

YMP S456

JY sl 2005

LIIKENTEEN BIOPOLTTOAINEET

TEKNIikka: Yleiset asiat

Ari Lampinen

(2 luentoa, 2 demoa ja ekskursion)

[Huom. Sähkö on sisällytetty mukaan, vaikka se ei varsinaisesti ole polttoaine]

- A. Raakaöljy ja maakaasu
- B. Polttoaineiden taksonomiaa
- C. Moottori- ja ajoneuvotyypit
- D. Polttoaineiden ominaisuuksia
- E. Polttoainemääräykset ja -standardit
- F. Demot ja ekskursion

A. RAAKAÖLJY JA MAAKAASU

Raakaöljy

Raakaöljy koostuu tuhansista yhdisteistä ja koostumus vaihtelee lähteittäin, alkuainejakauma:

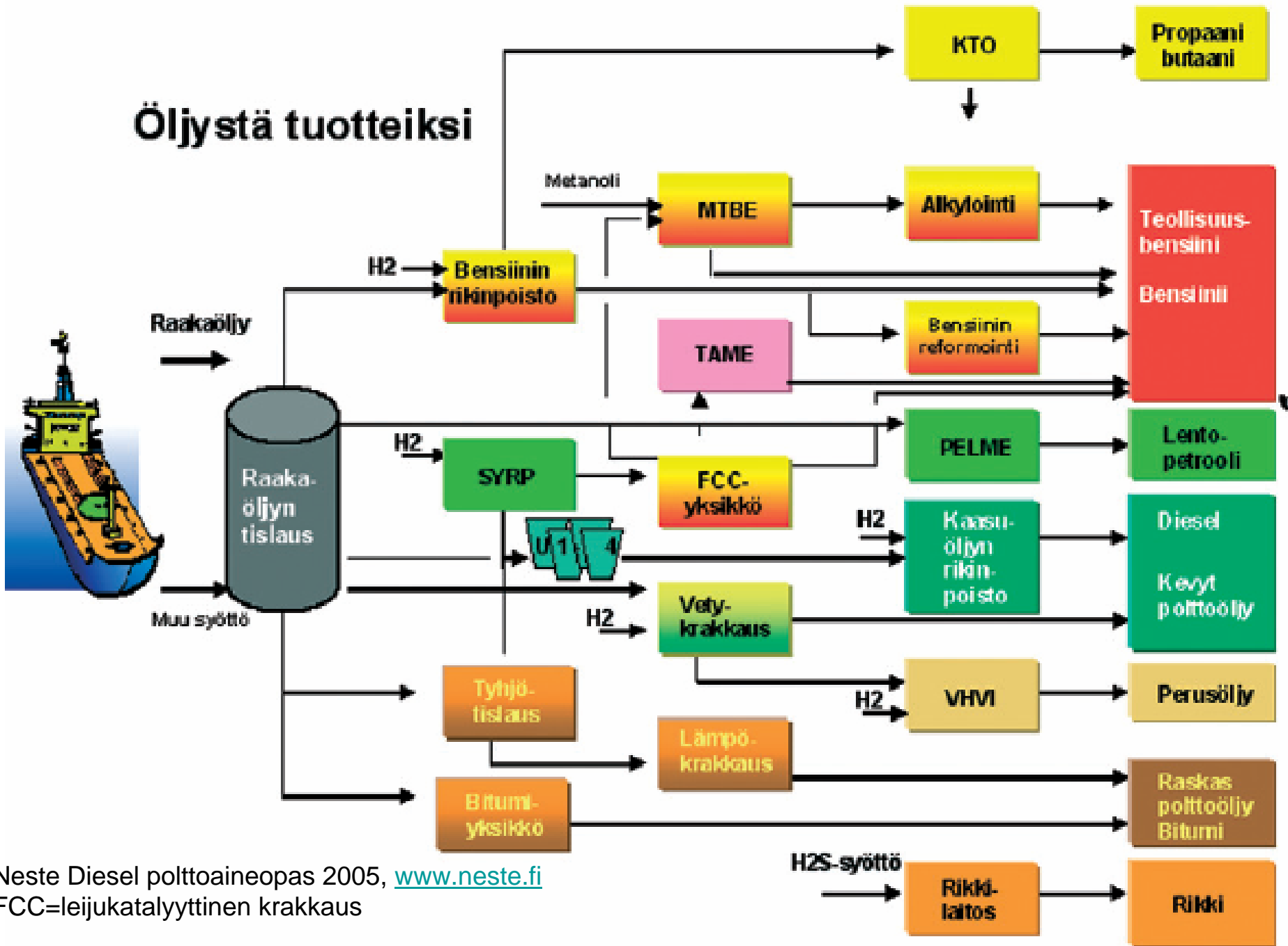
- Hiili 80% - 87%, raskaimmat >C80
- Vety 10% - 14%, H/C-suhde 1,5-2
- Rikki <0,1% - 8%
- Typpi <0,1% - 3%
- Happi <0,1% - 1,8%
- Lyijyä ja hyvin monia muita metalleja

Tuotteita (monilla öljynjalostusprosesseilla):

- Nestekaasut C3-C4, 1-5%
- Bensiinit C4-C12, 20-45% (tislausalue 10-210 °C)
- Kerosiinit C5-C16, 4-11% (150-250 °C)
- Dieselöljyt ja kevyt polttoöljy C9-C20, 20-30% (160-400 °C)
- Raskas polttoöljy C20-C45, 15-50% (315-540 °C)
- Bitumit C60-C80, rikki ym. tuotteet 17-22%

Kaikki nestemäiset raakaöljypolttoaineet koostuvat sadoista yhdisteistä, joista osa on myrkyllisiä ja osa karsinogeenisiä (ja niiden polton päästöissä on vielä useampia vaarallisia yhdisteitä). Ne ovat "inherently dirty" eli puhdistusteknologiat voivat vain vähentää likaisuutta, eivät poistaa sitä.

Öljystä tuotteiksi



Neste Diesel polttoaineopas 2005, www.neste.fi
 FCC=leijukatalyyttinen krakkaus

Maakaasu

Raaka maakaasu koostuu kymmenistä yhdisteistä, joista metaani dominoiva, mutta lähteiden välillä hyvin suuri vaihtelu:

- Metaani **44%** (Forties, North Sea) - **98%** (Urengoi, Venäjä)
- Hiilidioksidi 0,0% (Amarillo, Texas) – **54%** (Terrell, Texas)
- Vetysulfidi 0,0% - **36%** (Olds, Alberta, Kanada)
- Typpi 0,2% (Terrell, Texas) – **26%** (Cliffside, Texas)
- Etaani 0,2% (Terrell, Texas) – **14%** (Agra Jari, Iran)
- Propaani 0,0% (Terrell, Texas) – **21%** (Forties, North Sea)
- Butaani 0,0% - **11%** (Forties, North Sea)
- Pentaani ja raskaammat HC:t 0,0% - **8,4%** (Forties, North Sea)
- Helium 0,0% - **1,8%** (Amarillo, Texas)

Tuotteita (erottamalla):

- Ns. maakaasu eli puhdistettu maakaasu, joka vähintään 88% metaania
- Nestekaasu eli propaani ja butaani
- Bensiini eli pentaani + raskaammat
- Rikki
- Helium

Kaasumaiset tuotteet ovat myrkyttömiä ja varsin homogeenisiä ja ne palavat varsin puhtaasti.

B. POLTTOAINEIDEN TAKSONOMIAA

Polttoaineet 1: Tavanomaiset liikennepolttoaineet (kaikki fossiilisia)

- Yleensä tavanomaisilla liikennepolttoaineilla tarkoitetaan **benziiniä** ja **dieselöljyä** tieliikenteessä
- Diesel on lisäksi tavanomainen polttoaine junissa, laivoissa ja työkoneissa
- Benziini on lisäksi tavanomainen moottoripyörissä, lentokoneissa (potkurikoneet) ja työkoneissa
- Lentokoneissa tavanomainen myös **kerosiini** (lentopetroli) (suihkukoneet)
- [Junissa tavanomainen myös **sähkö**]
- [Sähkö tavanomainen metroissa, raitiovaunuissa ja työkoneissa]
- Työkoneissa tavanomainen myös **LPG** (liquid petroleum gas = nestekaasu = propaani+butaani)

Polttoaineet 2: Vaihtoehtoiset fossiiliset liikennepolttoaineet

- LPG autokäytössä
- Kerosiini (moottoripetroli) autokäytössä
- [Sähkö autokäytössä]
- Maakaasu /yleensä CNG (compressed natural gas) tai LNG (liquefied natural gas): autot, junat, moottoripyörät, laivat (huom. maakaasulla tarkoitetaan puhdistettua maakaasua)
- CTL-synfuels (coal to liquid)
- GTL-synfuels (gas to liquid/maakaasu)
- Kaasumaiset synteettiset polttoaineet
- Vety (ja hytaani = vedyn ja metaanin seos)
- Metanoli
- DME (dimetyylieetteri)

Polttoaineet 3: Fossiiliset lisäaineet

Lisäaineilla tuodaan happea (oksygenaatit) ja lisätään oktaanilukua tai setaanilukua

- MTBE (metyyli-tert-butyylietteri)
- TAME (tertamyli-metyylietteri)
- ETBE (etyyli-tert-butyylietteri) (55%:sti fossiilinen)
- metanoli
- muut happea sisältävät alkoholit, eetterit ym.

Polttoaineet 4: Tavanomaiset biopolttoaineet

- Bioetanoli
- Biodiesel/FAME (fatty acid methyl ether) öljykasveista ja jäterasvoista
 - FAME on yleensä 10% fossiilista, koska valmistuksessa käytetty maakaasuperäistä metanolia (metanoli tietenkin voitaisiin valmistaa myös bioresursseista)

Polttoaineet 5: Muut biopolttoaineet

- Biodieselit: FAEE (fatty acid ethyl ether), FAME (selluteollisuuden jätteistä ym. resursseista, biometanolilla esteröity), jne.
- Biokaasu (ja kaatopaikkakaasu)/yleensä CBG (compressed biogas) tai LBG (liquefied biogas)
- Synteettiset biopolttoaineet ("sunfuels"), mm. BTL-synfuels (biomass to liquid): synteettinen biodiesel, synteettinen biokerosiini, synteettinen biobensiini
- Kasviöljy (PPO = pure plant oil)
- Biometanoli
- Bioeetterit 1: bio-ETBE, bio-MTBE, jotka yli 50%:sti fossiilisia
- Bioeetterit 2: bio-DME (100%:sti bioperäinen)
- Biovety/yleensä CH_2 (kompressoitu) tai LH_2 (nesteytetty)
- Puukaasu, synteesikaasu ym.
- Kiinteät biopolttoaineet (esim. hake, ruisleipä)
- Metyylitetrahydrofuraani (MeTHF) (USA:ssa käytössä ns. P-series – polttoaineessa, jossa myös fossiilisia komponentteja)
- [UE-sähkö]

Polttoaineet 6: Hiilivapaat polttoaineet

- [UE-sähkö muilla kuin biopolttoaineilla tuotettuna]
- UE-vety biovetyä lukuunottamatta
- Rikki (vain oheispolttoaineena epäpuhtauden kautta)
- Ammoniakki
- Osa ruudeista (nykyään kaupallisina vain raketikäytössä), esim. jauhemaiset vety-suolat

Eräitä biopolttoaineiden valmistusprosesseja

- Vety: reformointi, elektrolyysi, kaasutus, mädätys
- Metaani: mädätys, metaanisynteesi, kaasutus
- Metanoli: reformointi, metanolisynteesi, pyrolyysi
- Etanoli: fermentaatio, etanolisynteesi
- ETBE, MTBE: reformointi
- Kasviöljy: mekaaninen
- Biodiesel: esteröinti
- DME: reformointi, DME-synteesi
- BTL-synfuels (benziini, diesel, kerosiini, LPG): FT-synteesi, suora nesteytys, pyrolyysi

C. MOOTTORI- JA AJONEUVOTYYPIT

Liikennemoottorit

- **Otto** 4-tahti ja 2-tahti (benssiini, etanoli, metanoli, LPG, CBG/CNG, LBG/LNG, vety, puukaasu, MTBE, ETBE, syn-benssiinit)
- **Diesel** 4-tahti ja 2-tahti (dieselöljy, biodiesel, kasviöljy, DME, metaani, syn-dieselit)
- Suihkumoottori (kerosiini, syn-kerosiinit)
- Kaasuturbiini/mikroturbiini (diesel, benssiini, metaani, LPG)
- Höyry/ORC/vapor-turbiinit (kaikki polttoaineet, esim. moottorin hukkalämpö)
- Wankel (benssiini ym.)
- Stirling (kaikki polttoaineet)
- Sähkömoottori (sähkö), hybridit, FC+sähkö (polttokenno)
- Paineilmamoottori (paineilma)
- Polkupyörä (lihasvoima)
- Höyrykone (puu ja muut kiinteät polttoaineet)

Yhdistelmämoottorit 1

- Bi-fuel-kaksoispolttoainejärjestelmä: 1 moottori, 2 erillistä polttoainejärjestelmää, käytetään 1 polttoainetta kerrallaan (otto)
 - Metaani+bensiini (esim. Volvon, Volkswagenin, GMC:n ja Chevroletin Bifuel-mallit; Opelin, Fordin ja Ivecon CNG-mallit; Fiatin BiPower-mallit; Mersun NGT-mallit; BMW:n g-mallit)
 - Vety+bensiini (BMW:n h-mallit)
 - Puukaasu+bensiini (esim. Äänekosken puukaasuauto)
 - Petroli+bensiini (esim. Saab 99 Petro ja Talbot Horizon Petro 1980-l)
- Dual-fuel-kaksoispolttoainejärjestelmä: 1 moottori, 2 erillistä polttoainejärjestelmää, käytetään 2 polttoainetta kerrallaan (diesel)
 - Metaani+biodiesel/diesel (esim. Sterlingin rekat)
- Joustava polttoaineenkäyttö: 1 moottori, 1 polttoainejärjestelmä, useita polttoaineita (FFV, flexible fuel vehicle) (tarkoittaa normaaliajoneuvoja joustavampia)
 - Etanoli (85%-0%)+bensiini (esim. Fordin FlexiFuel-mallit, Saabin BioPower-mallit, Volvon FlexiFuel-mallit) (otto)
 - Kasviöljy+biodiesel+diesel (esim. Elsbett-konversiot) (diesel)

Yhdistelmämoottorit 2

- Bifuel-FFV (MFV=multiple fuel vehicle)
 - Bifuel: erillinen polttoainejärjestelmä kaasumaiselle ja nestemäiselle polttoaineelle
 - FFV: joustavuus sekä kaasumaisessa (esim. metaani, vety, hytaani) että nestemäisessä (esim. bensiini, etanoli, metanoli)
 - Esim. Intergalactic hydrogen –konversiot (metaani, vety, hytaani, bensiini, etanoli) (otto)
- Hybridi: vähintään 2 eri moottoria, 1 polttoaine
 - Otto+sähkö (esim. Toyota Prius, Honda Insight, Neoplanin biokaasubussit)
 - Diesel+sähkö (esim. Denverin kaupunkibussit)
 - Lihasvoima+sähkö (esim. sähköavusteiset polkupyörät)
- [Vain 1 polttoainevaihtoehto (dedicated)]
 - Yksipolttoaineajoneuvot (esim. tavalliset bensiini- ja dieselajoneuvot, Honda Civic GX –metaaniauto ja raskaat metaaniajoneuvot)

Biopolttoaineiden soveltuvuus nykyisiin fossiiliajoneuvoihin 1

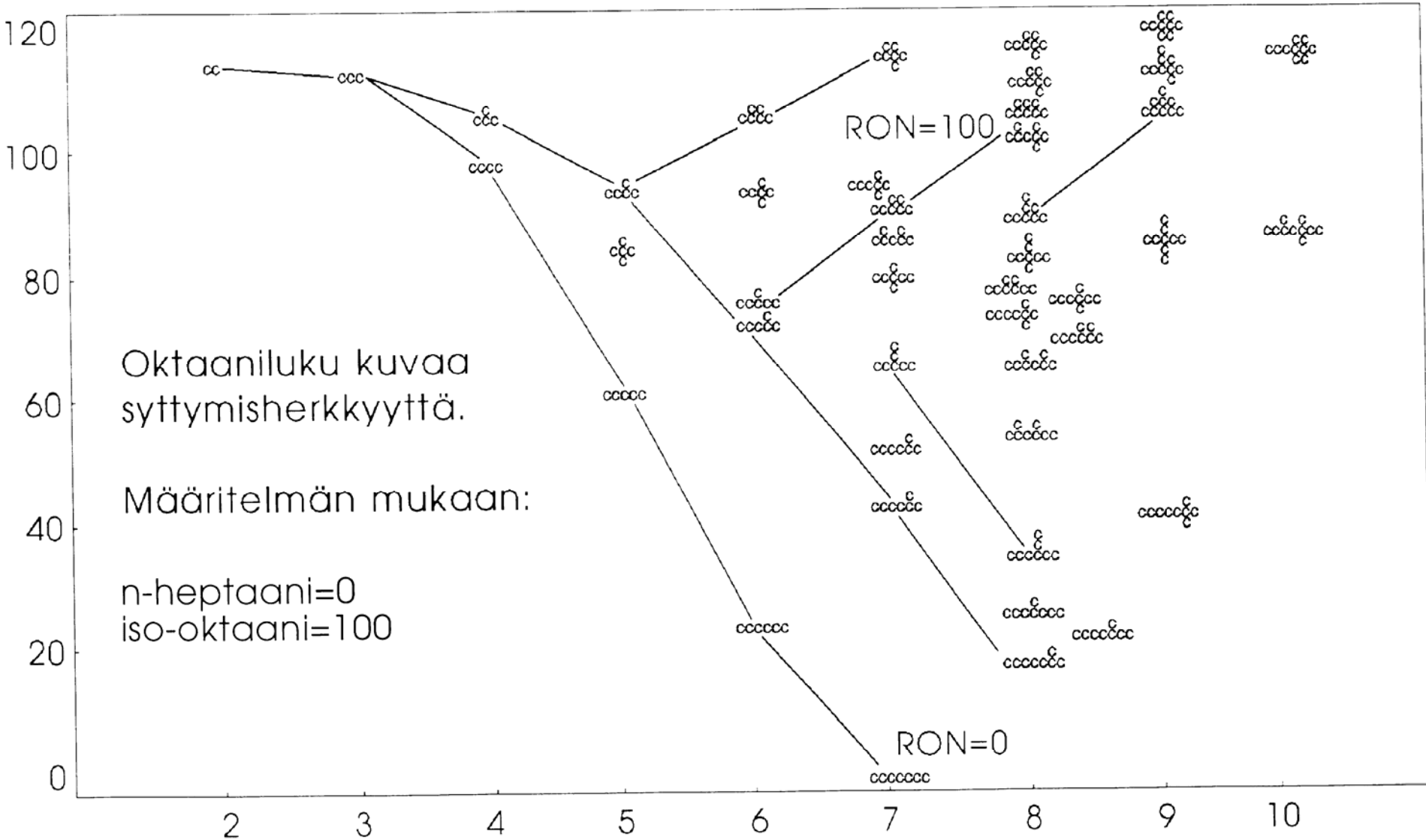
- 100%:sti ilman muutoksia ajoneuvoissa
 - Biokaasu ja synteettinen biometaani (maakaasuajoneuvot: CNG ja LNG)
 - Biodiesel B100 monissa diesel-ajoneuvoissa (ei kaikissa)
 - Synteettiset biodieselit (dieselajoneuvot)
 - Synteettiset bensiinit (bensini ajoneuvot)
 - Synteettinen bio-LPG (nestekaasuajoneuvot)
 - Synteettiset kerosiinit (suihkumoottorit)
- Sekoitettuna fossiilipolttoaineeseen ilman muutoksia ajoneuvoissa
 - Biodiesel <30% (muut dieselajoneuvot)
 - Etanoli, metanoli, ETBE ja MTBE < 20% (bensini ajoneuvot)
 - Synteettiset bensiinit ja kerosiinit < 20% (dieselajoneuvot)
 - Vety < 10% (metaaniajoneuvoissa)
 - Kasviöljy dieselajoneuvoissa (pitoisuus = ?)

Biopolttoaineiden soveltuvuus nykyisiin fossiiliajoneuvoihin 2

- Pienin muutoksin
 - Biodiesel (B100) (dieselajoneuvot) (0-200 EUR)
 - Etanoli (E85) ja metanoli (M85) (benksiiniajoneuvot) (0-200 EUR)
 - Etanoli (E93) (dieselajoneuvot)
- Keskisuurin muutoksin
 - DME (dieselajoneuvot)
 - Kasviöljy (dieselajoneuvot)
 - Vety (metaani- ja benksiiniajoneuvot)
 - Etanoli (potkurilentokoneet)
- Suurin muutoksin
 - Biokaasu (dieselajoneuvot)
 - Vety (polttokennoajoneuvot)
 - Puukaasu (benksiiniajoneuvot)
 - Synteettiset erikoispolttoaineet (erikoismoottorit)

D. POLTTOAINEIDEN OMINAISUUKSIA

- Otto-moottorit:
 - Korkea oktaaniluku (puristuskestävyys): RON >90
 - "iso-oktaani" (2,2,4-trimetyyli-pentaani) = 100
 - n-heptaani = 0
 - RON-oktaani (alhainen kuormitus) käytössä Euroopassa
 - MON-oktaani (korkea kuormitus)
 - Suuri haihtuvuus/käynnistyvyys (höyrynpaine)
- Diesel-moottorit:
 - Korkea setaaniluku (syttymisherkkyys): >40
 - n-heksadekaani = 100
 - α -metyyli-naftaleeni = 0
 - Alhainen oktaaniluku
 - Jähmepiste = lämpötila, jossa polttoaine on niin jäykkää, ettei se ole enää pumpattavissa eikä valu omasta painostaan = polttoaine käyttökelvotonta
 - Samepiste = lämpötila, jossa parafiinivahakiteet erottuvat ja alkavat karstata polttoainejärjestelmää, erityisesti suodatinta
 - Suodatettavuus = polttoaineen alin käyttölämpötila (samepisteen ja jähmepisteen välissä)



Oktaaniluku suhteessa molekyylin pituuteen ja sen haaroittuneisuuteen (Aatelo: Öljyn tie, 1995)

Ominaisuus	Bensiini	Diesel	Metanoli	Etanoli	Biodiesel	Propaani	Metaani 98%	Vety
Kemiallinen kaava	C4-C12	C6-C25	CH ₃ OH	C ₂ H ₅ OH	C12-C22-esteri	C ₃ H ₈	CH ₄	H ₂
Alkuainejakauma [%]								
Hiili	85-88	84-87	37,5	52,2	77	82	75	0
Vety	12-15	13-16	12,6	13,1	12	18	25	100
Happi	0	0	49,9	34,7	11	0	0	0
Tiheys [kg/l] tai [kg/m ³]	0,75	0,83	0,79	0,79	0,88	2,0	0,72	0,090
Höyrystymispiste [°C]	25-220	180-360	65	78	315-350	-42	-162	-253
Höyrynpaine [kPa] @ 37,8 °C	35-100	1,4	32	16	< 1	1400	16500	
Oktaaniluku								
RON	90-100		107	108		112	130	130+
MON	81-90		92	92		97	130	
(R+M)/2	86-94	8-15	100	100		104	130	
Setaaniluku	5-20	40-55	3	8	48-72	5-10	-10	
Jäätymispiste [°C]	-80	-35	-98	-117	-15	-187	-182	-259
Leimahduspiste [°C]	-43	60-80	11	13	120-170	-90	-184	
Itsesyttymislämpötila [°C]	300	250	450	420		510	650	580
Syttymisrajat [% ilmassa]								
alempi	0,6	0,6	5,5	3,5		2,4	4,9	4
ylempi	8	7,5	26	15		9,5	15,4	75
LHV [MJ/l] tai [MJ/m ³]	32	36	16	21	33	94	36	11
Lämpöarvo LHV [MJ/kg]	42,6	43,4	19,7	26,8	38	46,3	49,2	120

Eräiden polttoaineiden eräitä ominaisuuksia. Monien polttoaineiden koostumukset ja ominaisuudet vaihtelevat, joten yllä olevat luvut ovat viitteellisiä.

Energiakonversioita 1

Bensiinivertailu

- 1 Nm³ puhdistettua maakaasua/biokaasua = 1,12 bensiinilitraa (Nm³ = normaalikuutio = kuutio 0 °C:ssa ja 1,013 bar:issa)
- 1 kg puhdistettua maakaasua/biokaasua = 1,5 bensiinilitraa
- 1 kg vetyä ottomoottoriin (LHV) = 3,8 bensiinilitraa (1 gallona)
- 1 kg vetyä low-temp-FC-autoon (HHV) = 4,4 bensiinilitraa
- 1 litra E100-etanolia = 0,65 bensiinilitraa
- 1 litra E85-etanolia = 0,71 bensiinilitraa (Eff. = 0,71-0,77)*
- 1 litra M100-metanolia = 0,5 bensiinilitraa

*Sekä etanoli että metanoli ovat korkeaoktaanisia ja happea sisältäviä polttoaineita, jotka parantavat polttoprosessin hyötysuhdetta bensiiniin verrattuna ja siten niiden käytössä energiankulutus/km on alempi kuin bensiinillä. Tämä vaikutus voi olla alhaisilla pitoisuuksilla (E5) lähes 30% kuten Ruotsin vuoden 2004 liikennebiopolttoainedirektiivin raportin vaihtoehtoisesta laskentatavasta nähdään. Toisaalta tulee mahdolliseksi halvemmän teollisuusbensiinin käyttö moottoribensiinin asemasta.

Energiakonversioita 2

Diesel-vertailu

- 1 litra B100-biodieseliä = 0,92 diesel-litraa*
- 1 litra B20-biodieseliä = 0,98 diesel-litraa*
- 1 litra rypsiöljyä = 0,96 diesel-litraa* (setaaniluku > 38)
- 1 litra Ecopar GTL-dieseliä (FT-diesel) = 0,94 diesel-litraa** (setaaniluku 73-81)
- 1 litra NExBTL BTL-dieseliä = 0,94 diesel-litraa** (setaaniluku 84-99)
- 1 kg DME:tä = 0,79 diesel-litraa* (setaaniluku >55)

*Biodiesel, rypsiöljy, BTL ja DME parantavat polttoprosessin hyötysuhdetta hapen avulla kuten alkoholit otto-moottorissa, joten efektiivinen ero on pienempi.

**GTL ja BTL parantavat hyötysuhdetta korkean setaaniluvun takia.

Huom. Polttoaineiden koostumukset vaihtelevat, joten konversioarvot ovat viitteellisiä

Polttoaineiden myrkyllisyys

Polttoaine	Luokitus	Akuutti myrkyllisyys: LD50 suun kautta (rotta) [mg/kg]	HTP (iho) 15 min	Ekotoksisuus LC50 (kalat) [mg/l]
Bensiini	T, F+, Xn, N, Syöp, Mut, Rep.	>2000	1000 mg/m ³	10-18
Diesel	Xn, N, Syöp	>2000	5 mg/m ³ (8h)	21-230
Metanoli	T, F	5628	250 ppm 330 mg/m ³	14000-29000
Etanoli	F	7060	1300 ppm 2500 mg/m ³	8140
MTBE	F	3870	50 ppm (8 h) 180 mg/m ³ (8 h)	110
ETBE	F			
Vety	F+	-	-	-
Metaani	F+	-	-	-
Propaani	F+		1100 ppm 2000 mg/m ³	

Merkkien selitys: T+ = erittäin myrkyllinen, T = myrkyllinen, C = syövyttävä, Xn = haitallinen, Xi = ärsyttävä, E = räjähtävä, O = hapettava, F+ = erittäin helposti syttyvä, F = helposti syttyvä, N = ympäristölle vaarallinen, Syöp = syöpää aiheuttava, Mut = perimää vaurioittava, Rep = lisääntymiselle vaarallinen

YHTEENVETOA OMINAISUUKSISTA

- Fossiilisten polttoaineiden varastointitilavaatimukset ja säilyvyys paremmat kuin biopolttoaineilla
- Bensiini on moottoriteknisesti pääsääntöisesti huonolaatuisempi otto-moottorin polttoaine kuin kilpailevat biopolttoaineet
- Dieselöljy on moottoriteknisesti pääsääntöisesti huonolaatuisempi diesel-moottorin polttoaine kuin kilpailevat biopolttoaineet
- Fossiiliset polttoaineet ovat onnettomuustapauksissa (törmäys, tulipalo) pääsääntöisesti vaarallisempia kuin biopolttoaineet
- Fossiilisten polttoaineiden käytön kasvihuonekaasupäästöt ovat biopolttoaineita korkeammat
- Fossiilisten polttoaineiden käytön muut ilmapäästöt ovat pääsääntöisesti biopolttoaineita korkeammat (mutta suuria päästökomponenttikohtaisia eroja; jokaisella polttoaineella omat tyypilliset päästönsä, joista osa ylittää fossiilisten vastaavat päästöt)
- Fossiilisten polttoaineiden toksisuus ja karsinogeenisuus on pääsääntöisesti biopolttoaineita suurempi (mutta esim. metanoli myös huono näiltä ominaisuuksiltaan)
- Fossiiliset polttoaineet ovat pääsääntöisesti huonompia kylmäkäyttöominaisuuksiltaan kuin biopolttoaineet (mutta ominaisuuksia voidaan lisäaineilla parantaa)

E. POLTTOAINEMÄÄRÄYKSET JA STANDARDIT

- EU:n määräykset (benssiini ja diesel):
 - Bensiinin ja dieselin laatudirektiivi (98/70/EC), viimeisin uudistus (2003/17/EC)
- Suomen määräykset (benssiini ja diesel):
 - Laki nestemäisten polttoaineiden valmisteverosta (1472/1994), viimeinen uudistus (394/2004)
 - Valtioneuvoston asetus moottoribensiinin ja dieselöljyn laatuvaatimuksista VNa 1271/2000, viimeisin uudistus VNa 767/2003
- Eurooppalaiset CENin EN-standardit (benssiini, diesel, LPG, CNG ja FAME-biodiesel)
- Suomen SFS-standardit = EN standardit, paitsi CNG (ei ole määritelty kansallisia)
- Globaalit ISO-standardit
- USA:n ASTM-ja SAE-standardit
- Ruotsin SS-standardit
- Saksan DIN-standardit

ENVIRONMENTAL SPECIFICATIONS FOR MARKET FUELS TO BE USED FOR VEHICLES EQUIPPED WITH POSITIVE-IGNITION ENGINES

Type: Petrol

Parameter (1)	Unit	Limits (2)	
		Minimum	Maximum
Research octane number		95 (3)	—
Motor octane number		85	—
Vapour pressure, summer period (4)	kPa	—	60,0 (5)
Distillation:			
— percentage evaporated at 100 °C	% v/v	46,0	—
— percentage evaporated at 150 °C	% v/v	75,0	—
Hydrocarbon analysis:			
— olefins	% v/v	—	18,0
— aromatics	% v/v	—	35,0
— benzene	% v/v	—	1,0
Oxygen content	% m/m	—	2,7
Oxygenates			
— methanol (stabilising agents must be added)	% v/v	—	3
— ethanol (stabilising agents may be necessary)	% v/v	—	5
— iso-propyl alcohol	% v/v	—	10
— tert-butyl alcohol	% v/v	—	7
— iso-butyl alcohol	% v/v	—	10
— ethers containing 5 or more carbon atoms per molecule	% v/v	—	15
— Other oxygenates (6)	% v/v	—	10
Sulphur content	mg/kg	—	50
	mg/kg	—	10 (7)
Lead content	g/l	—	0,005

**Bensiinin
laatu-
standardi
(2003/17/EC)
Annex III**

Dieselin laatustandardi (2003/17/EC)

Annex IV

ENVIRONMENTAL SPECIFICATIONS FOR MARKET FUELS TO BE USED FOR VEHICLES EQUIPPED WITH COMPRESSION IGNITION ENGINES

Type: Diesel fuel

Parameter (?)	Unit	Limits (?)	
		Minimum	Maximum
Cetane number		51,0	—
Density at 15 °C	kg/m ³	—	845
Distillation:			
— 95 % (v/v) recovered at	°C	—	360
Polycyclic aromatic hydrocarbons	% m/m	—	11
Sulphur content	mg/kg	—	50
	mg/kg	—	10 (?)

Eurooppalainen liikennepolttoainestandardointi 1: nykyiset EN-standardit

Standardointijärjestö CEN, European Committee for Standardization, www.cenorm.be; saatavissa Suomessa SFS:n kautta, www.sfs.fi

- Fossiiliset:

- Bensiini: EN 228 (SFS-EN 228)
- Diesel: EN 590 (SFS-EN 590)
- LPG: EN 589 (SFS-EN 589)
- CNG: EN ISO 15403 (ei SFS-standardia vielä)

- Biopolttoaineet:

- FAME-biodiesel (B100): EN 14214 (SFS-EN 14214)
(1. standardi Itävallan RME-standardi ON C 1190 v. 1991)

Eurooppalainen liikennepolttoainestandardointi 2:

tulossa olevia (työ käynnissä tai ehdotettuna) standardeja
biopolttoaineille

- FAEE-biodiesel (B100)
- FAME 30% dieselin seassa (B30)
- Alkoholit ja alkoholijohdannaiset (mm. eetterit) dieselin seassa
- Etanoli FFV-ottomootoreissa (E85)
- Etanolin 5% (E5) käyttö bensiinissä (EN 228:n muutos)
- Etanolin 10% (E10) käyttö bensiinissä (EN 228:n muutos)
- Etanolin 15% (E15) käyttö bensiinissä (EN 228:n muutos)
- Etanoli 95% diesel-mootoreissa (E95)
- Metanoli (M100)
- Metanoli 85% (M85)
- CBG ja CNG
- LBG ja LNG
- DME
- Syndiesel (GTL ja BTL)
- Vety

ISO-standardeja

International Organizations for Standardization,
www.iso.org

- H₂ (CH₂ ja LH₂): ISO 14687

USA:n ASTM- ja SAE-standarddeja

ASTM (American Society for Testing and Materials,
ASTM International): www.astm.org

SAE (Society for Automotive Engineering): www.sae.org

- Biodiesel (B100): D6751-03
– FAME, FAEE, ym.
- Etanoli (E75-E85): D5798-99
- Etanoli (E1-E10): D4806-04a
- Metanoli (M70-M85): D5797-96
- MTBE: D5983-97
- CNG: SAE J1616

Ruotsin SS-standardeja

Swedish Standards Institute, www.sis.se

- Etanoli dieselmootoreissa: SS 155437
- Biokaasu: SS 155438
- Lisäksi: polttoaineiden laatulaki SFS 2001:1080 sisältää Suomeen verrattuna yhden laatuluokan lisää: miljöklass 1 alkylatbensin (jota myös Neste valmistaa Futura Green –nimellä)

Saksan DIN-standarddeja

www.din.de

- Kasviöljy/rypsi (PPO): DIN 51605

F. DEMOT JA EKSKURSION

- Demo 1: Tuuli-bioenergia-hybridipyörä (sähköavusteinen polkupyörä: 2 moottoria)
 - Sähkömoottori, jonka tarvitsema sähkö tuotetaan tuulivoimalla (sähköverkon kautta)
 - Poljettava pedaali, jonka tarvitsema voima on bioenergiapohjaista lihasvoimaa
- Demo 2: Tuulivetyauto
 - Polttokennoilla ja akulla varustettu sähköauto, jonka vety tuotetaan paikallisesti tuuli- ja aurinkovoimalla vesijohtovedestä
- Ekskursio: Biokaasuauto
 - Vierailu Suomen ainoalla liikennebiokaasun tuotantopaikalla Kalmarin tilalla Laukaassa ja tutustuminen Suomen ainoaan biokaasukäyttöiseen ajoneuvoon (Volvo V70 Bifuel)
 - Toteutus yhdessä YVA-kurssin (YMP S432) kanssa
 - Tausta-artikkeli: http://www.cc.jyu.fi/~ala/biokaasu/Refocus_biogas.pdf

LIITTEET

- Direktiivi 2003/17/EC (EUR-Lex)
- Valtioneuvoston asetus 767/2003 (FinLex)
- Nesteen sivuilta (www.neste.fi)
 - Bensiiniopas
 - Futura 95 tuotetiedote
 - Futura 95 käyttöturvatiedote
 - Diesel -polttoaineopas
 - Kesädiesel -5/-15 tuotetiedote
 - Kesädiesel -5/-15 käyttöturvatiedote
- Volvon Bifuel-malliston esite (jaettu)

YLEISLÄHTEET

- Cleveland C (ed.) (2004) Encyclopedia of Energy. Vol. 1-6, Elsevier. [pääkirjastossa]
<http://www1.elsevier.com/homepage/sai/encycofenergy/>
- Kirk R & Othmer D (eds.) (1991-1998) Encyclopedia of Chemical Technology. 4th ed., Vol. 1-25, Wiley. [Ylistön kirjastossa]
<http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/mrwhome/104554789/HOME>
- CRC (2004) CRC Handbook of Chemistry and Physics. 85th ed., CRC Press. [Ylistön kirjastossa]
<http://www.hbcnetbase.com/>
- Moulijn J, Makkee M & van Diepen A (2001) Chemical Process Engineering. Wiley.
- Huttunen S & Lampinen A (2005) Bioenergy technology evaluation and potential in Costa Rica. Research Reports in Biological and Environmental Sciences 81, University of Jyväskylä, 86p. (kurssin pakollista materiaalia)
http://www.cc.jyu.fi/~ala/ymp134/CR_bioenergy_survey.pdf