

PIENKONEBENSIININ (ALKYLAATTIBENSIININ) LAATUPORRASTUS

Tausta

Erilaisissa pienkoneissa kuten moottorisahoissa ja ruohonleikkureissa käytetään hyvin yksinkertaisia ja halpoja kipinäsytytysmoottoreita, joiden ominaispäästöt ovat monikymmenkertaiset esim. katalysaattorilla varustettuihin henkilöautojen bensiinimoottoreihin verrattuna. Kannettavissa laitteissa, kuten moottorisahoissa ja lehtipuhaltimissa kevyet ja tehokkaat mutta ominaispäästöiltään erittäin huonot kaksitahtimoottorit dominoivat. Kaasuttimella varustetussa aukkohuuhdellussa kaksitahtimoottorissa palamattoman polttoaineen osuus pakokaasuissa on merkittävä. Esim. ruohonleikkureissa käytetyt nelitahtimoottorit ovat kaksitahtimoottoreita puhtaampia, mutta kuitenkin suhteellisesti automoottoreita selvästi saastuttavampia.

Kannettavien ja työnnettävien pienkoneiden operaattorit altistuvat suoraan koneiden pakokaasulle. Pienkoneiden päästöt ovatkin enemmän työhygieniaongelma kuin varsinainen ilmanlaatuongelma. Vaihtamalla tavallinen moottoribensiini koostumukseltaan optimoituun pienkonebensiiniin, ns. alkylaattibensiiniin, pakokaasujen terveyshaittoja voidaan alentaa merkittävästi.

Puhtaiden ja energiatehokkaiden ajoneuvojen edistämistä koskevassa direktiivissä (2009/33/EY) on esitetty menetelmä päästökustannusten (ulkoisten kustannusten) määrittelemiseksi. Menetelmää voidaan käyttää esim. parafiinisen dieselpolttoaineen ja metaanin ympäristöhyötyjen arvottamiseen. Pienmoottoreiden päästöjen ja välittömän altistuksen haittakustannusten arviointiin ei kuitenkaan ole käytettävissä vastaavaa metodiikkaa. Kyse ei ole niinkään päästömäärien muutoksista kuin pakokaasun koostumuksen laadullisista muutoksista. Sen sijaan pienkoneiden pakokaasujen terveysvaikutuksia on arvioitu kliinisin tutkimuksin.

Pienkoneiden päästönormit ja ominaispäästöt

Pienkoneiden päästöjä säädetään direktiivillä 2002/88/EY ja siitä johdetulla valtioneuvoston asetuksella 844/2004. Asetus koskee moottoreita, joiden enimmäisteho on 19 kW. Venemoottoreita taas koskee 2003/44/EY johdettu laki 621/2005. Moottorikelkat ja ns. mönkijät ovat edelleen kokonaan päästörajoitusten ulkopuolella.

Taulukossa 1 on esitetty asetuksen 844/2004 mukaiset päästörajat kannettaville ja muille kuin kannettaville moottoreille. Ns. 2. vaiheen vaatimukset ovat kaikilta osiltaan voimassa viimeistään 2008.

Hiilimonoksidin (CO) raja-arvo on 610 – 805 g/kWh, raja-arvo hiilivetyjen ja typen oksidien summalle (HC + NO_x) on 12,1 – 72 g/kWh. Typen oksidien (NO_x) päästö saa olla enintään 10 g/kWh kaikissa moottoriluokissa. Raja-arvot on laadittu siten, että yli 100 cm³:n muut kuin kannettavat moottori ovat nelitahtimoottoreita. Vähentämällä NO_x-arvo 10 g/kWh HC + NO_x – summasta nähdään, että HC-päästö voi olla 2,1 – 62 g/kWh.

Lukuja voidaan verrata katalysaattorilla varustetun bensiiniauton ominaispäästöarvoihin, jotka suuruusluokkaisesti ovat:

- CO 1 g/kWh
- HC 0,2 g/kWh
- NO_x 0,2 g/kWh

Pahimmillaan pienmoottorin ominaispäästöt ovat siis monisatakertaiset verrattuna katalyysaattoriautojen päästöihin.

Venemoottoreiden osalta päästönormit ovat pienmoottoreihin verrattuna ankarammat, ja niinpä perinteiset kaasuttimella varustetut kaksitahtiperämoottorit ovat poistuneet markkinoilta. Markkinoilla on nyt pelkästään polttoaineen suoraruiskutuksella varustettuja kaksitahtimoottoreita ja nelitahtimoottoreita.

Taulukko 1. Kipinäsytytteisten pienmoottoreiden (enimmäisteho 19 kW) päästörajat. (844/2005)

Moottoriluokka	Iskutilavuus (cm ³)	Hiilimonoksidi (CO, g/kWh)	Hiilivedyt ja typen oksidit (HC + NO _x , g/kWh) *)
Kannettavat			
SH:1	V<20	805	50
SH:2	20≤V<50	805	50
SH:3	V≥50	603	72
Muut kuin kannettavat			
SN:1	V<66	610	50
SN:2	66≤V<100	610	40
SN:3	100≤V<225	610	16,1
SN:4	V≥225	610	12,1

*) kaikkien moottoriluokkien NO_x-päästö enintään 10 g/kWh

Pienkonebensiinin tuotantoprosessi

Alkylaatti on bensiinin komponentti, öljynjalostuksen tuote, jota voidaan käyttää joko sellaisenaan bensiininä tai osana ns. tavallista bensiiniä. Euroopassa on kymmenkunta alkylaattia valmistavaa jalostamo. Noin 5 tilavuusprosenttia kaikesta valmistetusta bensiinistä on alkylaattia Euroopan alueella. Alkylaatin hyvien ominaisuuksien, kuten korkean oktaaniluvun vuoksi, se on haluttu bensiinin komponentti, jolla voidaan parantaa bensiinin laatua. Nykyisin lähes kaikki valmistettu alkylaatti käytetään bensiinin komponenttina laadun parantamiseksi. Pienkonebensiinin valmistuksessa kokonaisalkylaatista erotetaan raskaimmat parafiinit pois tislaamalla, ja pienmoottoribensiiniin käytetään vain ns. kevytalkylaatti. Käyttämällä pienmoottoribensiinin valmistukseen vain keveimmät parafiinit saadaan bensiinin laatu mahdollisimman korkeaksi sekä päästöjen että moottorien puhtauden kannalta. Alkylaatin valmistuskustannukset ovat kalliimmat kuin tavallisen bensiinin. Prosessi on teknisesti vaativa, eikä valmistukseen sopivia lähtöaineita, joita saadaan FCC-krakkauksen sivutuotteena, synny öljynjalostuksessa kovin runsaasti. (YM 2006)

Alkylaattibensiinin koostumus ja vaikutus pakokaasupäästöihin

Tavallinen bensiini on hiilivetyjen seos, joka sisältää useita satoja erilaisia hiilivetyjä. Lisäksi bensiiniin lisätään ominaisuuksien parantamiseksi erilaisia lisäaineita. Bensiinin sisältämien hiilivetyjen koostumus vaihtelee riippuen käytetyn raakaöljyn alkuperästä ja jalostusprosessista. Tavallinen bensiini koostuu kolmeen eri pääluokkaan kuuluvista hiilivedyistä: aromaateista eli areeneista (esim. bentseeni, tolueni), alkeeneista eli olefiineista (esim. buteeni, penteeni) sekä alkaaneista eli parafiineista (esim. metyylipropani, metyylibutaani). Kaikkia bensiinin sisältämiä hiilivetyjä voidaan pitää ainakin jossain määrin haitallisina ympäristölle tai ihmisen terveydelle, mutta eri hiilivetytyyppien ja myös yksittäisten yhdisteiden välillä on suuria eroja ominaisuuksissa ja siten myös haitallisuudessa. Yleisesti ottaen vähiten haitallisina niin ympäristön kuin terveydenkin kannalta pidetään alkaaneita, kun taas alkeenit ja aromaattit, kuten karsinogeeniseksi luokiteltu bentseeni, ovat haitallisempia. (YM 2006)

Alkylaattibensiini eroaa tavallisesta bensiinistä erityisesti hiilivetykoostumukseltaan. Alkylaattibensiinillä tarkoitetaan tyydyttyneistä, voimakkaasti haarautuneista alkaaneista koostuvaa bensiiniä, joka ei sisällä käytännöllisesti katsoen lainkaan aromaatteja eikä olefiineja. Siinä ei siis ole lainkaan haitallisimpana pidettyjä hiilivetyjä, kuten bentseeniä. Koostumuksesta 99 % on alkaaneja, lähinnä isoparafiineja. Eniten, 70 %, on haarautuneita oktaanin eri isomeerejä, pääasiassa iso-oktaania, jota on noin 35 %. (YM 2006)

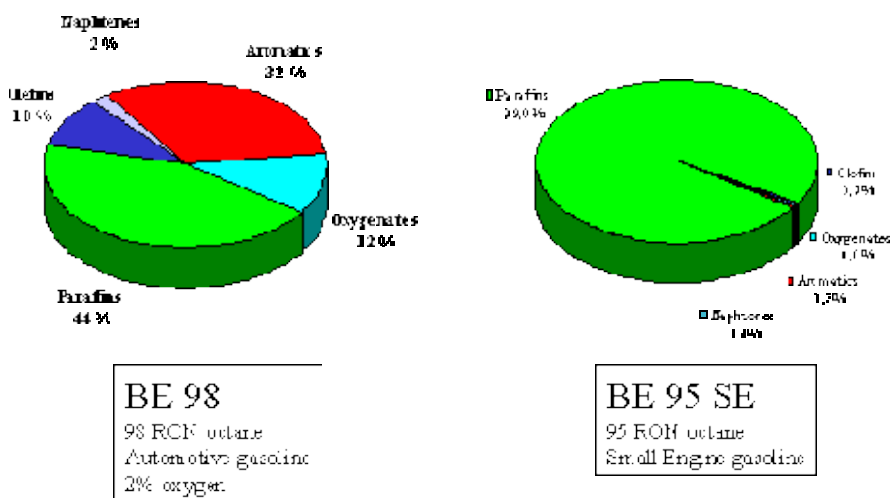
Palaessaan osittain aromaattiset hiilivedyt voivat muodostaa PAH-yhdisteitä (polyaromaattisia hiilivetyjä), joista monet haisevat voimakkaasti ja ovat syöpää aiheuttavia karsinogeneenejä. Pakokaasumittauksissa on havaittu, että pienmoottoribensiini ei niinkään vaikuta hiilimonoksidin ja hiilivetyjen määrään. PAH-pitoisuudet ovat sen sijaan erittäin alhaisia: noin 85 % pienempiä kuin tavallista bensiiniä käytettäessä. (IEA AMF Annex XXV)

Parafiininen pienmoottoribensiini ei höyrysty yhtä helposti kuin tavalliset bensiinit, mikä helpottaa käsittelyä ja parantaa työhygieniää. Pienmoottoribensiiniä käytettäessä koneen kuumuudesta tai polttoaineensyötön yksinkertaisesta rakenteesta johtuvat haihtumishäviöt jäävät pienemmiksi (Neste Oil, 2009).

Pienmoottoribensiinin koostumus yhdistettynä alhaiseen haihtuvuuteen pienentää merkittävästi käyttäjän altistusta muun muassa syöpää aiheuttaville yhdisteille tavalliseen bensiiniin verrattuna. Lisäksi pakokaasujen hiilivety päästöt eivät aiheuta käyttäjälle yhtä paljon haittaa kuin tavallista bensiiniä käytettäessä. Kolmitoimikatalysaattorilla varustetussa bensiiniautossa alkylaattibensiinistä ei ole vastaavaa hyötyä.

Kuvassa 1 on esitetty tavallisen bensiini ja pienkonebensiinin koostumus. Ruotsissa alkylaattibensiini on standardoitu, ja standardissa on asetettu laaturajat alkylaattibensiinin koostumukselle ja ominaisuuksille (Svensk Standard SS 15 54 61:2008, kts. liite 1).

Chemical Composition of Test Gasolines



Kuva 1. Tavallisen bensiinin (BE 98) ja pienkonebensiini (BE 95 SE) koostumus. IEA AMF Annex XXV)

Esimerkkejä pienkonebensiinin päästövaikutuksiin liittyvistä tutkimuksista

YM:n alkylaattibensiiniselvitys vuodelta 2006 sisältää yhteenvedon pienkonebensiinillä tehdyistä päästö- ja altistusmittauksista. Seuraavassa on tiivistelmä YM:n raportissa referoituista tutkimuksista.

Suomalaisia tutkimuksia

Pitkänen ym. (2001) ovat tutkineet bensiinin, voiteluöljyn ja katalysaattorin vaikutusta kaksitahtisen moottorisahan päästöihin. Myös alkylaattibensiini, johon oli lisätty oksygenaattia, oli mukana vertailussa. Tutkimuksen mukaan alkylaattibensiini tuotti haitallisia päästöjä, erityisesti aromaatteja ja PAH-yhdisteitä, merkittävästi vähemmän kuin referenssibensiini. Laboratoriomittausten lisäksi tutkimuksessa tehtiin mittauksia työolosuhteissa kuudelle metsurille. Pyrkimyksenä oli selvittää moottorisahauksen aiheuttamaa kemikaalialtistumista sekä polttoaineiden ja katalysaattorin vaikutusta altistumiseen. Näytteitä otettiin metsureiden hengitysilmaasta sekä kypärän otsaan ja työasuun kiinnitetyistä keräysalustoista. Lisäksi työpäivän päätteeksi tutkittavilta kerättiin veri- ja virtsanäytteet. Mittaustulosten mukaan polttoaineen valinnalla tai katalysaattorilla ei ollut merkittävää vaikutusta CO-altistumiseen. Perinteinen ja alkylaattibensiini eivät eronneet myöskään kokonaishiilivetyjen määrässä, mutta kylläkin selvästi aromaattien määrässä. Alkylaattibensiiniä käyttäneellä metsurilla aromaattikertymä oli alle viidesosa tavallista polttoainetta käyttäneeseen verrattuna. Myös syöpävaarallisille aineille, kuten bentseenille ja PAH-yhdisteille, altistuminen väheni merkittävästi käyttämällä alkylaattibensiiniä ja sopivaa kaksitahtiselle tarkoitettua voiteluöljyä. Virtsan naftolipitoisuus (PAH-aineiden metaboliatuote) oli alkylaattibensiiniä käyttäneellä kuudesosa tavallista bensiiniä käyttäneestä, ja bentseeniä ei esiintynyt lainkaan alkylaattibensiiniä käyttäneiden hengitysvyöhykkeellä. Johtopäätöksensä Pitkänen ym. (2001) ovat todenneet, että vaihtamalla tavallinen bensiini ja voiteluöljy alkylaattibensiiniin ja nimenomaan kaksitahtisille kehitettyyn voiteluöljyyn, voidaan saavuttaa huomattavia parannuksia metsureiden kemiallisissa työolosuhteissa ja päästöille altistumisessa. Lisävähennyksiä päästöissä voidaan saavuttaa käyttämällä vielä lisäksi katalysaattoria.

Teknologian kehittämiskeskuksen (TEKES) Promotor-tutkimushankkeen ”Pienmoottoreiden palamiserosolipäästöt” -tutkimuksessa on puolestaan verrattu alkylaattibensiinin ja 98-oktaanisen bensiinin vaikutusta pienen nelitahtimoottorin (5 hv) tuottamiin pakokaasupäästöihin. Myös tässä tutkimuksessa mukana vertailussa oli alkylaattibensiini, johon oli lisätty oksygenaattia. Tutkimuksen mukaan käytetty polttoaine vaikutti selvästi pakokaasuhiukkasten massamääräpäästöihin. Molemmat pienmoottoribensiinit tuottivat vakiokuormilla tehdyissä kokeissa selvästi vähemmän hiukkasia kuin 98-oktaaninen vertailubensiini. Hiukkasten lukumääräpäästöt olivat niin ikään pienmoottoribensiineillä alhaisemmat kuin vertailubensiinillä. Myös noen muodostuminen oli vähäisempää pienmoottoribensiiniä käytettäessä. Kaasumaisista päästöistä aromaattisten hiilivetyjen päästöt olivat pienmoottoribensiinillä 18–36 kertaa pienemmät kuin vertailubensiinillä. Aromaattisten aldehydien päästöt olivat molemmilla pienmoottoribensiineillä 30 kertaa alhaisemmat referenssibensiiniin verrattuna. Muiden yhdisteryhmien välillä bensiinien päästöissä ei esiintynyt merkittäviä eroja. (Ålander ym. 2003.)

Ruotsalaisia tutkimuksia

Magnusson (2002) on selvittänyt väitöskirjassaan polttoaineen ja voiteluöljyn vaikutusta pienen kaksitahtimoottorin päästöihin. Tutkimuksesta riippuen kokonaishiilivetyjen määrässä oli nähtävissä sekä pientä lisäystä että vähentymistä alkylaattibensiiniä käytettäessä. Kokonaishiilivetyjen päästöjä kiinnostavampi seikka on kuitenkin hiilivetypäästöjen koostumus. Alkylaattibensiinin käyttö vähensi haitallisten PAH-yhdisteiden määrää pakokaasupäästöissä yli 85

%, ja alkylaattibensiinin kokonaispäästöjen mutageenisuus oli *Salmonella typhimurium* -bakteeritestillä mitattuna alhaisempi kuin tavallisen bensiinin. Typen oksidipäästöjen vähennys oli 20–50 %, hiilimonoksidipäästöt pysyivät puolestaan ennallaan. Karbonyyliä (aldehydit ja ketonit) kokonaispäästöt vähenivät yli 20 %, mutta aldehydeistä formaldehydin ja asetaldehydin päästöt kuitenkin lisääntyivät 10–50 %. Kokonaisuutena tarkasteltuna Magnusson tuli kuitenkin väitöskirjassaan johtopäätökseen, että alkylaattibensiinin käytöllä saavutetaan monia positiivisia vaikutuksia tavallisen bensiinin käyttöön verrattuna.

Östermark (1996) on omassa väitöskirjassaan tutkinut erityisesti alkylaattibensiinin hiilivetytyyppien koostumusta. Alkylaattibensiinin käyttö ei tulosten mukaan vähennä hiilivetyjen kokonaispäästöjä, mutta sitäkin enemmän haitallisimpien hiilivetyjen osuutta päästöistä. Tutkimusten mukaan jopa 90 % kaksitahtimoottorin hiilivetytyyppien päästöistä on peräisin palamattomasta bensiinistä, ja tämän vuoksi päästöjen hiilivetykoostumus on suurelta osin samanlainen kuin bensiinin koostumus. Alkylaattibensiinin suurimpina etuina tavalliseen bensiiniin verrattuna onkin erityisesti bentseenin, alkylibentseenien ja alkeenien vähäinen määrä. Tutkimustensa perusteella Östermark kannattaa vahvasti alkylaattibensiinin käyttöä pienmoottoreissa. Ympäristön ja terveyden kannalta saatava hyöty on tällöin huomattavasti suurempi verrattuna siihen, että sama määrä alkylaattia käytettäisiin sekoitettuna tavalliseen bensiiniin. Varsinaisten päästömäärien lisäksi olennaista alkylaattibensiinin ympäristöhyötyjä pohdittaessa on myös se, missä ja milloin käyttö tapahtuu. Käyttäjien suora altistuminen pienmoottorien pakokaasupäästöille puoltaa alkylaattibensiinin käyttöä nimenomaan pienmoottoreissa eikä esimerkiksi autoissa.

Polttoainemäärät

Ympäristöministeriön vuoden 2006 raportissa ”Esiselvitys - Alkylaattibensiinin ympäristöhyödyt pienmoottorikäytössä” on esitetty arvioita pienkoneiden määrästä ja niissä käytetyn polttoaineen määrästä. Arviot perustuvat pääasiassa VTT:n kehittämään TYKO-laskentajärjestelmään.

Arvioiden mukaan Suomessa on yhteensä noin 2,5 miljoonaa pienehköä bensiinikäyttöistä työkonetta, vesiajoneuvoa ja pientä ajoneuvoa (taulukko 2). Niiden yhteenlaskettu vuosittainen polttoaineen kulutus on noin 185 000 m³. Tästä kokonaismäärästä pientyökoneita, eli pääasiassa käsikäyttöisiä ruohonleikkureita ja moottorisahoja, on peräti noin kaksi kolmasosaa eli 1,7 miljoonaa, ja niiden polttoaineenkulutus on noin 32 000 m³ vuodessa. Pieniä ajettavia koneita (muut kuin tieliikenneajoneuvot, sisältäen moottorikelkat) on noin 165 000 kappaletta, ja niiden käyttämä polttoainemäärä on noin 65 000 m³.

Vuonna 2009 moottoribensiinin kokonaiskulutus Suomessa oli 2 285 000 m³ (ÖKKL 2010). Varsinaisissa pientyökoneissa käytetty polttoainemäärä on siis noin 1,5 % bensiinin kokonaismäärästä ja pientyökoneissa ja pienissä ajettavissa laitteissa, mukaan lukien moottorikelkat, yhteensä käytetty määrä noin 4 % bensiini kokonaismäärästä. Alkylaattibensiinillä saavutetaan suurimmat päästöedut nimenomaan pientyökoneissa ja pienissä ajettavissa koneissa. Moottorikelkoissa käytetään toistaiseksi pääosin perinteisiä kaksitahtimoottoreita, ja kelkkojen kuljettajat altistuvat pakokaasuille.

Alkylaattibensiinin merkitys perämoottoreissa on altistusmielessä vähäisempi. Perämoottoreissa on käytössä pienkoneita ankarammat päästö määräykset, ja lisäksi pakokaasut johdetaan vedenpinnan alle. Varsinkin pienillä sisävesillä alkylaattibensiinin käyttö olisi kuitenkin suositeltavaa, koska se vähentää pakokaasujen vaikutuksia vesielistöön. Ruotsissa painotetaan voimakkaasti alkylaattibensiinin etuja veneilykäytössä. (Svenska Petroleuminstitutet)

Taulukko 2. Arvio pienmoottorien määrästä ja polttoaineenkulutuksesta Suomessa vuonna 2005. (YM 2006)

	Käyttökohde	Lukumäärä (kpl)	Polttoaineen kulutus (m ³ /a)
Pientyökoneet	Käsiikäyttöiset ruohonleikkurit	940 000	13 000
	Moottorisahat	350 000	8 000
	Raivaussahat ja trimmerit	190 000	6 000
	Muut	200 000	5 000
	Yhteensä	1 680 000	32 000
Pienet ajettavat koneet, muut kuin tieliikenneajoneuvot	Ajoruohonleikkurit	66 000	30 000
	Moottorikelkat	93 000	32 000
	Muut	6 000	3 000
	Yhteensä	165 000	65 000
Pienet tieliikenneajoneuvot	Moottoripyörät (kaikki)	145 000	26 000
	Mopot (kaikki)	126 000	6 000
	Yhteensä	271 000	32 000
Vesiajoneuvot	Perämoottorit, alle 20 hv (15 kW)	242 000	31 000
	Perämoottorit, yli 20 hv (15 kW)	147 000	25 000
	Yhteensä	389 000	56 000
Kaikki yhteensä		2 505 000	185 000
Alle 19 kW moottorit¹		2 120 000	102 000

¹Alle 19 kW:n moottoreiksi on laskelmassa arvioitu muut paitsi moottorikelkat, moottoripyörät ja yli 20 hv perämoottorit

TYKO-mallilla arvioidaan myös päästömääriä. Taulukossa 3 on arvioita päästömääristä. Taulukosta nähdään, että bensiinikäyttöiset työkoneet tuottavat enemmän hiilivetyjä kuin kaikki katalysaattorilla varustetut henkilöautot yhteensä. Hiilimonoksidipäästö on melkein yhtä suuri kuin katalysaattoriautoissa.

Taulukko 3. Pienmoottoreiden ja tieliikenteen hiilimonoksidin (CO), hiilivetyjen (HC), typen oksidien (NO_x) ja hiukkasten (PM) vuotuiset päästömäärät Suomessa. (YM 2006)

	CO (t/a)	HC (t/a)	NO _x (t/a)	PM (t/a)	Lähde
Bensiinikäyttöiset työkoneet ¹	64 464	9 595	536	550	TYKO, v. 2003 päästötiedot
Perämoottorit	20 460	8 379	451	306	MEERI, v. 2004 päästötiedot
Moottoripyörät	11 455	1 424	145	11	LIISA, v. 2003 päästötiedot
Mopot	2 012	1 201	4,9	2,4	LIISA, v. 2003 päästötiedot
Yhteensä	98 391	20 599	1 137	870	
Henkilöautot, katalysaattori	86 020	6 349	10 186	32	LIISA, v. 2003 päästötiedot
Tieliikenne yhteensä	286 766	34 930	66 048	3 453	LIISA, v. 2003 päästötiedot

¹ Luvussa ovat mukana sekä ajettavat että käsiikäyttöiset työkoneet, eli käytännössä ruohonleikkurit, moottorikelkat, moottori- ja raivaussahat, trimmerit sekä muut vastaavat työkoneet.

Pienkonebenssiini markkinat

Pienmoottoribensiinin käyttömääriä ei saa kaupallisia kanavia pitkin mistään tilastoista luotettavasti. Ari Juva on pyynnöstä arvioinut markkinoita. Juvan arvio vuoden 2009 markkinoista on seuraava (Juva 2010):

- Suomi 4.000 m³ (0,2 % bensiinin kokonaisvolyymista ja 4 % pientyökoneissa ja pienissä ajettavissa koneissa käytetystä polttoainemäärästä)
- Ruotsi 25.000 m³ (0,5 % bensiinin kokonaisvolyymista)
- Norja 7.000 m³
- Baltia 1.500 m³
- Saksa 50.000 m³
- Itävalta/Sveitsi 15.000 m³

Pohjoismaissa Aspenin tuotanto on 30.000 m³/a, Neste Oilin tuotanto on puolet tästä. Preem-yhtiön tuotanto on 3.000 m³/a. Halterman GmbH dominoi Saksan, Itävallan, Sveitsin ja Hollanin markkinoita. Suomessa Aspenin markkinaosuus on suurempi kuin Neste Markkinoinnin. (Juva 2010)

Suomessa pienkonebenssiiniä myydään kertakäyttöastioissa. Helsingissä oli aikaisemmin yksi pumppujakelupiste pienkonebenssiinille, mutta se on poistunut käytöstä. Ruotsissa yli 100 huoltoasemaa myy alkylaattibensiiniä pumpusta. Lisäksi Ruotsissa osa alkylaattibensiinistä myydään edelleen kertakäyttökannistereissa. Alkylaattibensiini tuotiin Ruotsissa vuonna 1989 metsureille moottorisahakäyttöön. Alkylaattibensiinin käyttöönotto oli nopeaa ammattimetsuriympäristöissä. Tämä johtuu siitä, että toisin kuin Suomessa, Ruotsissa työnantaja hankkii ja kustantaa metsurien polttoaineen. Työnantajan näkökulmasta alkylaattibensiinin korkeampi hinta ei ole yhtä ratkaiseva tekijä kuin yksityisen henkilön kannalta, ja siirtymällä alkylaattibensiiniin työnantaja samalla panosti työntekijöidensä työolosuhteisiin ja terveyteen. 1990-luvun puolivälissä alkylaattibensiiniä käytettiin jo 90 %:ssa kaikista moottorisahoista (Olofsson 1996).

Pienkonebenssiini lisähinta ja pienkonebenssiinille myönnettyt verohuojennukset

Monimutkainen tuotantoprosessi, normaalituotteista poikkeava logistiikka ja liikennepolttoaineisin verrattuna pienet volyymit lisäävät pienkonebenssiinin kustannuksia.

Ruotsissa pienkonebenssiinille myönnettiin verohuojennus vuonna 2002. Ennen verohuojennuksen myöntämistä Naturvårdsverket arvioi alkylaattibensiinin lisäkustannuksia. Arvioiden mukaan alkylaattibensiini on hankintahinnaltaan keskimäärin 0,06 € kalliimpaa kuin tavallinen bensiini Euroopan markkinoilla. Rahti- ja varastointikustannukset ovat puolestaan noin 0,02–0,03 euroa kalliimpia ja jakelukustannukset noin 0,06 euroa kalliimpia tavalliseen bensiinin verrattuna. Tällöin alkylaattibensiinin jälleenmyynnin lisäkustannukset verrattuna tavalliseen 95-oktaaniseen bensiiniin ovat 0,15 €/l ilman arvonlisäveroa ja 0,19 €/l arvonlisävero mukaan lukien. Tämän lisäksi tulevat huoltoasemien kustannukset alkylaattibensiinin pumppujakelun järjestämiseksi. Huoltoasemilla on yleensä varsin rajoitettu kapasiteetti useampien eri polttoainelaatujen jakelua varten. Pienellä huoltoasemalla saattaa olla säiliöt ja pumput ainoastaan kolmelle eri polttoainelaadulle, 95-oktaaniselle bensiinille, 98-oktaaniselle bensiinille sekä dieselille. Alkylaattibensiinin ottaminen pumppujakeluun voi merkitä huoltoasemalle investointia uuteen säiliöön ja pumppuun. Alkylaattibensiinin ottaminen pumppumyyntiin huoltoasemilla edellyttää siten riittävää kysyntää, jotta myös mahdolliset investointikustannukset saadaan katettua ja myynti olisi kannattavaa. (Naturvårdsverket 2002, 8.). Ruotsissa otettiin marraskuussa 2002 käyttöön verohuojennus joka oli suuruudeltaan 1,85 SEK/l (≈ 0,20 €/l). (Grön Kemi 2006)

Helsingissä kesällä 2005 hintaero tavallisen 95-oktaanisen bensiinin ja alkylaattibensiinin välillä pumpusta ostettuna oli noin 0,5 €/l. (YM 2006)

Taulukossa 3 on yhteenvedo alkylaattibensiinin verokohtelusta eri maissa. Verohuojennuksen haarukka on 0,045 – 0,69 €/l.

Taulukko 3. Alkylaattibensiinin verokohtelu. (Juva 2010)

Maa	Normaali bensiini vero litraa kohti	Alkylaattibensiini vero litraa kohti	Erotus
Norja	5,40 NOK/0,69 €	4-t 5,40 NOK/ 2-t 0 NOK/	0 5,40 NOK/0,69 €
Ruotsi	5,50 SEK/0,57 €	3,81 SEK/0,36 €	1,69 SEK/0,18 €
Saksa	0,700 €	0,655 €	0,045 €

Suositus

Kaikkien tutkimusten mukaan pienkonebenssiini vähentää niin pienmoottoreiden pakokaasujen haittoja ihmisille kuin perämoottorien päästöjen haitallisuutta vesieliöstölle. Katalysaattorilla varustetuissa bensiiniautoissa pienkonebenssiini ei tuo mainittavia päästöhyötyjä. Verohuojennuksen suuruuden tulisi olla sellainen, että on riittävän suuri kannustamaan pienkonebenssiinin käyttöön siitä parhaiten hyötyvistä moottoreista. Verohuojennus ei kuitenkaan saa olla niin suuri, että se johtaisi pienkonebenssiinin käyttöön autoissa. Ruotsin mallin mukainen noin 0,20 €/l verohuojennus on perusteltu, eikä tämä tasoinen verohuojennus vielä johtaisi ”väärinkäytöksiin”.

Nykykäytöllä (4.000 m³/a) valtion verotulon menetys olisi 0,8 M€ vuodessa. Verohuojennuksen myötä käyttövolyymit lähtisivät nousuun. Puolet Ruotsin alkylaattibensiinivolyyymista, 12.500 m³/a, voisi olla arvio alkylaattibensiinin maksimivolyyymista Suomessa. Ruotsissa bensiinin kokonaiskulutus on noin kasinkertainen Suomeen verrattuna.

Määrittelyissä voitaisiin tukeutua ruotsalaiseen alkylaattibensiinin standardiin (Svensk Standard SS 15 54 61:2008).

Viitteet

Grön Kemi. (2006). Projekt Grön Kemi upphör fr.o.m. september 2006.
http://www.gronkemi.nu/pdf/Bokslut_gronkemi.pdf

IEA AMF Annex XXV: Fuel Effects on Emissions from Non-Road Engines, Background Material Provided by Fortum Oil & Gas Oy. http://virtual.vtt.fi/virtual/amf/annex/annex_xxv/smallgas.html.

Juva, A. (2010). Polttoaineverotyötä varten toimitettua materiaalia. Maalis-huhtikuu 2010.

Magnusson, R. (2002). The Influence of Fuel and Lubricant on Exhaust Emissions from Small Two-Stroke Spark-Ignition Engines. Swedish University of Agricultural Sciences. Unit of Biomass Technology and Chemistry. Doctoral Thesis. Umeå. 46 s.

Neste Oil, (<http://www.neste.fi/artikkeli.aspx?path=2589,2655,2710,2821,2944,2708,10164>)

Olofsson, A. (1996). Han vill se bästa bensinen i sämsta motorerna. Ny Teknik 1996(42): 26–27.

Pitkänen, M., Torkkeli, K., Jäntti, A., Laanti, S., Lapinlampi, T. & Elonen, E. (2001). Cutting the Noxious Emissions in 2-stroke Engines. SAE Technical Papers 2001-01-3534. 9 s.

Svenska Petroleuminstitutet. Alkylatbensin för 2-taktsmotorer. Det bästa bränslet till de äldre motorerna. http://www.spi.se/fprw/files/Alkylatbensin_72dpi.pdf

YM. (2006). Esiselvitys - Alkylaattibensiinin ympäristöhyödyt pienmoottorikäytössä. Ympäristöministeriön moniste 167. Helsinki 2006.
<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=46463>

Ålander, T., Leskinen, A., Willman, P., Yli-Pirilä, P., Laatikainen, T., Laukkanen, M., Raunemaa, T., Elonen, E., Havento, J. & Rautiola, A. (2003). Pienmoottoreiden palamisaerosolipäästöt: nelitahtimoottorin päästöt. PROMOTOR T&Y03. Kuopion yliopisto, Ilmafysiikan ja -kemian laboratorio. 30 s.

ÖKKL. (2010). Öljytuotteiden ja maakaasun myynti Suomessa 2009. http://www.oil-gas.fi/files/726_2008.pdf

Östermark, U. (1996). Alkylate Petrol. Environmental Aspects of Volatile Hydrocarbon Emissions. Chalmers University of Technology. Department of Chemical Environmental Science. Doctoral Thesis. Göteborg. 32 s.

SS 15 54 61:2008 (Sv)

Bilaga A
 (normativ)

Krav på egenskaper hos specialbensin för motordrivna arbetsredskap

Tabell A.1 – Krav på egenskaper hos specialbensin för motordrivna arbetsredskap

Lagkrav enligt lag om motorfordons avgasrening och motorbränslen (SFS 2001:1080, med senaste ändringar), har markerats med fetstil i tabellen.

Egenskaper	Enhet	Krav		Provningsmetod
		Fyrtaktsbränsle	Tvåtaktsbränsle	
Oktantal Researchmetoden		≥ 93,0		SS-EN ISO 5164
Oktantal Motormetoden		≥ 90,0		SS-EN ISO 5163
Densitet vid 15 °C	kg/m ³	680 – 720		SS-EN ISO 12185
Blyhalt ^a	mg/l	≤ 2		SS-EN 237
Volymhalt bensen	%	< 0,1		SS-EN 238
Volymhalt aromater	%	< 1,0		SS 155120 ASTM D 5443
Volymhalt olefiner	%	< 1,0		SS-ISO 3837
Svavelhalt	mg/kg	≤ 10,0 ^b	≤ 10,0 ^b	SS 155115 SS-EN ISO 14596 ASTM D 3120 ASTM D 5453
Korrosiv inverkan på koppar	Enligt skalan	Klass 1	Klass 1 ^d	SS-EN ISO 2160
Utseende, lukt		Klar och blank, ej illaluktande eller irriterande		

Tabell A.1 forts.

Tabell A.1 – (forts.)

Egenskaper	Enhet	Krav		Provningsmetod
		Fyrtaktsbränsle	Tvätaktsbränsle	
Destillation				
Volymhalt förångat vid 70 °C	%	15,0-42,0	15,0-42,0 ^d	SS-EN ISO 3405
Volymhalt förångat vid 100 °C ^c	%	46,0-72,0	46,0-72,0 ^d	
Volymhalt förångat vid 150 °C	%	≥ 75,0	≥ 75,0 ^d	
Slutkokpunkt	°C	≤ 200 ^d		
Volymhalt destilla-tionsrest	%	1	3	
Ångtryck, räknat som DVPE	kPa	55,0-65,0	55,0-65,0 ^d	SS-EN 13016-1 ASTM D 5191
Volymhalt n-hexan	%	< 0,5		ASTM D 5134
Volymhalt cyklohexaner (upp till och med C8)	%	< 2,0		ASTM D 5134
Volymhalt tvätakts-olja ^e	%	< 0,1	1,7 ± 0,2	SS-EN ISO 6246 samt Bilaga B
<p>a SS-EN 237 anger ett tillämpningsområde av 2,5 mg/l – 10 mg/l bly med ett reproducerbarhetstal av ± 0,62 mg/l. En undersökning i Sverige, dock inte statistiskt acceptabel, har visat att metoden med god reproducerbarhet kan användas när blyhalten är ner till 0,5 mg/l.</p> <p>b T.o.m den 31 december 2008 får svavelhalten uppgå till högst 50 milligram per kilogram. Gäller motorbränslet innan tillsats av tvätaktsolja.</p> <p>c Om temperaturökningen i intervallet 47 % – 71 % förångat understiger 10 °C gäller i stället att T₅₀-värdet (temperatur vid volymhalten 50 % förångat) ska vara mellan 90 °C och 105 °C.</p> <p>d Gäller motorbränslet innan tillsats av tvätaktsolja.</p> <p>e För att uppnå minsta miljöpåverkan i kombination med bästa motorfunktion ska oljan möta kvalitetsnivå ISO-L-EGD. En olja med god biologiskt nedbrytbarhet rekommenderas. Volymhalten avser ren tvätaktsolja, d.v.s. olja utan lösningsmedel.</p>				