

Kierrätetyn glykolin elinkaaren arviointi

Käytetyn glykolin kierrätysprosessien ilmastovaikutustutkimus

31.10.2018

Elisabeth Olsson

Swerea IVF

Swerea IVF tarjoaa edistyneitä tutkimus- ja kehityspalveluja. Kehitämme ja toteutamme uusia teknologioita ja uusia työmenetelmiä useilla aloilla , jotka keskittyvät tuote-, prosessi- ja tuotannon kehittämiseen. Tarjoamme myös asiantuntemusta materiaalien ominaisuuksista ja keraamisten, polymeeriset ja tekstiilimateriaalien sovelluksista .

Tavoitteena on saada nopeasti uutta teknologiaa ja uusia menetelmiä käytännön käyttöön asiakkaidemme yrityksissä. Yritykset ja julkiset laitokset kääntyvät puoleemme kehittääkseen tulevaisuuden resurssitehokkaita tuotteita ja prosesseja .

Pääkonttorimme sijaitsee Mölndalissa , ja meillä on paikallisia toimistoja Eskilstunassa, Jönköpingissä, Linköpingissä, Olofströmissä, Tukholmassa ja Trollhättanissa.

Swerea IVF AB
P O Box 104
SE-431 22 Mölndal
Puhelin: +46 (0) 31706 6000
Faksi: +46 (0) 31-27 61 30
www.swerea.se

Virallinen projektiraportti 5180787

© Swerea IVF AB

Esipuhe

Tämä raportti sisältää käytetyn glykolin kierrätysprosessien ilmastovaikutustutkimuksen ja vertailun uuden valmistetun glykolin kanssa.

Raportin on laatinut Elisabeth Olsson Swerea IVF:stä yhteistyössä Robert Wahrenin, Core Competence AB:n ja Recyctec AB:n kanssa, jotka ovat toimittaneet tietoja kierrätetyn glykolin tuotannosta Recyctec AB:ssä. Raporttia ja päätelmiä ei ole tarkoitettu vertailtaviksi kilpaileviin tuotteisiin.

Sisällysluettelo

Yhteenveto	5
Menetelmä	6
Toiminnallinen yksikkö	6
Järjestelmän rajat	6
Tuotteen tekniset tiedot	7
Kierrätetty glykoli	7
Ympäristövaikutusten arviointi	8
Tulokset	8
Vertailu uuteen glykoliin	11
Keskustelu ja päätelmät	12
Viittaukset	12
Liite 1 – Ympäristövaikutusluokat	13
Komitean toiminnan vaikutukset ilmastonmuutokseen	13

Yhteenveto

Tämä on glykolin kierrätysprosessin ilmastolaskelma Recytec AB:ssä. Tutkimus on tehty yhteistyössä Recytec AB:n kanssa lokakuussa 2018.

Ilmastovaikutus kierrätetyn glykolin kilogrammaa kohti Recytec AB:ssä on noin 0,4 kg hiilidioksidiekvivalenttia (CO₂-eq). Pääasiassa on tutkittu kierrätysprosessia. Vastaavan uuden glykolin ilmastovaikutus on neljä–kymmenen kertaa suurempi.

Näin ollen 1,5–4 kg CO₂-eq / kg glykolia säästyy, kun käytetään Recytecin kierrätettyä glykolia verrattuna uuteen glykoliin.

Näiden lukujen vertailuarvona 1 kg CO₂-eq on samankokoinen kuin 50 gramman naudanlihan tai noin 10 kilometrin ajon nykyaikaisella bensiiniautolla ilmastovaikutus.

Menetelmä

On käytetty yksinkertaistettua elinkaarianalyysiä, mikä tarkoittaa periaatteessa sitä, että vain materiaalien määriä ja kierrätysprosessia koskevat tiedot ovat tarkkoja.

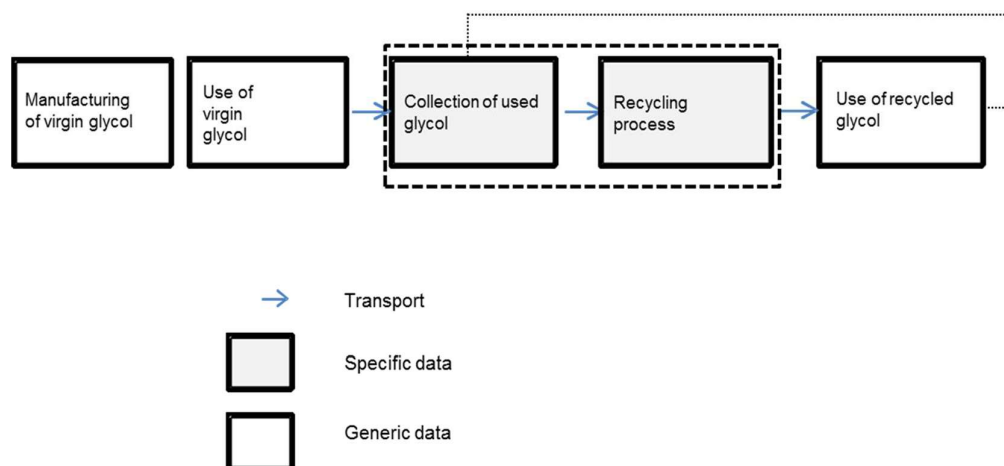
Jäljellä olevat tiedot ovat yleisiä eli ne on haettu olemassa olevista LCA-tietokannoista ja ne edustavat yleensä maailmanlaajuisia tai eurooppalaisia keskiarvoja. Tietoja on otettu erityisesti Swerea IVF:n omasta tietokannasta ja kaupallisesta Ecoinvent 3 -tietokannasta. Laskutoimituksissa käytettiin SimaPro 8.5.0.0 -ohjelmistoa.

Toiminnallinen yksikkö

Toiminnallisena yksikkönä käytetään 1 kg kierrätettyä glykolia, mikä tarkoittaa, että kaikki resurssien kulutukseen, päästöihin ja ympäristövaikutuksiin liittyvät luvut liittyvät 1 kg kierrätetyn glykolin valmistukseen, cradle-to-gate -vaiheessa.

Järjestelmän rajat

Tutkimuksen järjestelmän rajat (katkoviiva) on esitetty alla olevassa kuvassa.



Kuva 1 Tutkimuksen laajuus (katkoviiva)

Tuotteen tekniset tiedot

Käytetty etyleeni- ja propyleeniglykoli kerätään Etelä-Ruotsin eri alueilta ja kuljetetaan Jönköpingissä sijaitsevaan Recyctec AB:hen, jossa se käsitellään uudelleen käytettäväksi. Etyleeni- ja propyleeniglykolia ei voida sekoittaa paikallisesta keräyksestä, ne on erotettava kierrätysprosessien tehokkuuden vuoksi, mutta ne käyvät läpi samat prosessit ja samat olosuhteet samalla tuotolla.



Kierrätetty glykoli

Prosessi sisältää useita puhdistusvaiheita ja tyhjiöhöyrystämisen, jossa käytetään vettä, kemikaaleja ja energiaa. Kussakin prosessivaiheessa on otettu huomioon kaikki tekijät, jotka ovat merkityksellisiä ilmastovaikutusten kannalta. Prosessi ja prosessin apuaineet on mallinnettu alla olevan taulukon 1 mukaisesti.

Tässä raportin virallisessa versiossa taulukko 1 on jätetty pois kilpailusyistä. Emme voi paljastaa prosessimme jokaisen vaiheen yksityiskohtia.

Ympäristövaikutusten arviointi

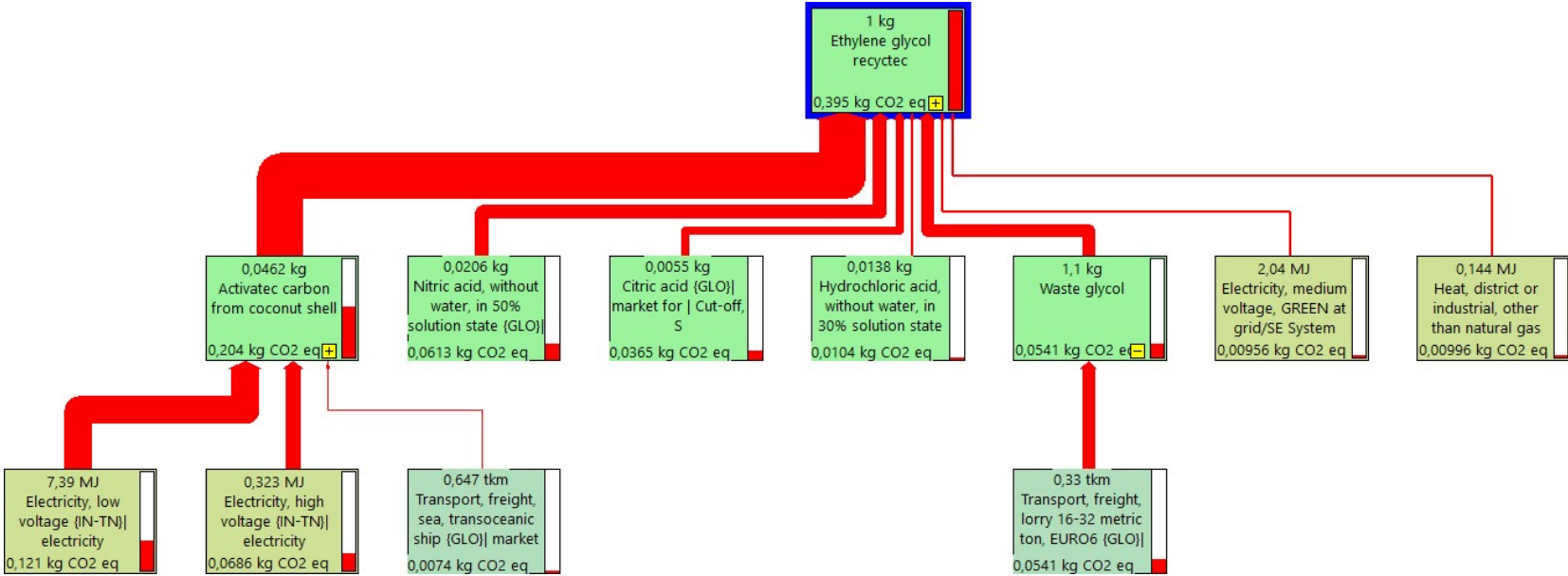
Tässä tutkimuksessa tulos raportoidaan ilmastovaikutuksena tai kasvihuoneilmiönä. Muita merkityksellisiä ja yleisesti käytettyjä luokkia ovat happamoituminen, alailmakehän otsoni, rehevöityminen ja abioottinen ehtyminen, katso liite 1.

Tulokset

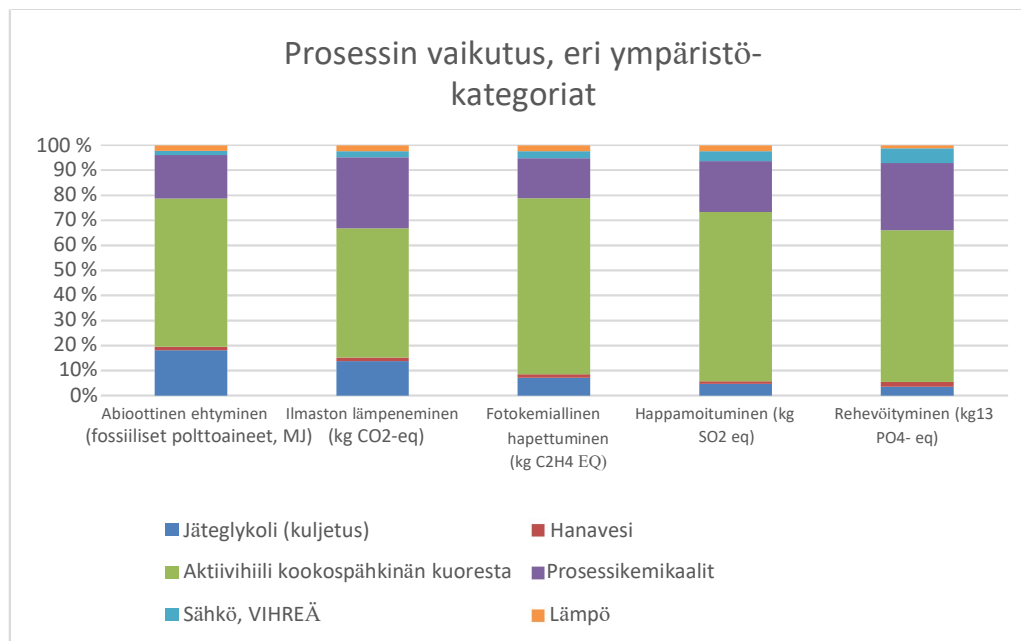
Alla olevassa kuvassa näkyy 1 kg kierrätetyn glykolin (etyleeniglykoli tai propyleeniglykoli) tulos. Ilmastovaikutus on noin 0,4 kg CO₂-eq / kg nestemäistä glykolia.

Nuolten paksuus vastaa kasvihuoneilmiötä (ilmastovaikutusta), joka on mitattu vastaavien prosessien hiilidioksidiekvivalentteina.

Kuvasta näkyy, että aktiivihieillä on suuri vaikutus.



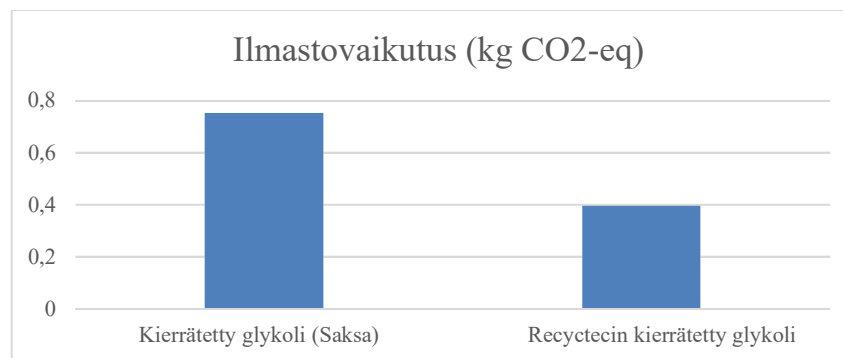
Kuva 2 Kierrätetyn glykolin ilmastovaikutus(kg CO 2-eq)



Kuva 3 Prosessiresurssien jakautuminen vaikutusluokkiin; abioottinen ehtyminen, fotokemiallinen hapettuminen, happamoituminen ja rehevöityminen

Muissa ympäristövaikutusluokissa kierrätysprosessin jakautuminen on lähes sama – aktiivihiilellä on suurin vaikutus kaikissa luokissa.

Jos kierrätys tehtäisiin esimerkiksi Saksassa, kierrätysprosessilla olisi lähes kaksinkertainen ilmastovaikutus Recycteciin verrattuna. Tämä johtuu siitä, että Saksan keskimääräisellä energiantuotannolla on suurempi ilmastovaikutus.



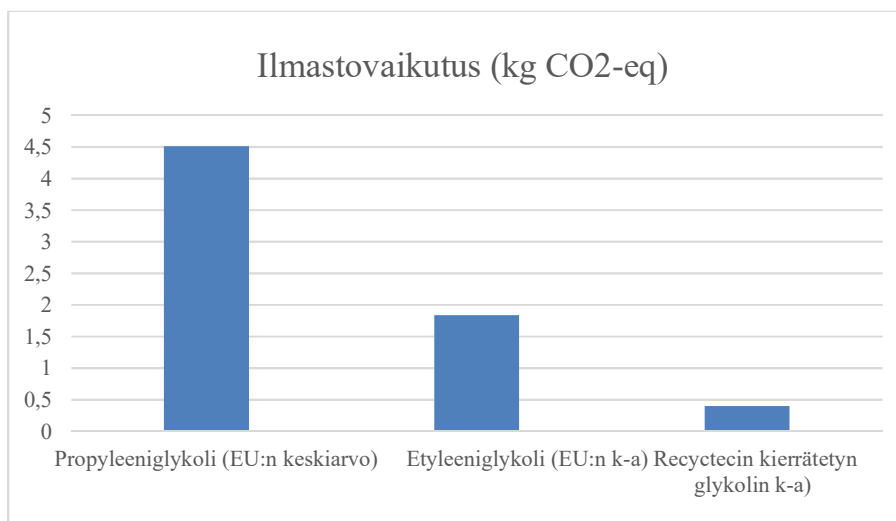
Kuva 4. Esimerkki ilmastovaikutuksista, kun käytetään Recyctecin prosesseja, mutta muuta energiantuotantolähdettä.

Vertailu uuteen glykoliin

Propyleeniglykolin tuotannolla propyleenioksidista ja vedestä, jonka prosessituotto on 95 %, on Euroopassa keskimääräinen vaikutus 4,5 CO₂-eq / kg nestemäistä glykolia (yleiset tiedot Eco Invent -tietokannasta). Sisältyviin prosesseihin kuuluvat tuotannossa käytettävät raaka-aineet ja kemikaalit, materiaalien kuljetus valmistuslaitokseen, arvioidut päästöt ilmaan ja veteen tuotannosta, energiantarpeen arviointi ja laitoksen infrastruktuuri (likiarvo).

Etyleeniglykolin valmistus etyleenioksidin hapettamisesta johtaa 1 kg:n kolmen rinnakkaistuotteiden tuotantoon: etyleeniglykoli, dietyleeniglykoli (DEG) ja trietyleeniglykoli (TEG), ja sen keskimääräinen vaikutus Euroopassa on 1,8 CO₂-eq / kg nestemäistä glykolia (yleiset tiedot Eco Invent -tietokannasta). Raaka-aineet, energiankulutus ja päästöt mallinnetaan kirjallisuustiedoilla. Infrastruktuuri sisältyy oletusarvoon¹.

Neitseellisen glykolin (etyleeniglykoli ja propyleeniglykoli) ja kierrätetyn glykolinvertailu esitetään alla olevissa kuvissa. Kuten edellä on mainittu, sähkön tuotantotapa vaikuttaa ilmastovaikutukseen, minkä vuoksi Ruotsin uuden glykolin tuotannolla voi olla pienempi ilmastovaikutus kuin näillä eurooppalaisilla keskiarvoilla.



Kuva 5. Neitsyglykolien ja Recyctecin kierrätetyn glykolin ilmastovaikutusten vertailu.

¹ Prosessiin liittyvät tiedot (EcoInvent-tietokannan mukaan;

Teknologia: Glykolituotteet koostuvat tyypillisesti 70–95 % w/w MEG:stä, jonka ensisijainen sivutuote on DEG, joista osa voi reagoida edelleen TEG:ään. Kaikki EO-syöte muunnetaan MEG:ksi, DEG:ksi, TEG:ksi sekä joihinkin raskaisiin glykoleihin, jotka voidaan kuitenkin polttaa. 2–100 kg raskaita glykoleja / tonnia EO:ta voidaan tuottaa.

Edellä mainitun luvun mukaan Recytec AB:n kierrätetty glykoli säästää noin 1,5–4 kg CO₂ -eq verrattuna uuteen glykoliin.

Keskustelu ja päätelmät

Tässä tutkimuksessa on keskitytty Recytec AB:n kierrätysprosessiin. Tutkimus ei kata mitään erityistä glykolien keräystä eikä käyttövaihetta. Kuten laskelmista näkyy, oletetulla kuljetusetäisyydellä käytettyjen glykolien keräyksestä Recytecille on jonkin verran vaikutusta, jota ei voi jättää huomiotta. Kierrätysprosessin häviö on noin 10 %, ja se sisältyy laskelmiin. Jos etyleeniglykolia ja propyleeniglykolia sekoitetaan saapuvaan materiaalivirtaan, tuotto on kuitenkin pienempi lähes 10 %:lla. Tämä ei sisälly laskelmiin, koska etyleeniglykolin ja propyleeniglykolin käyttö eroaa toisistaan ja seokset ovat harvinaisia.

Aktiivihiilen käytöllä kierrätysprosessissa on suurin ilmastovaikutus tässä mitattuna. Aktiivihiili on peräisin kookospähkinän kuorista, jotka ovat kookosöljyn valmistuksen jäännöstuote. Vaikka se on kookospähkinän pääasiallisesta tuotannosta jäljelle jäävä biologinen tuote, se käy läpi energiaa vaativia prosesseja tullakseen aktiivihiileksi ja vaikuttaa siten merkittävästi ilmastoon verrattuna muihin apuaineisiin.

Uuden glykolin vaikutus on 1,8–4,5 kg CO₂ -eq, kun taas kierrätetyn glykolin ilmastovaikutus on alle 0,4 CO₂ -eq.

Viittaukset

Yleiset ohjelmaohjeet kansainväliselle EPD® -järjestelmälle ympäristötuoteselosteita ja niitä tukevia liitteitä varten. Versio 1.0, päivätty 29.2.2008.

ISO 14044. Ympäristöasioiden hallinta. Elinkaariarviointi.

Liite 1 – Ympäristövaikutusluokat

Komitean toiminnan vaikutukset ilmastonmuutokseen

Ilmaston lämpeneminen tai ilmastovaikutus mitataan kilogrammoina CO₂-ekvivalentteina. Ilmaston lämpeneminen on maapallon ilmakehän ja valtamerien keskilämpötilan asteittaista nousua ajan myötä, mikä riittää aiheuttamaan muutoksia maapallon ilmastoon. Tämä maapallon lämpötilan nousu liittyy muun muassa hiilidioksidin, metaanin, vesihöyryn, typpioksidin ja CFC-yhdisteiden päästöjen lisääntymiseen ihmisen toiminnasta aiheutuvista lähteistä, pääasiassa fossiilisten polttoaineiden palamisesta. Euroopan päästöt vuonna 2005 vastasivat 11 200 kg CO₂-ekv. / henkilö². Vertailun vuoksi 1 000 litran bensiinin polttaminen autossa tuottaa noin 2 500 kgCO₂-eq. Hallitustenvälisen ilmastonmuutospaneelin mukaan ei-toivottujen ilmaston lämpenemisen vaikutusten välttämiseksi maailmanlaajuisia vuosittaisia päästöjä on vähennettävä 50–85 % nykyisestä tasosta vuoteen 2050 mennessä³. Tämä tarkoittaisi noin 1000 kg CO₂-eq / asukas maailmanlaajuisesti keskimäärin.

Happamoituminen

Tärkeimmät ihmisen toiminnasta aiheutuvat happamoittavien kaasujen päästöt ovat palamisprosesseista peräisin oleva rikkidioksidi(SO₂) ja typpioksidi (NOX). Happamoitumista mitataan siis rikkidioksidin SO₂ekvivalenteina. Happamoituminen tai happamien sateiden aiheuttamat vahingot tunnetaan parhaiten metsille ja järville aiheutuneista vahingoista. Vähemmän tunnettuja ovat monet tavat, joilla haposade vahingoittaa makean veden ja rannikkoalueiden ekosysteemejä, maaperää ja jopa muinaisia historiallisia monumentteja, tai raskasmetalleja, joita nämä hapot auttavat vapauttamaan pohjaveteen. Euroopan päästöt vuonna 2005 vastasivat 57 kg SO₂-ekv. / henkilö⁴.

Rehevöityminen

Rehevöityminen mitataan PO₄-ekvivalenteina. Järveen vapautuvat ravinteet, kuten fosfori tai typpi, johtavat planktonilevien lisääntyneeseen tuotantoon. Levät vajoavat pohjaan ja hajoavat pohjakerroksissa kuluttaen happea, mikä aiheuttaa pohjalla olevan ympäristön kuoleman. Merkittävimmät ravinteiden lisääntymisen lähteet ovat lannoitteiden käyttö maataloudessa, typen oksidien päästöt energiantuotannosta sekä kotitalouksien ja teollisuuden jätevedet. Vuonna 1995 Itämeri sai 761 000 t typpeä ja 38 000 t

² Euroopan ympäristökeskus, 2005. Euroopan ympäristö – tila ja näkymät 2005. Kööpenhamina

³ IPCC, 2014. Climate Change 2014: Synthesis report. (Ilmastonmuutos 2014: Yhteenvedoraportti.) Työryhmien I, II ja III osuus hallitustenvälisen ilmastonmuutospaneelin viidenteen arviointiraporttiin. Yhteenvedo poliittisille päättäjille. Geneve, Sveitsi

⁴ Euroopan ympäristökeskus, 2005. Euroopan ympäristö – tila ja näkymät 2005. Kööpenhamina

fosfori maaperästä⁵. Typen antropogeenisen osuuden oletettiin olevan 79 %, fosforin osalta ei voitu tehdä oletusta.

Fotokemiallinen hapettuminen

Mahdollinen fotokemiallinen hapettuminen tai kesäsmogi mitataan kilogrammoina eteeniekvivalentteina (C₂H₄).

Lisääntyneet otsonitasot maanpinnalla johtuvat haihtuvien orgaanisten yhdisteiden, esimerkiksi eteenin ja liuottimien, reagoimisesta hapen yhdisteiden tai typen oksidien kanssa ilmassa ja auringonvalon vaikutuksesta, niin sanotusta fotokemiallisesta hapettumisesta. Vaikutuksia ihmisten terveyteen ovat muun muassa silmien ja limakalvojen ärsytys sekä hengitystoiminnan heikkeneminen. Maapinnan tasolla olevalla otsonilla on myös vakavia vaikutuksia kasvillisuuteen, mikä johtaa maataloustuotannon menetyksiin.

Euroopan päästöt vuonna 2005 vastasivat 12 kg eteeniekv. / henkilö⁶. Vertailun vuoksi 1 000 litran bensiinin polttaminen modernissa autossa tuottaa noin 1 kg eteeniekvivalentteja.

Abioottinen ehtyminen (luonnonvarojen käyttö)

Tässä käytetty luonnonvarojen käyttöön liittyvä ympäristövaikutusluokka on abioottinen ehtyminen, joka on otettu CML:n lähtötasosta (Guinee ym., 2001) ja joka mitataan kilogrammoina antimoniekvivalentteina (kg Sb-eq) tai jouleina (MJ). Luokkaan kuuluu kaksi osaa: alkuaineiden ja varantojen abioottinen ehtyminen ja fossiilisten polttoaineiden abioottinen ehtyminen. Ensimmäinen osa liittyy mineraalien louhintaan ja perustuu kunkin olemassa olevan alkuaineen varantojen määrään. Fossiilisten polttoaineiden abioottisen ehtymisen osalta vaikuttavat tekijät perustuvat polttoaineen alempaan lämpöarvoon.

⁵ Euroopan ympäristökeskus, 2010. Euroopan ympäristö – Tila ja näkymät 2010: Yhteenveto. Kööpenhamina

⁶ Euroopan ympäristökeskus, 2005. Euroopan ympäristö – tila ja näkymät 2005. Kööpenhamina