

KUINKA KAUAN ÖLJYVARAT RIITTÄVÄT LIIKENNEPOLTTONESTEISIIN?

Pekka Pirilä
Teknillinen korkeakoulu
Espoo
1.10.2002

Yleiskuva

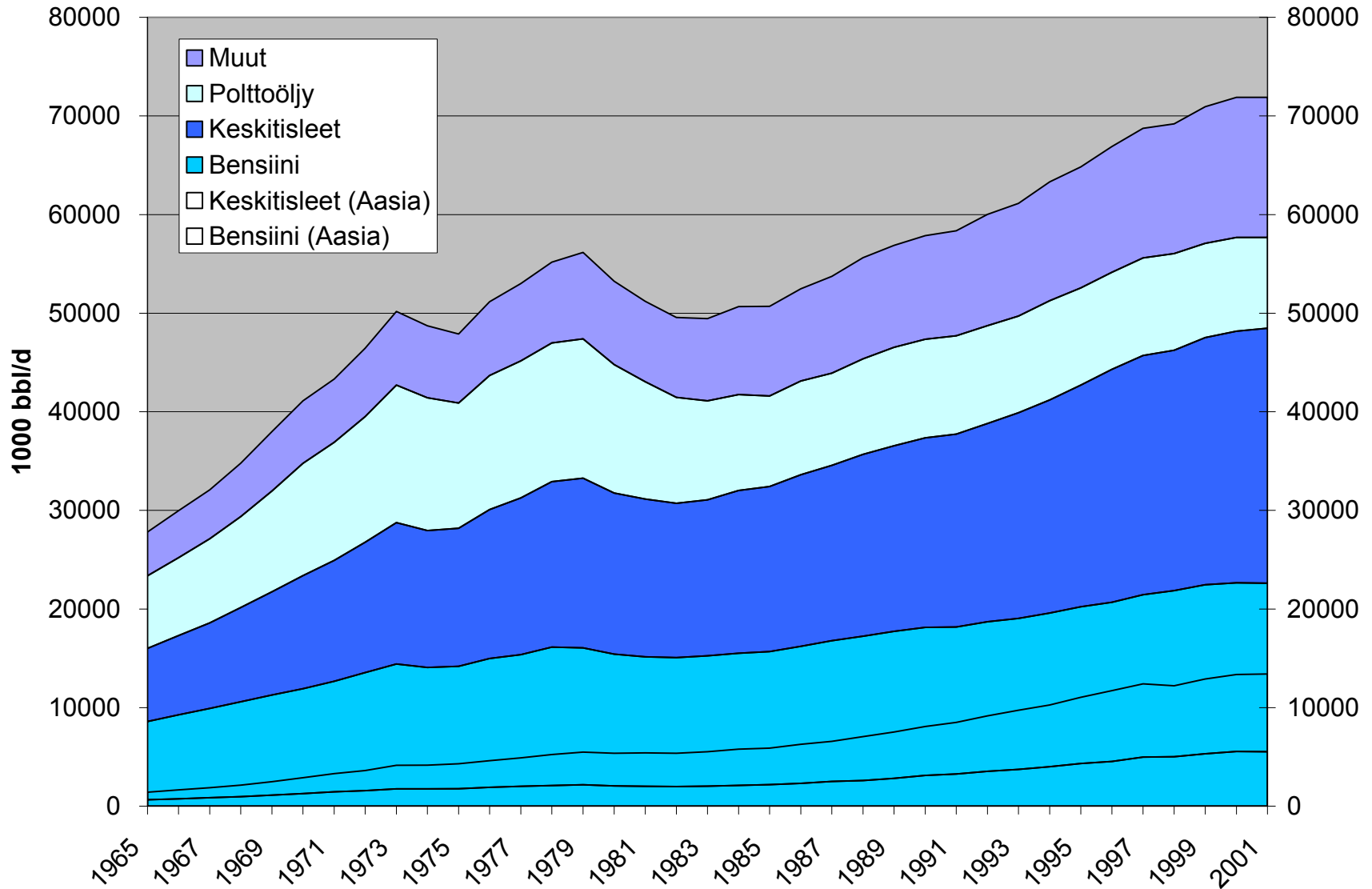
- Öljyn kulutus on kasvanut miltei jatkuvasti, mutta paljon hitaammin kuin ennen vuotta 1973.
- Liikenteen energiankäytön osuus on noussut noin kahteen kolmannekseen ja kasvaa edelleen.
- Maantieteellisesti kulutuksen kasvu painottuu Aasiaan ja muihin teollistuviin maihin.
- Öljyn saatavuus on toistaiseksi muodostunut ongelmaksi vain poliittisista syistä.

Yleiskuva - jatkoa

- Kasvavaankin kulutukseen on voitu vastata säilyttäen reservit 40 vuoden tarvetta vastaavana.
- Jo lähivuosikymmeninä tulee uusien esiintymien määrä jäämään kulutusta pienemmäksi.
- Ilmastopimus vahvistaa öljynkulutusta vähentäviä ja siten öljyn riittävyttä parantavia muutostrendejä, mutta vaikeuttaa monien öljyä korvaavien polttoaineiden käyttöä.

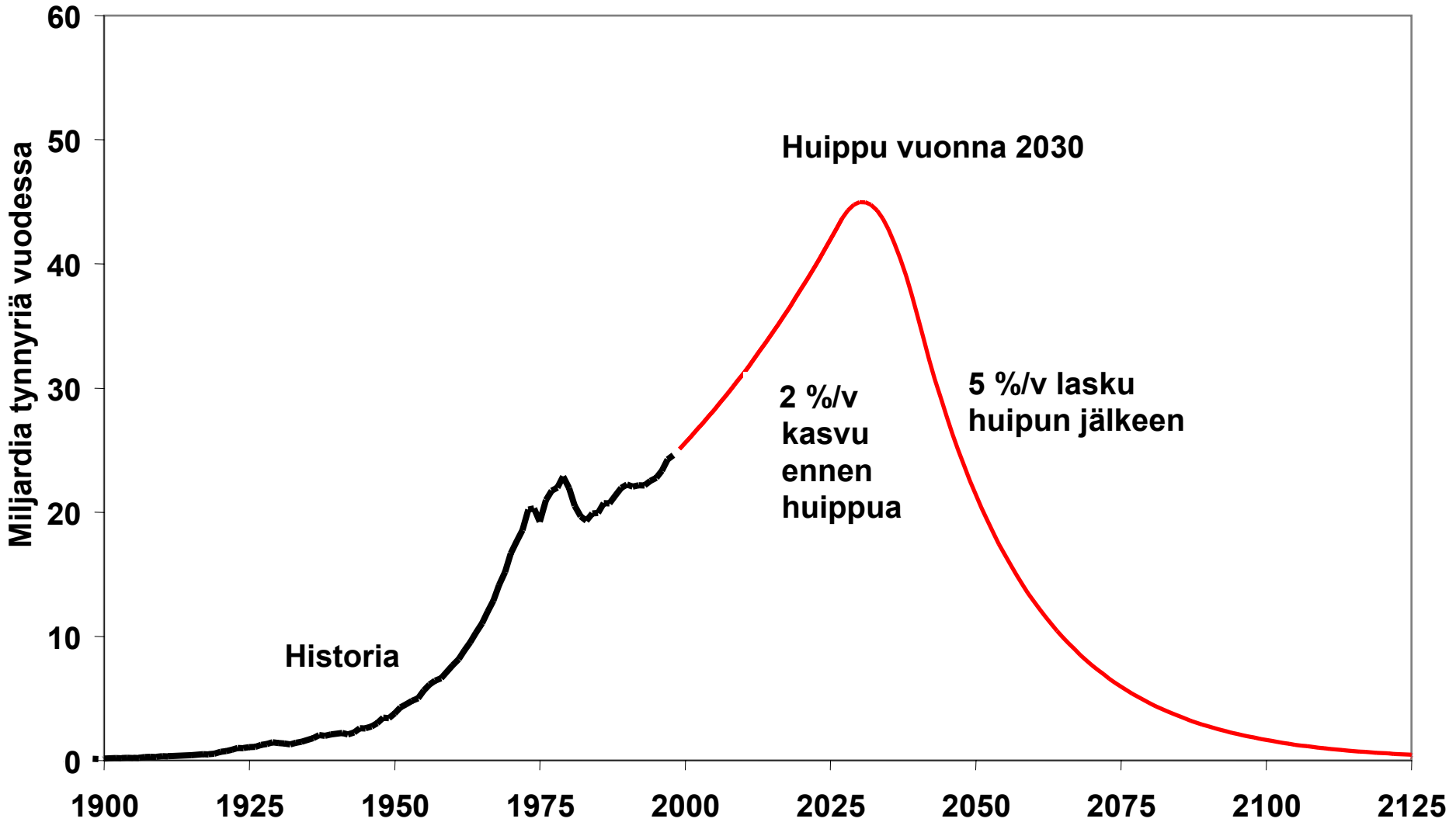
Maailman öljynkäyttö 1965-2001

Ei sisällä entistä Neuvostoliittoa. Lähde BP 2002



Konventionaalisen raakaöljyn pelkistetty käyttöskenaario

Öljyvarat Yhdysvaltain Geological Surveyin keskiarvion mukaiset



Lähde: US DOE/EIA, 2000

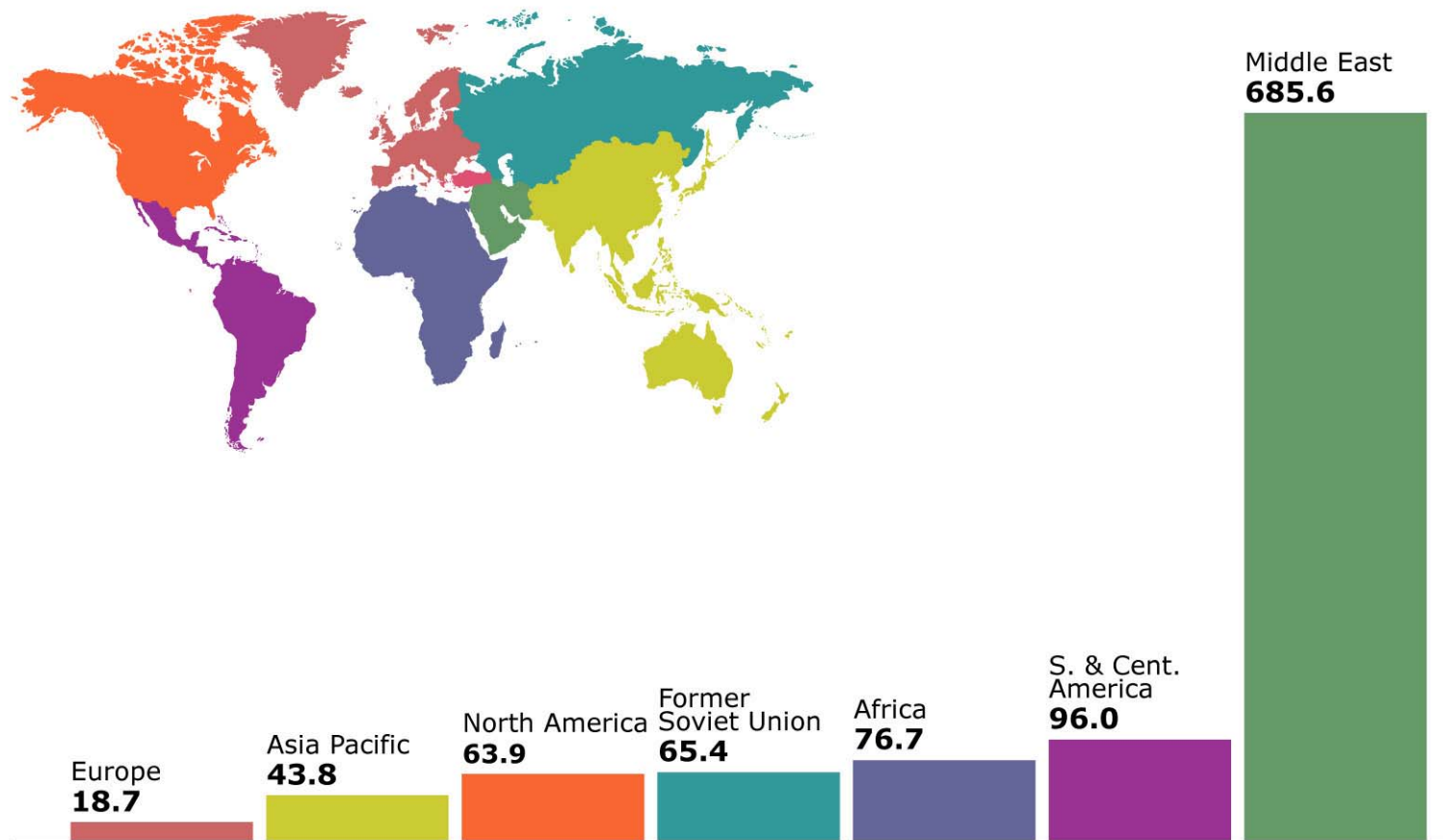
Tunnetut öljyvarat

- Vastaavat noin 40 vuoden tarvetta
- Varoista 65% Lähi-idässä
- Erityisesti Euroopan ja Pohjois-Amerikan varat ja tuotantokyky alenemassa
- Varat riittävät hitaasti kasvavallekin kulutukselle ainakin 20-30 vuotta
- Varojen keskittyminen pienelle alueelle lisää saatavuus- ja hintariskiä

Tunnettujen öljyvarojen alueellinen jakautuminen

map of proved oil reserves at end 2001

Thousand million barrels

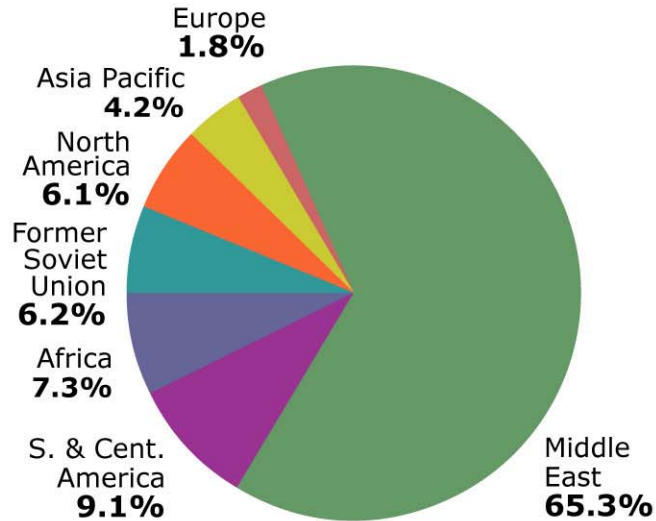


bp statistical review of world energy 2002

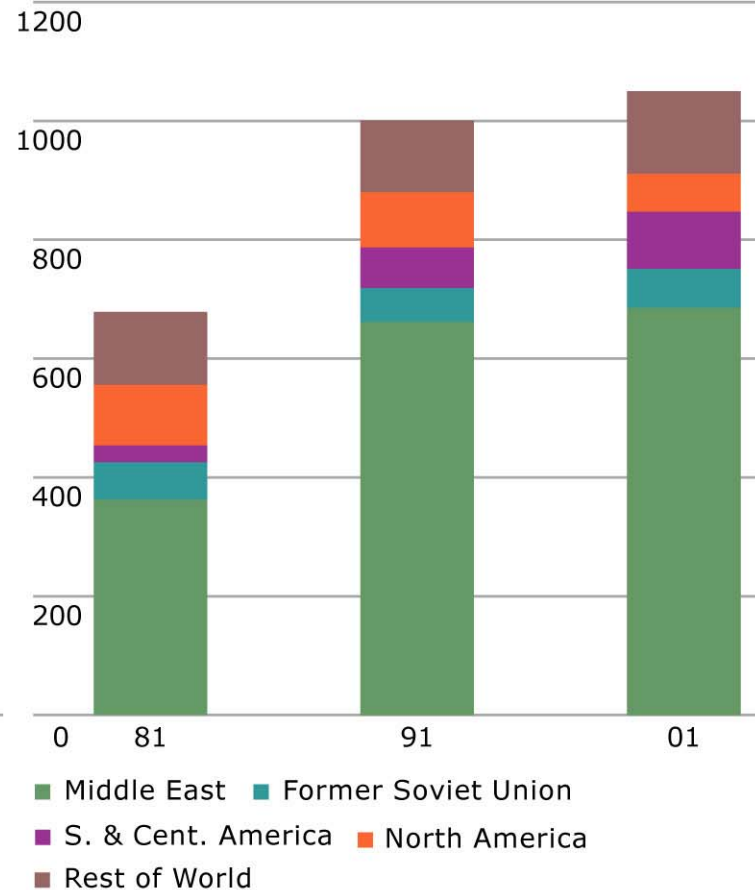
Tunnetut varat 1981-2001

charts of distribution of proved oil reserves 2001

Thousand million barrels %



Thousand million barrels

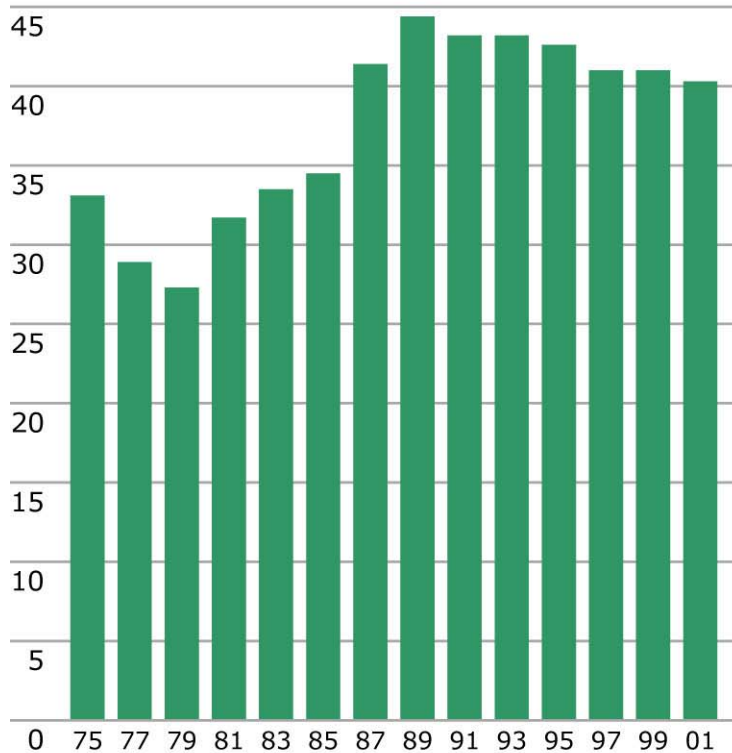


bp statistical review of world energy 2002

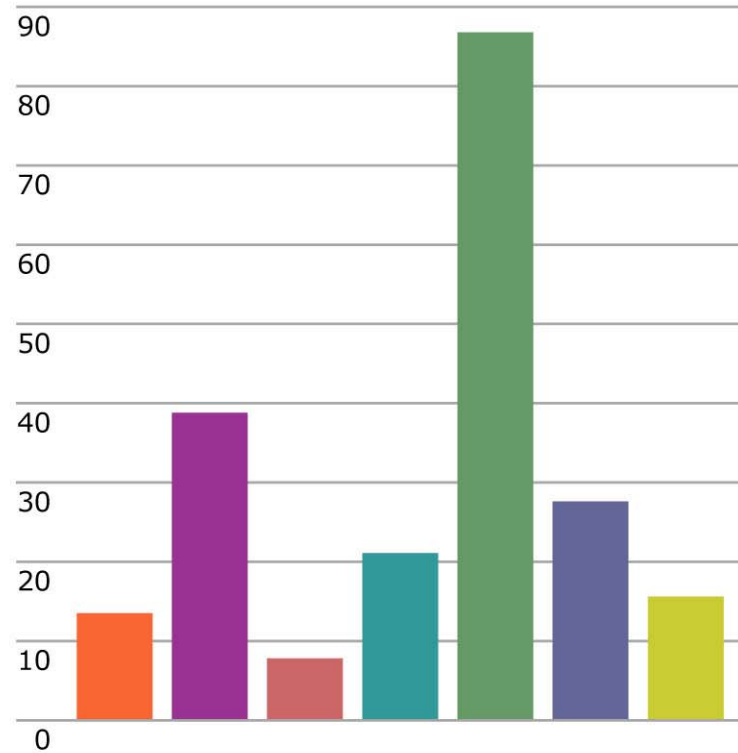
Tunnettujen öljyvarojen riittävyys nykytuotannolla

chart of oil R/P ratios

World – Reserves to production ratio



2001 by area – Reserves to production ratio



■ World
 ■ North America
 ■ S. & Cent. America
 ■ Europe
 ■ Former Soviet Union
 ■ Middle East
 ■ Africa
 ■ Asia Pacific

The world's oil R/P ratio increased in 2001 as global oil production fell slightly and reserves increased modestly. However, at 40.3, the R/P ratio was still somewhat down on the 43.2 years of a decade ago.

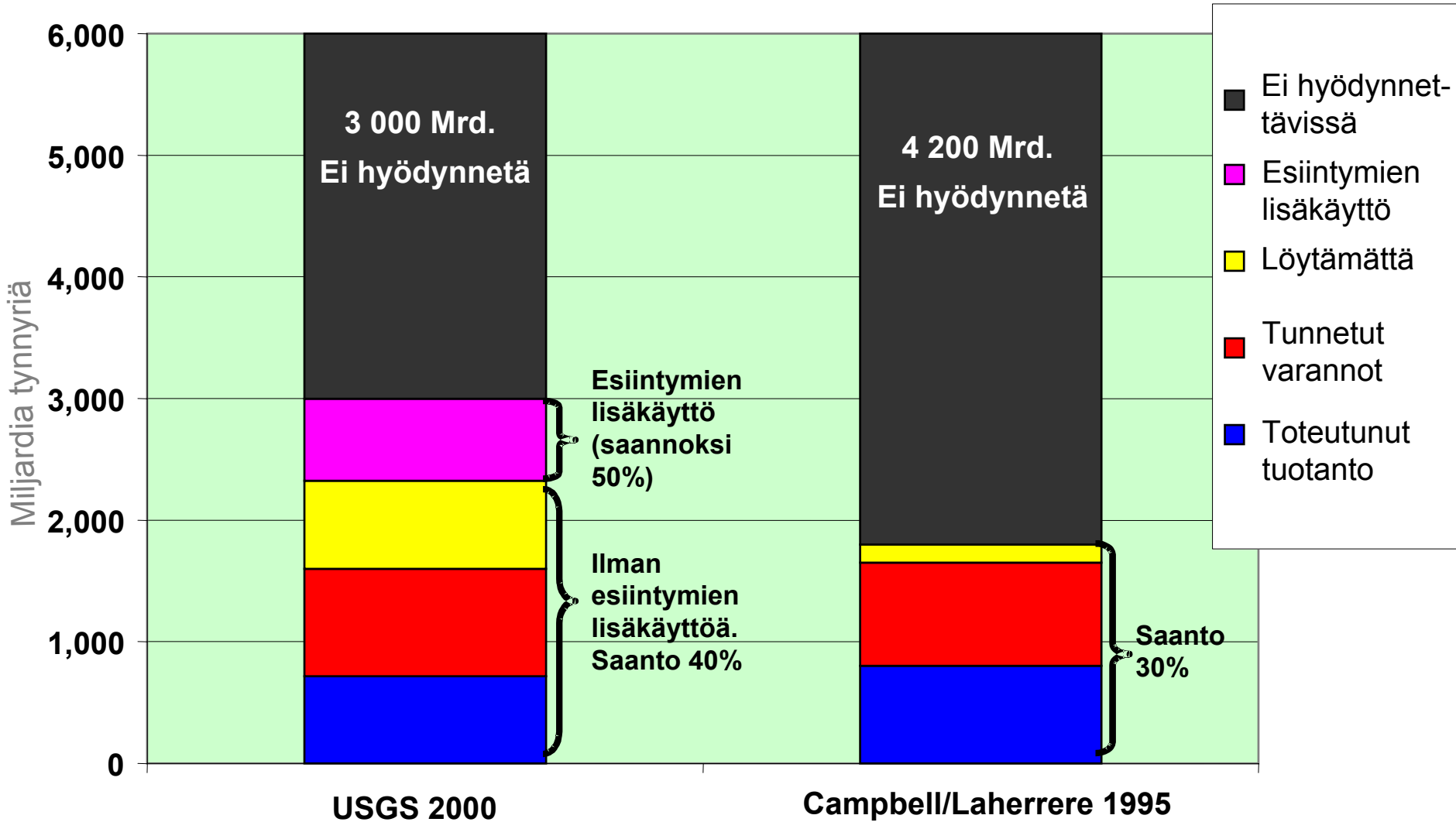
Maankuoren kokonaisvarat - 1

- Toistaiseksi on aina löydetty uusia esiintymiä korvaamaan käytettyjä, mutta maankuoren kokonaisvarat muodostavat katon.
- Kokonaisvarat arvioidaan yleisen geologisen tiedon perusteella tilastollisin keinoin.
- Huomioon on otettava öljyn saannon kehittyminen, tunnettujen esiintymien laajennusmahdollisuudet sekä toistaiseksi tunnistamattomat esiintymät.

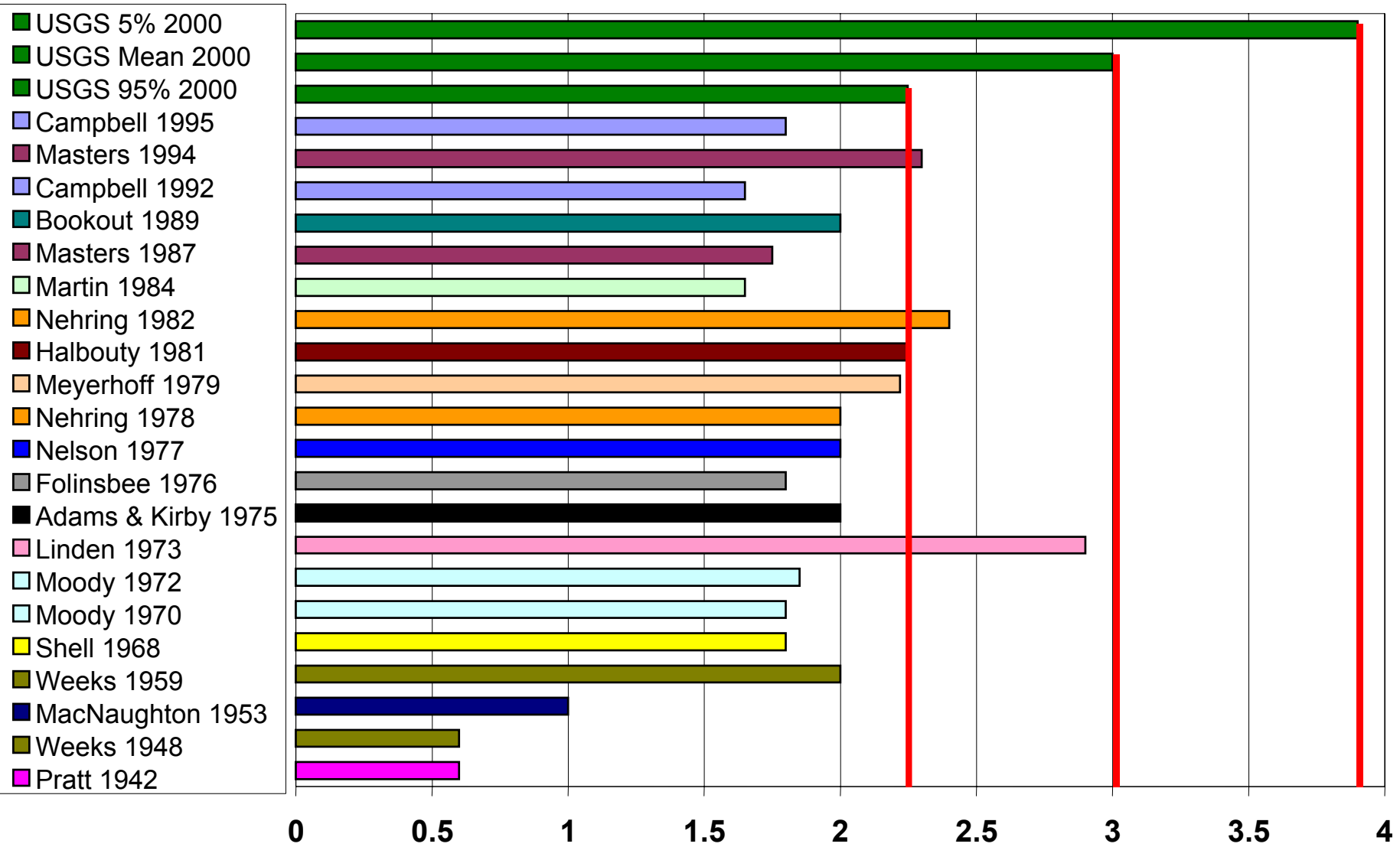
Maankuoren kokonaisvarat - 2

- Arviot kokonaisvaroista sisältävät myös jo toteutuneen tuotannon.
- Arviot eivät ole muuttuneet vuoden 1959 jälkeen ennen uusinta USGS:n päivitystä.
- Uusimmissa arvioissa on muutoksen perusteena lähinnä kehittyneen ja edelleen kehittyvän tuotantotekniikan ottaminen huomioon.
- Kolme arviotasoa, alimpana 95% varma, odotusarvo ja ylimpänä 5% mahdollisuus.

Arvioidut mahdollisuudet käyttää öljyn alkuperäisiä kokonaisvaroja maankuoressa (oletetut varat 6 000 Mrd. tynnyriä)



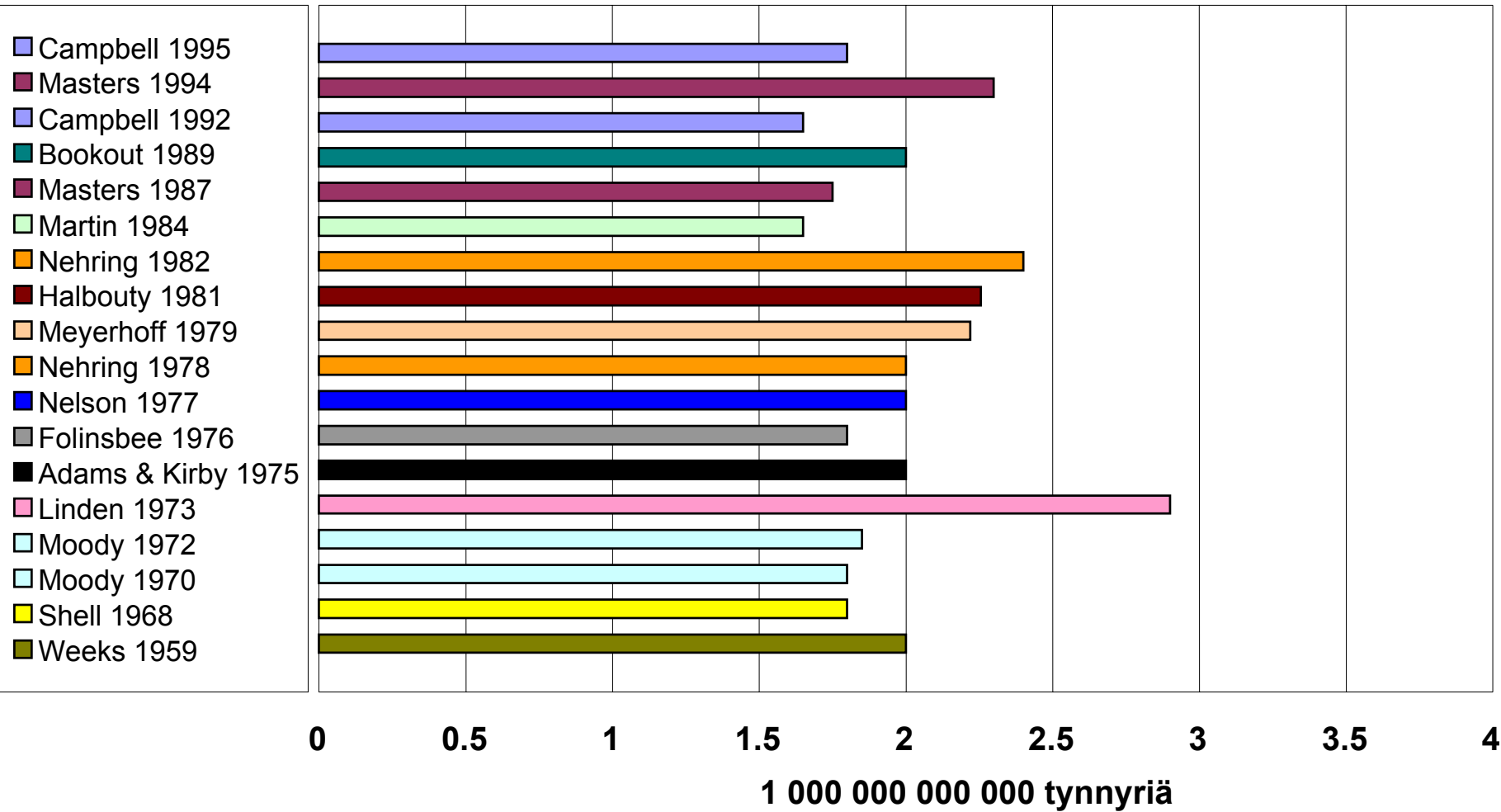
Julkaistuja arvioita raakaöljyn kokonaisvaroista maankuoressa 1942-2000



Lähteet: US DOE/EIA, USGS ja Colin Campbell

1 000 000 000 tynnyriä

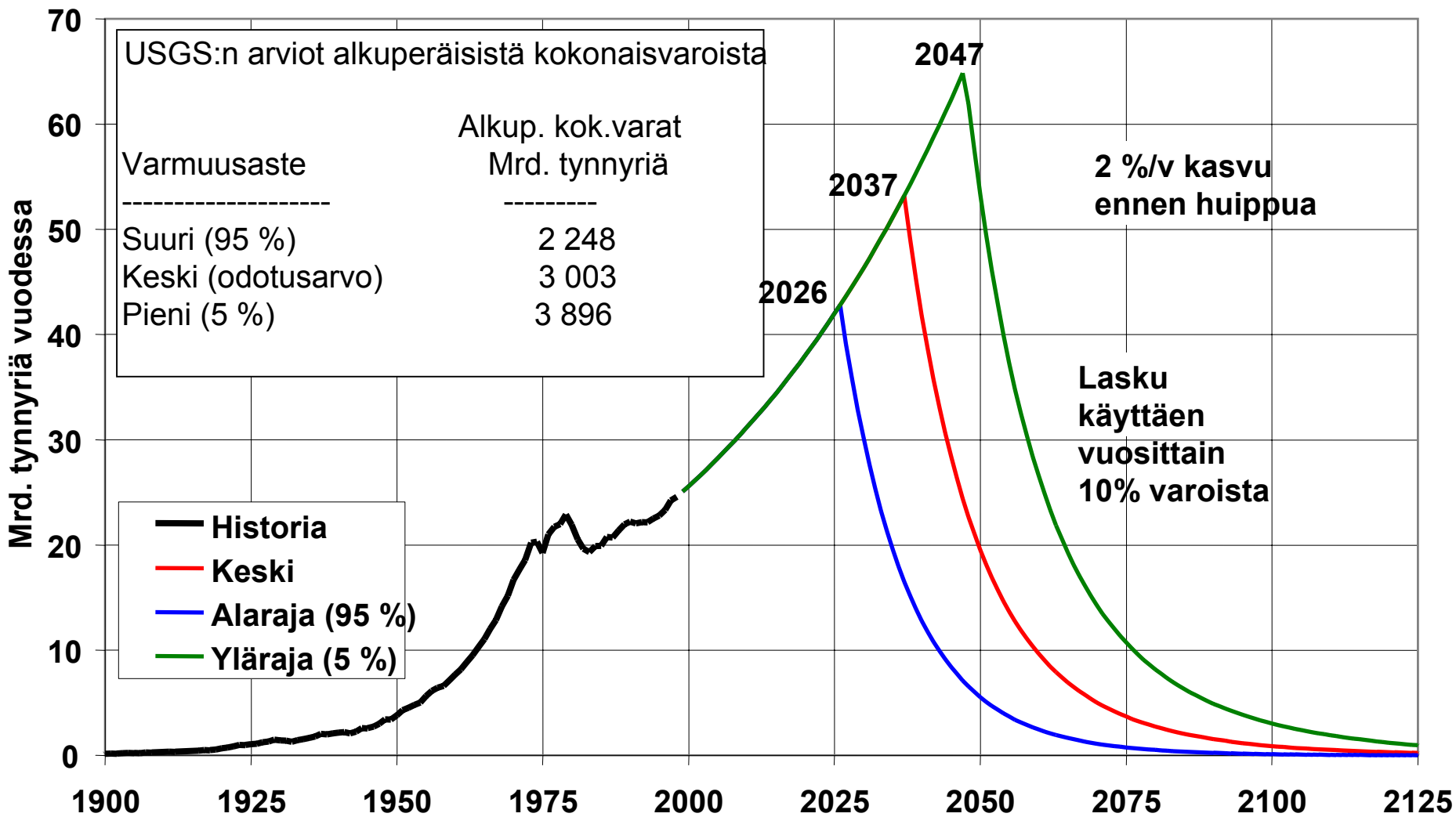
Julkaistuja arvioita raakaöljyn kokonaisvaroista maankuoressa 1959-1999



Lähteet: US DOE/EIA, USGS ja Colin Campbell

Kokonaisvara-arvion vaikutus öljyn ajalliseen riittävyyteen

Yksinkertaistettu skenaariomalli



Lähde: US DOE/EIA, 2000

Öljyä korvaavat varat - 1

- Maakaasuun perustuvat synteettiset nesteet
 - teknis-taloudellisesti valmis ratkaisu
 - perusteltua, kun kaasua ei muuten saada käyttöön
 - useimmissa tapauksissa kaasu kannattaa kuitenkin käyttää kaasuna

Öljyä korvaavat varat - 2

- Öljyhiekka ja hyvin raskaat öljyt
 - erityisesti Kanadassa ja Venezuelassa
 - kokonaisvarat samaa luokkaa kuin konventionaalinen öljy
 - tuotanto vaikeaa ja ympäristöhaitat ongelmana
 - volyymit eivät voine kasvaa nopeasti kuin muutamaan prosenttiin öljyntuotannosta
 - kohtuutasolla riittävyys ainakin kymmeniä vuosia, joten helpottaa laskuvaiheessa

Öljyä korvaavat varat - 3

- Kivihiilen ja öljyliuskeen nesteytys
 - ongelmana mm. erityisen suuret hiilidioksidipäästöt
 - myös monia muita ongelmia laajamittaisessa tuotannossa

Uusiutuvat vaihtoehdot

- Alkoholipolttoaineet
 - teknillisesti valmis ratkaisu
 - etanolin raaka-aineena peltoviljelyn tuotteet ja jätteet
 - ensisijainen käyttö alle 10% osuutena bensiinissä
 - ongelmana kustannukset, joten käyttö liittyy maatalouspolitiikkaan

Kulutukseen vaikuttaminen

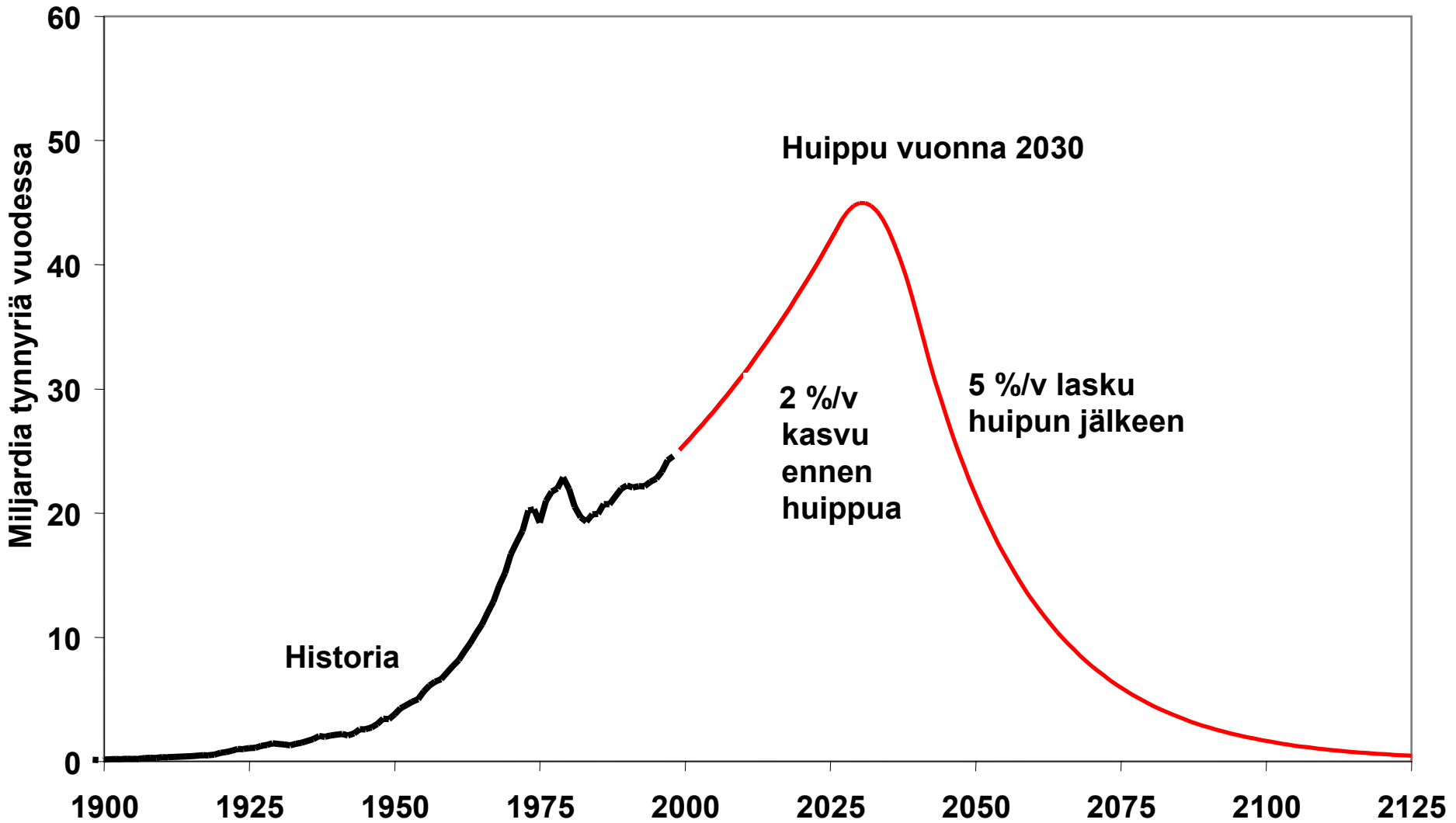
- Polttoaineenkulutuksen pienentäminen
 - paremmalla tekniikalla
 - pienemmillä autoilla
 - hintojen kautta (verot)
 - potentiaali useita kymmeniä prosentteja
- Energiatehokkaita liikennemuotoja suosimalla
 - raideliikenne

Tulevaisuuden ratkaisut

- Sähköautot
 - akut edelleen olennainen ongelma
 - välivaiheena hybridiautot, joissa pieni polttomoottori toimii puhtaasti ja hyötysuhde hyvä
- Vetyautot
 - vedyn varastoinnille ei hyvää ratkaisua
 - koko infrastruktuuri uusittava
 - vety ei ole yleisratkaisu energiaongelmiin, vaan energiansiirron väline kuten sähkö

Konventionaalisen raakaöljyn pelkistetty käyttöskenario

Öljyvarat Yhdysvaltain Geological Surveyin keskiarvion mukaiset



Lähde: US DOE/EIA, 2000

Johtopäätökset

- Ei välitöntä uhkaa varojen loppumisesta
 - ei olennainen tekijä kuluttajien lähivuosien valinnoissa
 - uhkana kuitenkin tuotannon keskittyminen muutamaamaan maahan
 - poliittiset riskit sekä saatavuudelle että hintakehitykselle
- Luontainen kasvu kääntyy laskuksi lähivuosisikymmeninä
 - vaikuttaa jo suuryritysten päätöksentekoon
 - tutkimus voi olla jo myöhässä
 - viive tutkimustuloksista maailmanlaajuiseen käyttöön vuosikymmeniä