

## Liikenteen polttoaineet - Riittääkö pelloilta tankin täytteeksi?

Kimmo Klemola

Lappeenrannan teknillinen yliopisto  
Biodieselin tuotannon koulutus 30-31.03.2006  
Hämeen ammattikorkeakoulu Mustiala

## Tieliikenteen ”polttoaineet”

- Nestemäiset
  - Bensiini
  - Diesel
  - Etanoli
  - Biodiesel
  - Metanoli
  - Dimetyylieetteri
  - Butanoli
- Kaasumaiset
  - Metaani (maakaasu, biokaasu)
  - LPG (liquid petroleum gas, öljynjalostuksen nestekaasu)
  - Vety
  - Ilma ([www.theaircar.com](http://www.theaircar.com))
- Muut
  - Sähkö

Kimmo Klemola

## Lentoliikenteen ”polttoaineet”

- Nestemäiset
  - Lentopetroli
  - Bensiini
  - Diesel (joitain kokeiluja)
  - Etanoli (joitain kokeiluja)

Kimmo Klemola

## Laivaliikenteen ”polttoaineet”

- Nestemäiset
  - Raskas polttoöljy
  - Kevyt polttoöljy, diesel
- Muut
  - Ydinvoima

Kimmo Klemola

## Raideliikenteen ”polttoaineet”

- Nestemäiset
  - Diesel
- Kaasumaiset
  - Vety
- Muut
  - Sähkö

Kimmo Klemola

## Energianlähteet (suluissa maailman prosenttiosuus vuonna 2000)

- Maailman energiankulutus 200 miljoonaa öljytynnyriekvivalenttia päivässä
- Fossiiliset (84 %)
  - Öljy (39 %)
  - Maakaasu (23 %)
  - Kivihiili (22 %)
- Uusiutuvat (7 %)
- Ydinenergia (9 %)
- Lähes kaikki energiamme on peräisin auringosta
  - Fossiiliset energiavarat
  - uusiutuvat energiavarat (osa)
- Auringosta ei ole peräisin
  - Geoterminen vulkaaninen energia
  - Vuorovesienergia (kuun vetovoima)
  - Ydinvoima (fissioenergiamme)

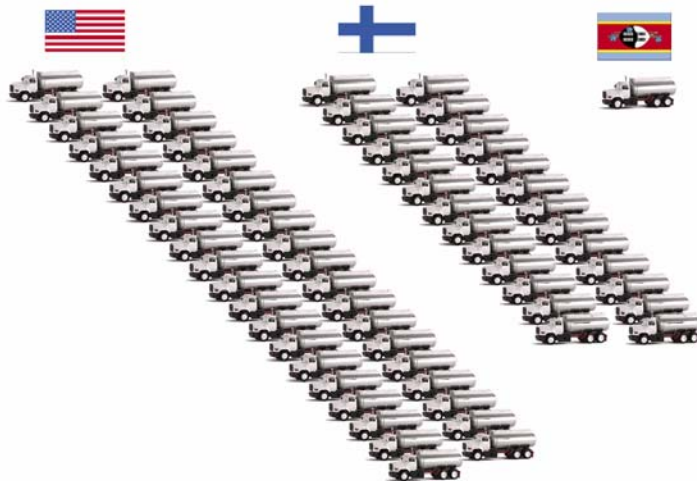
Kimmo Klemola

## Raakaöljyn kulutus yhden ihmisen elinaikana



Kimmo Klemola

## Energian kulutus laskettuna raakaöljyksi yhden ihmisen elinaikana



Kimmo Klemola

## Liikenteen energiantuotanto - fossiiliset raaka-aineet

- Raakaöljy
  - Bensiini
  - Diesel
  - Muut polttoaineet kuten lentokerosiini
- Maakaasu
  - Nestemäisten polttoaineiden valmistaminen maakaasusta (GTL)
    - Fischer-Tropsch –synteeseillä dieseliä ja bensiiniä.
    - Metanoli
  - Maakaasusta vetyä
  - Nesteytetty maakaasu (LNG)
- Kivihiili
  - Nestemäisten polttoaineiden valmistaminen kivihiilestä (CTL)
    - Fischer-Tropsch –synteeseillä dieseliä ja bensiiniä.
    - Metanoli
  - Kivihiilestä vetyä
- Öljyhiekka, liuskeöljy, raskasöljy
  - Nestemäiset polttoaineet

Kimmo Klemola

## Liikenteen energiantuotanto – sähkö- ja hybridautot

- Sähköautot
  - Voimanlähteenä akku ja sähkömoottori
  - Sähköautojen piti lyödä itsensä läpi 2000-luvun alussa, mutta niin ei käynyt.
  - Akkuteknologia on kuitenkin viime vuosina mennyt kaikessa hiljaisuudessa eteenpäin ja kustannuksia on saatu painettua alas.
- Hybridautot
  - Hybridautossa on kaksi tai useampia voimanlähteitä.
  - Käytännössä hybridautolla tarkoitetaan bensiini- tai dieselmoottorilla varustettua autoa, jossa on lisäksi sähkömoottori.
  - Sähkömoottori saa energian jarrutuksissa latautuvasta akusta. Kaupunkiajossa ajetaan paljon sähkömoottorilla, jolloin ei tule päästöjä.
  - Kokonaiskulutus on normaaliautoa pienempi.

Kimmo Klemola

## Liikenteen energiantuotanto - biopolttoaineet

- Etanoli
  - Etanolia voidaan tuottaa esimerkiksi viljasta, maissista (suurin), sokeriru'osta ja –juurikkaasta tai vaikkapa puuperäisestä massasta.
- Biodiesel
  - Valmistetaan kasviöljyjen ja metanolin tai etanolin vaihtoesteröinnillä.
  - Voidaan myös valmistaa biosynteesikaasusta (puu, biojäte) Fischer-Tropsch-synteesillä.
  - Nesteen biodiesel valmistetaan kasvi- ja eläinrasvoja vedyttämällä.
- Biokaasu
  - Metaania esimerkiksi karjanlannasta, kaatopaikoilta ja jätevedenpuhdistamoilta
- Biometanoli
  - Metanolia voidaan valmistaa biomassasta.
  - Biometanoli ei ole pitkään aikaan kilpailukykyinen maakaasusta valmistettavan "dinometanolin" kanssa.
- Vety biomassasta
- Sähköä biomassasta

Kimmo Klemola

## Liikenteen energiantuotanto - vetyautot

- Vetyauton voimanlähteenä voi olla joko vetyä polttava polttomoottori tai polttokenno.
- Päästönä vesihöyry
- Polttokennovetyauton hyötysuhde parempi kuin perinteisellä bensiinimoottoriautolla.
- "Polttoaine" vety on varastoitava autoon jollain tavalla, esimerkiksi
  - nestemäisenä vetynä (-253 °C), litrassa bensiiniä on enemmän vetyä kuin litrassa nestemäistä vetyä!
  - paineistettuna vetynä
  - ...
- Kaupallinen toteutus kaukana tulevaisuudessa, mahdollisesti ei koskaan.
- Vety on tuotettava jollain tavalla. Vety on vain energian kantaja kuten
  - paineilma
  - vauhtipyörä
- Fossiiliset polttoaineet ovat halvin vedyn lähde.

Kimmo Klemola

## Liikenteen energiantuotanto - vetyautot

- Hyvä polttoaine on nestemäisessä muodossa ympäröivissä olosuhteissa (tarkoittaa että voi kantaa jerrykannulla).
- Esimerkki: VW Golf Variant



Kimmo Klemola

## Liikenteen energiantuotanto - vetyautot

Sama määrä energiaa ympäröivissä olosuhteissa: bensiini- ja vetyauto



Kimmo Klemola

Kimmo Klemola

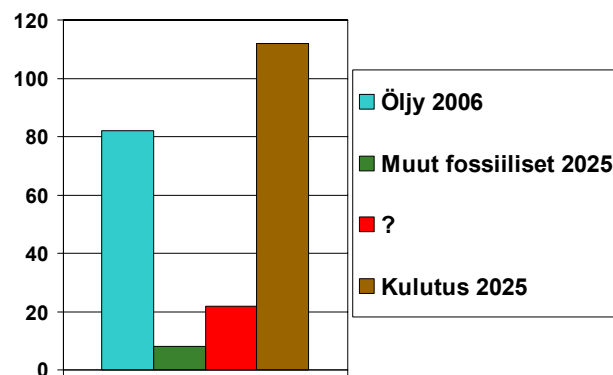
## Takaisin fossiilisiin raaka-aineisiin

- **Öljy**
  - Autojen polttoaine tulee käytännössä kaikki öljystä.
  - Tuotetaan/kulutetaan noin 82 miljoonaa tynnyriä päivässä.
  - Riittää muutamiksi vuosikymmeniksi.
  - Tuotannon huippu (peak oil) saattaa olla jo käsillä
    - Nestemäisten polttoaineiden saatavuuskriisi
    - Öljyntuotanto tule keskittymään 4-5:een Lähi-idän maahan. Öljyn hallinnasta tullaan käymään sotia.
    - 15-25 vuodessa maakaasusta, öljyhiekasta ja kivihielestä valmistetaan noin 8-10 miljoonaa barreliä polttoaineita päivässä.
    - Öljyä arvioidaan käytettävän 2025 noin 112 miljoonaa barreliä päivässä.

Kimmo Klemola

## Öljystä tulee pula

- **Öljy, miljoonaa barreliä päivässä**



Kimmo Klemola



## Onko biopolttoaineista öljyn korvaajaksi

- Peltobiopolttoaineet (etanoli, biodiesel)
  - Vuonna 2003 tuotettiin (raakaöljyä noin 78 miljoonaa tynnyriä/päivä)
    - Etanolia 24 miljardia litraa (0,33 miljoonaa öljytynnyriä/päivä)
    - Biodieseliä 3,8 miljardia litraa (0,06 miljoonaa öljytynnyriä/päivä)
  - Peltobiopolttoaineet vastasivat vuonna 2003 maailmanlaajuisesti 1,2 % tieliikenteen polttoaineen kulutuksesta.

Kimmo Klemola

## Onko biopolttoaineista öljyn korvaajaksi

- Miksi biopolttoaineita halutaan?
  - Energiaomavaraisuus ja huoltovarmuus
  - Maanviljelijöiden tukeminen, maataloustuen muoto
  - Kasvihuonepäästöt
  - Ympäristönäkökohdat
  - Työpaikkojen luominen ja turvaaminen

Kimmo Klemola

## Onko biopolttoaineista öljyn korvaajaksi

- Energiaomavaraisuus ja huoltovarmuus
  - Peltobiopolttoaineilla on kehno energia- ja fossiilitase. Fossiilienergia on Suomessa tuontitavaraa.
  - Fossiilienergiaa tarvitaan
    - Lannoitteet
    - Kalkki
    - Kasvinsuojeluaineet
      - herbisidit
      - insektisidit
    - Viljely
    - Kuljetus
    - Tuotantoprosessit
      - Reaktorit
      - Tislaus ynm
  - Ruotsi tuo 80 % etanolistaan lähinnä Brasiliasta.
  - Suomeen joudutaan jo nyt tuomaan raakapuuta. Puumassasta valmistettava etanolikaan ei siis olisi ratkaisu.

Kimmo Klemola

## Onko biopolttoaineista öljyn korvaajaksi

- Maanviljelijöiden tukeminen, maataloustuen muoto
  - Tämä on yksi pääsyistä.
  - EU:n direktiiviä ajoivat nimenomaan Ranska ja Espanja hakiessaan markkinoita tuotteilleen.
  - Oma tuotantoa ei saa suosia, jolloin Suomikin käytännössä toisi etanolia/biodieseliä paljon muualta. Suomalaiset siis tukisivat käytännössä muiden maataloutta.

Kimmo Klemola

## Onko biopolttoaineista öljyn korvaajaksi

- Kasvihuonepäästöt
  - Peltobiopolttoaineet tuotetaan teollisella maataloudella ja energiaa kuluttavilla prosesseilla, jotka perustuvat runsaaseen fossiilienergian käyttöön. Hiilidioksidivähennyksiin ei päästä.
  - Puumassaetanolilla voidaan vähentää hiilidioksidipäästöjä, jos etanolin tuotantoon tarvittava energia otetaan puusta.
  - Puumassaetanolia suurempiin päästövähennyksiin päästään käyttämällä puu sähkön- ja lämmöntuotantoon korvaamaan fossiilisia polttoaineita siellä

Kimmo Klemola

## Onko biopolttoaineista öljyn korvaajaksi

- Ympäristönäkökohdat
  - Teollinen maatalous kuormittaa ympäristöä niin paljon, että sitä ei tule käyttää autojen ruokkimiseen. Ihmisten ravinnoksi teollista maataloutta tietenkin tarvitaan.
    - Peltomaan köyhtyminen
    - Puhtaiden vesivarojen pilaantuminen
    - Luonnon monimuotoisuus kärsii

Kimmo Klemola

## Onko biopolttoaineista öljyn korvaajaksi

- Työpaikkojen luominen ja turvaaminen
  - Totta
  - Tätä ei kuitenkaan tule hyväksyä hinnalla millä hyvänsä

Kimmo Klemola

## Onko biopolttoaineista öljyn korvaajaksi

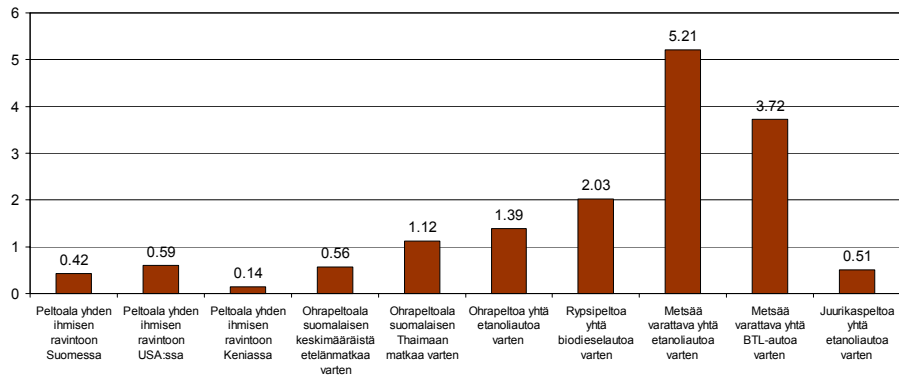
- Eettinen ongelma
  - Saksalainen tohtori Gerd Eisenbeiß: ”Rajalliset biomassavarat tulisi käyttää lämmön- ja sähköntuotantoon. Energiakasvien viljely on epäeettistä maailmassa, jossa suuri osa väestöstä kärsii aliravitsemuksesta. Viljelysmaan ja vesivarojen tuhoutuminen ja väheneminen ovat kestävän kehityksen avainongelmia. Puun käytön kiihtyvä lisääminen sotii ilmastotavoitteita vastaan. Metsät ovat hiilinieluja.”

Kimmo Klemola

## Onko biopolttoaineista öljyn korvaajaksi

- Biopolttoaineet antavat hyvän mitan omalle energian käytölle

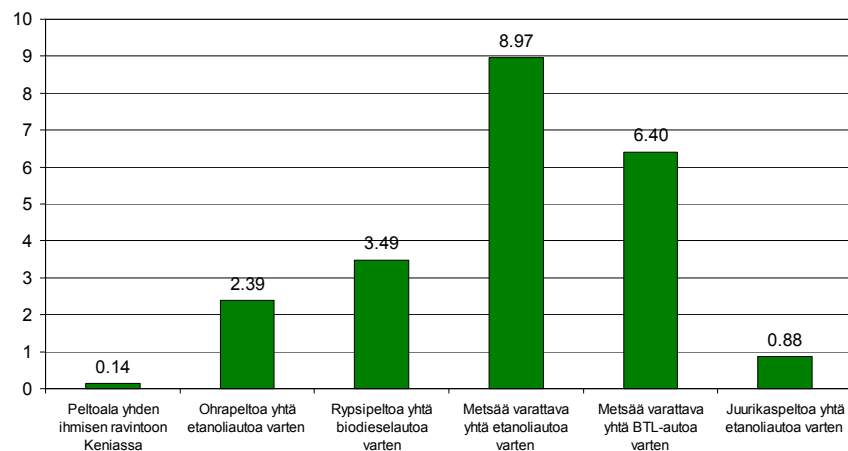
Maan tarve Suomessa, ha



Kimmo Klemola

## Onko biopolttoaineista öljyn korvaajaksi

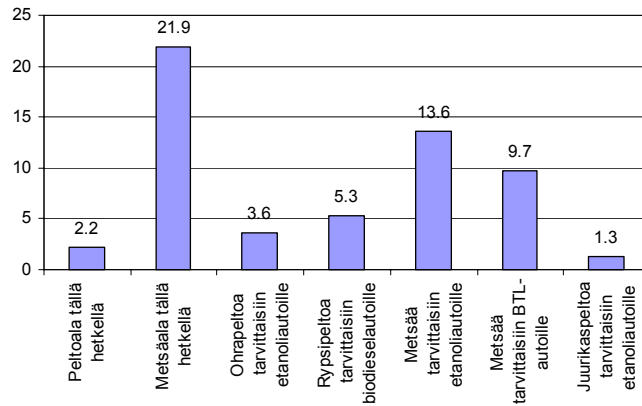
Maan tarve Suomessa, jos ruokitaan keskimääräistä USA:n autoa, ha



Kimmo Klemola

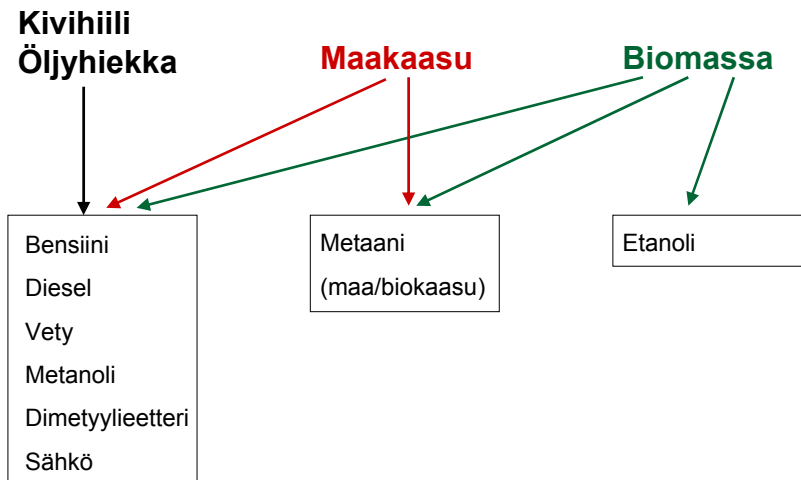
## Onko biopolttoaineista öljyn korvaajaksi

Maan tarve Suomessa, jos kaikki autot muutettaisiin etanoli- tai biodieselautoiksi, miljoonaa ha



Kimmo Klemola

## Eri raaka-aineista voidaan valmistaa samoja liikenteen polttoaineita



Kimmo Klemola

## Biomassan käyttö



Kimmo Klemola