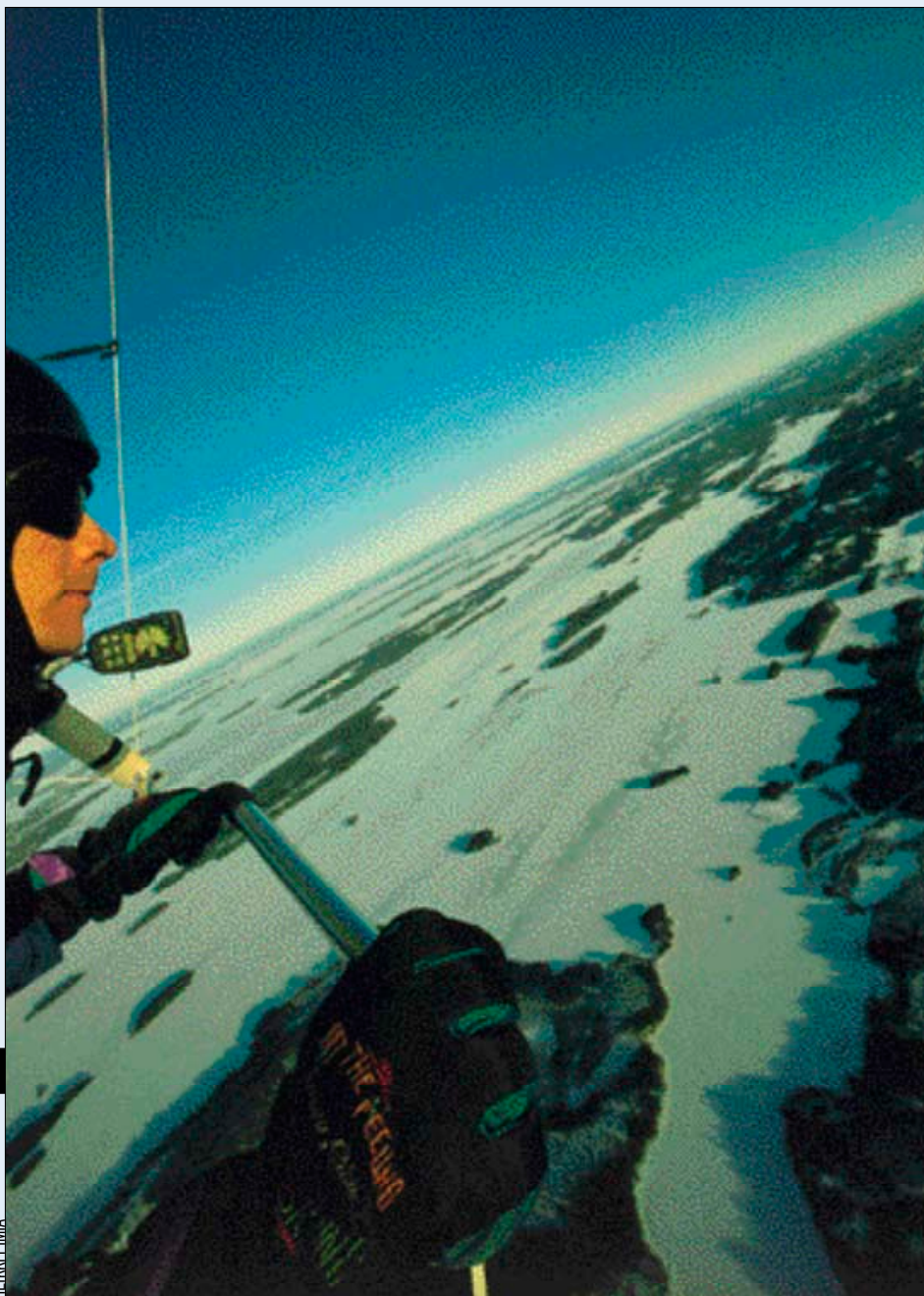


Ympäristökatselmus

SUOMEN ILMAILULIITTO RY
OLLI BORG



- 7 Alkusanat
- 8 Johdanto
- 9 Harrasteilmailu ja melu
- 11 Energiankulutus ja päästöt
- 15 Harrasteilmailun hallinto
- 19 Lennokit
- 22 Liidinlajit
- 24 Laskuvarjohyppy
- 26 Kuumailmapallolentäminen
- 28 Purjelento
- 30 Moottoripurjelento
- 32 Moottorilento
- 35 Ultrakevytlento
- 36 Nousuvarjolentäminen
- 38 Harrasteilmailun
ympäristötekijöiden tarkastelu
- 47 Yhteenveto ja johtopäätökset
- 50 Lähdeluettelo



SUOMEN ILMAILULIITTO RY on kirjannut ympäristöpolitiikkansa tavoitteeksi edistää harrasteilmailun kehittymistä ympäristökysymykset huomioon ottavalla kestäväällä pohjalla. Tätä tarkoitusta varten SIL on teettänyt toimintojensa ympäristösuhteesta selvityksen. Työ toteutettiin diplomityönä Teknillisen Korkeakoulun ympäristönsuojelutekniikan laboratoriossa allekirjoittaneen toimesta ja se valmistui vuonna 2000.

Tässä katselmuksessa esitetään selvityksen keskeiset tulokset kunkin harrasteilmailulajin kohdalta. Selvitys keskittyi lähinnä ilmastonmuutokseen vaikuttavien ilmapäästöjen laskentaan. Tästä katselmuksesta on jätetty pois harrasteilmailun ympäristösuhteen teoriaa sekä yhteiskunnan muiden toimintojen ympäristötekijöitä.

Jos aihe kiinnostaa syvällisemmin, niin suosittelen tutustumaan lähdeteokseen. ”Harrasteilmailun ympäristötekijät Suomessa”.

Tämän katselmuksen avulla tahdon erityisesti kannustaa kaikkia kantamaan vastuunsa ympäristöstä, se on lopulta edullisinta meille kaikille. Kyse on lähinnä asenteista, pienillä muutoksilla jokainen voi vaikuttaa!

30.5.2001

Miksi ilmapäästöt ja ilmastonmuutos?

Harrasteilmailu ei ole suurten ihmisjoukkojen harrastus, SIL:n jäsenmääräkin on vain noin 10 000. Toisin kuin monissa joukkue- tai yleisölajeissa ilmailun tapahtumat eivät kerää yleisöä. Siten yleisötalaisuuksille tyypilliset liikkumis-, luonnon kuluminen, jäte-, tai jätevesiongelmat ovat harrasteilmailussa suuruusluokaltaan lähes merkityksettömiä.

Ympäristönsuojelun ja ympäristövastuullisuuden kehittyessä ”perinteiset” ympäristöongelmat vähenevät. Jätteiden syntyä vähennetään kierrättämällä, jätteitä lajitellaan ja ongelmajätteet toimitetaan asianmukaisesti käsiteltäviksi. Harrasteilmailu toimintoineen ei juuri tuota jätevesi- tai maaperäpäästöjä. Harrasteilmailu ei myöskään aiheuta muita ilmapäästöjä, kuin mitä liittyy fossiilisten polttoaineiden, energian ja liikenteen käyttöön. Uusia lentopaikkoja ei juuri rakenneta, joten harrasteilmailu ei ainakaan Suomessa rasita luontoa uudisrakentamisella.

Näin ollen jäljelle jää fossiilisten polttoaineiden, energian käytön, sekä liikenteen ja melun vähentäminen. Melu on harrasteilmailun kiistan haitallinen ympäristövaikutus, mutta erittäin vaikeasti mitattava.

Ilmastonmuutokseen vaikuttavat tekijät ovat ympäristönsuojelussa tärkeä painopistealue. Fossiilisten polttoaineiden käytön aiheuttamat ympäristöhaitat uhkaavat monin paikoin luonnon uusiutumisen- ja kantokykyä. Merkittävin fossiilisten polttoaineiden käytön ympäristötekijä on kasvihuonekaasujen syntyminen. Esimerkiksi ilmakehän hiilidioksidipitoisuus on nyt tutkimusten mukaan noin 29 % korkeammalla tasolla kuin ennen teollista vallankumousta.

Jos kaikilla maapallon ihmisillä olisi yhtäläinen oikeus tuottaa päästöjä, niin laskelmien mukaan kestävä taso hiilidioksidia olisi noin kaksi tonnia asukasta kohden vuodessa. Tällä hetkellä Suomessa vuosittainen polttoaineista aiheutuva hiilidioksidipäästö on yli 11 tonnia asukasta kohti. YK:n asiantuntijaryhmä ennustaa ilmaston lämpenevän 1-3,5 °C vuoteen 2100 mennessä, pohjoisilla alueilla jopa 2-3 kertaa enemmän. 1900-luvulla keskilämpötilan nousu on ollut noin 0,5 °C.¹⁾ Kasvihuonekaasupäästöjen rajoittamiseen tähtääviä toimenpiteitä tehdään

1) Hoffren 1999a, s.36-38 ja Rautiainen 1998 s. 2

Äänen ja melun kokeminen on erittäin yksilöllistä. Kokeminen riippuu paitsi fysikaalisesti mitattavista suureista, kuten äänen taajuusjakaumasta ja -paineesta, myös ympäristötekijöistä. Kokemiseen vaikuttaa lisäksi kuulijan kokemus- ja intressipiiri sekä yksinkertaisesti mieliala. Melun vaikutukset riippuvat määrättyyn rajaan asti siitä, mikä merkitys melulla on yksilölle ja missä olosuhteissa hän sille altistuu. Sama ääni voi tilanteesta, kokijasta ja ajankohdasta riippuen olla yhtä hyvin melua tai merkityksetöntä, jopa nautittavaa ääntä. Kokemiseen vaikuttavat myös melun informaationsäily ja kuuntelijan suhtautuminen melun aiheuttajaan. Kuuntelijan aktiivisuudella ja melusta tietoisuudella on myös vaikutusta melun kokemiseen. Oma merkityksensä on kuuntelijan oleskelupaikan muulla meluavalla toiminnalla. Häiritsevyyden tulkintaa vaikeuttaa lisäksi minkälaisena kuulijat yleisesti kokevat ympäristönsä.²⁾

Alueilla, joissa ympäristömelu on lentomelua voimakkaampaa tai samaa suuruusluokkaa, ihmisten reaktioita ei voi arvioida yksinomaan lentomelun perusteella. Yleensä $L_{Aeq, 07-22h} = 45$ dB pidetään tasona, jonka alapuolella ihmiset eivät juuri havaitse säännöllisen lentotoiminnan melua.³⁾ Tanskalaisten tutkimusten mukaan harrasteilmailulla on ongelmia ympäristöviranomaisten kanssa maailmanlaajuisesti. Erityisesti pienten lentokenttien toimintoja ollaan herkästi rajoittamassa. Tämä on tuhoisaa purjelennolle, ultrakevytlentämiselle, kuumailmapallolentämiselle, laskuvarjohypylylle ja lennokkiharrastukselle.⁴⁾

Brüelin mukaan ympäristöviranomaiset reagoivat usein kuvitteellisiin meluongelmiin. Yleisesti ottaen kuvitteelliset meluongelmat kuvastavat pelkoa joka on peräisin suurten liikenne- ja sotilaslentokoneiden käyttämien lentokenttien aiheuttamista meluongelmista. Suuri yleisö ja pienten lentokenttien naapurusto ei välttämättä osaa tehdä eroa harrasteilmailun ja liikenneilmailun välillä. Todellisuudessa tieliikennemelu on useimmiten häiritseväämpää kuin pienlentokenttien melu. Tieliikenteeseen verrattuna pienlentokoneiden äänienergia on pieni. Pienlentokentän rajalta mitattuna lähtevän pienkoneen melu voi olla 70 dB. Tien sivusta mitattuna ohi ajavan auton melu on helposti yli 80 dB, energiana ilmaistuna kymmenkertainen.⁵⁾

Melualuelaskenta edellyttää toiminnan huomattavan tarkkaa lentopaikkakohtaista kartoittamista ja eri tekijöiden selvittämistä tapaus- ja paikkakohtaisesti. Jo yhden harrasteilmailupaikan melualueiden laskenta olisi yksinään laajan selvityksen aihe. Tässä selvityksessä tyydytään arvioimaan lajikohtaisesti mahdollisia meluongelmia olemassa olevan aineiston pohjalta.

2) Velhonoja ja Jansson 1991, s. 9 3) Pesonen 1992, s. 31 4-5) Brüel 1997

Arvioinnissa kiinnitetään huomiota kunkin lajin melulähteisiin, melun ominaisuuksiin ja vaikutuksiin ympäristössä. Arvioinnin tavoitteena on selvittää potentiaaliset ongelmakohdat ja osoittaa kohteita, jotka edellyttävät toimenpiteitä tai jatkotutkimuksia, esimerkiksi yksittäisten lentopaikkojen ja toimintamuotojen melualueselvityksiä tietyissä toimintatilanteissa.

Ympäristökijöiden laskenta harrasteilmailun toimintatilastoista

Harrasteilmailussa kuluu fossiilisten polttoaineiden määrää on arvioitu toimintatilastojen⁶⁾ sekä keskimääräisten kulutusten perusteella. Polttoaineiden ja energiasisältöjen perusteella on selvitetty ilmapäästöt ja energiankulutus. Ilmapäästöistä on laskettu hiilidioksidi (CO₂), häkä (CO), lyijy (Pb), haihtuvat hiilivedyt (HC), rikkidioksidi (SO₂) ja typen oksidit (NO_x) sekä metaani (CH₄).

Harrasteilmailun lajeissa käytettävien varusteiden lukumäärää, käyttöikä ja energiasisältöä on arvioitu kokonaiskulutuksia laskettaessa. Toimintatilastojen perusteella on arvioitu myös harrastajien liikkumista ja tästä aiheutuvaa autoliikennettä. Autoliikenteen päästöt ja energiankulutus on laskettu valtakunnallisen liikenteen päästötietojärjestelmän keskiarvojen perusteella. Harrasteilmailun hallinnon osuutta laskettaessa on otettu mukaan toimistotalon energiankulutus sekä toimistokoneisiin ja -tarvikkeisiin sisältyvä energia. Ekologista jalanjälkeä on käytetty ympäristökijämittarin a, joka kuvaa hiilidioksiditaseen riippuvuutta maapinta-alasta. Ekologisen jalanjäljen laskennassa on käytetty eri toimintojen kokonaisenergiankulutuksia.

Energiankulutuksen ja päästöjen laskenta polttoaineista

Lentotoiminnasta aiheutuva polttoaineiden kulutus on laskettu tunnettujen lentotuntimäärien sekä hinaus- ja hyppylentotuntien ja hinausten perusteella. Eri toiminnoissa käytettävien lentokoneiden keskimääräisille tuntikulutuksille on annettu oletusarvot. Lisäksi on oletettu, että lentobensiiniä käyttävät kaikki moottorilentokoneet, lukuun ottamatta ultrakevytlentokoneita, jotka käyttävät tieliikennebensiniä. Lennokkien on oletettu käyttävän polttoaineena metanolia. Kuumailmapallojen on oletettu käyttävän polttoaineena propaania. Purjelennon ja liitolajien hinaustoiminnassa polttoaineen kulutus on laskettu hinausten lukumäärän perusteella hinausten oletetun keskikulutuksen perusteella. Purjelentokoneen hinauksessa on oletettu käytettävän lentobensiiniä (lekohinaus) tai dieselöljyä (vintturihinaus). Liidinten hinauksissa

on oletettu käytettävän dieselöljyä (autohinaukset) tai tieliikennebensiniä (moottorikelkkahinaukset). Lasketuista polttoaineiden kulutuksista on saatu polttoaineiden lämpöarvojen perusteella energiankulutus. Polttoaineiden palamisesta aiheutuvat päästöt on laskettu kunkin polttoaineen palamisen oletetun reaktioyhtälön, tunnettujen lentomoottorien päästöindeksien⁷⁾ sekä tieliikenteen ilmapäästöjen laskentamallin keskimääräisten päästökertoimien avulla. Tunnetut päästökertoimet on laskettu polttoainekiloa kohden, jonka jälkeen päästöt on laskettu oletuskulutusten perusteella.

Lentobensiini

Katselmuksessa on oletettu, että kilosta lentobensiiniä syntyy hiilidioksidia noin 3 130 g. Lentobensiinistä aiheutuva lyijypäästö on laskettu olettaen, että kilossa bensiniä on 0,79 g lyijyä (0,5 g/l). Lentobensiinin lämpöarvoksi on oletettu 44 MJ/kg. Rikkidioksidia oletetaan yhden kilon lentobensiiniä palaessa syntyvän 0,5 g. Koska lentokonemoottoreista ei ole saatavilla kattavia ominaispäästötietoja, on typen oksidi-, metaani-, häkä- ja hiilivetyypäästöjen laskennassa käytetty sekä kahdelle lentomoottorityypille saatavilla olevia kertoimia⁷⁾ että vertailun vuoksi tieliikenteen LIISA- laskentajärjestelmän⁸⁾ keskimääräisiä kertoimia. LIISA- järjestelmän kertoimista on valittu kuhunkin ilmailulajiin kulutukseltaan ja kuormitukseltaan, sekä moottorityypiltään ja -kooltaan parhaiten sopiva liikennemuoto. Kertoimet on laskettu jakamalla LIISA- järjestelmän kukin kilometrikohtainen kerroin vastaavalla kilometrikulutuksella. Näin on saatu kussakin tilanteessa palokaasujen koostumusta mahdollisimman hyvin kuvaavat, polttoainemäärään verrannolliset kertoimet. Eri lajeille on käytetty kertoimia seuraavasti:

TAULUKKO 1:

ERI HARRASTEILMAILULAJEILLE KÄYTETTÄVIÄ PÄÄSTÖKERTOIMIA:

g/kg	CO	HC	NO _x	SO ₂	CH ₄
moottoripurjelento (bens. henkilöautot, ei kat)	193	28	56	0,5	1,3
moottorilento (bens. pakettiautot, ei kat)	253	30,8	58,6	0,5	1,1
moottorilento ja moottoripurjelento (0-320)	1034	13,6	3,42	0,5	1,1
purjelentohinaus ja laskuvarjohyppy (TSIO-360)	968	9,94	4,2	0,5	1,1

Propaani

Kuumailmapalloissa käytettävä polttoaine on oletettu propaaniksi. Propaanin palaessa on yhdestä kilosta oletettu syntyvän 2993 g hiilidioksidia. Propaanin lämpöarvona on käytetty 46 MJ/kg. Propaani ei sisällä rikkiä eikä lyijyä. Koska propaanin palamisesta kuumailmapallon polttimessa ei ole täsmällistä tietoa

⁶⁾ Ilmailuliitto 1999, sekä Ilmailulaitos 2000 ja Vilkuna 2000

⁷⁾ Savola ja Viinikainen 1995 ⁸⁾ Mäkelä *et al.* 1999a

ja palaminen polttimessa poikkeaa oleellisesti esimerkiksi mäntämoottoreissa tapahtuvasta palamisesta, ei muita päästöjä ole voitu laskea.

Lennokipolttoaineet

Lennokeissa käytettävän polttoaineen oletetaan olevan metanolia. Yhden kilon metanolia palaessa on oletettu syntyvän noin 1375 g hiilidioksidia. Tarkastelussa voiteluaineet on jätetty huomioimatta. Metanolin lämpöarvona on käytetty 19,5 MJ/kg. Muita päästöjä ei ole voitu kertoimien puuttuessa laskea. Metanoli ei sisällä lyijyä eikä rikkiä.

Tieliikennepolttoaineet

Tieliikennepolttoaineille on käytetty seuraavia kertoimia päästöjen laskennassa.

TAULUKKO 2:

HARRASTEILMAILUUN LIITTYVÄN TIELIIKENTEN PÄÄSTÖKERTOIMET ⁹⁾

päästöt ja polttoaineen kulutus (g/km)	CO	HC	NO _x	CH ₄	CO ₂	pa
harrastajien liikkuminen (kaikki henkilöautot)	66	10	19	5	171	54
kaluston hakumatkat (kaikki pakettiautot)	36	63	20	2	283	90

Yhdestä kilosta tieliikennebensiniä on oletettu muodostuvan 3130 g ja yhdestä kilosta dieselöljyä 3150 g hiilidioksidia. Tieliikennepolttoaineiden energiasisällöksi on oletettu 44 MJ/kg. Tieliikennepolttoaineita on oletettu käytettävän liikenteen lisäksi myös seuraavissa toiminnoissa:

TAULUKKO 3:

TIELIIKENNEPOLTTOAINEIDEN KÄYTTÖKOHTEITA JA PÄÄSTÖKERTOIMIA HARRASTEILMAILUSSA ¹⁰⁾

päästöt polttoainekiloa kohti (g/kg polttoainetta)	CO	HC	NO _x	SO ₂	CH ₄
liidinten autohinaus, (pakettiautot, dies, kaupunkiajo)	135	50	188	3	1
vintturihinaus (kuorma-auto + peräv. dies, kaup. ajo)	212	72	279	3	5
liidinten kelkkahinaus (hlöautot, bens. ei kat, kaup.)	266	38	41	1	19
ultrakevyet (henkilöautot, bens. ei kat, kaikki tiet)	193	28	56	1	13

Välitön energian kulutus

Harrasteilmailulajien eri toiminnoista aiheutuva energiankulutus on laskettu polttoaineiden kulutuksen ja energiasisältöjen perusteella. Hallinnon osalta

mukaan on laskettu myös toimistotalon sähkönkulutus. Sähkön kulutuksesta on laskettu myös sähkön tuotannon aiheuttamat ilmapäästöt.

Välillinen energian kulutus

Välillistä energiankulutusta on laskettu lajikohtaisesti arvioimalla harrastusvälineiden materiaalien energiasisältöjä. Raaka-aineiden sisältämän energian tuotannon on oletettu vastaavan sähköntuotantoa muiden ilmapäästöjen kuin hiilidioksidin osalta. Hiilidioksidille on käytetty kerrointa 160 g/MJ. Hallinnon osalta on arvioitu toimiston hyödykkeisiin kulutettua ja sitoutunutta energiaa. Eri tuotteisiin on oletettu sitoutuneen energiaa seuraavasti:

hyödyke	MJ/kpl	hyödyke	MJ/kpl
tietokone	500	kopioin	3000
puhelin	50	puhelimet	5
kopiopaperi	2	puhelimet	5
kirjekuori	4		
julkaisu	8		

TAULUKKO 4:

TOIMISTOTARVIKKEIDEN ENERGIASISÄLTÖJÄ

hyödyke	MJ/kpl	hyödyke	MJ/kpl
puhelin	50	puhelimet	5
kopiopaperi	2	puhelimet	5
kirjekuori	4		
julkaisu	8		

Ekologinen jalanjälki

Ilmailuharrastuksen vaikutusta harrastajien ekologiseen jalanjälkeen on arvioitu fossiilisten polttoaineiden kulutuksen perusteella. Polttoaineiden aiheuttaman jalanjäljen laskennassa on oletettu, että niiden valmistus, kuljetukset ja jalostaminen polttoaineen energiayksikköä (lämpöarvoa) kohden voidaan ilmaista maa-alana jolla oleva kasvillisuus keskimäärin sitoo vuodessa polttoaineen elinkaaren aikana vapautuneen hiilidioksidin. Tässä yhteydessä kaikille fossiilisille polttoaineille on käytetty kerrointa 57 GJ/ha (tai 175,44 m²/GJ) vertaa Hakanen 1999.

LÄHDEAINEISTO, LASKENTAOLETUKSET SEKÄ YMPÄRISTÖTEKIJÄT TOIMIALOITTAIN

Seuraavissa luvuissa esitetään ilmailulajien toiminnan laajuutta kuvaavat tunnusluvut: lentotunnit, lennot, hyyt tai hinaukset. Lisäksi esitetään kunkin lajin kohdalla tehdyt oletukset keskimääräisistä kulutuksista, harrastuskerroista, harrastajien kulkemien matkojen pituuksista, auton käytöstä sekä harrastusvälineiden raaka-ainekoostumuksista. Lähteinä on käytetty omaa kokemusperäistä tietoa sekä erilaisia julkaisemattomia toimintatilastoja ja arvioita ¹¹⁾ sekä yleisilmailun toimintatilastoja. ¹²⁾

⁹⁾ Mäkelä *et al.*1999a ¹⁰⁾ Laskettu Mäkelä *et al.*1999a mukaan

¹¹⁾ mm. Ilmailuliitto 1999, Vilkuna 2000 ¹²⁾ Ilmailulaitos 2000

Harrasteilmailun hallinto



Hallinnon ympäristökijöiden oletetaan muodostuvan välillisen ja välittömän energian kulutuksesta. Välitön energian kulutus jakautuu liikenteestä (toimi- ja luottamushenkilöiden matkustus) sekä toimistotalosta (sähkö ja lämmitys) aiheutuvaan kulutukseen. Välillisen energiankulutuksen oletetaan aiheutuvan hallinnon käyttämien hyödykkeiden raaka-aineiden valmistamisesta, jalostuksesta ja kuljetuksista. Energiankulutuksen ja liikenteen kautta hallinto tuottaa välillisesti myös ilmapäästöjä. Liikenteen aiheuttamat ilmapäästöt lasketaan henkilöautoliikenteen keskimääräisten kertoimien avulla. Sähkön kulutuksen aiheuttamia päästöjä arvioidaan sähköntuotannon ilmapäästöjen oletettujen keskimääräisten kertoimien avulla. Lisäksi arvioidaan hallinnon raaka-aineiden kulutusta ja niihin sisältyvää välillistä energiaa.

Ilmailuliiton hallintoon oletetaan kuuluvan yhteensä noin 300 luottamushenkilöä. Luottamushenkilöiden kokousten lisäksi mukaan lasketaan toimihenkilöiden liikkuminen. Tämä huomioiden oletetaan hallintoon liittyvän vuosittain 370 000 km autoliikennettä. Ilmailuliiton hallinto kuluttaa vuosittain paperia 160 000 arkkia kopiointiin ja 22 000 arkkia tulostukseen. Postitukseen kuuluu kirjjuoria 40 000 kpl. Ilmailu -lehti ilmestyy 11 kertaa vuodessa ja sen painosmäärä on 12 000. Toimistotalon valaistuksen, lämmityksen ja konttorikoneiden sähkönkulutus on vuodessa 136 000 kWh.¹³⁾

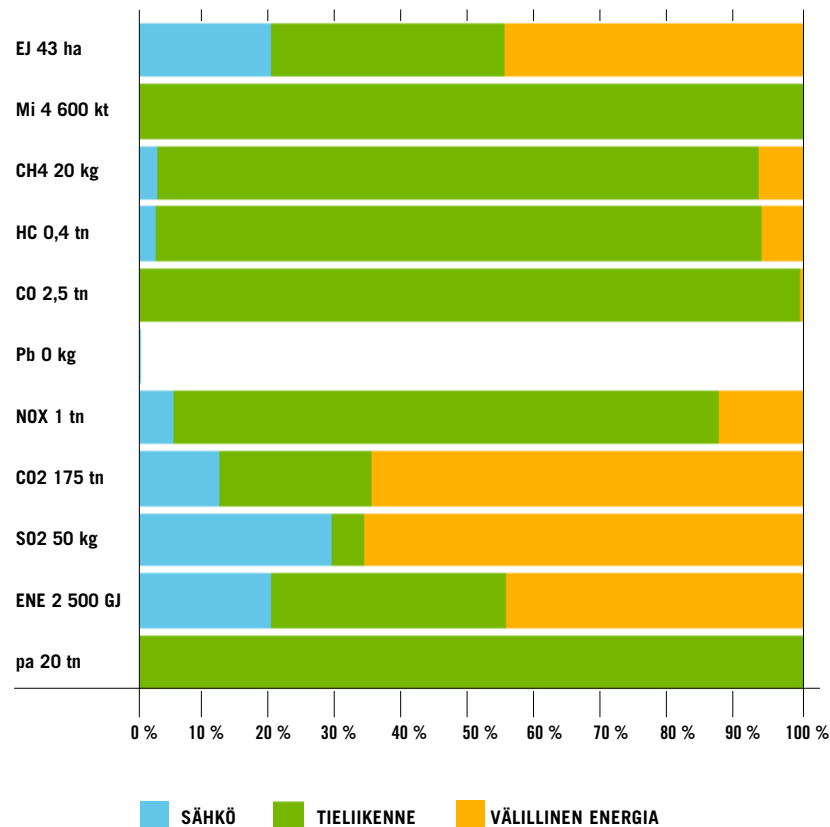
Harrasteilmailun hallinnon ympäristökijät ja niiden tarkastelu

Hallinnon energiankulutukseksi saadaan 2,5 TJ. Tästä noin viidesosa muodostuu toimistotalon sähkönkulutuksesta, kolmasosa tieliikenteen käyttämistä fossiilisista polttoaineista ja loput välillisestä, erilaisiin tarvikkeisiin sitoutuneesta energiasta. Välilliseen kulutukseen on laskettu mukaan Ilmailuliiton julkaisutoiminta, Ilmailu-lehden vuosittainen painosmäärä on 132 000. Näin laskien Ilmailu-lehti vastaa noin 95 % hallinnon välillisestä energiankulutuksesta. Polttoaineiden kulutuksessa (20 tonnia) on huomioitu ainoastaan välitön kulutus, joka muodostuu kokonaan liikennepolttoaineista. Liikenteen raaka-aineiden kulutus on merkittävä (4,6 Mt), valitettavasti muista toiminnoista kuin liikenteestä ei MI-arvoja ollut saatavilla.

Liikenteen kulutukseen ei ole laskettu joukkoliikennettä. Ilmailuliiton hallintoon liittyy jonkin verran ulkomaan lentomatkoja, sekä joukkoliikenteen käyttöä kotimaassa. Joukkoliikenteen laskeminen mukaan kasvattaisi hieman liikenteen osuutta. Hallinnon aiheuttamat häkä-, hiilivety- ja

¹³⁾ Viikuna 2000

**KUVA 1
HARRASTEILMAILUN HALLINNON
YMPÄRISTÖTEKIJÄT JA NIIDEN JAKAUTUMINEN**



typenoksidipäästöt ovat lähes yksinomaan liikenteestä aiheutuvia, sen sijaan rikkidioksidipäästöt ovat noin 95-prosenttisesti sähköntuotannosta peräisin. Hiilidioksidipäästöistä 20 % on peräisin tieliikenteestä, noin 65 % välillisestä kulutuksesta ja loput sähköntuotannosta. Hiilidioksidipäästön jakauman erilaisuus verrattaessa energiankulutuksen jakaumaan johtuu energialähteiden ja tuotantomuotojen erilaisiksi oletetuista kertoimista.

Hallinnon ekologiseksi jalanjäljeksi saadaan 43 hehtaaria, joka jakautuu energiankulutusta vastaavasti, sillä kaikelle energialle on käytetty samaa jalanjäljen kerrointa 57 GJ/ha. Hallinnon ympäristötekijöitä voidaan tarkastella myös jakamalla ne harrastajamäärällä, jolloin kokonaisuuden muodostumisesta saadaan parempi käsitys. Esimerkiksi ekologisesta jalanjäljestä tulee jokaiselle kymmenelle tuhannelle ilmailuharrastajalle noin 40 m² hallinnon osuutta.

Epätarkkuutta hallinnon ympäristötekijöiden laskentaan tuo esimerkiksi joukkoliikenteen huomiotta jättäminen liikenteen tekijöitä laskettaessa. Joukkoliikenteen laskuista jättämisen virhe lienee kuitenkin pieni, sillä vastaavat joukkoliikenteen ympäristötekijät (energiankulutus, päästöt) ovat yleisesti pieniä yksityisautoiluun verrattuna. Raaka-aineiden kulutuksen ja MI-arvojen puuttuminen eri hyödykkeiden ja palveluiden osalta tekee MI-tarkastelun jokseenkin turhaksi. Liikenteen osuus kertoo silti suuruusluokasta, jossa materiaalivirtatarkasteluissa liikutaan. Eri hyödykkeiden aiheuttamat materiaalivirrat ovat valtavia.

Välillisen energian laskennan ongelma on samankaltainen materiaalivirtatarkastelun kanssa. Eri tuotteille ei juurikaan ole saatavilla niiden elinkaaren, tai edes valmistuksen ja kuljetuksen vaatimia energiamääriä, puhumattakaan esimerkiksi ilmapäästöistä. Tästä syystä muutamille hallinnon eniten kuluttamille hyödykkeille on jouduttu arvioimaan energiasisältöjä. Arvioinnin perustana on käytetty tietoja eri materiaalien energiasisällöistä sekä lämpöarvoista ja rinnakkaisten hyödykkeiden energiasisällöistä. Energiasisältöjen oletuksiin sisältyy väistämättä virhettä, mutta virheen voi olettaa olevan kohtuullinen. Tuloksissa yllättää välillisen energiankulutuksen suuri osuus, joka muodostuu yksinomaan paperista. Ilmailu-lehden energiankulutusta arvioitaessa on käytetty tavallisen kopiopaperin energiasisältöä (50 MJ/kg) joka ei sisällä vielä esimerkiksi painatusta eikä postituksia. Saatu energiankulutus ei siten voi olla ainakaan liian suuri. Välillisen kulutuksen vähentämiseksi voidaan suositella paperiin perustuvan tiedotuksen korvaamista esimerkiksi nettijulkaisuilla. Hyödykkeisiin käytetyn energian on oletettu vastaavan sähköenergiaa päästöiltään muutoin paitsi hiilidioksidin osalta. Myös tämä aiheuttaa virhettä tuloksiin. Todennäköisesti välillinen energiankulutus ja päästöt ovat todellisuudessa jonkin verran

Lennot



Lennokkiharrastajien lukumäärästä on vaikea saada täsmällistä tietoa, sillä lennokkien harrastaminen ei edellytä Ilmailuliiton tai edes kerhojen jäsenyyttä. Kuitenkin kansallisiin kilpailuihin ja monille leireille osallistuminen edellyttää jäsenyyttä. Tässä katselmuksessa lennokkiharrastajien määräksi oletetaan 1 453, joka on SIL:n lennokkijäsenten lukumäärä vuonna 1998. Tästä lukumäärästä 800 oletetaan olevan moottorilennokkien harrastajia ja 653 liidokkien. Moottorilennokkeihin lasketaan tässä yhteydessä sekä radio- että siimaohjattavat. Liidokkien oletetaan olevan radio-ohjattuja. Katselmuksessa oletetaan lisäksi, että moottorilennokkiharrastajilla on jokaisella kolme lennokkia ja liidokkiharrastajilla neljä liidokkia. Lennokkivarusteiden käyttöikäksi oletetaan viisi vuotta. Katselmuksessa jätetään kokonaan huomiotta vapaastilentävien lennokkien harrastaminen, sillä sen ympäristötekijöiden voidaan katsoa liittyvän yksinomaan harrastajien liikkumiseen. Vapaastilentävien liidokkien lennättämisestä ei muodostu päästöjä eikä itse toiminta välittömästi kuluta energiaa. Moottorittomat lennot eivät myöskään aiheuta melua.

Moottorilennokkien polttoaineeksi oletetaan metanoli. Keskimääräiseksi kulutukseksi oletetaan 1 litra metanolia/lennätystunti. Keskimääräiseksi harrastuskertojen lukumääräksi oletetaan 25 vuodessa, jolloin oletetaan, että moottorilennokkiharrastaja lennättää yhden tunnin jokaisena harrastuskertana. Tästä päädytään lennätystuntimäärään 20 000. Keskimääräiseksi ajomatkaksi harrastuspaikalle ja takaisin oletetaan 20 km. Moottorilennokkien keskimääräiseksi energiasisällöksi oletetaan 98 MJ ja liidokkien 64 MJ.

Lennokkiharrastuksen ympäristötekijät ja niiden tarkastelu

Lennokkiharrastuksen polttoainekulutukseksi saatiin 60 tn, johon sisältyy sekä lennokkien kuluttama metanoli (noin 35 %) että harrastajien liikkumiseen kuluvat liikennepolttoaineet. Harrastuksen kokonaisenergiankulutukseksi saatiin 2,2 TJ. Energiankulutus muodostuu metanolista (alle yksi viidesosa), liikenteestä, jonka osuus on alle neljä viidesosaa, sekä varusteista (noin 5 %). Metanolin ja liikennepolttoaineiden suhteiden poikkeaminen polttoaineiden ja energian jakaumissa johtuu metanolin alemmasta lämpöarvosta.

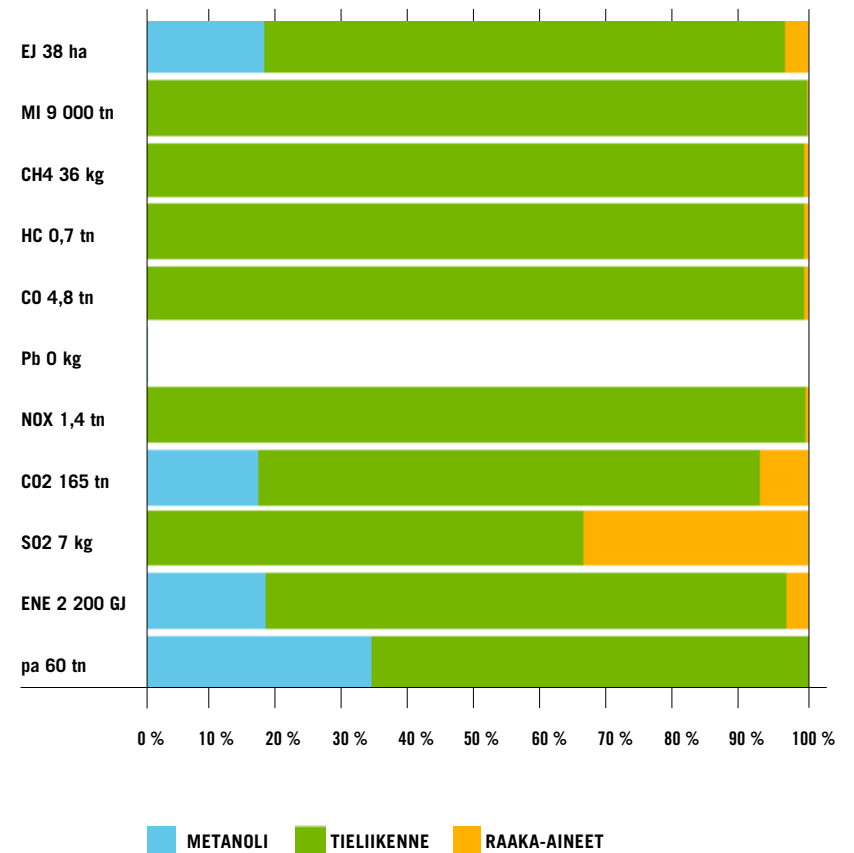
Lennokkimoottoreiden ominaispäästökertoimien ollessa tuntemattomia, ei häkä-, hiilivety-, typen oksidi- tai metaanipäästöjä voida laskea. Tuloksissa nämä muodostuvat siis liikenteestä, sekä varusteiden raaka-aineiden energian tuotannosta. Hiilidioksidipäästöksi saatiin 165 tonnia, joka jakautuu lähes energiankulutuksen mukaisesti.

Lennokeharrastuksen ekologiseksi jalanjäljeksi saadaan 38 ha. Yhtä lennokeharrastajaa kohti tämä tekee 265 m². Lennätystuntia kohden ekologinen jalanjälki on 19 m². Liidokkeharrastajien osalta luvuista voidaan vähentää yksi viidesosa metanolin osuutta. Varusteiden osuus ei ole merkittävä.

Radio-ohjauslaitteistot sisältävät mikropiirejä sekä muita elektroniikan komponentteja. Elektroniikkajäte luokitellaan ongelmajätteeksi, joka on toimitettava asianmukaisesti käsiteltäväksi. Sähkölennokeissa sekä kaikissa radio-ohjattavissa lennokeissa energiaa varastoidaan akkuihin, jotka tyypillisesti koostuvat NiCd -kennoista. Kadmiumia sisältävät kennot ovat ongelmajätettä. Lennokeharrastuksessa käytettäviä laitteita voi kuitenkin ympäristötekijöiden suhteen verrata kotitalouksien pieniin sähkölaitteisiin, kuten esimerkiksi hiustenkuivaaja, partakone, sähköhammasharja, matkapuhelin, kaukosäädin yms.

Moottorilennokeharrastuksella on ollut ongelmia melun suhteen erityisesti asutusalueiden läheisyydessä. Lennokeiden meluongelmat johtuvat paljolti välinpitämättömyydestä. Lennokeiden melu on suurelta osin sekä potkuri- että pakoäänistä johtuvaa. Meluongelmia ei voi perustella lennokeiden melun energiasäällöllä. Ongelmat johtuvat ennen kaikkea lennokeiden melun hankalasta taajuusjakaumasta. Tyypillinen lennokin hehkutulppamoottori pyörii yli 10 000 kierrosta minuutissa ja aiheuttaa siten hyvin korkean äänen, jonka ihmiskorva mieltää kiusalliseksi. Moottorin pakoäänien vaimentaminen kunnollisilla vaimentimilla on erittäin tärkeää. Toiseksi on tärkeää alentaa moottorin kierroslukua niin paljon kuin mahdollista ja käyttää halkaisijaltaan suurempia potkureita ja mahdollisimman matalilla kierrosluvuilla vääntäviä moottoreita. Nelitahtimoottoreiden käyttö on erittäin suositeltavaa melun vaimentamiseksi. Luonnollisesti myös sähkölennokkien ja moottorittomien liidokkien suosiminen poistaa meluongelman. Melun kiusallisuuden suhteen on tärkeää lähiympäristön asukkaiden suhtautuminen lennätystoimintaan. Ainoastaan noin 30 % melun kiusallisuudesta voidaan selittää äänen fyysikaalisten ominaisuuksien avulla, loppuosa muodostuu kuulijan suhtautumisesta äänilähteeseen. Tästä syystä moottorilennokeharrastuksen kannalta on ensiarvoisen tärkeää hoitaa suhteita lähiympäristön asukkaisiin ennen kuin ongelmia ilmenee.

**KUVA 2
LENNOKEHARRASTUKSEN YMPÄRISTÖTEKIJÄT
JA NIIDEN JAKAUTUMINEN**



Liidinlajit

Liidinlajien harrastajia oli vuonna 1998 yhteensä 647. Liidinharrastajien oletetaan tekevän vuodessa 15 matkaa harrastuspaikalle, edestakaiseksi matkaksi oletetaan keskimäärin 100 km. Yhteensä liidinhinauksia oletetaan vuodessa olevan 15 000, joista autohinauksia 9 000 ja moottorikelkkahinauksia 6 000 kpl. Autohinausten oletetaan tapahtuvan diesel-pakettiautolla jonka kulutus ja päästöt lasketaan käyttäen kaupunkiliikenteen kertoimia. Autohinauksen kulutukseksi oletetaan 0,5 kg dieselöljyä per hinaus. Moottorikelkkahinauksen kulutukseksi oletetaan 1 kg tieliikennebensiniä. Moottorikelkkahinauksen ilmapäästöt lasketaan käyttäen bensiinikäyttöisten henkilöautojen (ei katalysaattoria) kaupunkiliikenteen kertoimia. Matkalentojen yhteydessä käytetään autoja paitsi hinauksiin, myös reitille jääneiden hakemiseen. Hakutoiminnan osuus muusta toiminnasta oletetaan kuitenkin merkityksättömän pieneksi ja siksi jätetään laskematta.

Riippu- tai varjoliitimiä on yhteensä 575 kappaletta. Liidinvarusteiden käyttöäksi on oletettu 15 vuotta. Riippuliitovarusteiden keskimääräiseksi energiasällöksi oletetaan 5 100 MJ ja varjoliitovarusteiden 2 000 MJ.

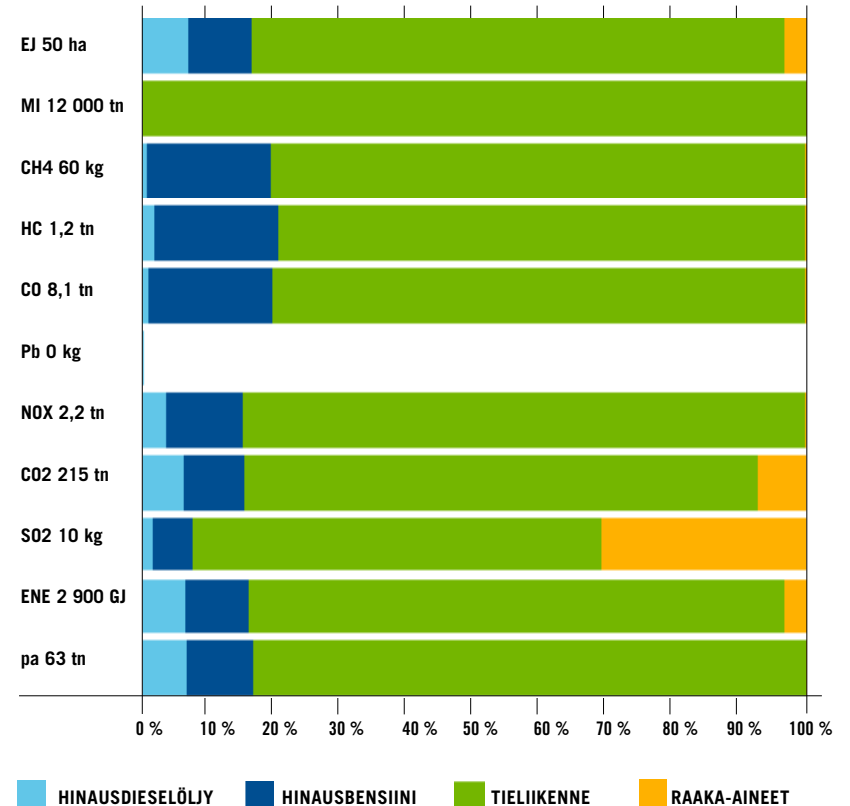
Liidinlajien ympäristötekijät ja niiden tarkastelu

Liidinlajien polttoaineenkulutukseksi saatiin 63 tn ja kokonaisenergiankulutukseksi 3 TJ. Noin 80 % energiankulutuksesta muodostuu liikenteestä, hinaukset muodostavat alle 20 % ja varusteet muutaman prosentin kulutuksesta. Ilmapäästöjen suhteet ovat likimain samat.

Liidinlajien ekologinen jalanjälki on 50 ha, joka harrastajaa kohti ilmaistuna tekee 778 m². Yhtä lentoa kohden jalanjäljeksi muodostuu 34 m². Ekologien jalanjälki koostuu energiankulutusta vastaavasti.

Hinaustavalla on merkittävä vaikutus sekä energiankulutukseen että päästöihin. Erityisesti häkä-, metaani- ja hiilivetypäästöt ovat dieselpakettiautoilla hinattaessa huomattavasti pienemmät kuin moottorikelkkahinauksissa. On huomattava myös, että moottorikelkkahinaus kuluttaa lähes kaksinkertaisen määrän energiaa ja tuottaa samassa suhteessa enemmän hiilidioksidipäästöjä autohinaukseen verrattuna. Koska kelkkamoottoreiden päästökertoimia ei ole saatavilla on käytetty henkilöautomoottorien (bensini ei kat., kaupunkiliikenne) kertoimia. Tästä syystä kelkkahinauksen lasketut päästöt ovat todennäköisesti vielä todellisuutta pienemmät. Moottorikelkkahinaus on myös erittäin kovaäänistä. Moottorikelkkahinauksen meluisuus korostuu vielä sillä, että kelkkahinausta käytetään jääalueilla, joissa ääni kantautuu pitkälle. Usein samat jääalueet ovat myös muussa virkistyskäytössä, joten melun vähentämiseen kannattaa

KUVA 3
LIIDINHARRASTUKSEN YMPÄRISTÖTEKIJÄT JA NIIDEN JAKAUMAT



kiinnittää huomiota.

Liidinlajien kohdalla huomattava osa, jopa noin 80 % ympäristötekijöistä on peräisin harrastajien liikkumisesta lentopaikalle. Tämän vuoksi yhteiskuljetusten ja joukkoliikenteen suosiminen, sekä lähellä harrastaminen olisivat tehokkaita tapoja vähentää liidinharrastuksen ympäristötekijöitä.

Laskuvarjohyppy

Laskuvarjohyppääjät kuljetetaan hyppykorkeuteen useimmiten lentokoneella. Ilmailulaitoksen tilastojen mukaan hyppylentoja oli 3 545 tuntia vuonna 1998. Hyppyjä oli samana vuonna 55 030 kpl. SIL:n laskuvarjohyppääjäjäseniä oli 2 375. Laskuvarjohyppylentokoneen keskipakulutukseksi oletetaan 40 kiloa lentobensiiniä tunnissa. Lentokoneen moottorin oletetaan vastaavan päästöjen osalta TSIO-360:a. Laskuvarjohyppääjien oletetaan harrastavan 20 kertana vuodessa, jolloin heidän oletetaan ajavan keskimäärin 60 km edestakaisen matkan. Keskimääräiseksi laskuvarjohyppyvarusteiden käyttöajaksi oletetaan 10 vuotta. Varusteiden sisältämä energiamäärä lasketaan olettaen, että varusteet ovat kokonaisuudessaan erilaisia muoveja. Laskuvarjohyppyvarusteiden energiasisällöksi oletetaan 800 MJ.

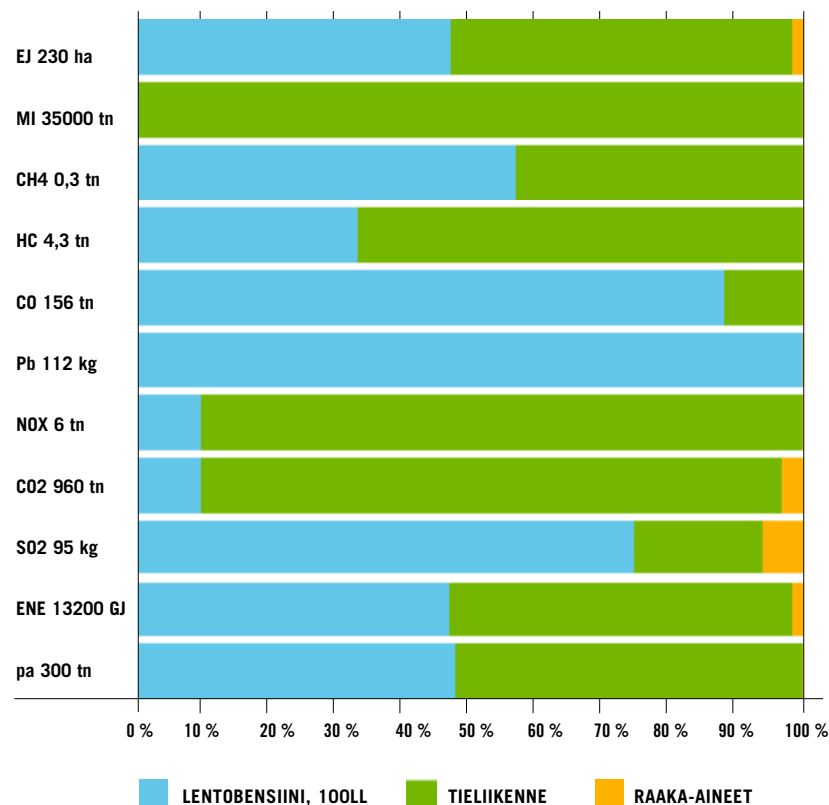
Laskuvarjohyppäämisen ympäristötekijät ja niiden tarkastelu

Laskuvarjohyppyn polttoaineenkulutukseksi saadaan 300 tn ja kokonaisen ergiankulutukseksi 13,2 TJ. Hiilidioksidipäästöksi saadaan 960 tonnia ja metaanipäästöksi 300 kg. Harrastuksen ekologinen jalanjälki on 230 ha. Kaikki edellä mainitut ympäristötekijät muodostuvat likimain puoliksi hyppylentokoneen polttoaineesta ja liikenteestä, ainoastaan muutama prosentti muodostuu varusteista. Typen oksidipäästöistä (6 t) 90 % syntyy liikenteestä ja 10 % lentämisestä. Häkäpäästöistä (156 t) lähes 90 % puolestaan aiheutuu lentämisestä ja loput liikenteestä. Ero selittyy lentomoottorin ja automoottorin eroilla. Auton moottorissa polttoaineen palaminen tapahtuu tehokkaammin, mutta myös ilman tyypeä hapettuu enemmän. Lentomoottori on suunniteltu tuottamaan suuren väännön matalilla kierroksilla ja ennen kaikkea luotettavasti. Taloudellisuus tai polttoaineen täydellinen palaminen eivät ole lentomoottorin ominaisuuksia. Ympäristön kannalta lentomoottorin hyvänä puoleena on typen oksidien vähäinen synty. Laskuvarjohyppäämisen lyijypäästöksi saatiin 110 kg, joka aiheutuu kokonaan lentobensiinistä. Lyijypäästöä voi pitää merkittävänä ympäristötekijänä suhteessa yhteiskunnan tuottamiin muihin lyijypäästöihin.

Harrastajakohtaiseksi ekologiseksi jalanjäljeksi muodostuu 975 m². Yhtä hyppyä kohden jalanjäljeksi saadaan 42 m².

Laskuvarjohyppäämiseen liittyvä lentotoiminta on aiheuttanut meluvalituksia lentopaikkojen lähistöjen asukkailta. Myös laskuvarjohyppylentämisen ongelmana on potkuriäänten osuminen ihmisen kiusalliseksi kokemalle taajuusalueelle. Oleellisia keinoja lentomelun vähentämiseksi ovat oikeanlaisten säädettävien potkureiden käyttö, sekä moottorin pakoäänten kunnollisesta vaimennuksesta huolehtiminen. Erityisesti potkurivalinnalla

KUVA 4
LASKUVARJOHARRASTUKSEN
YMPÄRISTÖTEKIJÄT JA NIIDEN JAKAUMAT



voidaan huolehtia sekä äänenpainetaso alentamisesta, että kiusallisiksi koettujen taajuuksien vähentämisestä. Hyppykoneen korkeuden keräämiseen käytettävät lentomenetelmät, reitit ja alueet tulisi suunnitella välttämään melulle herkat alueet. Melun kiusalliseksi kokemisen välttämiseen kannattaisi erityisesti pyrkiä vaikuttamaan etukäteen, esimerkiksi tiedotuksella.

Kuumailmapallopulentäminen

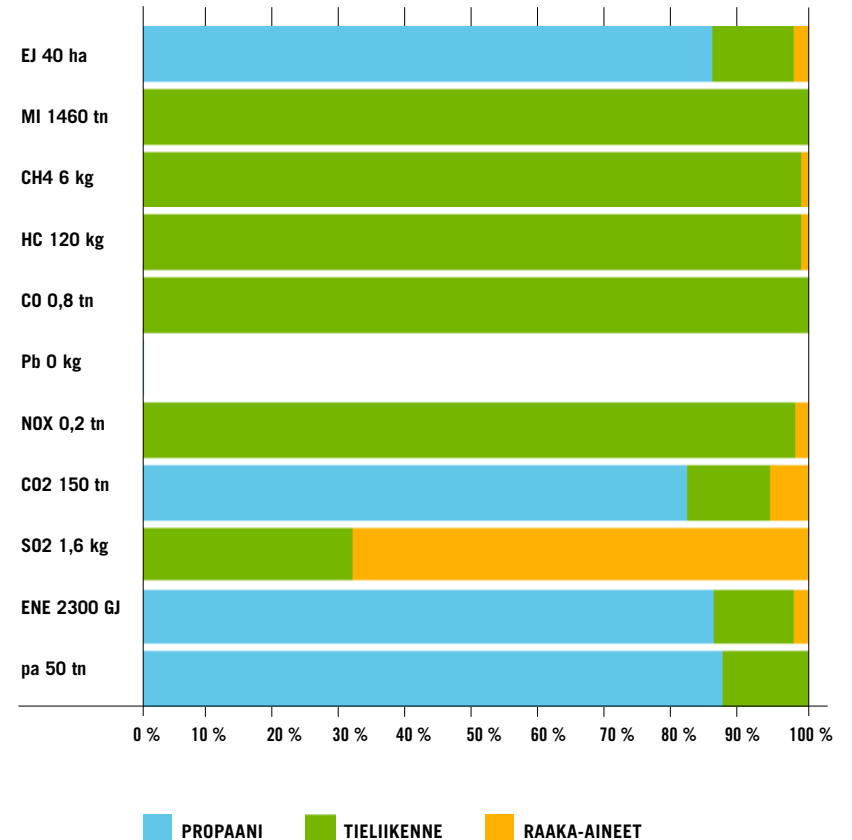


Ima-alusrekisterissä oli 54 kuumailmapalloa joilla lennettiin 1 070 tuntia. Lajin parissa oli harrastajia 74, joista 46:lla oli voimassa oleva lupakirja. Laskelmissa oletetaan, että pallon poltin kuluttaa tunnissa keskimäärin 40 kg propaania. Harrastajien oletetaan tekevän 20 harrastusmatkaa, joihin jokaiseen liittyy yhteensä 80 km edestakainen ajo. Kuumailmapallon käyttöikäsi on oletettu 10 vuotta. Kuumailmapallon energiasisällöksi on oletettu 10 500 MJ.

Kuumailmapallopulentämisen ympäristötekijät ja niiden tarkastelu

Kuumailmapallopulentämisen polttoaineenkulutukseksi saadaan 50 tn ja kokonaisenergiankulutukseksi 2,3 TJ. Hiilidioksidipäästö on 150 tonnia. Harrastuksen ekologinen jalanjälki on 40 ha. Mainitut ympäristötekijät muodostuvat lähes 90 -prosenttisesti kuumailmapallon polttoaineena käytettävästä propaanista. Loppu 10 % on liikenteestä. Koska kuumailmapallon polttimien päästökertoimia ei tunneta, tuloksissa esiintyvät häkä-, typen oksidi-, hiilivety- ja metaanipäästöt ovat liikenteestä ja raaka-aineiden kulutuksesta peräisin. Väilillinen energiankulutus, joka aiheutuu varusteista edustaa enimmillään muutamaa prosenttia ympäristötekijöistä. (Rikkidioksidipäästöä lukuun ottamatta, jossa osuus on noin puolet.) Propaani on rikitöntä ja liikennepolttoaineet erittäin vähärikkisiä. Kokonaisuudessaan rikkipäästö on merkityksetön. Oletettavasti kuumailmapallon polttimen häkä-

KUVA 5
KUUMAILMAPALLOHARRASTUKSEN
YMPÄRISTÖTEKIJÄT JA NIIDEN JAKAUMAT



ja hiilivety-päästöt ovat erittäin pienet.

Harrastajakohtaiseksi ekologiseksi jalanjäljeksi tulee 5400 m². Yhtä lentotuntia kohden jäljeksi muodostuu 370 m². Tämä kuulostaa paljolta. Kuumailmapallopulentämisellä on kuitenkin lähes aina vähintään neljä henkeä, joista ainoastaan yhdellä tilastoissa näkyvä lupakirja. Siten kuumailmapallopulentämisen yksikkökulutus todellisuudessa on pienempi.

Purjelento

Purjelentosuorituksen välitön energiankulutus kohdistuu hinaustapahtumaan ja moottorilentokoneen, hinausauton, tai vintturin polttoaineen kulutukseen. Hinaustoiminnassa käytettävien lentokoneiden polttoaineen kulutukseksi oletetaan hinauslentotoiminnassa noin 40 kg lentobensiiniä/tunti. Hinauslentokoneen moottorin oletetaan vastaavan päästöjen osalta TSIO-360:a. Hinauslentoja lennettiin 1 880 tuntia vuonna 1998. Purjelentokoneita oli 373 kpl, niillä lennettiin 35 755 lentoa ja 24 700 tuntia. Lennoista 10 000:n oletetaan tapahtuvan vintturi-, tai autohinauksesta ja loppujen lentokonehinauksesta. Vintturi-, tai autohinauksessa oletetaan kuluvan dieselpolttoainetta keskimäärin 2 kg. Vintturi- ja autohinausten päästöjen oletetaan vastaavan perävaunullisen kuorma-auton päästöjä kaupunkiliikenteessä.

Purjelentäjiä oli vuonna 1998 2 436, joilla voimassa olevia lupakirjoja 1771. Purjelentäjien oletetaan tekevän 15 matkaa harrastuspaikalle joihin jokaiseen liittyy yhteensä 100 km edestakainen ajomatka henkilöautolla. Matkalennoilla reitille jääneiden lentäjien ja purjelentokoneiden hakujen kulutus ja päästöt oletetaan merkityksettömiksi. Purjelentokoneen energiasisältö lasketaan olettaen, että koko purjelentokone on valmistettu muoveista. Energiasisällöksi oletetaan 32 000 MJ.

Purjelentämisen ympäristötekijät ja niiden tarkastelu

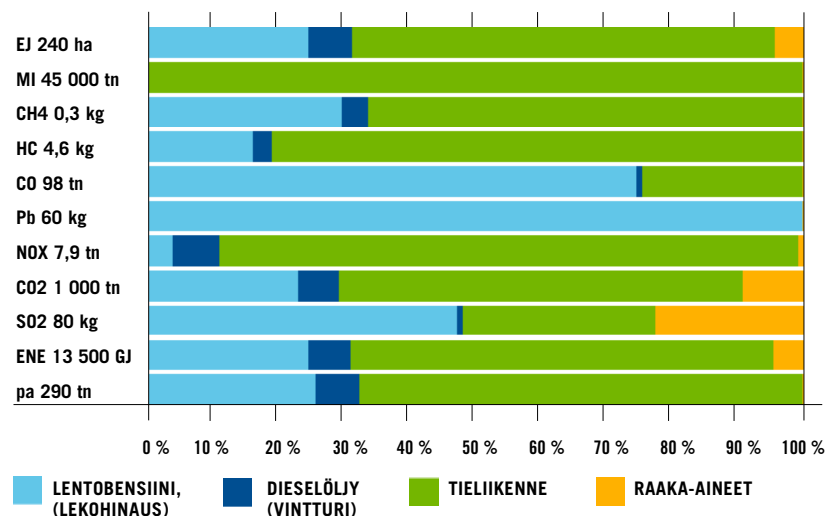
Purjelennon polttoaineenkulutukseksi saadaan 280 tn ja kokonaisenergiakulutukseksi 13,5 TJ. Harrastuksen ekologinen jalanjälki on 240 ha. Hiilidioksidipäästö on 1000 tonnia. Metaanipäästö on 300 kg. Näistä ympäristötekijöistä noin neljännes aiheutuu lekohinauksen lentobensiinistä, vajaa 10 % vintturi- ja autohinauksista, sekä noin 40 % tieliikenteestä. Kaluston osuus näistä ympäristötekijöistä on 5-10 %. Vajaan viiden tonnin hiilivetyypäästöistä noin viidesosa aiheutuu lentobensiinistä, pari prosenttia vintturi- tai autohinauksista ja loput (alle 4/5) tieliikenteestä. Häkäpäästöistä (100 tonnia) lähes 80 % on hinauslentokoneesta ja loput tieliikenteestä. Vintturi- ja autohinausten osuus häkäpäästöistä on alle prosentti. Typen oksidien päästöistä lentokonehinausten osuus on alle viisi, ja vintturi- tai autohinausten hiukan yli viisi prosenttia. Tieliikenteen osuus purjelentoharrastuksen typen oksidipäästöistä on noin 90 %. Lyijypäästö on 60 kg, ja se muodostuu yksinomaan lekohinausten lentobensiinistä. Purjelentoharrastajaa kohti ekologiseksi jalanjäljeksi muodostuu 970 m². Yhtä lentoa kohti 70 m² ja tuntia kohti 100 m².

Lähtötietojen lekohinausten lukumäärään ja hinauslentotunteihin sisältyy ristiriita. Hinauslentotunteja on 1 880, mutta lekohinauksia yli 25 000. Ajallisesti tämä tarkoittaa reilua neljää minuuttia hinausta kohden. Tähän aikaan tulisi mahtua paitsi itse hinaus, myös hinauskoneen korkeuden

puoduttaminen ja lasku. Polttoaineen kulutuksena tämä tarkoittaisi alle kolmea kiloa lentobensiiniä hinausta kohden. Käytännössä havaittu kulutus lienee yli neljän kilon. Virhe lienee hinauslentoaikojen tilastointitavoissa. Ristiriita hämärtää tuloksista tulkittavissa olevan eri hinaustapojen merkittävän eron; lentokonehinaus on ympäristötekijöidensä puolesta haitallisempaa kuin vintturi- tai autohinaus. Lisäksi lekohinaukseen liittyy suhteellisen suuri meluongelma. Meluongelma on täysin vastaava laskuvarjohyppytoiminnan kanssa ja sen vähentämiseen pätevät samat menetelmät.

Lentokonehinauksen ympäristötekijöitä on kuitenkin mahdollista pienentää nykyisestä. Per Bruelin mukaan¹⁴⁾ erityisesti ongelmana on hinaaminen turhan suurilla hinauskoneilla. Normaalisti hinataan noin 1 200 kg painavalla nopealla hinauskoneella 300 kg:n purjelentokonetta. Samalla kuluu ylimääräistä polttoainetta sekä syntyy turhaa melua. Saman tuloksen voi Bruelin mukaan saavuttaa alle puolella polttoainemäärällä, huomattavasti vähemmällä melulla ja tehokkaammin käyttämällä hinaamiseen 350 kg moottoripurjekoneita (tai varta vasten hinauskäyttöön suunniteltuja nykyaikaisia lentokoneita). Luonnollisesti vintturihinausta olisi järkevää käyttää enemmän, erityisesti se sopisi peruskoulutuksen pääasialliseksi hinausmenetelmäksi. Koulutuksessa oleellista on lento-ohjelmien, laskukierrosten ja laskujen

KUVA 6
PURJELENTOHARRASTUKSEN YMPÄRISTÖTEKIJÄT JA NIIDEN JAKAUMAT

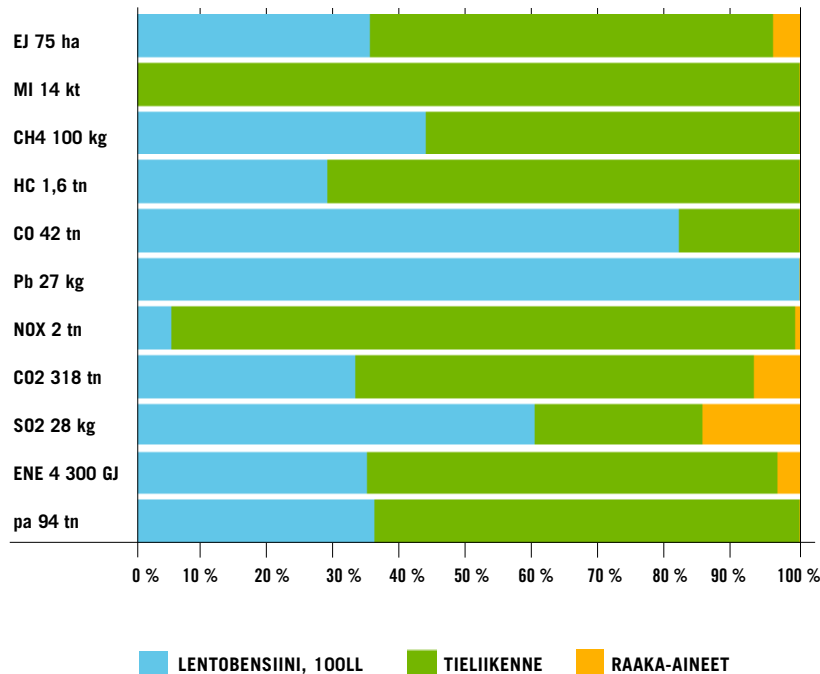


14) Bruel 1997

Moottoripurjelento

Moottoripurjelentäjiä oli 928 kpl. Moottoripurjelentoja oli 11 805 kpl ja lentotunteja 4 215 h. Moottoripurjelentokoneen polttoaineeksi oletetaan lentobensiini ja kulutukseksi 8 kg/h. Polttoaineen kulutuksen ilmapäästöt lasketaan käyttäen lentomoottorin O-320 polttoainekiloa kohti laskettuja kertoimia. Vertailun vuoksi laskenta suoritetaan myös bensiinikäyttöisten henkilöautojen (ei kat.) keskimääräisiä kertoimia käyttäen. Laskuissa huomioidaan lentobensiinin lyijypitoisuus ja tieliikennebensiineitä suurempi rikkipitoisuus. Moottoripurjelentoharrastajien oletetaan tekevän vuosittain 20 matkaa harrastuspaikalle, joista jokaiseen liittyy yhteensä 60 km edestakainen ajomatka. Moottoripurjelentokoneiden käyttöiksi oletetaan 20 vuotta. Moottoripurjelentokoneiden (64 kpl) energiasisällön oletetaan

KUVA 7
MOOTTORIPURJELENNON YMPÄRISTÖTEKIJÄT
O-320 KERTOIMILLA LASKETTUNA



olevan 43 000 MJ

Moottoripurjelentämisen ympäristötekijät ja niiden tarkastelu

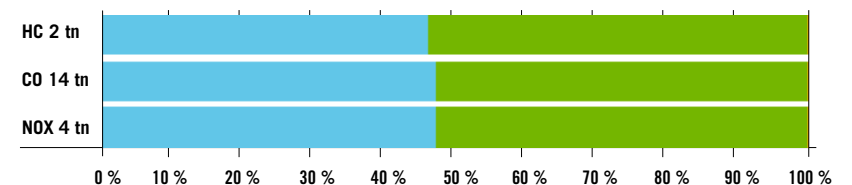
Moottoripurjelennon polttoaineenkulutukseksi saadaan 94 tn ja kokonaisenergi ankulutukseksi 4,3 TJ. Harrastuksen ekologinen jalanjälki on suuruudeltaan 75 ha. Moottoripurjelennon hiilidioksidipäästö on 320 tonnia. Näistä polttotavasta riippumattomista ympäristötekijöistä noin 35 % aiheutuu lentobensiinistä ja 55-65 % tieliikenteestä sekä 0-10 % raaka-aineista. Moottoripurjelennon lyijypäästö on noin 30 kg ja se on peräisin yksinomaan lentobensiinistä.

Moottoripurjelennon harrastajaa kohti laskettu ekologinen jalanjälki on 800 m². Yhtä lentoa kohden jalanjäljeksi saadaan 60 m² ja lentotuntia kohden 180 m².

Lentokonemoottorin kertoimilla laskettu hiilivetyypäästö on 1,6 tonnia, josta 35 % aiheutuu lentämisestä. Automootorin kertoimilla kokonaispäästö on 2 tonnia, josta puolet muodostuu lentämisestä. Lentomoottorin kertoimilla häkäpäästökäsi saadaan 42 tonnia, jolloin yli 80 % aiheutuu lentämisestä. Automootorin kertoimilla laskettu häkäpäästö on 14 tonnia, jolloin lentämisen osuus on puolet. Typen oksidien kokonaispäästö on lentomoottorikertoimilla 2 tonnia, jolloin lentämisen osuudeksi jää vain noin 5 %. Automootorikertoimilla laskettu typen oksidipäästö on 4 tonnia joka jakautuu tasan liikenteen ja lentämisen kesken.

Todellisuus polttotavasta riippuvista päästöistä lienee jossain edellä esitettyjen arvojen välillä. Lento- ja automootorien kertoimien vertailu tuottaa yllättäviäkin tuloksia. Lentomoottorien häkäpäästöjä voi pitää todella korkeina, kun taas typen oksidipäästöt vaikuttavat erittäin pieniltä. Häkäpäästöjen ollessa jopa kymmeniä prosentteja hiilidioksidipäästöstä, olisi myös syytä tarkistaa vastaavassa suhteessa hiilidioksidipäästökerrointa pienemmäksi. Ongelma on, että moottoripurjelentokoneissa käytettävistä moottoreista ei ole ominaispäästötietoja saatavilla. Laskennassa käytetyt polttoaineenkulutuksen avulla ekstrapoloituidut esimerkit lento- ja automootoreista edustanevat kuitenkin moottoripurjelennessa mahdollisia tapauksia.

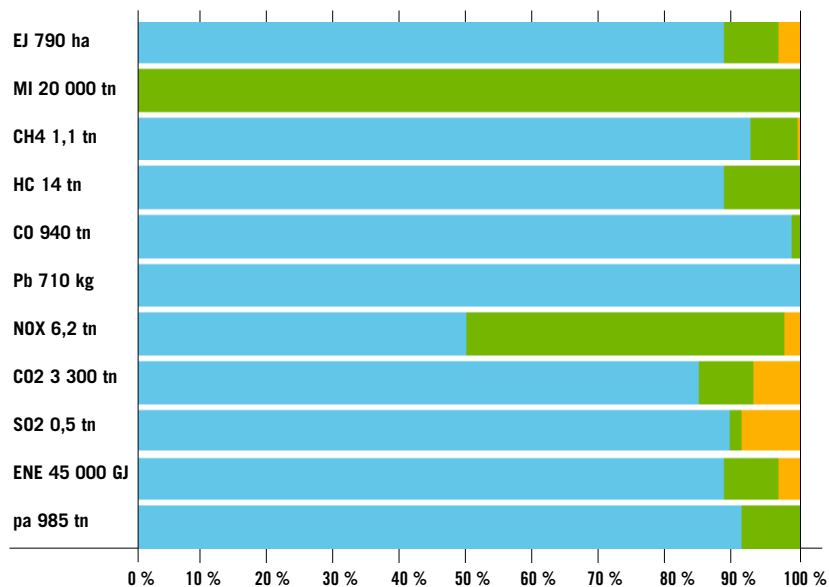
KUVA 8
MOOTTORIPURJELENNON POLTTOTAVASTA RIIPPUVAT
ILMAPÄÄSTÖT HENKILÖAUTOKERTOIMILLA LASKETTUINA



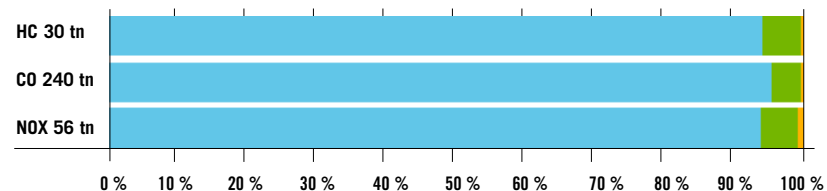
Moottorilento

Moottorilentolupakirjoja oli vuonna 1998 1 970 kpl. Ilma-alusrekisterissä oli 624 yksityiskäyttöön, ei ansiolentotoimintaan merkittyä moottorilentokoneita. Moottorilentokoneilla lennettiin yksityislentoja 41 405 tuntia. Yksityislentoista 1 880 tuntia on purjelentokoneiden hinauslentoja, joka tämän työn puitteissa lasketaan purjelentoharrastukseen. Lisäksi 3 545 tuntia laskuvarjohyppylentoja kuuluu laskuvarjohyppyharrastukseen. Varsinaisen moottorilentoharrastuksen määräksi jää siten 35 980 tuntia. Moottorilentokonekalusto on iäkäästä ja vaihtuvuus pientä, keskimääräiseksi käyttöikäksi oletetaan 30 vuotta. Käytännössä kaikki harrastekäytössä olevat moottorilentokoneet ovat 4-tahtisella bensiinimoottorilla varustettuja ja käyttävät polttoaineena lentokonebenssiiniä. Keskimääräiseksi kulutukseksi oletetaan 25 kg/h. Moottorilentokoneen moottoreiden oletetaan vastaavan päästöjen suhteiltaan lentomoottoria O-320. Vertailun vuoksi päästöjen laskenta suoritetaan myös bensiinikäyttöisten pakettiautojen (ei kat.) keskimääräisillä kertoimilla. Moottorilentäjien oletetaan tekevän 20 matkaa harrastuspaikalle, joihin jokaiseen sisältyy yhteensä 40 km edestakainen ajo henkilöautolla. Moottorilentokoneiden keskimääräiseksi energiasisällöksi oletetaan 69 000

KUVA 9 MOOTTORILENTÄMISEN YMPÄRISTÖTEKIJÄT O-320 KERTOIMILLA LASKETTUNA



KUVA 10 MOOTTORILENNON POLTTOTAVASTA RIIPPUVAT ILMAPÄÄSTÖT PAKETTIAUTOJEN KERTOIMILLA LASKETTUINA



MJ.

Moottorilentämisen ympäristötekijät ja niiden tarkastelu

Moottorilentämisen polttoaineen kulutukseksi saadaan 985 tn ja kokonai senergiankulutukseksi 45 TJ. Harrastuksen ekologinen jalanjälki on 780 ha. Näistä ympäristötekijöistä noin 90 % aiheutuu lentämisestä ja alle 10 % tieliikenteestä. Moottorilentämisen hiilidioksidipäästö on 3 300 tonnia, josta noin 90 % aiheutuu lentämisestä, 5 % tieliikenteestä ja 5 % kalustoon sitoutuneesta välillisestä energiankulutuksesta.

Moottorilentoharrastuksen metaanipäästö on noin 1 tonni, siitä noin 90 % aiheutuu lentobensiinistä ja loput tieliikenteestä. Moottorilentämisen lyijypäästö on noin 700 kg. Lyijy on peräisin lentobensiinistä. Rikkidioksidipäästö on noin 500 kg, josta myös noin 90 % aiheutuu lentobensiinistä ja vajaat 10 % välillisen energian tuotannosta. Liikenteen rikkidioksidipäästö on alle kaksi prosenttia. Lentomoottorin O-320 kertoimilla laskettu häkäpäästö on noin 940 tonnia, josta lentämisen osuus on lähes 99 %. Automootorin kertoimilla laskien häkäpäästökäsi muodostui 240 tonnia, jolloin tieliikenteen osuudeksi tulee noin 5 %. Haihtuvien hiilivetyjen päästö oli lentomoottorikertoimilla noin 14 tonnia, josta 90 % aiheutuu lentämisestä ja loput tieliikenteestä. Automootorin kertoimilla laskien hiilivetyypäästökäsi saadaan 30 tonnia, jolloin noin 95 % aiheutuu lentämisestä. Typen oksidien päästökäsi muodostuu lentomoottorikertoimilla laskien noin 6 tonnia, josta puolet on peräisin lentämisestä, noin kaksi prosenttia kaluston välillisestä energiasta ja loput, eli hiukan alle puolet tieliikenteestä. Automootorikertoimilla laskien typen oksideita muodostuisi 56 tonnia, josta 95 % olisi lentämisestä ja alle 5 % tieliikenteestä.

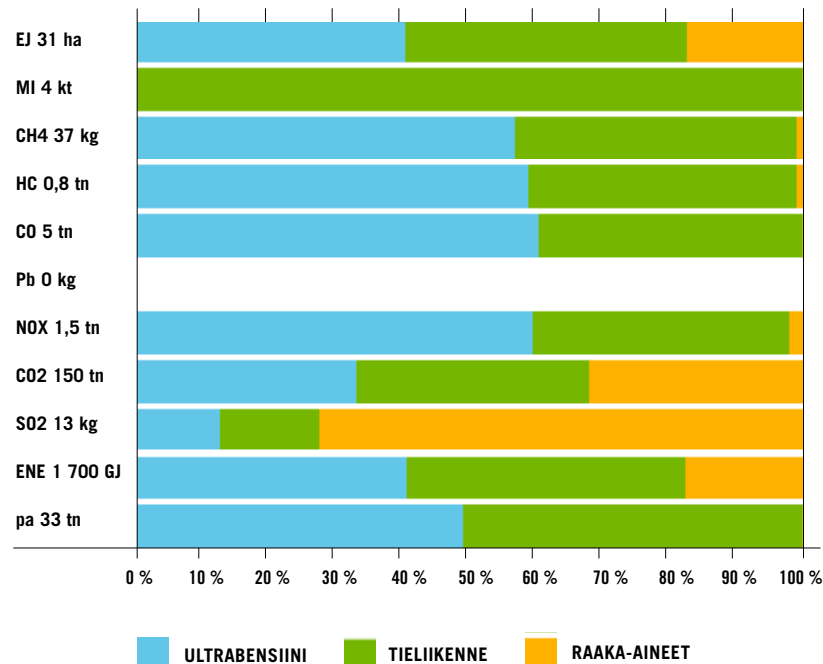
■ LENTOBENSIINI, 100LL ■ TIELIIKENNE ■ RAAKA-AINEET

Välillisen energian tuotannon tyypin oksidipäästö jäisi alle prosenttiin kokonaispäästöstä.

Moottorilennon harrastajaa kohti laskettu ekologinen jalanjälki on noin 4 000 m². Yhtä lentotuntia kohden laskettu jälki on noin 220 m².

Moottorilennon meluongelmat liittyvät suurelta osin koulutusvaiheen laskukie rrosharjoitteluun. Matkalennolla olevan moottorilentokoneen hetkellinen melu ei yleensä häiritse ihmisiä. Moottorilennon ongelmana on myös erittäin vanha ja tehoton kalusto. Koulutus voitaisiin hyvin suorittaa joko moottoripurjelentok oneilla tai nykyaikaisilla ultrakevyillä. Polttoaineen kulutus ja melutasot olisivat merkittävästi alempia.

**KUVA 11
ULTRAKEVYTHARRASTUKSEN YMPÄRISTÖTEKIJÄT
JA NIIDEN JAKAUTUMINEN**



Ultrakevytlupakirjoja oli 384 kpl. Ultrakevyillä lennettiin vuonna 1998 noin 1 600 tuntia. Ilma-alusrekisterissä ultria oli 195 kpl. Ultrakevytlentokoneen käyttöiäksi oletetaan 15 vuotta. Ultrakevytlentokoneet ovat joko 2-tai 4-tahtimoottoreilla varustettuja ja niiden oletetaan käyttävän tieliikennebensiniä joko öljysekoitteisena (2-tahtiöljy 2,5%), tai ilman öljyä (4-tahti). Voiteluöljyn aiheuttamia päästöjä ei kuitenkaan huomioida laskennassa. Polttoaineen kulutukseksi oletetaan 10 kg/h. Koska ultrakevytlentokoneiden moottoreista ei ole saatavilla ominaispäästökertoimia, ilmapäästöt lasketaan käyttäen bensinikäyttöisten henkilöautojen (ei kat.) keskimääräisiä kertoimia. Ultrakevytlentäjien oletetaan tekevän 20 harrastusmatkaa joihin sisältyy yhteensä 40 km edestakainen ajomatka henkilöautolla. Ultrakevyiden energiasisällön oletetaan olevan 23 500 MJ.

Ultrakevytlentämisen ympäristötekijät ja niiden tarkastelu

Ultrakevytlentoharrastukseen kuuluu 33 tonnia polttoainetta, josta noin puolet kuluu lentämisessä ja puolet tieliikenteessä. Kokonaisenergiankulutus on 1,7 TJ. Energiankulutuksesta noin 40 % muodostuu lentämisestä, 40 % tieliikenteestä ja 20 % kalustosta. Harrastuksen ekologinen jalanjälki on noin 30 ha, joka jakautuu energiankulutuksen mukaisesti. Hiilidioksidipäästö on 150 tonnia, siitä reilu kolmannes muodostuu lentämisestä, kolmannes tieliikenteestä ja loppu kalustoon sitoutuneen energian tuotannosta. Metaanipäästöstä (40 kg), hiilivetypäästöstä (noin 1 tonni) ja häkäpäästöstä (noin 5 tonnia) noin 60 % muodostuu lentämisestä, 0-2 % välillisestä energiasta ja loppu tieliikenteestä. Rikkidioksidipäästöstä (10 kg) lentämisen ja tieliikenteen osuudet ovat noin 10 % kumpikin, lopun muodostuessa välillisen energian tuotannossa. Harrastajaa kohti lasketuksi ekologiseksi jalanjäljeksi saadaan noin 800 m² ja yhtä lentotuntia kohden 200 m².

Ultrakevytharrastuksen ympäristötekijöiden jakautumisessa näkyy lentokaluston osuus kokonaisuudesta suurempana kuin useimmissa muissa lajeissa. Tämä johtuu siitä, että ultrakevytlentokoneilla lennetään hyvin vähän, ja että koneita on rekisterissä lentoihin nähden paljon. Lisäksi laskennassa ultrakevytlentokoneen käyttöiäksi on oletettu 15 vuotta, joka on esimerkiksi vain puolet moottorilentokoneen oletetusta käyttöiästä. Ultrakevytlentämiseen liittyvät meluongelmat ovat vähenemässä 4-tahtimoottorien yleistymisen myötä.

Nousuvarjotentäminen

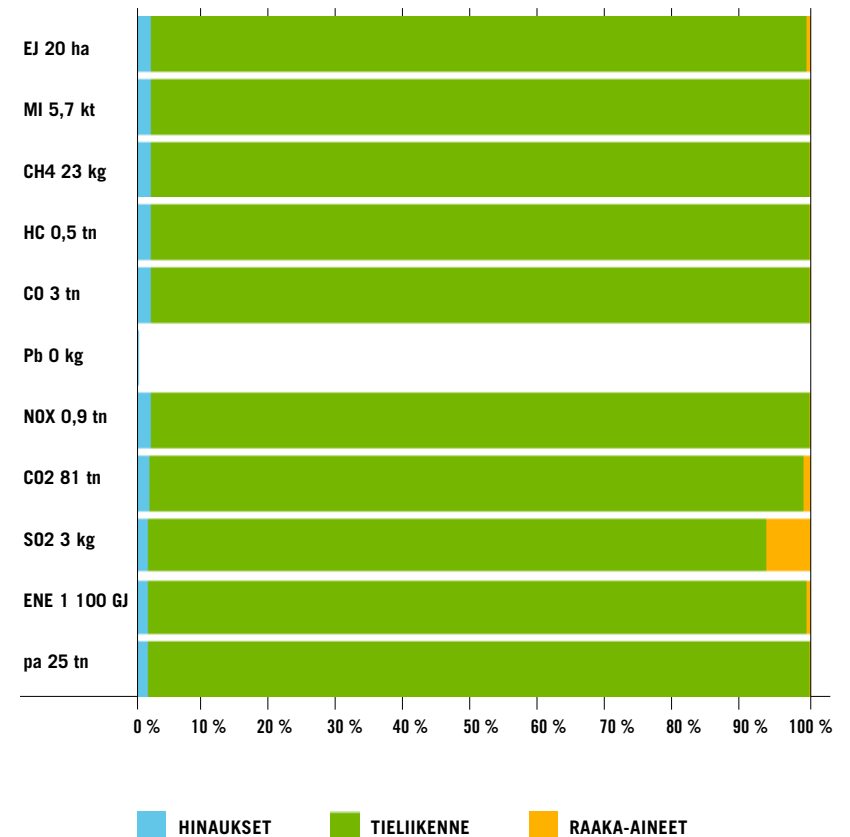
Nousuvarjoharrastajia oletetaan olevan 573, joista hinaajia on 150. Nousuvarjohinauksia oli 3 500 kpl. Yhden hinauksen oletetaan vastaavan keskimäärin kahden kilometrin ajoa. Hinauksessa oletetaan käytettävän diesel- tai bensiini- pakettiautoja, kulutus ja päästöt kaupunkiliikenteen mukaiset. Nousuvarjoharrastajien oletetaan tekevän 20 harrastusmatkaa joihin sisältyy yhteensä 60 km edestakainen ajomatka. Oletetaan, että nousuvarjoja on 150 kpl ja niiden energiasisällöksi oletetaan 480 MJ.

Nousuvarjotentäminen ympäristötekijät ja niiden tarkastelu

Nousuvarjotentämisjärjestelmän polttoaineen kulutukseksi saadaan 25 tn. Kokonaisenergiankulutus on 1,1 TJ ja ekologinen jalanjälki on 20 ha. Metaanipäästöksi saadaan noin 20 kg, häkäpäästöksi 3 tonnia ja haihtuvien hiilivetyjen päästöksi 500 kg. Typen oksidien päästöksi saadaan vajaa 1 tonni. Nousuvarjoharrastuksen hiilidioksidipäästö on noin 80 tonnia. Nousuvarjoharrastuksen ympäristötekijät koostuvat yli 95 -prosenttisesti tieliikenteestä. Nousuvarjohinausten osuus ympäristötekijöistä on 1-2 %. Varusteiden osuus jää alle prosenttiin. Harrastajaa kohden laskettu ekologinen jalanjälki on 340 m² ja yhtä lentoa kohden 60 m².

Nousuvarjotentäminen on hyvä esimerkki lajista, jonka ympäristötekijöitä kannattaisi vähentää etsimällä harrastukseen soveltuvia paikkoja asumispaikan läheltä, jolloin harrastukseen liittyvä tieliikenteen tarve vähenisi. Tämä näkyisi kokonaisuudessa lähes samassa suhteessa.

KUVA 12
NOUSUVARJOLENTÄMISEN YMPÄRISTÖTEKIJÄT



Harrasteilmailun ympäristötekijöiden tarkastelu



Energiankulutus

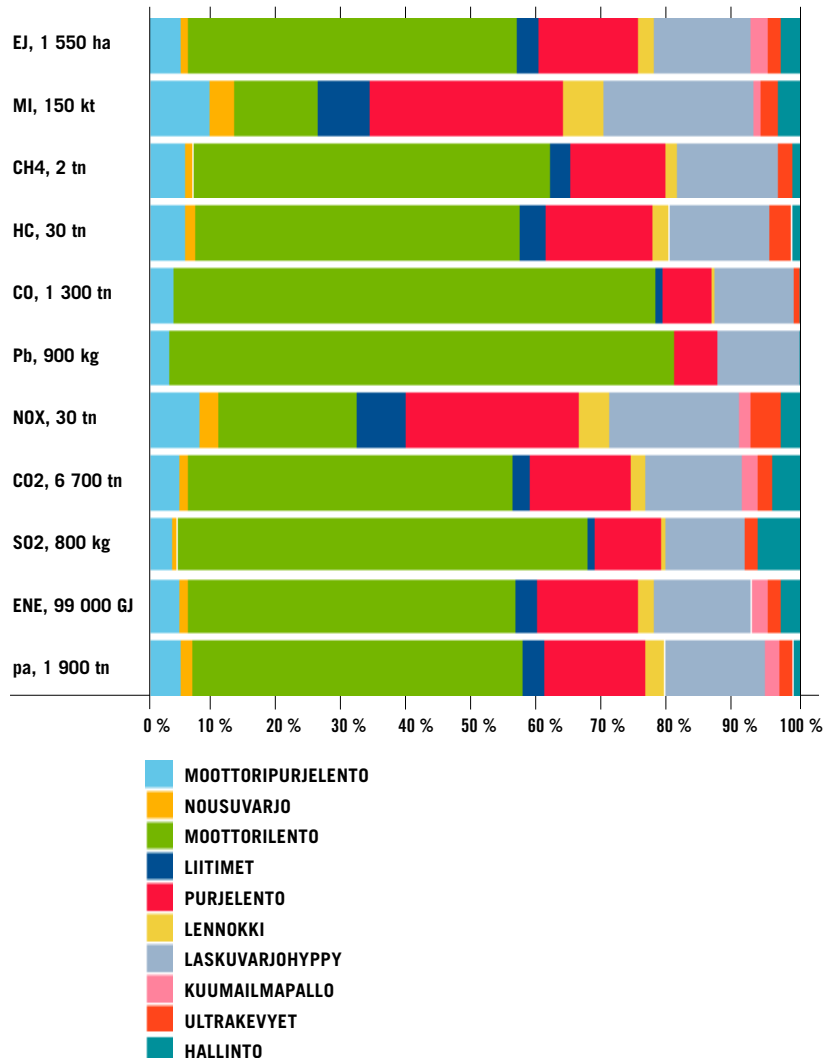
Harrasteilmailun kaikkien lajien yhteenlasketuksi energiankulutukseksi saadaan 88 TJ. Tämä vastaa esimerkiksi noin neljää prosenttia huviveneilyyn (2500 TJ), tai kahta prosenttia lasketteluun (3800 TJ) liittyvästä energiankulutuksesta Suomessa. Autourheiluun liittyvään energiankulutukseen (846 TJ) verrattuna harrasteilmailun kulutus on noin kymmenen prosenttia. Toisaalta energiankulutus on samaa luokkaa esimerkiksi oopperaan (102 TJ) tai mäkihyppyyn (84 TJ) liittyvän energiankulutusten kanssa.¹⁵⁾

Koko harrasteilmailun energiankulutuksesta noin 62 % muodostuu toiminnasta itsestään, eli lentämisestä, lennättämisestä, hinaamisesta jne. Keskimäärin 32 % kulutuksesta muodostuu harrastajien autoliikenteestä lentopaikoille. Noin kolme prosenttia kulutuksesta aiheutuu lentokalustoon sitoutuneesta energiasta ja hiukan alle kolme prosenttia harrasteilmailuun liittyvästä hallinnosta. Koko harrasteilmailun yhteenlasketut energiankulutuksen jakaumat eivät kuitenkaan kerro koko totuutta, sillä harrasteilmailun lajien väliset vaihtelut ovat suuret. Ainoastaan moottorilennon ja kuumailmapalloon kulutuksesta yli puolet aiheutuu lentämisestä. Muilla lajeilla liikenteen osuus kokonaiskulutuksesta on selvästi yli puolet. Moottorilennon kokonaiskulutus on yli puolet koko harrasteilmailun kulutuksesta, siksi sen jakauma näkyy keskiarvossa. Jos kokonaisjakaumaa verrataan muihin vapaa-ajanviettopauihin, niin havaitaan, että esimerkiksi useissa urheilulajeissa liikenteen osuus kokonaiskulutuksesta on yli puolet.^{15), 16)} Tulos on yhtäpitävä muiden ilmailulajien, paitsi moottorilennon ja kuumailmapalloon osalta, joiden jakaumat vastaavat esimerkiksi muiden moottoriurheilun lajien energiankulutuksen jakaumia. Koska ekologinen jalanjälki on laskettu energiankulutuksen perusteella, voi myös energiankulutuksen jakaumaa tarkastella kuvasta 14.

Energiankulutuksesta vain muutama prosentti on välillistä kulutusta. Välillisen kulutuksen laskentaa vaikeuttaa huomattavasti eri palveluiden välillisen energiankulutuksen (tai energiasisältöjen) tietojen puutteellisuus. Laskennassa käytettiin monista tuotteista ainoastaan raaka-aineiden lämpöarvoja. Tämä ei anna todellista kuvaa tilanteesta. Tuloksena saadaan kuitenkin käsitys suuruusluokasta jolle välillisen kulutuksen osuus asettuu. Sama koskee myös välittömään kulutukseen, kuten polttoaineet ja sähkö liittyvää välillistä kulutusta. Koska tarkkoja arvoja ei ole ollut saatavilla, on jouduttu käyttämään oletusarvoja. Tästä syystä koko katselmuksessa on jätetty energialähteisiin liittyvä välillinen kulutus huomiotta. Vastaavaasti sähköstä ei ole huomioitu siirtohäviöitä, ja polttoaineista on huomioitu vain lämpöarvot.

¹⁵⁾ Mäntylä ja Alppivuori 1996 ¹⁶⁾ Laininen 1999.

**KUVA 13
HARRASTEILMAILUN YMPÄRISTÖTEKIJÖIDEN JAKAUMAT**



Harrasteilmailun ekologinen jalanjälki

Harrasteilmailulajien yhteenlaskettu ekologinen jalanjälki on 1 550 hehtaaria (15,5 km²). Ekologinen jalanjälki muodostuu suhteiltaan vastaavasti energiankulutuksen mukaan. Ohessa on esitetty myös lajikohtaisesti laskettuja jalanjälkiä, jotka kuvastavat yhteen lentotuntiin, hyppyyn tai hinaukseen kuluva energiamäärä. Lajien suoritekohtaisten jälkien vertaaminen osoittaa kuinka suuri vaihtelu eri ilmailulajien välillä on. Suoritekohtaiset jäljet vaihtelevat lennokkiharrastuksen noin 20 neliömetristä kuumailmapallon lähes 400 neliömetriin. Jokaisen lajin harrastajamäärää on käytetty myös lajin kokonaisjäljen jakamiseen. Tällöin on saatu kyseisen ilmailuharrastuksen vaikutus harrastajan ekologiseen jalanjälkeen. Myös tässä erottuvat kuumailmapallo- ja moottorilentäminen, joiden harrastajakohtaiset jäljet ovat 4000-5500 neliömetriä. Kummankin lajin osalta on syytä muistaa, että niitä harrastettaessa useimmiten mukana on useampi henkilö kuin lentäjä yksin. Esimerkiksi kuumailmapallossa on harvoin vähemmän kuin neljä matkustajaa. Harrastajakohtaista osuutta voisikin siis ajatella jaettavaksi toimintaan osallistuvien kesken.

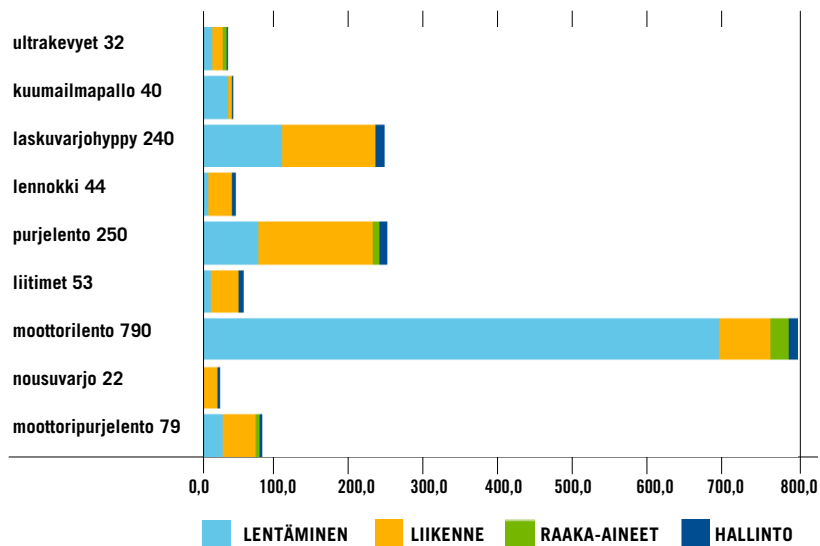
Jos suomalaisen ekologinen jalanjälki energiankäytön osalta on noin kolme hehtaaria,¹⁷⁾ niin ilmailuharrastuksen osuus keskimääräisestä ekologisesta jalanjäljestä on muutamista prosenteista jopa viidesosaan. Koska yhteiskunnan muiden toimintojen ekologistia jalanjälkiä on laskettu vasta hyvin vähän ei muita vertailukohtia juuri ole. Vertailun vuoksi tässä yhteydessä on kuitenkin laskettu muutamien kulttuuri-, urheilu- ja liikuntaharrastuksen yksikkökulutusten avulla vastaavia ekologistia jalanjälkiä. (ks kuva 17).

Ekologiseen jalanjälkeen yleisesti vaikuttaa paljonko fossiilisten polttoaineiden tuotannon, jalostuksen ja kuljetusten lasketaan kuluttavan energiaa ja siten vapauttavan hiilidioksidia. Toisaalta tulokseen vaikuttaa paljonko pinta-alayksiköllä olevan kasvillisuuden lasketaan sitovan hiiltä. Tämä riippuu luonnollisesti tarkasteltavasta maa- tai vesialueesta. Ekologinen jalanjälki onkin uusi tapa tarkastella toimintojen ympäristösuhdetta ja se osittain hakee vielä muotoansa ja tulee kehittymään tutkimustiedon lisääntyessä.

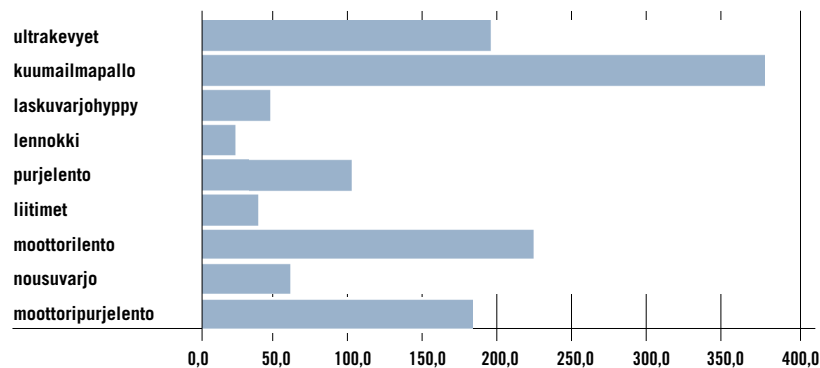
Harrasteilmailun polttoaineiden kulutus ja ilmapäästöt

17) Hakanen 1999.

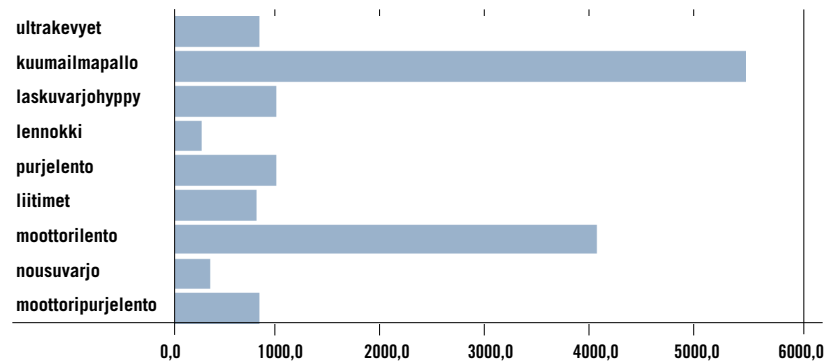
KUVA 14
HARRASTEILMAILULAJIEN EKOLOGISEN JALANJÄLJEN RAKENNE (ha)



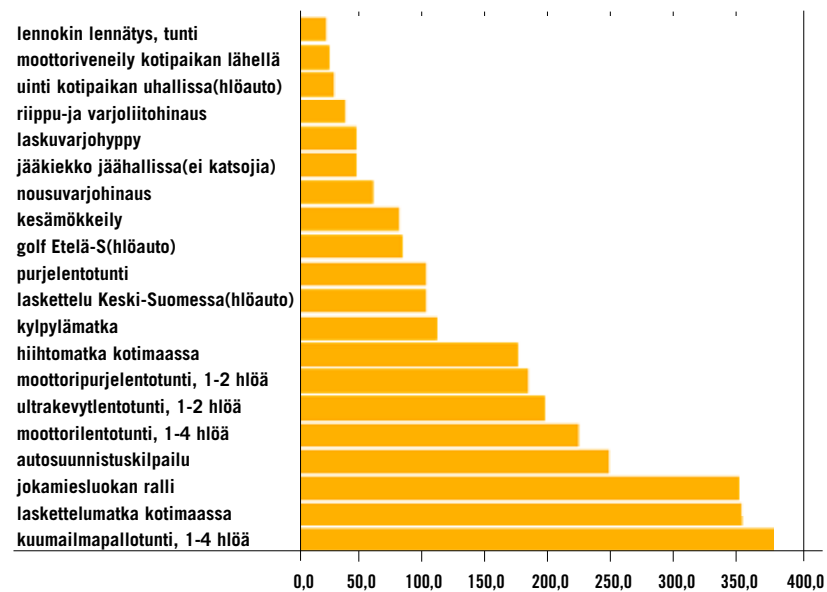
KUVA 15
ILMAILULAJIEN EKOLOGINEN JALANJÄLKI SUORITUSTA KOHDEN
(m²/hyppyä, hinausta tai tuntia)



KUVA 16
ILMAILULAJIEN HARRASTAJAKOHTAINEN EKOLOGINEN JALANJÄLKI (m²)

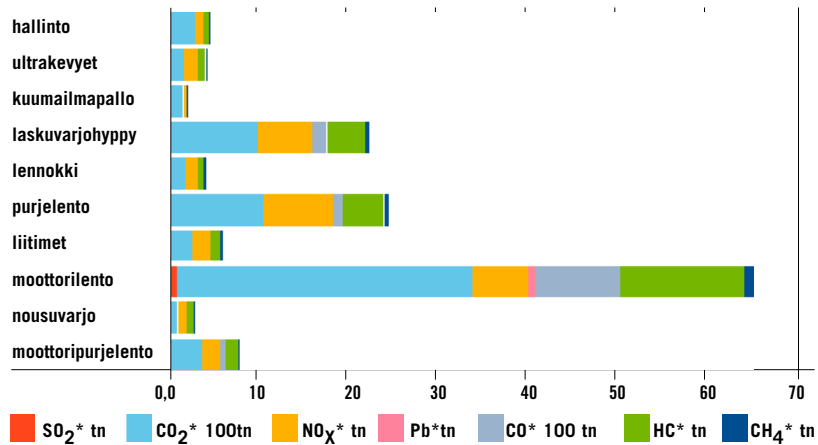


KUVA 17
ERI VAPAA-AJANKÄYTTÖMUOTOJEN YKSIKKÖKULUTUKSISTA LASKETTUJA
EKOLOGISIA JALANJÄLKIÄ, (m² /toiminto/henkilö)¹⁸⁾



18) Muiden vapaa-ajankäyttötöiden laskentaperusteena Mäntylä 1995 sekä Mäntylä ja Alppivuori 1996

KUVA 18
HARRASTEILMAILUN ILMAPÄÄSTÖJEN LAJIKOHTAISET JAKAUMAT,
tonnia, paitsi CO ja CO₂ sataa tonnia.



Harrasteilmailun polttoaineiden kulutukseksi saadaan noin 1 900 tonnia. Tähän on huomioitu ainoastaan välitön liikenteestä tai lentotoiminnasta aiheutuva kulutus. Harrasteilmailun hiilidioksidipäästö on noin 6,7 kt. Hiilidioksidipäästö muodostuu energiankulutusta vastaavasti. Muihin vapaa-ajantoimintoihin verrattuna, esimerkiksi huviveneilyn hiilidioksidipäästöön (164 kt)¹⁹⁾ verrattuna harrasteilmailun päästö on noin neljä prosenttia. Muista vapaa-ajan toiminnoista ei ole tietoja saatavilla, mutta yleisesti ottaen hiilidioksidipäästö on sidoksissa energiankulutukseen, joten energiankulutusten vertailu kertoo myös hiilidioksidipäästöjen suhteista.

Harrasteilmailun hiilimonoksidipäästökseen saadaan 1 200 tonnia. Tämä vastaa noin 0,4 prosenttia kaikista liikenteen hiilimonoksidipäästöistä Suomessa, tai esimerkiksi viittä prosenttia vesiliikenteen häkäpäästöistä.¹⁹⁾ Hiilimonoksidipäästö vaikuttaa erityisen korkealta, kun vielä huomioi, että se muodostuu suurimmaksi osaksi lentomootoreiden päästöistä. Hiilimonoksidipäästön ollessa jopa kymmeniä prosentteja lentomootorin hiilidioksidipäästöstä, on selvää että hiilimonoksidin osuus tulisi vähentää hiilidioksidipäästöstä. Tässä katselmuksessa hiilidioksidipäästön laskentaan käytettiin kertoimia, joihin sisältyy oletus palamisen tapahtumisesta 99-prosenttisesti. Jos todellinen hiilimonoksidipäästö on jopa kolmasosan

19) Mäkelä *et al.* 1999b s. 32-33

polttoaineen teoreettisesta hiilidioksidipäästöstä, ei palaminen voi olla lähellään täydellistä. On mielenkiintoista verrata, kuinka autoliikenteen kertoimilla laskien hiilimonoksidipäästö on murto-osa lentomootorikertoimilla lasketuista. Tämä kertoo palotapahtumasta lentomootorissa.

Typen oksidipäästöiksi saadaan noin 30 tonnia. Harrasteilmailun typen oksidien päästö on esimerkiksi huviveneilyn päästöistä noin kaksi prosenttia.²⁰⁾ Suhteutettuna hiilidioksidipäästöön typenoksidipäästö on esimerkiksi huviveneilyyn tai autoiluun verrattuna pieni. Myös typen oksidipäästöt riippuvat moottorityypistä, esimerkiksi lentomootorien ominaispäästökertoimet poikkeavat huomattavasti automootorien kertoimista. Lentomootoreiden typen oksidipäästöt ovat huomattavasti pienemmät kuin esimerkiksi saman kokoisten auton moottoreiden vastaavat. Tulos on yhtenevä korkean hiilimonoksidipäästön kanssa. Muista vapaa-ajankäyttömuodoista ei ole yhteenlaskettuja typen oksidien päästötietoja saatavilla.

Haittuvien hiilivetyjen päästö on noin 30 tonnia. Tielikenteen keskimääräisiin päästöihin verrattuna hiilivetypäästö vaikuttaa pieneltä. Metaanipäästö noin kaksi tonnia. Koska lentomootoreista ei ole saatavilla kertoimia metaanipäästöistä, on harrasteilmailun metaanipäästö laskettu ainoastaan liikenteen ja automootorikertoimien perusteella. Rikkidioksidipäästö on noin 800 kg. Lentomootoreiden rikkidioksidipäästö on laskettu olettaen, että kaikki polttoaineen rikki hapettuu. Lentobensiini sisältää enemmän rikkiä kuin tieliikennebensiinit. Näin ollen harrasteilmailun rikkidioksidipäästö edustaa suurempaa suhteellista osuutta esimerkiksi liikenteestä, kuin energiankulutus. Kiinteiden lähteiden rikkidioksidipäästöt huomioiden harrasteilmailun rikkidioksidipäästöillä ei ole juuri merkitystä.

Harrasteilmailun lyijypäästö

Harrasteilmailun lyijypäästökseen muodostuu noin 900 kg. Kun koko maan lyijypäästö ilmaan on noin 19 tonnia,²¹⁾ on harrasteilmailun osuus tästä peräti viisi prosenttia. Tätä voi pitää suhteellisesti merkittävänä, joskin määrällisesti 900 kg on vähän. Lyijyn päästösuhteet ovat muuttuneet viimeisen kymmenen vuoden aikana liikenteen siirryttyä kokonaan lyijyttömien polttoaineiden käyttöön. Vielä kymmenen vuotta sitten lyijyn kokonaispäästö ilmaan oli Suomessa lähes 300 tonnia harrasteilmailun osuuden ollessa kilomääräisesti jokseenkin sama, mutta suhteellisesti vain joitakin prosentin kymmenyksiä. Tulevaisuudessa lentobensiinin aiheuttamaan lyijypäästöön tullaan todennäköisesti kiinnittämään huomiota. Tämä tullee tapahtumaan lyijyllisen bensiinin poistumisella vähitellen markkinoilta.

20) Mäkelä *et al.* 1999b s.32-33 21) Hoffren 1999a s.63

Harrasteilmailun ympäristötekijöiden epävarmuustarkastelu

Harrasteilmailun lajien tilastot sisältävät jonkin verran virhettä. Vaikka useimmissa lajeissa suoritukset on dokumentoitava (lentopäiväkirja), niin toimintailmoitusten jättäminen ei ole pakollista muiden kuin varsinaisten ilma-alusten osalta. Ulkopuolelle jäävät siten liidinlajit, nousuvarjo ja lennokit. Ultrakevytlentokoneiden osalta on ilmoitusvelvollisuus, mutta ilmailulaitoksen tilastot eivät olleet käytettävissä tältä osin. Kyseisten lajien suoritusmäärät perustuvat Ilmailuliiton vapaaehtoiisiin tilastoihin sekä Ilmailuliiton asiantuntijoiden tekemiin oletuksiin.

Eri lajien todellisista harrastajamääristä ei ole kaikilta osin (lennokit ja nousuvarjo) kattavaa tietoa. Myös näiltä osin on käytetty oletusten pohjana vapaaehtoisia tilastoja. Harrastajien harrastuskerrat ja ajokilometrit ovat niin ikään arvioita jotka perustuvat Ilmailuliiton asiantuntijoiden lausuntoihin sekä tunnettujen harrastajien ja harrastuspaikkojen todellisiin harrastuskertoihin ja välimatkoihin. Niin ikään lähes kaikki katselmuksessa käytetyt yksikkökulutustiedot (tuntikulutukset, hinausten kulutustiedot ym.) ovat arvioita, mutta perustuvat tunnettuihin kulutustietoihin sekä alan asiantuntijoiden kokemuksiin.

Katselmuksessa käytetyt lentomoottorien päästöindeksit on ekstrapoloitu käyttäen kahden lentomoottorin tunnettuja kertoimia. Kaikki autojen moottoreita koskevat päästöindeksit ovat valtakunnallisen liikenteen päästöjen laskentamenetelmän kutakin ajoneuvotyyppiä koskevia keskimääräisiä kertoimia. Katselmuksessa on hyödynnetty ajoneuvoliikenteen päästötietoja myös osittain lentokaluston päästöjä laskettaessa, koska sopivia lentomoottoreiden indeksejä ei ollut saatavilla. Osittain virhettä on aiheutunut myös aikaisempien tutkimusten virheiden toistamisesta. Esimerkiksi lentomoottorin hiilidioksidipäästö ja hiilimonoksidipäästö ovat todellisuudessa sidoksissa toisiinsa. Lentomoottoreita käyttävien lajien osalta hiilidioksidipäästön tulos on siten todellista suurempi.

Tämän katselmuksen tuloksia ei voida pitää tarkkoina arvoina tai vertailukelpoisia muutoin kuin samoilla laskentaoletuksilla. Tulosten voidaan kuitenkin olettaa kuvaavan hyvin ympäristötekijöiden jakaumaa ja suuruusluokkia harrasteilmailussa.

Katselmuksessa tarkasteltiin suomalaisen harrasteilmailun ympäristövaikutuksia. Harrasteilmailun lajien aiheuttamista ympäristötekijöistä laskettiin energiankulutus ja ilmapäästöjä. Ilmapäästöistä laskettiin hiilidioksidi, hiilimonoksidi, typen oksidit, rikkidioksidi, haihtuvat hiilivedyt sekä metaanipäästöt. Lisäksi laskettiin lentobensiinistä aiheutuva lyijypäästö. Ilmapäästöjen laskennassa käytettiin kahden lentokonemoottorin tunnettuja ominaispäästökertoimia, sekä valtakunnallisen tieliikenteen päästötietojärjestelmän keskimääräisiä kertoimia eri ajoneuvotyypeille. Tuloksina saadut ympäristötekijät jaettiin harrastajien lukumäärillä sekä suoritteilla, jolloin saatiin harrastaja- ja suoritekohtaisia arvoja.

Lajien kokonaistulosten perusteella harrasteilmailuun liittyvän autoliikenteen havaittiin olevan merkittävässä asemassa ympäristötekijöiden suhteen. Havainto on vertailukelpoinen ja yhtenevä muiden vapaa-ajankäyttömuodoista tehtyjen tutkimusten kanssa. Autoliikenteen osuus esimerkiksi eri ilmailulajien energiankulutuksesta kuitenkin vaihtelee välillä 10...95 %, kaikkien lajien keskimääräinen autoliikenteen osuus on noin yksi kolmasosa. Nousuvarjo-, lennokki- ja liidinlajeilla liikenteen osuus on suurin, moottorilentämisellä ja kuumailmapallolentämisellä pienin. Koska lajit poikkeavat toisistaan ympäristötekijöiden suhteen näin huomattavasti, ei harrasteilmailua ole mielekäästä tarkastella kokonaisuutena. Sen sijaan kutakin lajia tulisi tarkastella erikseen.

Meluhaittoja liittyy laskuvarjohyppyyn, purjelentoon, moottorilennokkeihin, ultrakevyisiin ja moottorilentoon. Useimpien lajien meluhaittoja voidaan vähentää merkittävästi. Tähän on olemassa lukuisia keinoja. Kyse on sekä asian huomioon ottamisesta että kustannuksista. Yksinkertaisimpia keinoja on pakoäänien huolellinen vaimentaminen äänenvaimentimilla, oikea potkurivalinta ja sopivan lentolaitteen valinta kuhunkin tehtävään."Oleellista on myös tiedotustoiminta siten, että vaikutukset voidaan esittää yleistajuisesti. SIL:n haaste on tiedottamisessa ja asian esittämisessä myönteisessä hengessä, koska todelliset vaikutukset ovat vähäisiä ja aiheutuvat lähinnä kiusallisuusreaktioista. Erityisesti julkisuuskuva on tärkeä."²²⁾ Tulevaisuudessa saattaa joka tapauksessa olla hyödyllistä teettää melualue selvityksiä yksittäisistä ongelmapaikoista.

Lentobensiinin palaminen harrasteilmailun lentokonemoottoreissa

²²⁾ Viinikainen, 2000.

ei todennäköisesti tapahdu niin tehokkaasti kuin kirjallisuudessa on oletettu. Tästä syystä hiilidioksidin päästö on todellisuudessa laskettua pienempi. Tämä tulisi ottaa huomioon myös valtakunnallisen ilmaliikenteen päästötietojärjestelmän laskentaperusteita tarkistettaessa.

Energiankulutuksen yhteyttä hiilitaseeseen ja maapallon rajallisuuteen kuvattiin käsitteellä ekologinen jalanjälki. Jalanjälkilaskennassa saatiin vertailukelpoisia pinta-aloja. Jalanjälki laskettiin sekä eri lajeille kokonaisuuksina että eri lajien harrastajille. Ekologinen jalanjälki laskettiin myös eri ilmailulajien suoritteille, kuten lentotunti, hyppy tai hinaus. Ekologisen jalanjäljen ja energiankulutuksen jakaumat ovat suhteiltaan yhtenevät. Tässä on tietty ristiriita, sillä ekologisen jalanjäljen tavoite on kuvata hiilidioksiditasetta. Näin ollen se tulisi laskea suoraan hiilidioksidipäästöstä eikä energiankulutuksesta. Ongelmana on hiilidioksidipäästöjen puuttuminen useimmista palveluista tai hyödykkeistä.

Ekologinen jalanjälki käsitteenä liittyy energiankulutuksen ja hiilidioksidipäästöt maapallon rajallisiin resursseihin kansantajuisesti. Tämä on oleellista, jotta voisimme ymmärtää eri hyödykkeiden ja palveluiden kuluttamisen yhteyden maailmanlaajuisiin ilmastokysymyksiin. Esimerkiksi kansainvälinen Kioton ilmastosopimus edellyttää jo nyt toimenpiteitä hiilidioksidipäästöjen rajoittamiseksi, tulevaisuudessa toimenpiteet laajenevat yhteiskunnan joka alueelle.

On sanomattakin selvää, että ilmailijoiden on ensin itse tehtävä kaikkensa ympäristöhaittojen vähentämiseksi. Ensimmäinen askel tällä tiellä on tämän selvityksen myötä otettu. Seuraava askel on tulosten hyödyntäminen oman toiminnan kehittämisessä haittommampaan suuntaan. Vaikka toimintamme ei juuri yhteiskunnan muista toimista ympäristön suhteen erotu, niin ilmailijoina tahdomme olla kehityksen eturivissä. Vain siten voimme itse vaikuttaa siihen miten ympäristöhaittoja vähennämme. Ympäristön kannalta kun on sama kuinka jalanjälkemme pienenee, kunhan pienenee. Oleellista on kehityksen suunta. Lopulta on jokaisen omalla vastuulla osallistua talkoisiin.

Ainakin seuraavista toimenpiteistä on jo myönteisiä kokemuksia: Moottorilennon peruskoulutuksessa voi käyttää moottoripurjelentokoneita ja nykyaikaisia ultrakevyitä meluisten ja painavien moottorikoneiden sijaan. Purjelentokoneiden hinaamiseen ja laskuvarjohyppääjien kuljettamiseen on myös olemassa tehokkaampia ja haittommampia lentokoneita kuin useimmat

nykyään käytössä olevat. Purjelennossa voidaan käyttää vintturihinausta lekohinauksen sijasta. Jokainen voi itse kehittää lisää keinoja oman lajinsa ympäristöhaittojen vähentämiseen.

Jos tarkastellaan itse lentämistä kokemuksena, voidaan myös ajatella voiko saman ilmailukokemuksen saada vähemmän haitallisella lajilla? Harrasteilmailun lajien väliset erot ympäristötekijöiden suhteen ovat suuria.

Tulevaisuudessa kannattaa tutkia kaikkia harrasteilmailuun liittyviä ns. BAT- (Best Available Techniques) tekniikoita. Parhaan mahdollisen tekniikan käyttäminen on erityisen tärkeää sekä melunvaimennuksessa että päästöjen ja energiankulutuksen vähentämisessä omaehtoisesti. Erityisesti kannattaisi panostaa hyppy- ja hinauskaluston kehittämiseen.²³⁾ On myös syytä tehostaa korvaavien, nykyaikaisten, lyijytöntä polttoainetta käyttävien lentomoottorivahtoehtojen kartoittamista. Tähän liittyen olisi hyödyllistä pyrkiä hankkimaan tietoja uusien moottoreiden ominaispäästöistä.

Liikkuminen harrastuspaikoille

Katselmuksen tulosten perusteella on ilmeistä, että harrasteilmailun ympäristötekijöitä kannattaa vähentää myös harrastajien liikkumistarvetta vähentämällä. Tämä toteutuu parhaiten lentopaikkojen ja ilmailijoiden ollessa mahdollisimman lähellä toisiaan. Kannattaa siis pyrkiä säilyttämään vanhat asutuksen lähellä olevat lentopaikat. Liikenteen ympäristötekijöitä voidaan myös tehokkaasti vähentää käyttämällä mahdollisimman paljon julkista liikennettä ja esimerkiksi yhteiskuljetuksia. Kuluttavan valinta voi yksin matkustettaessa vaikuttaa esimerkiksi laskettelumatkan energiankulutukseen jopa kolmin- tai nelinkertaisesti.²⁴⁾ Juna-liitännäismatkoineen on kaikissa tapauksissa energiankulutuksen kannalta paras vaihtoehto. Muiden kulkuneuvojen paremmuus riippuu matkustajien määrästä. Etäisyys matkakohteeseen kasvattaa harrastuksen kokonaiskulutusta oleellisesti, esimerkiksi etäisyyden kaksinkertaistuminen kasvattaa harrastusmatkojen kokonaiskulutusta 35-80 %.²⁴⁾ Energiankulutuksen kannalta on aina perusteltua käyttää lähempänä sijaitsevia harrastuspaikkoja kauempana sijaitsevien sijasta.

23) mm. Niemi 1999. 24) Mäntylä ja Alppivuori 1996

lähdeluettelo

Borg Olli 2000.

Harrasteilmailun ympäristötekijät Suomessa. Diplomityö, Teknillinen Korkeakoulu, Ympäristönsuojelutekniikan Laboratorio. Espoo 2000. 100 s + 10 liitettä.

Brüel P.V. 1997.

Report from the Environmental Commission to the 90th FAI General Conference in October 1997, Rio de Janeiro 1997, Moniste 4 s. + 2 liitettä.

Hakanen Maija 1999.

Yhdyskuntien ekologisesti kestävä kehityksen arviointi, kriteerit ja mittaaminen. Suomen Kuntaliitto. Helsinki 1999.

Hoffren Jukka (toim.) 1999a.

Luonnonvarat ja Ympäristö 1999; 2, Suomen virallinen tilasto. Helsinki 1999, Ympäristöministeriö ja Tilastokeskus, 64 s.

Hoffren Jukka 1999b.

Talous hyvinvoinnin ja ympäristöhaittojen tuottajana. Suomen ekotehokkuuden mittaaminen. Helsinki. 1999, Tilastokeskus.

Ilmailulaitos 2000, OPS T1-1,

Tilasto vuosittaisista lentotuntimääristä 1998. Lentoturvallisuushallinto, Ilmailutiedotus, Ilmailulaitos, Vantaa 2000 4 s.

Laininen Erkka 1999.

Suomen Suunnistusliiton ympäristöjärjestelmän kehittäminen. Diplomityö. Teknillinen Korkeakoulu. Espoo 1999.

Mäkelä Kari, Kanner Heikki ja Laurikko

Juhani 1999a. Suomen tieliikenteen pakokaasupäästöt, LIISA 1998 -laskentajärjestelmä. Espoo 1999., VTT Yhdyskuntatekniikka, tutkimusraportti 504, 42 s + liitt.

Mäkelä Kari, Tuominen Anu ja Pääkkönen Esa

1999b. Suomen liikenteen päästöjen laskentajärjestelmä LIPASTO 1998. MOBILE 2 M2T9916-6. Espoo 1999. VTT-Yhdyskuntatekniikka, tutkimusraportti 489. 39 s + 3 liitettä.

Mäntylä Kaj ja Alppivuori Kari 1996.

Vapaa-ajan harrastuksiin liittyvä energiankulutus. LINKKI kuluttajien käyttäytymisen ja energiansäästön tutkimusohjelma. Helsinki 1996, KTM, julkaisu 18 / 1996, 119 s.

Mäntylä Kaj 1995.

Uinti, laskettelu, jääkiekko, autourheilu ja golf kestävä kehityksen näkökulmasta. Helsinki 1995. Suomen liikuntatieteellinen seura. Tutkimusraportti, moniste 17 s.

Niemi Risto 1999.

Matkakertomus Europe Airsports:in tekniseen kokoukseen osallistumisesta 12.-13.12. 1998 Brysselissä Belgiassa. Suomen Ilmailuliiton Moottorilento-toimikunta 10.1.1999. Moniste 17 s.

Pesonen Kari 1992.

Helsinki – Malmin Lentoaseman lentomeluselvitys. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisu 1/1992. Helsinki 1992, 42 s. + 11 liitettä.

Rautiainen Antti (toim.) 1998.

Suomen Lentoliikenne – kestävä kehityksen haaste. Maan ystävät ry:n ja Luonto-liitto ry:n tietolehtinen 1998, 7 s.

Savola Marja ja Viinikainen Mikko 1995.

Lentoliikenteen päästöt Suomessa. MOBILE Liikenteen ja energiankäytön ympäristövaikutusten tutkimusohjelma, raportti Mobile 212Y-1. Vantaa 1995, Ilmailulaitos, lennonvarmistusosasto, järjestelmätoimisto, raportti A21/95, 37 s. + 4 liitettä

Suomen Ilmailuliitto 1999.

Toimintakertomus 1998. Helsinki

Velhonoja Pauli (toim.) ja

Jansson Anders HH (toim.) 1991.

Vähemmän melua 1991 – opas tiensuunnittelijoille. Tielaitos, Helsinki 1991. 58 s. + 2 liitettä.

Viinikainen Mikko 2000.

Suullinen tiedonanto harrasteilmailun ympäristövaikutuksista. Ilmailulaitos, Vantaa 15.3.2000

Viikuna Riikka 2000.

Suomen Ilmailuliiton toimintalukuja 1999 ympäristöselvitystä varten, julkaisematon kirjallinen tiedonanto 3 s. Suomen Ilmailuliitto, Helsinki 11.1.2000.