinvent-datajoukkoa.

Paloittelumateriaalin palamisesta syntyvien päästöjen mallinnuksessa käytettiin sekamuovien polttamisen datajoukkoa tähän vaiheeseen kulkevan virtauksen pääsisällön perusteella. Painon pääosa on peräisin auton muoveista. Valittu datajoukko oli sekamuovien EU-28-polton Thinkstep-datajoukko.

Palamattomat materiaalit, kuten keramiikka ja lasi, ovat pieni osa autoa, mutta ne muodostavat osuuden paloittelusta osista, joita ei voi polttaa. Tämä virtaus joko sijoitetaan kaatopaikalle tai kierrätetään täytemateriaaliksi. Molemmat tapaukset on mallinnettu lasin/inerttiaineen kaatopaikkasijoituksen datajoukolla Thinkstepistä.

Paloittelussa erotettujen kierrätettävien materiaalien kuljetukseksi arvioidaan 1 500 km kuorma-autolla.

A4.7 Tietojenkeruu

Tämä osio tarjoaa yleiskatsauksen kuhunkin elinkaaren vaiheeseen liittyvistä tiedonkeruutoiminnoista.

Täydellinen luettelo datajoukosta on liitteessä 2

–*Valitut datajoukot.* Rajausmenetelmän mukaan taulukossa 8 esitetyt prosessit sisältyvät tiedonkeruuseen.

Purkamisvaihe	Esikäsittelyvaihe	Loppusijoitus
Akut	Erillinen käsittely. Lyijyn talteenotto lyijyhaposta ja litiumioniakun purkaminen	Materiaaliluokan mukaan*
Polttoaine		Polttaminen
Renkaat	Esikäsittely renkaiden kierrätystä varten	Ei mitään (kierrätykseen)
Nesteet (jäähdytysnesteet, jarruneste jne.)		Polttaminen
Öljyt (moottori, vaihteisto jne.)		Polttaminen
Öljynsuodattimet		Polttaminen
Katalysaattori	Esikäsittely jalometallien poimimiseksi	Ei mitään (kierrätykseen)
Turvayönnyt ja turvavöiden esikiristimet	Räjähteiden purku, paloittelu	Ei mitään (kierrätykseen)
Muu auto	Paloittelu	Materiaaliluokan mukaan*

*Metallit kierrätykseen, palava materiaali polttoon (pääasiassa muovit) ja jäännös kaatopaikalle

Taulukko 8. Prosessit elinkaaren loppuvaiheen tietojenkeruussa

V O L V O