

KIMMO KLEMOLA

ÖLJY



2014 (rev. 30.1.2014) 2026 lisäyksiin (20.3.2026)

SISÄLLYS

Johdanto.....	2
Öljyn synty ja esiintymät.....	3
Öljyn tuotanto.....	3
Öljykuljetukset.....	11
Öljyn käyttö.....	13
Öljy ja talous.....	17
Öljyhuippu	24
Yhdysvallat	48
Venäjä.....	51
Lähi-itä.....	52
Kiina	56
Suomi	57
Maailma	58
Kulutus	71
Ympäristö	75
EOR – Enhanced Oil Recovery	75
Vaihtoehdot.....	76
Öljykonfliktit.....	80
Natsi-Saksan polttoaineprosesseista	84
Me kulutamme raakaöljyä	87

Johdanto

Öljy on poikkeuksellisen arvokas energianlähde, koska sen energiasisältö on suuri ja sitä on helppo kuljettaa ja varastoida. Sitä on myös ollut runsaasti, helposti ja halvalla hyödynnettävissä.

Raakaöljy on ollut lähes täydellinen liikenteen polttoaineiden raaka-aine. Siitä valmistetut bensiini, diesel ja lentokerosiini ovat nestemäisiä, niiden energiasisältö tilavuutta kohti on suuri ja tuotantoteknologia on tehokas eli energiaa polttoaineiden tuottamiseen kuluu suhteellisen vähän. Helpon öljyn aika alkaa kuitenkin olla jo ohi. Kansainvälinen energiajärjestö IEA (International Energy Agency¹ 11/2010) arvioi, että ”helpon” öljyn tuotantokatto saavutettiin jo vuonna 2006. Suurimassa osassa öljyntuottajamaita öljyntuotanto on kääntynyt tai piakkoin kääntymässä laskuun. Öljyntuotantoa pystyy tulevaisuudessa kasvattamaan merkittävästi vain muutama Lähi-idän maa. **Yhdysvallat on onnistunut kasvattamaan öljyntuotantoa 2020-luvulla liuskeöljyn tuotannolla, joka perustuu vesisärötykseen ja vaakaporaukseen.**

Öljy on erittäin tärkeä maailman ja erityisesti Yhdysvaltojen taloudelle. Nykyinen länsimainen hyvinvointi ja sen kehitys ovat perustuneet helposti saatavissa olevan ja hyödynnettävän öljyenergian käyttöön. Nimenomaan kulkuneuvojen voimanlähteenä halpa nestemäinen runsaasti energiaa sisältävä bensiini ja diesel ovat lähes korvaamattomia. Hankalinta on kuitenkin löytää vaihtoehtoja lentokerosiinille.

Huolimatta öljyn hupenemisesta ja korvaavien polttoaineiden ja voimanlähteiden, kuten etanolin, biodieselin, sähköautojen ja vedyllä toimivien polttokennoautojen, saamasta viimeaikaisesta runsaasta julkisuudesta tämän vuosisadan ensimmäiset vuosikymmenet öljy säilyy liikenteen tärkeimpänä polttoaineena. Otto- ja dieselmoottorit liikuttavat maailman autoja, niin kuin ne ovat tehneet jo yli sata vuotta.

¹ World Energy Outlook 2010, International Energy Agency, Paris, November, 2010.

Öljyn synty ja esiintymät

Öljyä on syntynyt sedimenttialtaisiin, joiden ikä on 50–400 miljoonaa vuotta (Vilenius² 1/2003). Hienontuneen kiviaineksen seassa eloperäinen aines on paineessa, kuumuudessa ja hapettomuudessa yhdistynyt hiilivedyiksi. Ylöspäin kohoavat kevyet kaasut ja nesteet ovat kertyneet maaperän koteloihin, joissa on pitävä katto. Öljy muodostui orgaanisesta massasta suurelta osin liitu- ja jurakaudella 90–150 miljoonaa vuotta sitten (Korpela³ 11/2006). Öljyä on ilmeisesti syntynyt jo noin 3,2 miljardia vuotta sitten (Smil⁴ 2009).

Raakaöljyn energiasisältö on 42–45 MJ/kg eli 50 % enemmän kuin hyvälaatuisen kivihiilen. Öljyä on suhteellisen helppo nostaa maan sisältä ja kuljettaa jalostettavaksi öljynjalostamoihin. Myös jalostamojen tuotteita – bensiiniä, dieseliä ja lentokerosiinia – on helppo kuljettaa käyttökohteisiin.

Öljyn tuotanto

Kaupallisesti öljyä alettiin tuottaa ensimmäisen kerran Romaniassa vuonna 1857. Kahta vuotta myöhemmin tuotanto alkoi Yhdysvalloissa. (Hubbert⁵ 2/1949)

Öljyntuotannon historiassa yksi asia on pysynyt näihin päiviin muuttumattomana: öljynhinta ei ole erityisemmin ollut sidoksissa tuotantokustannuksiin.

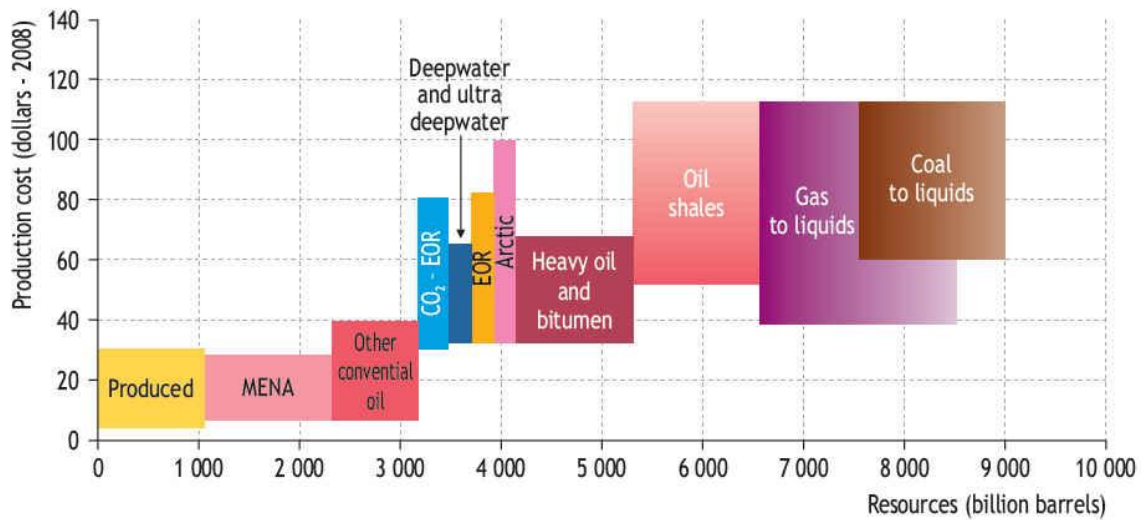
Kun öljyntuotantokapasiteetin rajat alkavat tulla vastaan, joudutaan turvautumaan vaikeasti hyödynnettäviin esiintymiin ja korkeat tuotantokustannukset siirtyvät hintoihin. Mikäli öljylle ei ole riittävässä määrin vaihtoehtoja, korkeat öljyhinnat aiheuttavat maailmantaloudelle suurta vahinkoa.

² Vilenius Esa, Öljyn tulevaisuus on materiaaleissa, Etelä-Saimaa, 12.01.2003.

³ Korpela Seppo A., Oil depletion in the world, Current Science, Vol. 91, No. 9, 2006.

⁴ Smil Vaclav, Oil A Beginners Guide, Oneworld, Oxford, 2009.

⁵ Hubbert M. King, Energy from fossil fuels, Science, Vol. 109, pp. 103–109, February 04, 1949.

Figure 9.10 • Long-term oil-supply cost curve

Öljystä tulee kalliimpaa, kun joudutaan turvautumaan vaikeammin hyödynnettäviin esiintymiin, MENA = Middle East and North Africa (IEA⁶ 11/2008).

Maailma polttaa öljyä yli tuhat tynnyrillistä joka sekunti. Maailman primäärienergian tuotannosta öljyn osuus on noin 40 %. Primäärienergiaa ovat öljy, kivihiili, maakaasu, ydinvoima ja vesivoima.

Öljyntuotantoluvut saattavat vaihdella lähteestä riippuen, koska öljyn määritelmäkin on hieman hämärä (Korpela⁷ 2005). Öljyntuotannossa osa kaasumaisista komponenteista kondensoituu tai ne nesteytetään. Koska ne ovat nestemäisiä ja ne tulevat öljylähteistä, ne lasketaan usein öljyksi. Maakaasun tuotannossa raskaammat komponentit nesteytyvät ja myös ne lasketaan usein öljyksi. Kirjauskäytäntöjen vaihdellessa myös vuotuiset tuotantomäärät vaihtelevat tietolähteen mukaan.

Vuonna 2005 maailmassa kulutettiin öljyä 73 miljoonaa tynnyriä päivässä (Korpela⁸ 11/2006). Jos kaikki polttonesteet lasketaan mukaan, vuonna 2005 kulutus oli

⁶ World Energy Outlook 2008, International Energy Agency, Paris, November, 2008.

⁷ Korpela Seppo A., Prediction of world peak oil production, in Andrew Mckillop and Sheila Newman (eds), The Fired Energy Crisis, London: Pluto Press, pp. 11-28, 2005.

⁸ Korpela Seppo A., Oil depletion in the world, Current Science, Vol. 91, No. 9, 2006.

noin 85 miljoonaa tynnyriä päivässä. Vuonna 2024 öljynkulutus oli noin 97 miljoonaa barreliä päivässä.

Yhdysvaltojen energiaministeriön Energy Information Agency⁹ (EIA) öljymääritelmän mukaan öljyn kokonaistuotanto vuonna 2011 oli 86,9 miljoonaa tynnyriä päivässä. Raakaöljyn tuotanto oli 74,1 miljoonaa tynnyriä päivässä, maakaasun tuotannossa nesteytettyjen hiilivetyjen tuotanto oli 8,5 miljoonaa tynnyriä päivässä, muiden polttonesteiden (nestemäiset biopolttoaineet sekä kivihielestä, maakaasusta ja öljyliuskeesta valmistetut nestemäiset polttoaineet) tuotanto oli 2,2 miljoonaa tynnyriä päivässä ja jalostamoprosesseissa syntyvä tilavuuslisäys (tuotteiden tiheys pienempi kuin syötetyn raakaöljyn) oli 2,1 miljoonaa tynnyriä päivässä. Jalostamoprosesseissa syntyvän tilavuuslisäyksen takia Suomikin tuotti vuonna 2011 EIA:n tilastojen mukaan 8700 tynnyriä öljyä päivässä.

Yhdysvaltojen energiaministeriön Energy Information Agency (EIA) öljymääritelmän mukaan öljyn kokonaistuotanto vuonna 2024 oli 102–104 miljoonaa tynnyriä päivässä. Raakaöljyn (ja öljyntuotannon kondensaattien) tuotanto oli noin 80–83 miljoonaa tynnyriä päivässä, maakaasun tuotannossa nesteytettyjen hiilivetyjen tuotanto oli 14–16 miljoonaa tynnyriä päivässä, muiden polttonesteiden (nestemäiset biopolttoaineet sekä kivihielestä, maakaasusta ja öljyliuskeesta valmistetut nestemäiset polttoaineet) tuotanto oli 3–4 miljoonaa tynnyriä päivässä ja jalostamoprosesseissa syntyvä tilavuuslisäys (tuotteiden tiheys pienempi kuin syötetyn raakaöljyn) oli 2–3 miljoonaa tynnyriä päivässä.

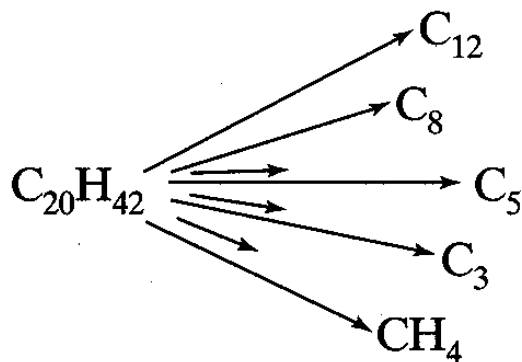
Öljyntuotannon ja -jalostuksen historia tuntee monia mullistavia teknologiakeskintöjä. Rotaatioporausta käytettiin ensimmäisen kerran Beaumontissa Texasissa vuonna 1901. Öljynjalostusta mullistivat korkeapainekrakkaus vuonna 1913 ja katalyyttinen krakkaus vuonna 1936. (Smil¹⁰ 2000)

⁹ International Energy Statistics, U.S. Energy Information Administration, March, 2012.

¹⁰ Smil Vaclav, Energy in the twentieth century: resources, conversions, costs, uses, and consequences, Ann. Rev. Energy Environ., Vol. 25, pp. 21–51, 2000.

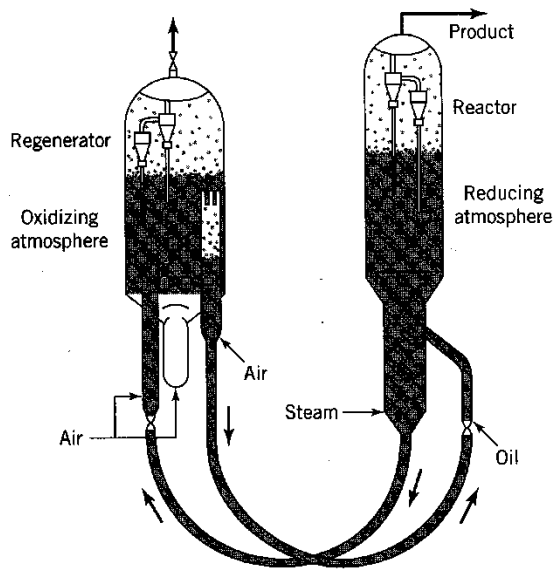
William M. Burton patentoi lämpökrakkauksen vuonna 1913 ja Almer McAfee patentoi ensimmäisen katalyyttisen krakkausprosessin vuotta myöhemmin. Tärkeä välivaihe korkeaoktaanisen bensiinin valmistamisessa oli Eugène Houdryn katalyyttinen krakkausprosessi. Ensimmäinen Houdryn prosessiin perustuva laitos rakennettiin vuonna 1936.

Leijukatalyyttinen krakkaus (FCC) otettiin teolliseen käyttöön vuonna 1942. Siinä raskaammista öljyn komponenteista saadaan kevyempiä korkeaoktaanisen bensiinin valmistukseen tarvittavia komponentteja. FCC on yksi 1900-luvun merkittävimmistä teollisuuskeksinnöistä. Idean isät olivat amerikkalaiset kemiantekniikan professorit Warren K. Lewis ja Edwin R. Gilliland ja sen kehittivät teolliseksi prosessiksi yhdysvaltalaiset Standard Oilin tutkijat Donald Campbell, Homer Martin, Eger Murphree ja Charles Tyson (Flavell-While¹¹ 2010). Viimeinen merkittävä keksintö oli vetykrakkaus, jonka Union Oil Company kehitti 1950-luvulla.



FCC-krakkerissa suuret hiilivedyt pilkkoutuvat pienemmiksi reaktiivisiksi hiilivedyiksi.

¹¹ Flavell-While Claudia, Fuelling a way of life, The Chemical Engineer, April 2010.



FCC-kraakerin periaate (Levenspiel¹²) ja FCC-kraakeri.



Matthew Simmons.

Öljypankkiiri Matthew Simmons¹³ (2/2008) mukaan öljy-yhtiöt ovat olleet korkeista öljynhinnoista ja jalostusmarginaaleista huolimatta yllättävän haluttomia

¹² Levenspiel Octave, Chemical Reaction Engineering, 3. edition, John Wiley & Sons, 1998.

¹³ Simmons, Matthew R., Can motor fuels be redesigned?, Hydrocarbon Processing, February, 2008.

investoimaan uuteen öljynjalostuskapasiteettiin. Pelkona on, että kun uutta kapasiteettia valmistuu, öljynhinta romahtaa. Myös biopolttoaineiden pelätään vievän markkinoita öljypohjaisilta polttoaineilta.

Varsinkin Yhdysvalloissa öljynjalostamot kaipaavat kiireistä modernisointia, koska niiden tulee tuottaa enemmän, niiden tuotejakaumaa on muutettava ja niiden tulee pystyä jalostamaan paljon huonompilaatuista raaka-ainetta kuin mihin ne on aikanaan suunniteltu.

Lähi-idän öljylähteitä alkoi löytyä merkittävässä määrin 1930-luvulla. Kuwaitin Burgan, maailman toiseksi suurin öljykenttä, löytyi vuonna 1938, ja Saudi-Arabian Ghawar, maailman suurin öljykenttä, kymmenen vuotta myöhemmin. (Smil¹⁴ 2000)

Öljyn etsintää mullistivat geofysikaalisen tutkimuksen uudet menetelmät, kuten kolmiulotteinen kuvantaminen ja vaakaporaus (horisontaaliporaus). Syvänmeren öljyntuotanto kehittyi ja yhä syvemmistä vesistä voidaan porata öljyä. Lähes kolmannes maailman öljystä tuotetaan merellä (Smil¹⁵ 2008). Vuonna 2006 Meksikonlahdella löydettiin öljyä poraamalla yli 6 km syvä reikä 2,1 km syvyydelle (8,45 km merenpinnan alapuolella).

¹⁴ Smil Vaclav, Energy in the twentieth century: resources, conversions, costs, uses, and consequences, *Ann. Rev. Energy Environ.*, Vol. 25, pp. 21–51, 2000.

¹⁵ Smil Vaclav, *Energy in Nature and Society: General Energetics of Complex Systems*, MIT Press, Cambridge, MA, 2008.



BP:n Deepwater Horizon -öljynporauslautta huhtikuussa 2010 Meksikonlahdella.



Norjalaisen Statoilin Statfjord B:n massa on 800 000 tonnia. Se on suurin koskaan liikuteltu esine.

Öljyntuotannon vaikeutumista kuvaa Lähi-idän öljykenttien vedenkäytön määrä. Nykyään jokaista tuotettua öljytynnyriä kohti öljylähteeseen on pumpattava keskimäärin kolme tynnyrillistä vettä. Varsin pian öljytynnyriä kohti tarvitaan jo viisi tynnyriä vettä. Saudi Aramco, Saudi-Arabian kansallinen öljy-yhtiö aikoo lisätä

Khurain öljykentän tuotantoa 1,2 miljoonalla tynnyrillä/päivä. Jokaista lisätynnyriä kohti öljykenttään joudutaan pumppaamaan seitsemän tynnyriä vettä. (Milmo¹⁶ 4/2006)

Jotkut öljyanalyttikot ovat tulkinneet öljyntuotannon vaikeutuneen Lähi-idässä, koska öljyntuotannossa käytettyjen apukemikaalien käyttö on kasvanut merkittävästi viime vuosina.



Saudi-Arabian suuria öljykenttiä.

Vuodesta 2014 vuoteen 2024 Lähi-idän öljyntuotanto kasvoi 1,7 miljoonalla tynnyrillä päivässä (6%). Muualla paitsi Pohjois-Amerikassa ja Lähi-idässä

¹⁶ Milmo Jean, Middle East faces stiff oil test, Chemical Market Reporter, Vol. 269, No. 14, April 10–16, 2006.

öljyntuotanto väheni. Pohjois-Amerikassa öljyntuotanto kasvoi 9,1 miljoonalla tynnyrillä päivässä (48 %).

Öljykuljetukset

Öljy on nestemäistä ja sen energiatiheys on suuri. Öljyn pumppaaminen putkia pitkin tuotantoalueelta käyttäjille, laivaan ja laivasta, on helppoa ja edullista – samoin kuin kuljettaminen tankkereilla.

Maailman suurin öljytankkeri Seawise Giant, myöhemmin Happy Giant, Jahre Viking, Knock Nevis ja viimeiseltä nimeltään Mont (564 650 bruttorekisteritonna, pituus 459 m) vaurioitui Irakin ja Iranin välisessä sodassa ja toimi viimeiset vuodet välivarastona satamassa Qatarissa (Smil¹⁷ 2008). Laiva romutettiin Intiassa vuonna 2010.



Maailman suurin öljytankkeri Knock Nevis (alkuaan Seawise Giant) Qatarissa. Aluksen kantavuus oli 564 650 tonnia.

¹⁷ Smil Vaclav, *Energy in Nature and Society: General Energetics of Complex Systems*, MIT Press, Cambridge, MA, 2008.

Merikuljetusten ongelmana on onnettomuusriski. Suurimmat öljyonnettomuudet ovat olleet:

- *Atlantic Express*, 287 000 tonnia, Tobagon edustalla, 1979.
- *ABT Summer*, 260 000 tonnia, 1000 km Angolasta, 1991.
- *Castillo de Bellver*, 253 000 tonnia, Saldanhan lahden edustalla Etelä-Afrikassa, 1981.
- *Amoco Cadiz*, 223 000 tonnia, Britannyn rannat, 1978.

Pitkään maailman kuuluisin öljyonnettomuus, Exxon Valdesin karilleajo Alaskassa 1989, oli tonnimäärältään varsin pieni (37 000 tonnia), mutta se aiheutti laajat ympäristötuhot mm. alueen linnustolle. Öljynporauslautta Deepwater Horizonin tuhoutuminen Meksikonlahdella huhtikuussa 2010 on tonnimäärältään suurin merellä tapahtunut öljyonnettomuus (noin 570 000 tonnia).

Halvin ja tehokkain tapa kuljettaa öljyä on öljyputki. Metrin halkaisijaltaan oleva öljyputki pystyy kuljettamaan 50 miljoonaa tonnia öljyä vuodessa (Suomen öljynkulutus on noin 11 miljoonaa tonnia vuodessa).

Ust'-Balik-Kurgan-Almetievskin 120 cm halkaisijaltaan oleva 2120 km pitkä öljyputki kuljettaa vuodessa 90 miljoonaa tonnia öljyä Siperian Samotlorin superjättiläiskentältä Venäjän Euroopan puoleiseen osaan, ja 2500 km lisää putkea tarvitaan kuljettamaan öljy Länsi-Eurooppaan.

Maaliskuussa 2026 öljynkuljetusten ongelmat ovat maailmanpolitiikan keskipisteessä. Lähi-idässä Hormuzinsalmen öljykuljetukset ovat vakavasti häiriintyneet ja Ukrainan sodassa tuhoutunut öljyputki on Unkarin presidentin Viktor Orbánin tekosyy olla esteenä Ukrainan mittavalle EU-lainalle.



Alaskan öljyputki.

Öljyn käyttö

Maailman väestömäärä oli öljyntuotannon alkaessa 1800-luvun puolivälissä noin 1,3 miljardia ja on noussut yli 7 miljardiin maaliskuussa 2011 (8,24 miljardia maaliskuussa 2026). Yksi väestöräjähdyksen mahdollistanut tekijä on ollut öljy. Esimerkiksi Yhdysvalloissa ruoka kulkee tuotannosta ruokapöytään keskimäärin 1500 km ja kuljetusten ja valmistuksen kuluttama energiamäärä on kymmenkertainen ruoan kalorimäärään verrattuna.

Nykyisen biopolttoaineinnostuksen aikana on vaikea kuvitella, että kun raakaöljystä ensimmäisen kerran, vuonna 1853, jalostettiin jotain, se oli valopetroliä, jolla korvattiin lamppujen käyttämää biopolttoainetta: valaanrasvaöljyä. Raakaöljypohjainen valopetroli oli siis varmasti ympäristöystävällisempi vaihtoehto biopolttoaineeseen verrattuna.

Yhdysvalloissa liikenteen osuus öljynkulutuksesta on 67 % (henkilöautot, maasturit ja pickupit 43 %, rekat, laivat ja lentokoneet 24 %), teollisuuden 25 % ja

lämmitys ja sähköntuotanto vastaavat lopusta 8 %:sta (EIA¹⁸ 3/2003). Maailmanlaajuisesti liikenteen osuus öljynkulutuksesta on pienempi, 49 % vuonna 1997 (EIA¹⁹ 7/2005).

Vuonna 2000 maailman öljynkäyttö jakautui tuotealueittain seuraavasti (EIA²⁰ 7/2005):

- Bensiini 26,2 % (vuonna 2006 noin 1400 miljardia litraa, USA:n osuus tästä oli noin 40 %)
- Keskitisleet (diesel, lentokerosiini ym.) 34,8 %
- Raskas polttoöljy 12,8 %
- Muut 26,2 %

Vuonna 2024 BP:n mukaan:

- Bensiini 24,7 %
- Nafta (teollisuusbensiini petrokemianteollisuudelle) 6,7 %
- Diesel, kevyt polttoöljy 27,6 %
- Kerosiini 7,7 %
- Raskas polttoöljy 7,1 %
- Muut (liuottimet, asfaltti, voiteluaineet, jalostamon polttoaineet jne) 26,3 %

American Petroleum Instituten (API²¹ 3/2003) "Fact sheet" listaa öljyn käyttökohteet Yhdysvalloissa seuraavasti, tynnyristä eli 42 gallonasta saadaan:

- Bensiini: 21 gallonaa (47 %)
- Diesel ja kevyt polttoöljy (kotien lämmitysöljy): 10 gallonaa (23 %)
- Lentokerosiini: 4 gallonaa (10 %)
- Koksi (teräksen valmistus): 2 gallonaa (5 %)
- Raskas polttoöljy (laivojen, teollisuuden ja sähköntuotannon polttoaine): 2 gallonaa (4 %)

¹⁸ Petroleum products, Energy Information Administration, March, 2003.

¹⁹ International Energy Outlook 2005, Energy Information Administration, July, 2005.

²⁰ International Energy Outlook 2005, Energy Information Administration, July, 2005.

²¹ Benefits of current transportation fuels, API Fact Sheet, July, 2003.

- Öljy- ja petrokemian tuotteet: 7 gallonaa (17 %)

Yllä olevat API:n tiedot ovat hämmentäviä, koska 42 gallonasta raakaöljyä syntyy 46 gallonaa tuotteita. Mikäli tuotteiden tiheys on pienempi kuin raakaöljyn, tämä on mahdollista. API ei ole kuitenkaan huomionnut, että öljynjalostukseenkin kuluu energiaa (15–20 % raakaöljystä ja 8 % Yhdysvaltojen koko energiankulutuksesta), mikä päätyy hiilidioksidina taivaalle. Erityisen hämmentävää API:n tiedoissa on, että tuotteiden yhteenlaskettu osuus on 106 %.

Maailman öljynkäyttö 2002 (Plouchart²² 2005):

- Liikenne 50 %
- Teollisuuden energia 17 %
- Sähköntuotanto 7 %
- Muut (petrokemianteollisuuden raaka-aine, lämmitys jne.) 26 %

Raskaimmat öljykomponentit menevät asfaltiksi. Tonnimäärällä laskien maailman eniten kierrätetty tuote on asfaltti, joka tiestä irrottamisen jälkeen käytetään uudelleen.

Öljy- ja kaasualan keskusliiton mukaan öljyn osuus Suomen energiankulutuksesta on noin 24 %. Suomen öljynkulutus oli vuonna 2007 vajaat 11 miljoonaa tonnia eli 0,22 miljoonaa tynnyriä/päivä, mikä vastaa 0,26 % maailman öljynkulutuksesta.

Vuonna 2024 öljyn osuus Suomen energiankulutuksesta oli 18,7 %. Suomen öljynkulutus oli 7,2 miljoonaa tonnia eli 0,157 miljoonaa tynnyriä/päivä, mikä vastaa 0,15 % maailman öljynkulutuksesta.

Öljytuotteiden kulutus käyttäjäryhmittäin Suomessa vuonna 2007:

- Liikenne 46 %
- Raaka- ja voiteluaineet 19 %
- Teollisuuden energia 16 %

²² Plouchart Georgia, Energy consumption in the transport sector, Institut Francais du Pétrole, www.ifp.fr, 2005.

- Rakennusten lämmitys 10 %
- Maa- ja metsätalous, rakennustoimi 9 %

Motivan ja Tilastokeskuksen mukaan vuonna 2024 öljytuotteiden kulutus oli käyttäjäryhmittäin:

- Liikenne: 60–70 %
- Raaka-aineet ja voiteluaineet (petrokemia): 20–25 %
- Teollisuuden energia: 5–10 %
- Rakennusten lämmitys: 2–5 %
- Maa- ja metsätalous, rakentaminen: noin 5 %

Vuonna 2007 raakaöljystä 75 % tuotiin Venäjältä, 13 % Isosta-Britanniasta, 5 % Kazakstanista, 4 % Tanskasta ja 3 % Norjasta. Raakaöljyä tuotiin 12,2 miljoonaa tonnia. Venäjän osuus tuonnista on ollut korkea, koska suomalaisissa jalostamoissa pystytään hyödyntämään venäläistä runsasrikkistä raakaöljyä toisin kuin monissa muissa jalostamoissa. Suomessa on kaksi öljynjalostamoita, toinen Porvoossa ja toinen Naantalissa.

Vuonna 2024 Suomi toi öljyä:

- Iso-Britannia 12 %
- Norja 77 %
- USA 8 %
- Guyana 3 %
- Tanska 1 %

Bensiinin kotimaisesta tuotannosta meni vuonna 2007 vientiin 56 %. Keskitisleiden (dieselöljy ja kevyt polttoöljy) tuotannosta meni vientiin 42 %. Bensiinin tärkeimmät vientimaat olivat Yhdysvallat, Ruotsi, Kanada, Saksa ja Alankomaat. Keskitisleitä vietiin mm. Ruotsiin, Puolaan ja Saksaan.

Suurten öljynjalostamojen jalostuskapasiteetti on tyypillisesti vähintään 5 miljoonaa tonnia raakaöljyä vuodessa. Maailman suurimman jalostamon Venezuelan

Paraguanassa sijaitsevan Amuay-Cardonin jalostuskapasiteetti on 46 miljoonaa tonnia raakaöljyä vuodessa.



Amuay-Cardonin öljynjalostamo Venezuelassa on maailman suurin.

Öljy ja talous

Syyskuussa 2000 raakaöljyn hinta oli noussut vajaassa kahdessa vuodessa yli kolminkertaiseksi noin 10\$/tynnyri hinnasta. Isossa-Britanniassa polttoaineen hinnat olivat nousseet ja rekkakuskit, kalastajat ja maanviljelijät saartoivat protestiksi öljynjalostamot. Protesti kesti vain vähän yli viikon, mutta se sai Ison-Britannian polvilleen ja osoitti kuinka riippuvainen yhteiskunta on öljystä.

Sairaalat joutuivat lykkäämään potilaiden hoitoja, kouluja suljettiin ja jopa verivaraistoista alkoi olla pulaa. Kauppojen hyllyt tyhjenivät ja esimerkiksi Skotlannissa 75 % bensiiniasemista ei enää myynyt polttoainetta. Armeijan säiliöautot toimittivat poliisisaattueissa polttoainetta tärkeimmille tarvitsijoille.

Olivatko vuoden 2000 tapahtumat esimakua siitä, mitä tulee tapahtumaan kun öljyntuotanto kääntyy vääjäämättömään laskuun? Kaikille halukkaille öljy ei enää riitä.

Kemira-lehden 1/2005 mukaan (Marttinen²³ 2005) öljytynnyrin 10 dollarin hinnannousu alentaa bruttokansantuotetta 0,5–0,8 prosenttiyksikköä Länsi-Euroopassa ja Yhdysvalloissa. Teollisuustuotantoon vaikutus on vielä suurempi: öljytynnyrin 10 dollarin hinnannousu alentaa sitä 1,2 prosenttiyksiköllä, kemianteollisuuden tuotantoa jopa 1,4 prosenttiyksiköllä. Öljyn hinnannousu johtaa viennin ja yksityisen kulutuksen vähenemiseen, mikä osaltaan pahentaa vaikutuksia talouteen. Vuoden 2008 alun noin 100 dollarin hinnannousu oli siis maailmantaloudelle todellinen shokki ja ilmeisesti suuri tekijä vuoden 2008 lopulla alkaneeseen yleismaailmalliseen taantumaa tai lamaan.

Martin Toddin²⁴ (9/2004) mukaan 10 dollarin hinnannousu öljytynnyriltä laskee Euroopan bruttokansantuotetta 0,5 %. Vuonna 2008 heinäkuussa öljynhintaa nousi 147 dollariin tynnyriltä. Mikäli hintataso olisi pysynyt, vaikutus bruttokansantuotteen olisi ollut 5 % (erittäin suuri). Joka tapauksessa moinen öljynhintaa ja sen uhkaavat talousvaikutukset todennäköisesti antoivat sysäyksen syksyllä 2008 alkaneeseen maailmanlaajuiseen taloustaantumaa, vaikka mediassa on puhuttu lähinnä vain Yhdysvaltojen köyhille myönnettyistä subprime-koroista.

Vuonna 2026 arvioidaan (European Central Bank), että jos Iranin sodan takia öljyn barrelihinta vakiintuu sataan dollariin aiemmasta 70 dollarista, vaikutus BKT:n kasvuun vähentävästi on noin puoli prosenttia.

Öljyn merkitys on paljon suurempi kuin sen hinta antaisi olettaa. Kalliisti verotetussa Suomessakin polttonesteisiin ja lämmitysöljyyn meni vuosituhannen alussa vain 4 % kotitalouksien menoista (Terhemaa²⁵ 8/2004), nykyisillä öljynhinnoilla hieman enemmän. Öljyn osuus maailmantalouden tuotannosta on melko pieni,

²³ Marttinen Leena, Käänteeseen parempaan ja sama suunta jatkuu, Kemira, No. 1, 2005.

²⁴ Todd Martin, Pumping up prices, Chemistry & Industry, September 20, 2004.

²⁵ Terhemaa Ahti, Kallis öljy jarruttaa taloutta epäsuorasti, Taloussanomien, 28.08.2004.

mutta öljy vaikuttaa talouskasvuun nimellistä osuuttaan enemmän, koska öljy on avainhyödyke. Lähes kaikki talouden osa-alueet ovat riippuvaisia öljystä. Maailmantalous kasvaa ja ylipäänsä pysyy pystyssä öljyä polttamalla.

Vuonna 2008 maailmassa kulutetun öljyn arvo 70 dollarin tynnyrihinnalla lasketuna oli 2,2 biljoonaa dollaria. Maailman bkt oli 61 biljoonaa dollaria, joten öljyn "arvo" oli 3,5 % maailman bkt:sta. Suomen bkt vuonna 2008 oli 274 miljardia dollaria ja öljyä kulutettiin 5,8 miljardin dollarin arvosta, 2,1 % bkt:sta.

Maailman suurimpien yhtiöiden joukossa on lukuisia öljy-yhtiöitä:

- Exxon
- Royal Dutch Shell
- BP
- Chevron
- ConocoPhillips
- Saudi Aramco
- National Iranian Oil Company (NIOC)
- Iraq National Oil Company (INOC)
- Kuwait Petroleum Company (KPC)
- Pétroles de Venezuela
- Abu Dhabi National Oil Company (ADNOC)
- Libyan National Oil Company
- Nigerian National Petroleum Company (NNPC)
- Gazprom (Venäjä)
- Lukoil (Venäjä)
- Pemex (Meksiko)
- Statoil (Norja)
- Chinese National Offshore Oil Corporation (CNOOC)
- Sinopec (Kiina)
- China National Petroleum Corporation (CNPC)

Jan Hurri²⁶ (Taloussanomat 8/2004):

”Yhdysvallat on maailman ylivoimaisesti suurin öljyntuoja, ja maassa on maailman ylivoimaisesti suurimmat osakemarkkinat. Jos öljyn hinta alkaa jarruttaa Yhdysvaltojen taloutta, seuraukset tuntuvat väistämättä maan ja samalla koko maailman osakemarkkinoilla.”

Terho Puustinen²⁷ (Talouselämä 5/2003):

”Öljykriisi olisi myrkyä maataloudelle, kuljetusliikkeille ja matkailuyrityksille. Perheet joutuisivat leikkaamaan kulutustaan. Muiden energialähteiden kysyntä kasvaisi ja niidenkin hinta nousisi. Harva ala välttäisi öljykriisin heijastusvaikutukset, koska energian hinnan ja talouskasvun välinen korrelaatio on perinteisesti ollut huomattavan suuri.

Öljymarkkinoilla vallitsee vaarallisen herkkä tilanne. Jännitys voi kuitenkin laueta, jos Yhdysvallat joutuu tilille velkataloudestaan ja dollari romahtaa. Amerikkalaisten innostus autoiluun hiipuu välittömästi. USA:n ahdinko heijastuisi myös Kiinaan ja Japaniin.

Tasapaino löytyy. Mustan kullan kulutus vähenee, kun aineen hinta pomppaa korkeuksiin.”

Tulevina vuosikymmeninä kasvava kulutus ja supistuvat öljy- ja maakaasuvarat nostavat tärkeimpien raaka-aineiden hintaa. Seuraukset maailmantaloudelle ovat mittavat ja raaka-ainepohjassa tullaan näkemään suuria muutoksia. (Hoffman²⁸ 1/2005)

Professori Jukka Tuomela²⁹ 6/2005:

”Kun laajamittainen yksityisautoilu loppuu, koko kaupunkirakenne lähiöineen ja supermarketteineen käy hyvin hankalaksi. Kaupan hyllyillä on luke mattomia tuotteita, jotka ovat siellä vain halpojen kuljetuskustannusten

²⁶ Hurri Jan, Öljytuhot uhkaavat osakesalkkua, Taloussanomat, 28.08.2004.

²⁷ Puustinen Terho, Öljystä tulee iso jano, Talouselämä, No. 19, 14.05.2004.

²⁸ Hoffman John, Global insights: peak oil approaching a new world order, Chemical Market Reporter, Vol. 267, No. 3, January 17, 2005.

²⁹ Tuomela Jukka, Näkymä Hubbertin huipulta, Voima, No. 6, 2005.

ansioista: muovileluja Kiinasta, lampaanlihaa Uudesta-Seelannista, viinirypäleitä Etelä-Afrikasta ja omenoita Argentiinasta.

Turismi on täysin riippuvainen halvasta öljystä. Miten käy maille, joiden toimeentulo on turismin varassa? Sähköä käyttävää raideliikennettä voidaan varmaankin pitää yllä paljon pitempään.

Globalisaatioon liittyvät kannattavuuslaskelmat eivät enää päde, kun tavaroita ei voi puoli-ilmaiseksi kuljettaa ympäri maapalloa.”

Tom Whipple³⁰ (ex-CIA-analyytikko) (Al Jazeera 7/2011):

”Mikä tahansa, jonka pihalla on parkkipaikka, tulee olemaan vaikeuksissa.”

Globaalin talouden kummallisuuksiin kuuluu, että korkea öljynhintaa saattaa jopa vähentää investointihalukkuutta öljyntuotantoon ja -jalostukseen. Esimerkiksi Kiinassa polttoaineiden hinta on säädelty keinoitekoisen alas ja jos raakaöljyn hinta on korkea, öljynjalostamojen kannattaa tuottaa markkinoille mahdollisimman vähän tavaraa. Korkea öljynhintaa lisää investointihaluja vaihtoehtoisin polttoaineisiin. Myös energiatehokkuuteen ja energiansäästöön aletaan kiinnittää huomiota.

BP:n pääjohtaja Tony Hayward³¹ (Hydrocarbon Processing 12/2008):

”Öljynhintaa on laskussa, mutta se on laskussa väärästä syystä. Hinnanlasku johtuu taloustaantumasta eikä lisääntyneestä tuotannosta tai energiatehokkuudesta.”

Kesän 2008 öljyn huippuhintojen vaikutusta taloustaantumalle alullepanijana ei ole tajuttu tai myönnetty. CIBC World Marketsin ekonomistin Jeff Rubinin mukaan neljää viimeisestä viidestä maailmanlaajuisesta taloustaantumasta on edeltänyt öljynhinnan raju nousu, eikä nykyinen taantuma tee tästä poikkeusta. Rubinin mukaan yli 100 dollarin tynnyrihintaa ajoi maailman taloustaantumaa ja hinnan puuttoaminen alle 60 dollarin saattaa lopettaa taantumaa.

³⁰ Jamail Dahr, The scourge of 'peak oil', Al Jazeera, July 25, 2011.

³¹ Will falling oil prices ratchet up consumption?, Hydrocarbon Processing, December, 2008.

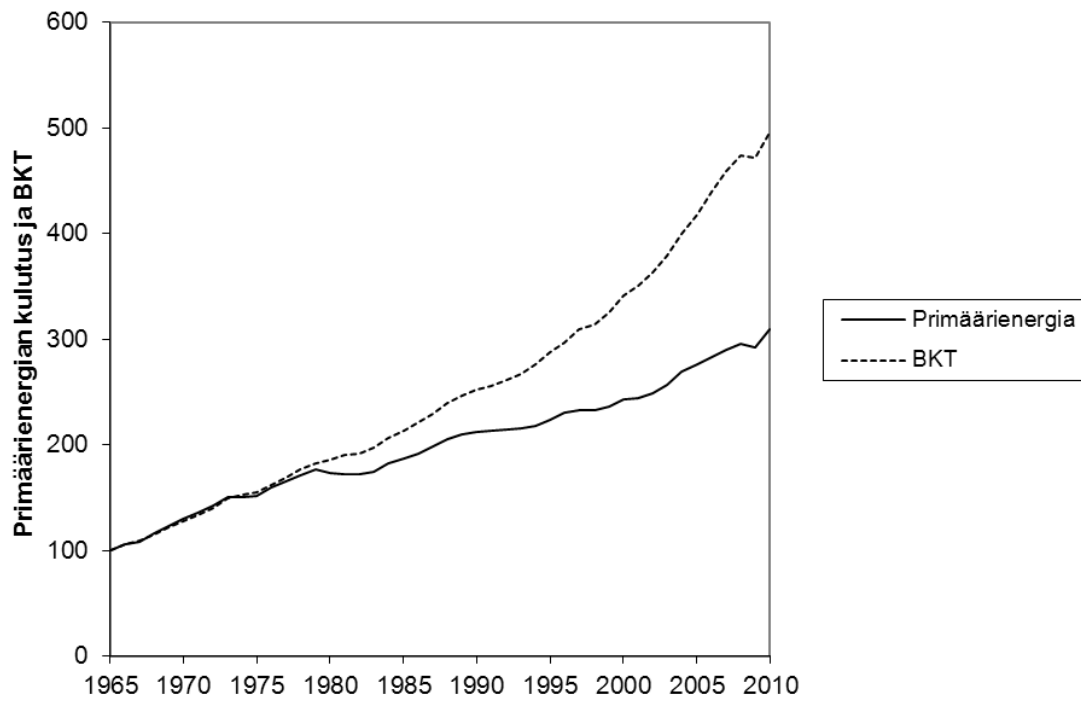
Toisaalta korkeilla öljynhinnoilla on itseään korjaavia vaikutuksia. Kallis öljy aiheuttaa talouden taantumista, joka vähentää öljyn kysyntää. Vaihtoehtoisia polttoaineita aletaan kehittää ja autojen energiatehokkuuteen aletaan kiinnittää huomiota. Myös panostukset uusien öljykenttien löytämiseen kasvavat.

Harva maa suunnittelee öljynkulutuksen vähentämistä. Vaikka öljyhuippu on vääjäämättömästi edessä tai jo jopa takana, autotehtaita, moottoriteitä, parkkihaljeja ja halvasta öljystä riippuvaisia asuinalueita rakennetaan edelleen. Öljyintensiiviset alat ovat öljypulassa suurimpia kärsijöitä. Tällaisia ovat ruoantuotanto, autoteollisuus, lentoliikenne ja turismi.

Yhdyskuntarakenteiden on myös pakko muuttua vähemmän öljystä riippuvaisiksi. Yhdysvalloissa yhdyskunta on rakennettu autoilusta riippuvaiseksi. Keski-Euroopan kaupunkirakenne on vähemmän öljystä riippuvainen. Valitettavasti Suomessa on viimeisten parinkymmenen vuoden aikana otettu mallia Yhdysvalloista ja yhdyskuntarakenne on muuttunut yhä enemmän riippuvaiseksi yksityis-autoilusta.

Maailma kutistui 1900-luvulla lentoliikenteen myötä, mutta öljypula tulee taas tekemään maailman suuremmaksi. Jumbojettien ei enää kannata tuoda eteläiseltä pallonpuoliskolta pohjoiselle pallonpuoliskolle tuoreita hedelmiä. (Brown³² 5/2006)

³² Brown Lester, Beyond the oil peak, The Globalist, May 24, 2006.

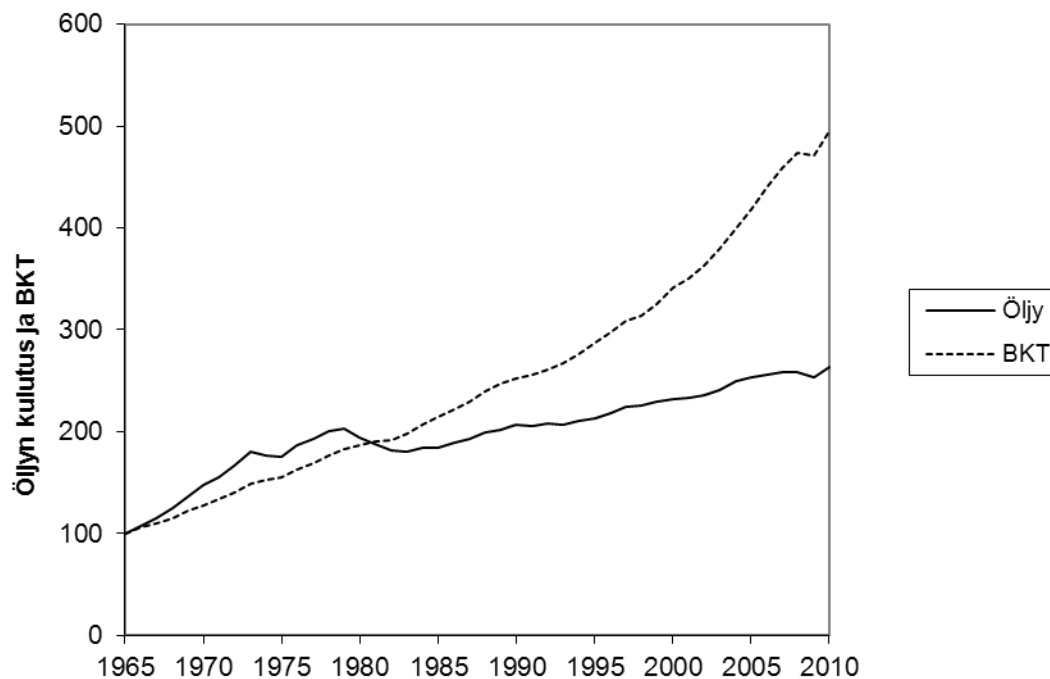


Maailman primäärienergian kulutuksen (BP³³) ja BKT:n (Maddison Angus³⁴, IMF³⁵) suhteellinen kehitys 1965–2010.

³³ BP statistical review of world energy June 2011, BP, June, 2011.

³⁴ Maddison Angus, Historical Statistics of the World Economy: 1-2008 AD, 2010.

³⁵ World economic outlook update: mild slowdown of the global expansion, and increasing risks, International Monetary Fund, June 2011.



Öljyn kulutuksen (BP³⁶) ja BKT:n (Maddison Angus³⁷, IMF³⁸) suhteellinen kehitys 1965–2010.

Öljyhuippu

Öljyntuotannon lakipiste, öljyhuippu (peak oil), tarkoittaa hetkeä, jolloin öljyntuotannon kasvu kääntyy pysyvään laskuun. Se ei tarkoita maailmanloppua, mutta koska talouskasvu on pitkälti riippuvainen energiankulutuksen kasvusta ja varsinkin öljynkulutuksen kasvusta, öljyhuipun vaikutukset maailmantalouteen ja koko maailman kehitykseen ovat valtavat.

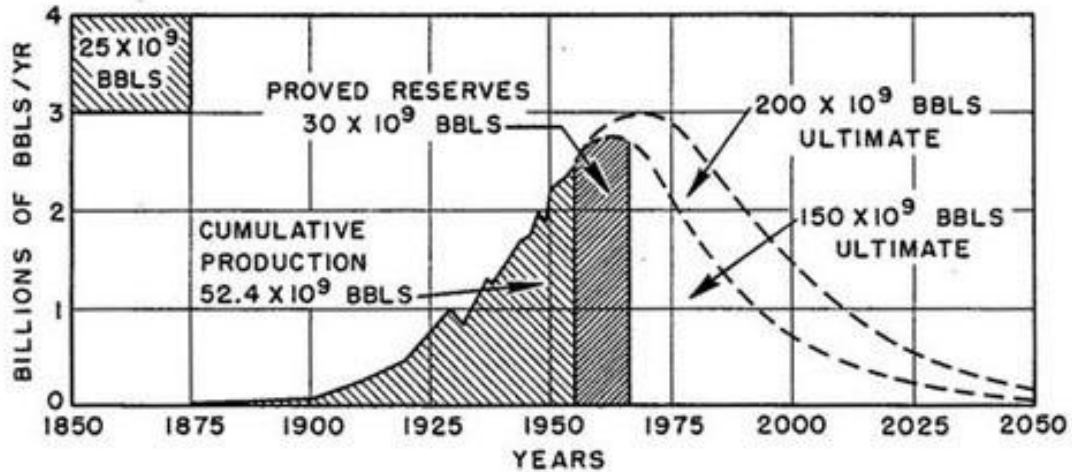
Öljyriippuvuudesta eroon pääseminen vaatii vaihtoehtoisia polttoaineita ja energiansäästötoimia. Öljyhuippuun varautumiseen on ryhdyttävä parikymmentä vuotta ennen öljyhuippua. Valitettavasti näin ei ole tehty.

³⁶ BP statistical review of world energy June 2011, BP, June, 2011.

³⁷ Maddison Angus, Historical Statistics of the World Economy: 1-2008 AD, 2010.

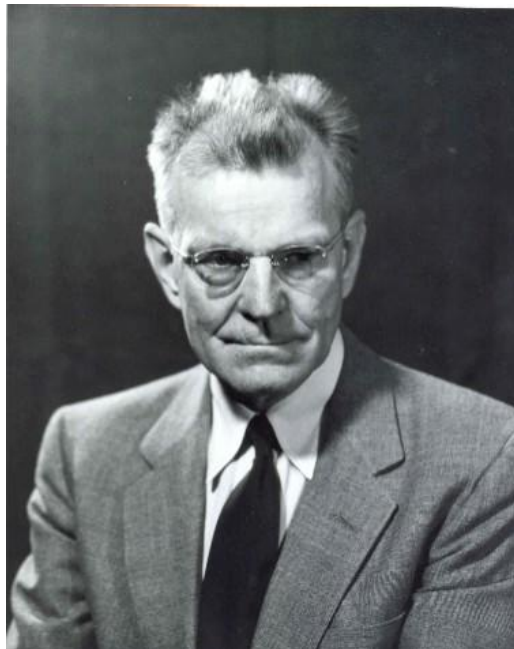
³⁸ World economic outlook update: mild slowdown of the global expansion, and increasing risks, International Monetary Fund, June 2011.

Öljyhuipun ennustaminen on hankalaa. Shellin kuuluisan geologin Marion King Hubbertin (Hubbertin huippu) teorian mukaan yksittäisen öljylähteen, maan tai maailman öljyntuotannon lakipiste saavutetaan, kun käytettävissä olevista öljyvaroista on kulutettu puolet. Hubbert ennusti 1950-luvulla oikein Yhdysvaltojen öljyntuotannon saavuttavan huippunsa vuonna 1970. Monessa osavaltiossa öljyhuippu oli saavutettu jo aikojen sitten. Esimerkiksi Ohion osavaltion öljyntuotannon huippu saavutettiin vuonna 1896 (Hubbert³⁹ 3/1956).



Shellin geologi Marion King Hubbertin vuonna 1956 tekemä ennuste Yhdysvaltojen öljyntuotannon lakipisteen osumisesta vuoteen 1970 osui oikeaan.

³⁹ Hubbert M. King, Nuclear energy and the fossil fuels, Spring Meeting of the Southern District Division of Production, American Petroleum Institute, San Antonio, Texas, Publication No. 95. Houston: Shell Development Company, Exploration and Production Research Division, March 08, 1956.



Shellin geologi Marion King Hubbert.

Hubbertin teorian mukaan tuotannon huippu on hyvin tasainen. Huippua edeltää monta vuotta tasaisesti nouseva tuotanto, jota seuraa tasaisesti laskeva tuotanto. Mikäli huippua halutaan siirtää tuonemmaksi, on öljyntuotantoa kiihdytettävä ja seurauksena on huipun saavuttamisen jälkeen nopeasti laskeva tuotanto.

Hubbertin teoria tunnustetaan laajasti osapuilleen oikeaksi. Teoriaan oleellisesti liittyvästä kaikkina aikoina käytettävissä olevista öljyvaroista (mukana myös jo käytetyt öljyvarat) sen sijaan on laajaa erimielisyyttä. Hubbert⁴⁰ 1940-luvulla, kuten moni asiantuntija tänäänkin, piti kaikkina aikoina käytettävissä olevia öljyvaroja noin 2000 miljardina tynnyrinä. Öljyoptimistien mukaan öljyvarat ovat noin 3000 miljardia tynnyriä.

Hubbertin työtoveri Shellillä professori emeritus ja geologi Kenneth S Deffeyes arvioi, että maailma tulee poraamaan ja käyttämään öljyä kaikkiaan 2013 miljardia tynnyriä. Hänen laskelmiensa mukaan puolet tästä eli 1006,5 miljardia tynnyriä oli käytetty 16.12.2005 eli tuona päivänä olisi saavutettu öljyhuippu. International

⁴⁰ Hubbert M. King, Energy from fossil fuels, Science, Vol. 109, pp. 103–109, February 04, 1949.

Energy Agencyn⁴¹ mukaan ”helpon” öljyn tuotantohuippu noin 70 miljoonaa tynnyriä päivässä saavutettiin vuonna 2006.



Kenneth S. Deffeyes.

Maailman hyödynnettävissä olevista öljyvaroista ei ole tarkkaa tietoa. Eri maiden ilmoittamat öljyvarantotiedot ovat epäluotettavia. Monet OPEC-maat⁴² ovat liioitelleet öljyvarantojaan saadakseen suurempia myyntikiintiöitä. Toisaalta esimerkiksi Irakin öljyvarat ovat vielä suurelta osin kartoittamatta. Hubbertin 1950-luvun ennustus Yhdysvaltojen tulevasta öljyhuipusta olikin siinä mielessä helpompi, että öljyvaratiedot eivät olleet poliittisesti värittyneitä.

Yksittäisestä öljylähteestä saadaan pumpatuksi tyypillisesti 30–50 % sen sisältämästä öljystä. Kehittyneillä tekniikoilla hyödynnettävän öljyn osuutta voidaan lisätä, mikä lisää hyödynnettävissä olevan öljyn määrää jo käyttöönotetuissa ja löydetyissä öljylähteissä.

Jotkut öljylähteet ovat liian pieniä ja/tai liian kaukana kuljetusinfrastruktuurista tai ne sijaitsevat kilometrien syvyydessä meren pohjassa. Toiset öljylähteet ovat

⁴¹ World Energy Outlook 2010, International Energy Agency, Paris, November, 2010.

⁴² OPEC-maat (12 kpl): Algeria, Angola, Ecuador, Irak, Iran, Kuwait, Libya, Nigeria, Qatar, Saudi Arabia, Venezuela, Yhdistyneet arabiemiirikunnat

valtavia ja niiden hyödyntäminen on hyvin halpaa. ”Heität keihään ja alat pumppata”, ST1:n Mika Anttonen totesi Talouselämässä No. 5/2003 (Puustinen⁴³ 2/2003) Irakin korkkaamattomista öljyvaroista. Öljyn tuotantokustannus voi olla yhdestä satoihin dollareihin tynnyriltä. Öljyn markkinahinta määrää taloudellisesti hyödynnettävissä olevan öljyn määrän.

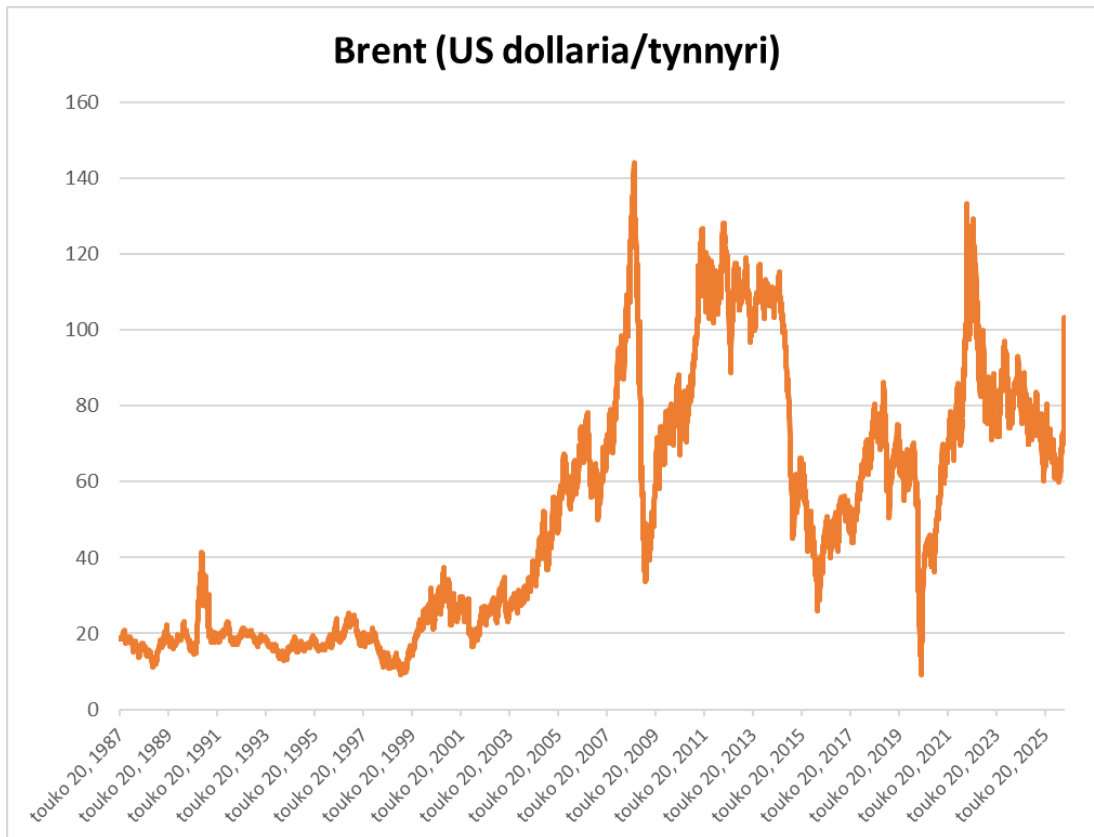
Epävarmuustekijöistä johtuen voidaan sanoa vain, että olemme joko jo ohittaneet öljyhuipun tai se koittaa vasta vuoden 2030 jälkeen. Kaikki merkit näyttivät jo vuonna 2008 siltä, että öljyhuippu on lähellä. Huolimatta kohoavista öljynhinoista käytännössä kaikkien maiden (myös Saudi-Arabia) öljyntuotanto oli kääntynyt laskuun. Hinnat kohosivat kesällä 2008 ennennäkemättömälle tasolle (147 dollaria/tynnyri).

Brent (US dollaria/tynnyri)



Öljynhinta (Brent) 01.01.1987–27.01.2014, U.S. dollaria/tynnyri.

⁴³ Puustinen Terho, Öljy loppuu, Talouselämä, No. 5, 07.02.2003.



Öljynhinta (Brent) 01.01.1987–16.03.2026, U.S. dollaria/tyunnyri.

Talousanalytikit ihmettelivät alkuvuodesta 2008, ettei öljynhinnalla näytä olevan ennustetun kaltaista vaikutusta maailmantalouteen, joka jatkoi entisellä kasvu-uralla. Syksy 2008 muutti kaiken. Oliko lopulta öljyhuippu tai sen läheisyys se rajallisen maailman reaalityalouden tekijä, joka sai maailmantalouden syöksymään lamaan loppuvuonna 2008?

Vuoden 1998 lopulta kesään 2008 alle kymmenessä vuodessa öljyn markkinahinta lähes 15-kertaistui. Silti öljyninfrastruktuuriin on tehty hämmästyttävän vähän investointeja. Yhdysvalloissa rakennettiin öljynjalostamo viimeksi vuonna 1976.

Syy lienee yksinkertainen. Uuteen kapasiteettiin on taloudellisesti järjetöntä investoida, mikäli näköpiirissä on, ettei raaka-ainetta tule riittämään jalostettavaksi.

The New York Timesin mukaan vuonna 2003 suurimmat öljy-yhtiöt käyttivät öljynetsintään 8 miljardia dollaria, mutta löysivät öljyä vain 4 miljardin dollarin

arvosta. Öljynetsintä saattaa tulla kohoavista öljynhinnoista huolimatta pysyvästi kannattamattomaksi.

Jotkut maailman aikanaan merkittävistä raaka-ainevaroista ovat jo ohittaneet tuotantohuipun. Hyvä esimerkki on guano. Maailman kasvavaa ruoantuotantoa ja väestömäärää ruokki 1800-luvulla Perun guano, jota käytettiin typpilannoitteena. Guano oli Perun vähäsateisille saarille aikojen saatossa kerrostunutta linnunlantaa. Guanoa oli rajallinen määrä ja guanon tuotantohuippu oli 1860-luvulla. Sen merkitys säilyi kuitenkin suurena 1900-luvun alkuun saakka.

Vielä vuoden 1890 Encyclopedia Britannicassa guanoa käsiteltiin laajasti. Kaksikymmentä vuotta myöhemmin Encyclopedia Britannicassa guano oli kuitattu parilla lauseella.

Maailman väestön ruokkijaksi ja 1900-luvun väestöräjähdyksen takaajaksi sekä guanon syrjäyttäjäksi typpilannoitteiden raaka-aineena tuli saksalaisen kemistin Fritz Haberin vuonna 1909 kehittämä ammoniakksisynteesi. Guanon korvaajaksi löytyi siis tekninen ratkaisu.

Nähtäväksi jää, ehtivätkö öljyn vaihtoehdot pelastamaan maailman öljypulan aiheuttamalta mullistukselta ja löytyykö öljyongelman ratkaisuksi joku uusi innovaatio. Tilanne on kuitenkin vaikea. Kulutus on riistäytynyt valtavaksi eikä uusia energianlähteitä keksitä noin vain. Ydinvoima oli 1900-luvun ainoa uusi energianlähde ja merkittävä uusi energiakeksintö.

Helpon öljyn aika alkaa olla ohi. Suurten öljykenttien tuotanto on hiipumassa eikä uusia jättikenttiä enää löydetä, uutta tuotantoa joudutaan aloittamaan pienillä kentillä ja geologisesti vaikeilla alueilla ja tuotettu öljy on entistä huonolaatuisempaa.

Vaihtoehtoisia polttoaineita tarvitaan pian. Valitettavasti vaihtoehdot ovat useimmiten kalliimpia ja ympäristön kannalta öljyä vahingollisempia. Tällaisia ovat useimmat biopolttoaineet ja varsinkin vaihtoehtoiset hiilivedyt, kuten kivihiili, öljyhiekka ja öljyliuske.

The World Oil Supply Reportin mukaan 2020-luvulle tultaessa maailman öljyntuotanto ei pysty kattamaan edes vuoden 2004 tason kysyntää ja öljyhuippu voi olla jo vuonna 2016 (Hydrocarbon Processing⁴⁴ 9/2004). Vuoden 2004 arvio saattoi olla jopa optimistinen.

Maakaasun suhteen on jo nähty esimakua tulevasta. Maakaasu ei ole siinä mielessä vapaasti maailmalla myytävä bulkkituote, että sitä olisi helposti ja nopeasti saatavissa maailmanmarkkinahintaan. Hinta vaihtelee eri puolilla maailmaa huomattavasti. Muutama vuosi sitten maakaasun kysyntä ylitti tarjonnan Yhdysvalloissa ja maakaasun hinta nousi voimakkaasti. Yhdysvalloissa muoviteollisuuden pääraaka-aine on maakaasu, Euroopassa öljy. Maakaasun hinta ajoi mm. Yhdysvaltojen polyeteeniteollisuuden suuriin vaikeuksiin, koska öljystä valmistettu tuontipolyeteeni oli huomattavasti edullisempaa.

Euroopan petrokemianteollisuus saa raaka-aineensa öljynjalostamojen eteenikrakkereista, ja öljyn hinnannousu ajaisi Euroopan petrokemianteollisuuden vaikeuksiin.

Yhdysvalloissa uusien öljylöytöjen huippu oli 1930-luvulla ja öljyntuotannon huippu oli vuonna 1971 (Hoffman⁴⁵ 1/2005). Maailman öljylöytöjen huippu ajoitui 1960-luvun alkuun ja suurin osa öljyntuottajamaista on jo saavuttanut tuotannon huipun. Maailman öljyn tuotannon huippu voi olla milloin tahansa ennen vuotta 2020. Öljyhuipun jälkeen tuotanto laskee 2–3 % vuosivauhtia. Öljyntuotannon huippu yhtä maailman asukasta kohti saavutettiin jo vuonna 1978 eli siitä lähtien yhdellä ihmisellä on ollut käytettäväksi vähemmän ja vähemmän öljyä.

Öljyhuipun seuraukset ovat merkittävät, koska käytännössä koko maailman liikenne kulkee öljyllä ja öljy on kemianteollisuuden ja petrokemianteollisuuden

⁴⁴ Weirauch Wendy, Energy balance essential for security of supply, Hydrocarbon Processing, September, 2004.

⁴⁵ Hoffman John, Global insights: peak oil approaching a new world order, Chemical Market Reporter, Vol. 267, No. 3, January 17, 2005.

raaka-aine. "Kaikki" ympärillämme on öljyä. Maailmalla ei ole kunnan suunnitelmaa öljyhuipun jälkeistä aikaa varten.

Tilastoissa öljyvarantoja on jäljellä runsaasti, mutta öljy-yhtiöiden ja valtioiden tilastot ovat alttiita vääristelylle eikä 90 % ilmoitetuista öljyvarannoista ole pystytty riippumattomasti todentamaan.

Geofyysikko Jean H. Laherrere, joka työskenteli öljy-yhtiö Totalissa 37 vuotta, varoittaa öljy-yhtiöiden ja valtioiden öljyvarantotietojen olevan epävarmoja oletuksia ja jopa virheellisiä.

Öljyanalyttikko Colin J. Campbellin mukaan maailman öljyvarantotilastoista pitäisi pyyhkiä pois jopa 300–400 miljardia tynnyriä, jotka sinne ilmestyivät OPEC-maiden paisutellessa tilastojaan myyntikiintiöiden lisäämiseksi – yli kymmenen vuoden maailman öljynkulutus nykyvauhdilla.

Oil & Gas Journalin mukaan maailman hyödynnettävät öljyvarat ovat 1200 miljardia tynnyriä, World Oilin mukaan 1000 miljardia tynnyriä ja Campbellin mukaan 780 miljardia tynnyriä. Campbellin mukaan vielä on löydettävissä 150 miljardia tynnyriä, joten vuonna 2005 jäljellä oli 930 miljardia tynnyriä. Mikäli Colin J. Campbell on oikeassa, öljyhuippu on jo koettu ja öljyntuotanto saattaa laskea nopeastikin.



Colin J. Campbell.

Texasilaisen öljyasantuntijan ja investointipankkiirin Matthew Simmonsin mukaan öljyntuotannon kasvu on ollut kestäättömän nopeaa eikä se voi jatkua enää pitkään. Vuoden 2005 alussa Simmons ennusti, että koska ainoa kysynnän ja tuotannon epäsuhtaa tasoittava tekijä on hinta, öljynhintaa tulee nousemaan rajusti lähivuosina. Kun tuotannon rajat tulevat vastaan, on öljyn hintatrendi tulevaisuudessa nouseva. Simmons kuitenkin ennusti, että lama voi leikata öljynkulutusta ja hinta romahtaa väliaikaisesti. Todennäköinen skenaario öljyhuipun jälkeen on, että öljynhintaa välillä nousee voimakkaasti 100 dollariin tynnyriltä, mistä seuraa taantuma ja öljynhinnan lasku 20–30 dollariin tynnyriltä. Seurauksena on taas talouden tervehtyminen ja öljynhinnan nousu ja öljyshokkien kehä. (Hoffman ⁴⁶ 1/2005)

Vuonna 2005 Cambridge Energy Research Associates (CERA) julkaisi raporttinsa, jonka mukaan öljyntuotantokapasiteetti kasvaa 20 % vuodesta 2004 vuoteen 2010 eli 16 miljoonalla tynnyrillä/päivä (Hydrocarbon Processing⁴⁷ 8/2005).

⁴⁶ Hoffman John, Global insights: peak oil approaching a new world order, Chemical Market Reporter, Vol. 267, No. 3, January 17, 2005.

⁴⁷ Oil supply to outpace demand by 2007, says new CERA report, Hydrocarbon Processing, August, 2005.

Ei-tavanomaisten öljyjen osuuden öljyntuotannosta CERA arvioi olevan 35 % vuonna 2020. Ei-tavanomaisiin öljyihin CERA lukee öljyn- ja kaasuntuotannon kondensaatit, raskasöljyn, öljyhiekan ja yli 800 metrin syvyydestä poratun syvänmeren öljyn.

Öljyhuippu tulee CERA:n mukaan vasta 2020- tai 2030-luvulla ja se tulee olemaan tasainen ja ylös ja alas kumpuileva – ei siis nopeasti laskeva.

Vuodesta 2004 vuoteen 2010 OPEC-maiden tuotantokapasiteetti käsittäen kaikki nestemäiset hiilivedyt tulee CERA:n mukaan nousemaan 36,8 miljoonasta tynnyristä/päivä 45,6 miljoonaan tynnyriin/päivä. Suurin osa kapasiteetin noususta olisi maakaasuntuotannosta saatavia nestemäisiä hiilivetyjä (NGL = natural gas liquids). Yhdysvaltojen Energy Information Administrationin (EIA) vuoden 2012 tilastojen mukaan OPEC-maiden öljyntuotanto nousi vuodesta 2004 vuoteen 2010 33,27 miljoonasta tynnyristä/päivä 35,06 miljoonaan tynnyriin/päivä.

Opeciin kuulumattomien maiden nestemäisten hiilivetyjen kapasiteetti tulee CERA:n mukaan nousemaan ajanjaksolla 2004–2010 48,3 miljoonasta tynnyristä/päivä 55,8 miljoonaan tynnyriin/päivä. Eniten tuotantoaan nostaisivat Venäjä, Kaspian alueen maat, Brasilia, Angola ja Kanada. EIA:n vuoden 2012 tilastojen mukaan Opeciin kuulumattomien maiden öljyntuotanto nousi ajanjaksolla 2004–2010 49,8 miljoonasta tynnyristä/päivä 51,8 miljoonaan tynnyriin/päivä.

Reaktiot öljyhuippuun tulevat olemaan (de Winter ja Swenson⁴⁸ 3/2006):

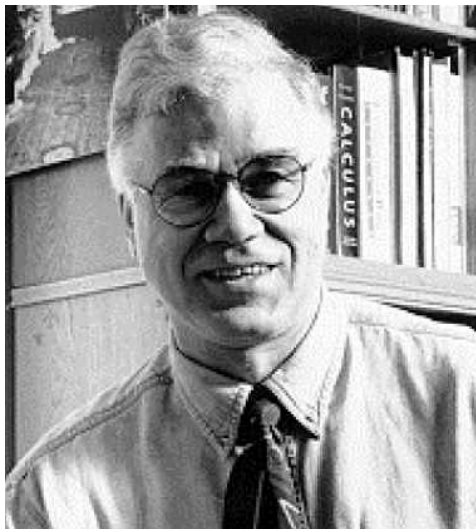
- Energian säästäminen. Ihmiset esimerkiksi ostavat vapaaehtoisesti vähäkulutuksisia autoja: diesel- ja hybridautoja.
- Säännöstely. Kun vapaaehtoiset toimet eivät enää riitä.
- Konfliktit. Kun kaikille ei enää riitä öljyä.
- Vaihtoehtoiset polttoaineet. Ongelmana on, että korvattava öljymäärä tulee olemaan valtava ja vaihtoehtojen ympäristövaikutukset ovat usein pahempia kuin raakaöljyn.

⁴⁸ de Winter Francis, Swenson Ronald B., Dawn of the solar era – a wake-up call, Solar Today, www.solartoday.org, March/April, 2006.

Vuonna 2003 Yhdysvaltojen energiaministeriö DOE ennusti öljyntuotannon kasvavan 123 miljoonaan tynnyriin/päivä vuonna 2025. Kahta vuotta myöhemmin vuonna 2005 tuotantoennuste vuodelle 2025 oli tippunut 111 miljoonaan tynnyriin/päivä. (Klare⁴⁹ 2/2006)

Alempi 111 miljoonan tynnyrin ennuste sisältää epärealistisia oletuksia Irakin, Iranin, Saudi-Arabian ja Nigerian öljyntuotannon kaksinkertaistumisesta 20 vuodessa.

Ohio State Universityn konetekniikan professorin Seppo A. Korpelan⁵⁰ (11/2006) mukaan kohonneet ja voimakkaasti heilahtelevat öljynhinnat saattavat indikoida olevaa tai tulevaa öljykriisiä. Siinä missä vuoden 1973 öljykriisin syyt olivat poliittisia, ovat hinnannousun syyt nyt todennäköisesti geologisia: rajallisten hupenevien öljyvarojen tuotantoa ei enää pystytä kasvattamaan kysynnän tahtiin. Vuonna 1973 kaikista hyödynnettävistä öljyvaroista oli käytetty neljäsosa, nyt jo noin puolet.

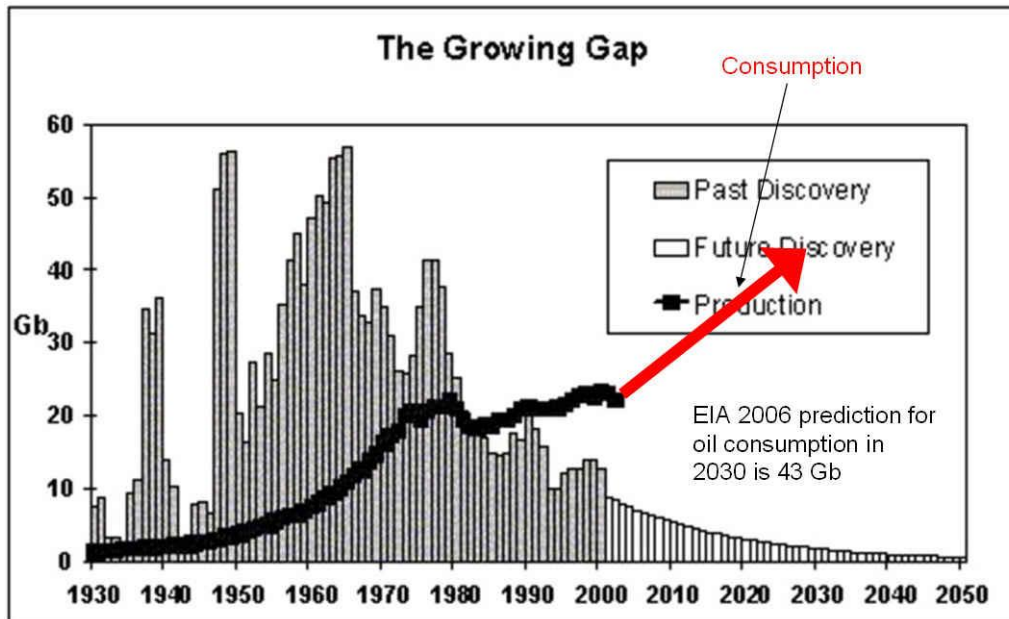


Seppo A. Korpela.

⁴⁹ Klare Michael T., The permanent energy crisis, www.countercurrents.org, February 11, 2006.

⁵⁰ Korpela Seppo A., Oil depletion in the world, *Current Science*, Vol. 91, No. 9, 2006.

Maailman öljylöytöjen huippu oli vuonna 1964. Vuodesta 1983 vuosittain kulutettu öljymäärä on ylittänyt uusien öljylöytöjen määrän. Vuonna 2008 öljyä kulutettiin lähes kymmenen kertaa enemmän kuin uutta öljyä löydettiin.



Öljyn tuotantomäärä (paksu viiva) ja uusien vuosittain löytyneiden öljyvarojen määrä (pylväät) 1930–2050, historia ja ennuste. ”Siemenperunan syöminen” alkoi vuonna 1983. Siihen asti maailmalla löytyi vuosittain enemmän uutta öljyä kuin vuotuinen öljyn kulutus oli. Tällä hetkellä öljyä kulutetaan moninkertaisesti enemmän kuin uutta öljyä löytyy.

Öljylähteestä pyritään saamaan suurempi osuus hyödynnettyä alentamalla öljyn viskositeettia ja pintajännitystä. On myös mahdollista, että uudet tekniikat vain nopeuttavat öljyn pumppausta lisäämättä hyödynnettävän öljyn kokonaismäärää. Öljylähteestä pystytään pumppaamaan suurempia öljymääriä pitempään, mutta öljyn tuotanto vastaavasti laskee aikanaan nopeammin.

Opecin ilmoittamat öljyvarat vuonna 2005 olivat 902 miljardia tynnyriä, Opecin ulkopuolisten öljyntuottajamaiden varat olivat 391 miljardia tynnyriä. Jälkimmäisessä luvussa on mukana Kanadan Albertan öljyhiekkavaroja 175 miljardia tynnyriä. Öljyhiekan, raskasöljyn (Venezuela) ja liuskeöljyn (Colorado, USA) hyödyntäminen on kallista ja se vaatii runsaasti energiaa. Pahimmillaan yhden öljytynnyrin tuottaminen voi vaatia yli yhden öljytynnyrin verran energiaa. Tuotannon

ympäristövaikutukset, varsinkin huomattavan suuret hiilidioksidipäästöt, saattavat estää näiden varantojen laajamittaisen hyödyntämisen.

Valtaosa maailman suurista öljykentistä on vähenevässä tuotantovaiheessa, ja pumppaaminen käy koko ajan hitaammaksi ja kalliimmaksi.

Professori Seppo A. Korpela (Taloussanomat⁵¹ 5/2004) laski vuonna 2004, että Hubbertin öljypiikki, öljyntuotannon huippu, osuu vuoteen 2008. Korpela ennusti vuodesta 2008:

”Jos silloin eletään tukevan talouskasvun aikaa, sijoittajat tinkivät öljyn hinnan ylös heti, kun ensimmäiset kapasiteettirajoitukset huomataan.”

Vuonna 2006 Seppo A. Korpelan ennuste öljyhuipun ajankohdasta oli 2009 ± 4 vuotta (Korpela⁵² 11/2006).

Vuonna 2004 International Energy Agency (IEA) ennusti, että öljyntarve nousee 121 miljoonaan tynnyriin/päivä vuonna 2030 (Hydrocarbon Processing⁵³ 12/2004). Öljyntuotannon lisäyksestä vastaisivat muutamat Lähi-idän maat ja Venäjä. Vuonna 2009 näiden alueiden öljyntuotannon lisäskyky vaikuttaa epävarmalta.

Kansainvälinen energiajärjestö IEA arvioi vuonna 2006, että öljyntuotannon tarve tulee nousemaan vuoden 2005 84 miljoonasta tynnyristä/päivä 116 miljoonaan tynnyriin/päivä vuonna 2030. (Hydrocarbon Processing⁵⁴ 12/2006)

Vuonna 2011 IEA arvioi, että vuonna 2030 öljynkulutus on 104 miljoonaa tynnyriä/päivä (Jamail⁵⁵ 7/2011).

Kansainvälinen energiajärjestö IEA kuuluu ns. energiaoptimisteihin öljyennusteissaan. Se on viime vuosina ennustanut öljynkulutuksen kasvavan

⁵¹ Helppo öljy jää historiaan, Taloussanomat, 25.05.2004.

⁵² Korpela Seppo A., Oil depletion in the world, Current Science, Vol. 91, No. 9, 2006.

⁵³ World's natural gas use to double by 2030, says IEA, Hydrocarbon Processing, December, 2004.

⁵⁴ Sustainable world energy future requires investment, Hydrocarbon Processing, December, 2006.

⁵⁵ Jamail Dahr, The scourge of 'peak oil', Al Jazeera, July 25, 2011.

lähivuosikymmeninä sellaisiin määriin, että monet asiantuntijat ovat ihmetelleet mistä sellainen määrä öljyä saadaan.

Vuonna 2007 IEA julkaisi arvion tulevien viiden vuoden öljyntuotannosta (The Chemical Engineer⁵⁶ 8/2007). Arvion mukaan vuotuinen kasvu on 2,2 % viiden vuoden ajan vuoden 2007 tasosta 86,1 miljoonaa tynnyriä/päivä eli vuonna 2012 tuotanto olisi 95,8 miljoonaa tynnyriä/päivä. Öljynkulutuksen vuotuiseksi lisäykseksi IEA arvioi Euroopalle 0,7 %, Pohjois-Amerikalle 1,3 % ja nouseville talouksille (Kiina, Intia, Lähi-itä) 3,6 %. Aasian ja Lähi-idän osuus lisäkulutuksesta on 75 %. IEA:n viesti oli, että tuotanto pystyy vain juuri ja juuri tyydyttämään kasvavan kysynnän.

Monien Opeciin kuulumattomien maiden tuotannon lasku tulee olemaan nopeampaa kuin on odotettu. Tällaisia alueita ovat Pohjanmeri, Yhdysvaltojen manterealueet ja Meksiko. Tärkeitä poikkeuksia ovat kasvava Kanadan Albertan öljyhiekkan jalostus raakaöljyksi ja Yhdysvaltojen liuskekaasun tuotannon yhteydessä saatavat nesteet, jotka luokitellaan öljyksi.

Opeciin kuulumattomista maista IEA ennusti vuonna 2007 Venäjän ja muiden vanhojen Neuvostoliiton alueiden, Brasilian ja Meksikonlahden syvänmeren öljytuotannon kasvavan vuoteen 2012 mennessä. IEA ennusti vuonna 2007 OPEC-maiden tuotannon kasvavan merkittävästi vuoteen 2012 asti.

Alkuvuoden 2008 korkeat hinnat ja saman vuoden syksyllä alkanut finanssikriisi leikkasivat voimakkaasti öljyn kysyntää. Kysynnän romahtamisen seurauksena öljynhintana romahti. Halpa öljy puolestaan leikkaa tehokkaasti nykyistä ja tulevaa tuotantoa vähentämällä investointeja öljynetsintään ja -tuotantoon. Vuosina 2010 ja 2011 öljyntuotanto oli lievässä kasvussa ja öljynhintana oli palannut takaisin vuoden 2008 ennätystasolle.

IEA:n World Energy Outlook 2008 -raportin mukaan nykyisten öljykenttien tuotanto on luontaisessa 9 %/vuosi laskussa. Vuoden 2007 dollareissa laskettuna 8,4

⁵⁶ Oil crisis looms, The Chemical Engineer, August, 2007.

biljoonan dollarin investoinnit öljyntuotantoon vuosina 2007–2030 (350 miljardia dollaria/vuosi) vähentää öljykenttien tuotannonlaskua 6,7 %:iin/vuosi. (IEA⁵⁷ 11/2008)

Öljyntuottajien jatkuva pelko on, että kallis öljy leikkaa talouskasvua, joka puolestaan romahduttaa öljyn hinnan. Halpa öljy tarkoittaa, että investointirahaa on vaikea löytää, mikä hidastaa uusien tuotantokenttien käyttöönottoa ja vähentää tuotannossa olevien öljykenttien tuotantokapasiteettia.

Öljyoptimistit tai öljyhuippuuhmiset ovat vakuuttuneita, että öljyhuippu saavutetaan lähivuosina – joka tapauksessa ennen vuotta 2020 (Kerr⁵⁸ 4/2007). Suuret öljy-yhtiöt, öljyntuottajamaiden järjestö OPEC ja kansainvälinen energiajärjestö IEA ovat sitä mieltä, että öljyvarat ja tuotantokyky takaavat tuotannon jatkuvan kasvun vähintään vuoteen 2030 saakka. IEA tosin on arvioinut öljyhuipun ajankohdaksi 2013–2037 (Delaney⁵⁹ 3/2006).

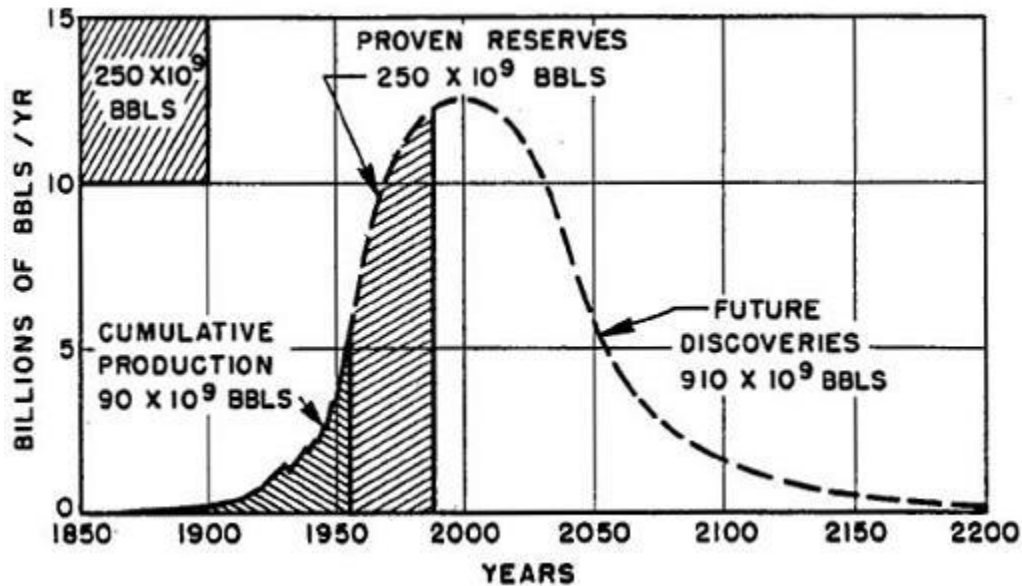
Vuonna 1956 Shellin geologi Marion King Hubbert⁶⁰ (3/1956) arvioi hyödynnettävissä oleviksi öljyvaroiksi 1250 miljardia tynnyriä. Tuolloin oli kulutettu öljyä 90 miljardia tynnyriä ja todennetut varannot olivat 250 miljardia tynnyriä. Hubbert arvioi, että tulevaisuudessa tullaan löytämään lisäksi 910 miljardia tynnyriä hyödynnettävissä olevia öljyvaroja. Tuolloin öljynkulutus oli noin 5 miljardia tynnyriä vuodessa. Maailman öljyntuotannon lakipisteen, öljyhuipun, Hubbert arvioi saavutettavan vuonna 2000 ja tuolloin öljyntuotanto olisi 12,5 miljardia tynnyriä. Vuonna 2011 öljyntuotanto (tavanomaisen öljyn) oli 27 miljardia tynnyriä. Toisaalta todennetut öljyvarat ovat suuremmat kuin Hubbert ennusti.

⁵⁷ World Energy Outlook 2008, International Energy Agency, Paris, November, 2008.

⁵⁸ Kerr Richard A., The looming oil crisis could arrive uncomfortably soon, *Science*, Vol. 316, No. 5823, April 20, 2007.

⁵⁹ Delaney Niamh, Addicted to oil, *Chemistry & Industry*, March 20, 2006.

⁶⁰ Hubbert M. King, Nuclear energy and the fossil fuels, Spring Meeting of the Southern District Division of Production, American Petroleum Institute, San Antonio, Texas, Publication No. 95. Houston: Shell Development Company, Exploration and Production Research Division, March 08, 1956.



Marion King Hubbertin vuonna 1956 tekemä ennuste maailman öljyntuotannon lakipisteeksi oli vuosi 2000. Hubbert ennusti vuodelle 2000 öljyntuotannon määräksi 12,5 miljardia tynnyriä, kun todellinen toteutunut määrä oli 25 miljardia tynnyriä.

Hubbert⁶¹ (2/1949) summasi vuonna 1949 artikkelissaan ensimmäisen 90 vuoden öljyntuotantoa. Tuolloin puolet (29 miljardia tynnyriä) 90 vuoden aikana tuotetusta öljystä oli tuotettu viimeisen kymmenen vuoden aikana (1937–1947). Kahdeksankymmenen vuoden aikana vuosina 1857–1937 öljyä oli tuotettu 29 miljardia tynnyriä – vähemmän kuin nykyinen vuosituotanto.

Vuonna 1949 Hubbertin arvio hyödynnettävissä olevista öljyvaroista oli 2000 miljardia tynnyriä. Merkille pantavaa on se, että luku on sama kuin nykyinen arvio.

M. King Hubbert⁶² Yhdysvaltojen 200-vuotisjuhlavuonna 1976:

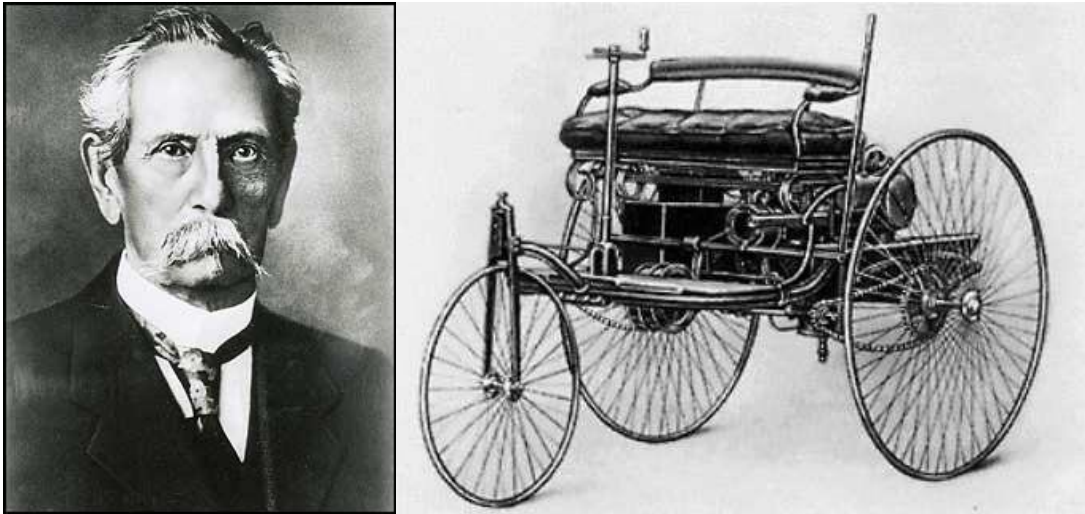
”Onko mahdollista, että 200 viime vuoden aikana toteutunut kasvu voisi jatkua toiset 200 vuotta, vai onko koettu teollinen ja väestömäärän kasvu ollut vain ohimenevä ja lyhytaikainen ajanjakso ihmiskunnan historiassa?”

⁶¹ Hubbert M. King, Energy from fossil fuels, Science, Vol. 109, pp. 103–109, February 04, 1949.

⁶² Hubbert, M. King, Exponential Growth as a Transient Phenomenon in Human History, in Margaret A. Storm, ed., Societal Issues: Scientific Viewpoints. New York: American Institute of Physics, 1976.

Autojen määrä on tuplaantunut ensimmäisestä valmistetusta autosta lähtien useita kertoja. Jos shakkilauta-aritmetiikkaa sovelletaan autoihin ja tuplataan määrä 64 kertaa lähtien yhdestä autosta, koko maapallon maa-alue tulisi peittää tiiviisti pakattuna autoilla kerroksiin niin että autokerroksen paksuus olisi 2000 kilometriä.

On siis selvää, ettei mikään populaatio, biologinen tai teollinen, kuten autojen määrä, rajallisella maapallolla voi tuplaantua muutamaa kymmentä kertaa enempää.”



Karl Benz ja ensimmäinen auto vuodelta 1885.

Vaihtoehtoisin polttoaineisiin investoivilla on ongelma. Historia osoittaa, että jyrkästi nousevia öljynhintoja on seurannut pitkiä halvan öljyn aikoja, mikä on ajanut esimerkiksi hiilen nesteytykseen investoineita firmoja vararikkoon. Pranab Das⁶³ ennusti toukokuussa 2006, että maailma palaa ennen pitkää takaisin alle 40 dollarin tynnyrihinnan tasolle.

Tammikuussa 2009 uutisoitiin Yhdysvaltojen etanolintuottajien kasvavista vaikeuksista öljynhinnan romahdettua.

Öljyalan asiantuntija investointipankkiiri Matthew Simmons varoitti vuonna 2006, että kymmenen vuoden kuluttua maailman öljyntuottajat eivät kykene

⁶³ Das Pranab, The silver lining in high price of gas, www.journalnow.com, May 06, 2006.

tuottamaan öljyä edes nykytasolla. Simmonsian mukaan maailma on jo saattanut ohittaa öljyntuotannon katon, öljyhuipun (Horsley⁶⁴ 5/2006).

Simmons varoitti myös, että öljyn saatavuuskriisi voi olla äkillinen:

”Autolla voi ajaa 120 km/h viimeiseen sekuntiin saakka, kunnes bensiini loppuu.”

Jeremy Leggett arvioi vuonna 2005 kirjassaan ”Half gone: oil, gas, hot air and the global energy crisis”, että puolet hyödynnettävissä olevasta öljystä on jo hyödynnetty tai on kohta hyödynnetty. Vaikka öljy edelleen virtaa, öljystä tulee niukemman saatavuuden myötä paljon kalliimpaa, mikä johtaa ennen pitkää talouslamaan.

Öljooptimistien mukaan maan uumenissa on vielä hyödynnettävissä olevaa öljyä noin 2000 miljardia tynnyriä ja vuotuinen tuotanto voi nousta vuoteen 2030 saakka aina 44 miljardiin tynnyriin asti. Leggettin mukaan öljyä on jäljellä enää 1000 miljardia tynnyriä, eikä öljyooptimistien ennustamiin tuotantolukuihin tai edes lähelle niitä koskaan päästä. (Martin⁶⁵ 12/2006)

Vuonna 2006 ns. synteettisen raakaöljyn tai synteettisten nestemäisten polttoaineiden tuotanto (öljyhiekka, raskasöljy, öljyliuske, maakaasun ja kivihiilen nesteytys) oli noin 2,5 miljoonaa tynnyriä/päivä. Öljyhiekka ja raskasöljy vastaavat suurimmasta osasta tätä tuotantoa. Öljyhiekasta jalostetun bensiinin hiilidioksidipäästöt ovat noin 25 % suuremmat kuin tavallisesta öljystä jalostetun bensiinin (Farrell ja Brandt⁶⁶ 9/2005).

⁶⁴ Horsley Scott, Experts ponder peak of global oil production, www.npr.org, May 02, 2006.

⁶⁵ Martin Peter, Apocalypse now - or later?, *Chemistry & Industry*, December 04, 2006.

⁶⁶ Farrell Alexander E., Brandt Adam R., Scraping the bottom of the barrel: CO2 emissions consequences of a transition to low-quality and synthetic petroleum resources, Carnegie Mellon Climate Decision Making Center, September 25, 2005.

Farrellin ja Brandtin⁶⁷ (10/2006) mukaan, mikäli öljyntuotanto laskee 2 % vuodessa ja öljyntarve kasvaa 1,6 % vuodessa, tulisi nykyinen synteettisen raakaöljyn tuotanto 10–20 vuodessa viisinkertaistaa.

Hirsch et al.⁶⁸ (2/2005) tekivät Yhdysvaltojen energiaministeriölle helmikuussa 2005 raportin tulevasta öljyhuipusta ja sen vaikutuksista. Tutkimuksessa käsiteltiin eri öljyntuottajamaiden ja -alueiden historiallisia öljyhuippuja ja tuloksia käsiteltiin ennustamaan mitä tulee tapahtumaan koko maailman tasolla. Kaikissa tutkituissa tapauksissa tuleva öljyntuotannon katto oli nähtävissä vasta noin vuotta aikaisemmin, ja öljyntuotannon lasku huipun jälkeen oli jyrkkä – toisin kuin yleensä öljyhuipun kohdalla ennustetaan.

Merkittäviä investointeja vaihtoehtoisin polttoaineisiin tulisi tehdä vähintään kymmenen vuotta ennen öljyhuippua. Siinäkin tapauksessa öljyhuipulla on vakavia taloudellisia seurauksia. Hirschin *et al.* mukaan 20 vuotta ennen öljyhuippua aloitetut sopeutustoimet voivat säästää maailman vakavilta vaikutuksilta.

Öljypula saattaa johtaa syvään lamaan, ruokapulaan ja vakaviin konflikteihin kansakuntien välillä. Yhdysvaltojen ja Kiinan taistelu hupenevista öljyvaroista voi olla tällainen konflikti.

Hirschin *et al.* raportin mukaan helpon, runsaan ja halvan öljyn aika alkaa olla ohi. Tutkijoiden mukaan olisi hienoa, jos öljyoptimistit olisivat oikeassa ja öljyhuippu olisi vasta kaukana edessä. Jos näin ei ole, tulemme olemaan pahassa pulassa.

Maailma polttaa 31 miljardia tynnyriä öljyä vuodessa ja uutta öljyä löytyy vain muutama miljardia tynnyriä vuosittain, joten öljynkulutus ei voi jatkua nykyisellään loputtomiin.

”Uusia öljyesiintymiä löytyy vähemmän ja vähemmän valtavista ponnisteluista huolimatta, mikä viittaa siihen ettei luonnolla ole enää paljon uutta

⁶⁷ Farrell A.E., Brandt A.R., Risks of the oil transition, Environmental Research Letters, No. 1, October-December, 2006.

⁶⁸ Hirsch Robert L., Bezdek Roger, Wendling Robert, Peaking of world oil production: impacts, mitigation, & risk management, February, 2005.

öljyä tarjottavaksi. Samaan aikaan Yhdysvaltojen energiainisteriö DOE ennustaa öljynkulutuksen kasvavan 50 % vuoteen 2025 mennessä. Öljyhuippu ei ole varsinaisesti energiakriisi vaan nestemäisten polttoaineiden saatavuuskriisi. Autojen, lentokoneiden, junien ja laivojen polttoaineille ei yksinkertaisesti ole vielä korvaajaa.”

Öljyä on nykykulutuksella jäljellä ainakin yli kolmeksi kymmeneksi vuodeksi. Miksi ei siis tuotannon lisäys onnistuisi kattamaan lisääntyvää kysyntää ja jos kysyntää on, niin miksi ei tuotannon lisäys onnistuisi?

Syyt ovat sekä teknisiä että taloudellisia. Jotkut maat ja öljykentät pystyvät lisäämään tuotantoaan ja joitain uusia öljykenttiä avataan tuotannolle. Öljyhuipun koittaessa niiden lisääntyvä tuotanto ei pysty kattamaan hiipuvien ja suljettavien öljylähteiden aiheuttamaa öljyntuotannon laskua. Jalostamokapasiteettia ei kannata lisätä, koska sille ei ole tarvetta riittävän pitkäksi ajaksi. Öljynjalostamojen tulee toimia kymmeniä vuosia maksaakseen itsensä takaisin. Kun öljyntuotanto lähtee laskuun, tulee nykyisillekin jalostamoille raaka-ainepula, mikä johtaa jalostamojen sulkemisiin ja jalostamokapasiteetin leikkaamiseen.

Maailman öljyongelmaa voi verrata puolillaan olevaan vesisaaviin (maapallon öljyvaroista arvioidaan käytetyn noin puolet). Vettä otetaan saavista siihen poratuista rei'istä. Ajan kuluessa rei'istä tulee koko ajan vähemmän vettä ja vedentulon pitämiseksi ennallaan tai lisäämiseksi reikiä täytyy porata lisää. Juuri näin on menetelty öljyn kanssa. Koska öljyä ei synny lisää, on helppo ymmärtää, että jatkuva tuotannon lisääminen vain nopeuttaa öljyn loppumista – ja sitä ennen tuotannon kattoa eli öljyhuippua.

Vaclav Smilin⁶⁹ (2003) mukaan hyödynnettävissä olevien öljyvarantojen suhteen ei tuntuisi olevan hätää. Öljyä riittää nykyvauhdilla hyvinkin 40 vuoden kulutukseen. Ongelma on kuitenkin varantojen kirjaamisen kirjavuus. Siinä missä Yhdysvallat kirjaa varannoikseen todelliset teknisesti hyödynnettävät varat, monet maat

⁶⁹ Smil Vaclav, *Energy at the Crossroads: Global Perspectives and Uncertainties*, MIT Press, Cambridge, MA, 2003.

kirjaavat sekalaisesti teknisesti hyödynnettäviä ja mahdollisesti hyödynnettävissä olevia öljyvaroja.

Öljyvarantojen kirjaamiseen on myös poliittisia syitä kuten OPEC-maiden myyntikiintiöiden lisääminen – myyntikiintiöt jaetaan maittain ilmoitettujen varantojen mukaan. Vaikka öljynkulutus nousi eikä mittavia uusia öljylöytöjä tehty, öljyvarojen ja vuotuisen tuotannon suhde R/P eli jäljellä oleva öljyaika nousi vuoden 1979 28 vuodesta vuoden 1989 45 vuoteen. Erityisesti vuonna 1987 OPEC-maat nostivat paperilla öljyvarantojensa määriä huomattavasti.

Joitain maailman öljyntuotannon öljyhuippuennustuksia:

- Hubbert (1956): 2000
- Hubbert (1969): 1993–2000
- British Petroleum BP (1979): 1985
- Ivanhoe (1995): 2000
- Deffeyes (2001): 2003–2008
- Duncan ja Youngquist (1999): 2007
- Hatfield (1997): 2010–2015
- World Oil Supply Report (2004): 2016–
- Korpela (2004): 2008
- Cambridge Energy Research Associates CERA (2005): 2020–2040
- International Energy Agency IEA (2006): 2013–2037
- Korpela (2006): 2005–2013

Deffeyesin mukaan öljyhuippua seuraava tuotannon lasku johtaa öljypulaan. Duncan (2000) antaa synkemmän arvion tulevasta: laajaa työttömyyttä, kodittomuutta, leipäjonoja ja teollisuuden alasajoa.

Öljyennusteet ovat olleet myös ”aikansa lapsia”. BP:n ennuste vuodelta 1979 öljykriisin jälkimainingeissa oli, että öljyhuippu saavutetaan vuonna 1985 ja että vuoden 2000 tuotanto on tippunut 25 % vuoden 1985 huipputasosta. Todellisuudessa vuoden 2000 tuotanto oli noussut 25 % vuoden 1985 tasosta.

Smilin⁷⁰ (2003) mukaan öljyntuotantoteknologian kehitys voi nostaa öljylähteestä hyödynnettävän öljyn osuuden 30–35 %:sta jopa 75 %:iin. Epätyypillisten öljyvarojen (öljyliuske, öljyhiekka, bitumiöljyt) määrä on valtava, joten niissä on suuri hyödyntämispotentiaali.

Nämä tekijät voivat lykätä öljyhuippua tuonemmaksi. Toisaalta voi olla, että uudet tekniikat ja runsaat mutta hankalasti hyödynnettävät öljyvarat vain loiventavat tulevaa öljyhuipun jälkeistä laskua. Suuret hiilidioksidipäästöt voivat myös estää epätyypillisten öljyvarojen laajan hyödyntämisen. Samasta syystä saatetaan joutua rajoittamaan myös tavanomaisen öljyn kulutusta.

Nopeat hinnan- ja kysynnänmuutokset saattavat viedä lyhyenkin ajan ennusteet metsään. OECD ennusti vuonna 1973 maailman öljynkulutuksen olevan vuonna 1980 4,05 miljardia tonnia, kun se todellisuudessa oli 25 % pienempi eli 3,02 miljardia tonnia. Helmikuussa 1999 öljyn tynnyrihinta oli noin 10 dollaria, ja maaliskuussa 1999 *The Economist* ennusti hinnan laskevan 5 dollariin. Vuotta myöhemmin tynnyrihinta oli jo yli 30 dollaria.

Tulevaan öljyntuotantoon vaikuttaa myös tietenkin öljynkysyntä. Maailman väkiluvun kasvun ja lähinnä aasialaisten vaurastumisen ennustetaan johtavan öljynkysynnän voimakkaaseen kasvuun. Maailmanlaajuinen talouslama voi kuitenkin vähentää öljynkysyntää ilman geologisen öljyntuotannon kapasiteetin rajoitteitakin. Toisaalta geologinen öljyhuippu voi johtaa talouslamaan, joka puolestaan leikkaa öljynkysyntää.

Öljynkysyntää voi myös vähentää siirtyminen energiatehokkaampiin, pienempiin tai vaihtoehtoisia polttoaineita käyttäviin autoihin.

⁷⁰ Smil Vaclav, *Energy at the Crossroads: Global Perspectives and Uncertainties*, MIT Press, Cambridge, MA, 2003.



Hummerin elinkaaren aikainen öljynkulutus voi olla jopa 60 000 litraa enemmän kuin taka-alalla olevan Smartin.

Öljy-yhtiöt eivät investoi öljynetsintään ja -jalostamoihin, vaikka ne tekevät ennätysvoittoja. Sen sijaan voitot laitetaan kasvaviin osinkoihin, osakkeiden takaisinostoihin ja johtajien palkitsemiseen. (Sickinger⁷¹ 2/2006)

ExxonMobilin vuoden 2007 arvion mukaan Opecin ulkopuolisten öljyntuottajamaiden tuotanto saavuttaa huippunsa vuoteen 2010 mennessä. ExxonMobil ei usko OPEC-maidenkaan pystyvän lisäämään tuotantoaan riittävästi, jotta uusia öljynjalostamoita kannattaisi rakentaa. (Cavallo⁷² 5/2007)

Suuret öljy-yhtiöt julkaisivat alkuvuodesta 2008 vuoden 2007 vuosikertomuksensa. Ne tekivät jättimäisiä voittoja, esimerkiksi Shell teki Euroopan yrityshistorian suurimmat voitot. Shellin öljyntuotanto kuitenkin laski 4,5 %, BP:n 2,5 %, ExxonMobilin 1 % ja Chevronin 2 %. (Lloyd Wright⁷³ 3/2008)

Shellin pääjohtaja Jeroen van der Veer kirjoitti henkilökunnalle tarkoitetussa viestissä, että tavanomaisen öljyn ja maakaasun tuotanto ei pysty tyydyttämään

⁷¹ Sickinger Ted, Oil expert: output downhill from here, The Oregonian, February 27, 2006.

⁷² Cavallo Alfred, When the oil supply runs out, Science, Vol. 316, No. 5827, May 08, 2007.

⁷³ Lloyd Wright Tim, Reluctantly hauling aboard the peak oil train, Hydrocarbon Processing, March, 2008.

kasvavaa kysyntää vuoden 2015 jälkeen. Asiantuntijoita huolestuttaa varsinkin se, että maakaasustakin alkaa olla pula.

Suurimmasta osasta öljykenttiä on saatu hyödynnetyksi vain 30 % öljystä ja kaasusta. Loppuöljyn hyödyntäminen on paljon hankalampaa ja kalliimpaa. Helpon öljyn aika on ohi ja tulevaisuuden öljy tulee tuottaa hupenevista öljykentistä, öljyhiekasta, liuskeöljystä ja syvänmeren öljylähteistä. Öljyhiekka ja -liuskevarat ovat valtavat, mutta niiden jalostaminen on haastavaa teknisesti, taloudellisesti ja ympäristön kannalta. (Mullin⁷⁴ 11/2006)

Yhdysvallat

Yhdysvaltojen öljyntuotanto saavutti huippunsa noin 12 miljoonaa tynnyriä/päivä (Yhdysvaltojen energiaministeriön DOE:n öljymääritelmän mukaan) vuonna 1970. Nykytuotanto on noin 10 miljoonaa tynnyriä/päivä. Näissä luvuissa ovat mukana maakaasun tuotannossa nesteytetyt hiilivedyt, biopolttoaineet ja jalostamoprosesseissa syntyvä tilavuuslisäys. Vuonna 1970 Yhdysvaltojen oma öljyntuotanto kattoi kulutuksesta 83 %. Vuonna 2008 osuus oli 40 %. (Chemical & Engineering News⁷⁵ 8/2005)

Jokainen amerikkalainen kuluttaa 10 litraa eli yli ämpärillisen raakaöljyä joka päivä. Suomalainenkin kuluttaa 6,4 litraa öljyä päivittäin.

Yhdysvallat käyttää yli 25 % maailman öljystä, tuottaa siitä noin 10 % ja sen öljyvarat ovat alle 2 % maailman öljyvaroista. Lähi-idässä on 56,5 % maailman öljyvaroista, mutta siellä käytetään vain noin 6 % maailman kuluttamasta öljystä.

Vuosina 1991–2006 Yhdysvaltojen bensiinin kulutus kasvoi vuosittain 1,5 % ja dieselin kulutus 4 % (Hydrocarbon Processing⁷⁶ 9/2007).

⁷⁴ Mullin Rick, Back to the well, Chemical & Engineering News, November 20, 2006.

⁷⁵ Competing visions of a hydrogen economy, Chemical & Engineering News, August 22, 2005.

⁷⁶ US policy uncertainties cloud refiners' investment decisions, Hydrocarbon Processing, September, 2007.

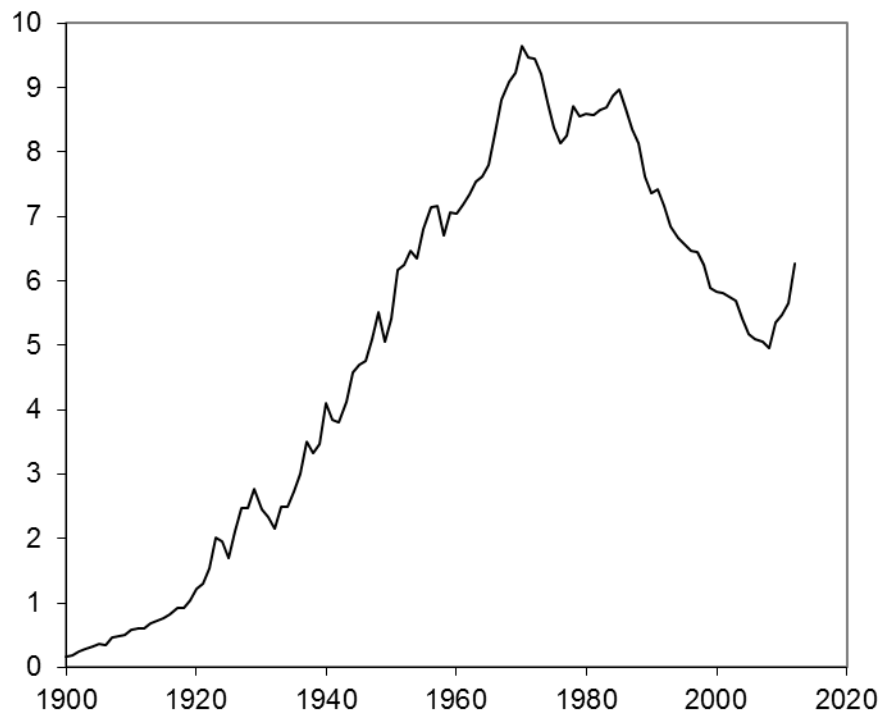
Vuodesta 1987 amerikkalaiset ovat ostaneet yhä enemmän yhä suurempia autoja ja rakentaneet yhä suurempia asuntoja (vuoden 2008 lopulla käänne parempaan alkoi finanssikriisin myötä). Aikavälillä 1992–2007 Yhdysvaltojen öljynkulutus kasvoi 3,6 miljoonalla tynnyrillä/päivä, mikä on enemmän kuin Intian ja Pakistanin yhteenlaskettu öljynkulutus, vaikka näissä maissa asuu neljä kertaa enemmän ihmisiä kuin Yhdysvalloissa.

Jos kiinalainen käyttäisi öljyä yhtä paljon kuin amerikkalainen, ei öljyä riittäisi kenellekään muille kuin kiinalaisille – eikä edes kaikille heille.

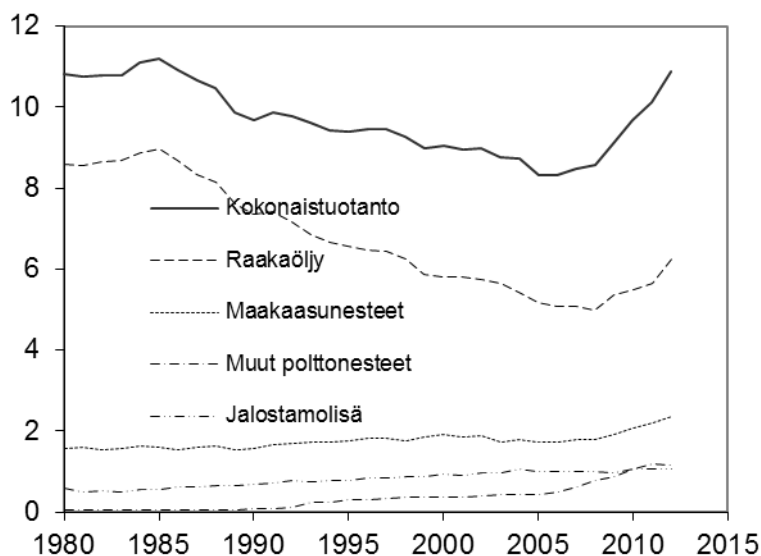
Michael Moore⁷⁷ (2003):

”Helpoin tapa vähentää riippuvuutta ulkomaisesta öljystä on käyttää vähemmän ulkomaista öljyä. Se taas onnistuu helposti pakottamalla autonvalmistajat valmistamaan vähemmän kuluttavia autoja.”

⁷⁷ Moore Michael, *Dude, Where's My Country?*, Warner Books, 2003.



Yhdysvaltojen tavanomaisen raakaöljyn tuotanto 1900–2012, miljoonaa tynnyriä/päivä (EIA 2012). Tuotannon huippu oli vuonna 1971. 2024: 20,1 miljoonaa tynnyriä/päivä (voimakkaasti kasvanut liuskeöljyn tuotanto)



Yhdysvaltojen kokonaisöljyntuotanto, tavanomaisen raakaöljyn tuotanto, maakaasun tuotannossa nesteytettyjen hiilivetyjen tuotanto, muiden polttonesteiden tuotanto (lähinnä bioetanoli) ja jalostamoprosesseissa syntynyt tilavuuslisäys 1980–2012, miljoonaa tynnyriä/päivä (EIA 2012).

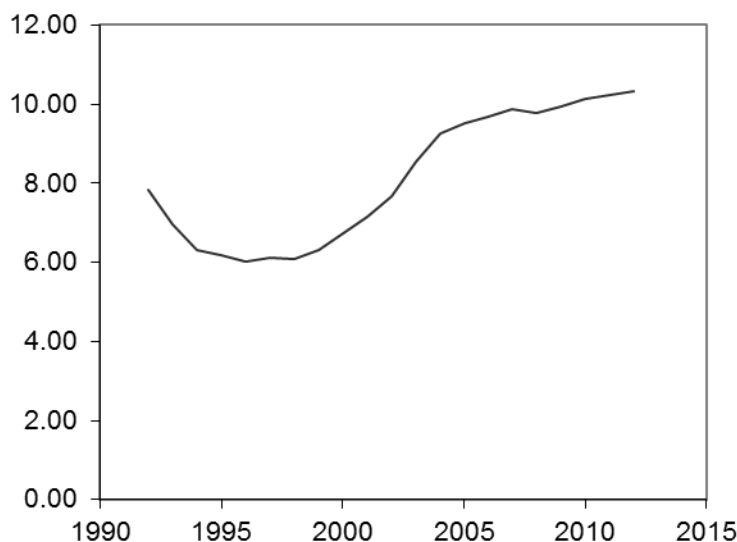
Venäjä

Vaikka öljynhintaa oli noussut jo muutaman vuoden, Venäjän öljyntuotanto laski vuoden 2008 ensimmäisellä neljänneksellä. Venäläinen öljyalan johtaja varoitti, että tuotanto laskee edelleen. (The Chemical Engineer⁷⁸ 5/2008)

Tuotannon laskua selitettiin Länsi-Siperian tuotannon ongelmilla ja huonolla säällä, joka esti porauskaluston kuljetuksia öljyntuotantoalueille. Länsi-Siperian suurten öljyesiintymien pelätään kuitenkin olevan ehtymässä, eikä Itä-Siperian öljynetsintään ja tuotannon vaatimiin jätti-investointeihin löytyne riittävästi rahaa.

Venäjän öljyteollisuus on huonossa kunnossa, eikä öljytuloja juurikaan ole suunnattu tuotannon modernisointiin tai öljynetsintään. Ennusteet Venäjän öljyntuotannon kasvusta nojaavat parantuneeseen tuotantoteknologiaan, eivät niinkään uusiin öljylöytöihin.

⁷⁸ Oil: Russia's woes fuel fears while US grows, The Chemical Engineer, May, 2008.



Venäjän öljyntuotanto 1992–2012, miljoonaa tynnyriä/päivä (EIA 2012). Mukaan on laskettu raakaöljy, maakaasun tuotannossa nesteytetyt hiilivedyt, muut polttonesteet (biopolttoaineet sekä kivihilestä, maakaasusta ja öljyliuskeesta jalostetut nesteet) ja jalostamoprosesseissa syntynyt tilavuuden lisäys. **2024: 10,8 miljoonaa tynnyriä/päivä**

Lähi-itä

Öljypankkiiri Matthew Simmons oli jo vuonna 2005 tullut analyyseissään siihen tulokseen, että Saudi-Arabian öljyntuotanto on saavuttanut huippunsa (Pfeiffer⁷⁹ 1/2005). Vuoden 2011 alun tietojen mukaan Saudi-Arabian tuotannon huippuvuosi oli juuri 2005, vaikka tuotanto kasvoikin vuonna 2011. Vuodesta 2005 vuoteen 2009 tuotanto oli tippunut yli 1,4 miljoonalla tynnyrillä/päivä 11,1 miljoonasta tynnyristä/päivä 9,7 miljoonaan tynnyriin/päivä.

International Energy Agency (IEA) arvion mukaan Lähi-idän OPEC-maiden tulisi lisätä öljyntuotantoa vuoden 1997 19 miljoonasta tynnyristä/päivä 46,7 tynnyriin/päivä vuoteen 2020 mennessä. Iranin kansallisen öljy-yhtiön pääanalyytikko

⁷⁹ Pfeiffer Dale Allen, Target Iran, www.copvca.com, 2004.

Ali Bakhtiari epäili, etteivät Lähi-idän maat pysty moiseen lisäykseen. (Korpela⁸⁰ 2005)

Kuwait varoitti joulukuussa 2005 Opecin kokouksessa, että ilman pikaista ulkopuolista apua se ei pysty ylläpitämään nykyistä tuotantoa. Kuwaitin öljyministeri kutsui länsimaisten öljy-yhtiöiden asiantuntijat Kuwaitiin tarkistamaan, voivatko ne auttaa tuotannon lisäämisessä. Seuraavana päivänä Yhdysvaltojen hallitus kaikessa hiljaisuudessa alensi vuoden 2025 maailman öljyntuotannon tuotantoennustetta 11 miljoonalla tynnyrillä eli Saudi-Arabian tuotannon verran. (Leggett⁸¹ 1/2006)

Jäljellä olevan hyödynnettävissä olevan öljyn määrä on maailmalle erittäin tärkeä kysymys. Siihen liittyy lisäkysymyksiä. Olemassa olevat öljyreservit, kuinka paljon öljyä on jo löydettyissä öljykentissä ja kuinka paljon öljyä niistä saadaan hyödynnetyksi? Kuinka paljon uusia öljylöytöjä tullaan tekemään, kuinka paljon parantuneet tekniikat tulevat lisäämään hyödynnettävissä olevan öljyn määrää olemassa olevilta öljykentiltä ja kuinka paljon ns. epätavanomaisia öljyjä (öljyhiekat, raskasöljyt, liuskeöljyt) voidaan hyödyntää? Hyödyntämisen nopeus, kuinka kauan menee ennen kuin uudet hyödynnettävissä olevat öljyvarat saadaan jalostetuksi markkinoille?

Uusia öljylöytöjä tehdään vähemmän ja vähemmän. Jättiläisöljykentäksi kutsutaan yli 500 miljoonan tynnyrin öljykenttiä. Jättiläisöljykenttä kuulostaa isolta, mutta se on vain maailman kuuden päivän öljynkulutusta vastaava määrä.

Vuonna 2000 jättiläisöljykenttiä löydettiin 16 kpl, vuonna 2001 9 kpl, vuonna 2002 2 kpl ja vuonna 2003 0 kpl.

Pelottavaa on, että maailman öljyreservit voivat olla suurelta osin vain paperilla. Vuosina 1985–1990 öljyreservit kasvoivat poikkeuksellisen paljon. Kuitenkin uutta

⁸⁰ Korpela Seppo A., Prediction of world peak oil production, in Andrew Mckillop and Sheila Newman (eds), *The Fired Energy Crisis*, London: Pluto Press, pp. 11–28, 2005.

⁸¹ Leggett Jeremy, What they don't want you to know about the coming oil crisis, *The Independent*, January 20, 2006.

öljyä löydettiin vain 10 miljardia tynnyriä, noin kolmen kuukauden nykytuotannon verran. Lähi-idän maat nostivat omia öljyreserviarvioitaan 300 miljardilla tynnyrillä. Selitys löytyy siitä, että OPEC alkoi jakaa tuotantokiintiöitä maiden öljyvarantojen suhteessa: mitä enemmän öljyreservejä, sitä enemmän maa sai tuottaa ja myydä öljyä.

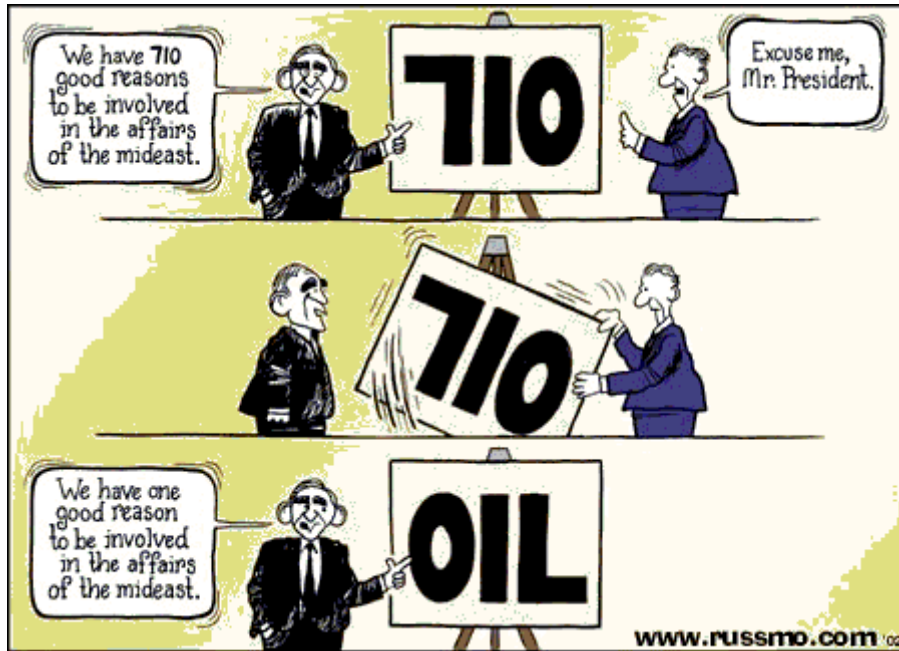
Texasilainen öljyasiatuntija ja -pankkiiri Matthew Simmonsin mukaan Saudi-Arabian neljästä suuresta öljylähteestä (Ghawar, Safaniyah, Hanifa, Khafji) ovat paineet putoamassa hälyttävästi. Ne ovat tuottaneet viidenkymmenen vuoden ajan lähes kaiken Saudi-Arabian öljyn. Nyt niihin joudutaan pumppaamaan enemmän ja enemmän vettä tuotannon ylläpitämiseksi. Simmonsin mukaan Saudi-Arabian tuotanto voi romahtaa nopeasti 30–40 prosentilla tulevien 3–5 vuoden sisällä.

Öljyoptimistien arvioissa Saudi-Arabian ennustetaan pystyvän lisäämään tulevaisuudessa merkittävästi öljyntuotantoaan noin 10 miljoonasta tynnyristä/päivä yli 15 miljoonaan tynnyriin/päivä. Vaiettu uutinen oli, että esimerkiksi vuonna 2007 Saudi-Arabian öljyntuotanto kuitenkin pieneni 0,55 miljoonalla tynnyrillä/päivä. (Verbanic⁸² 3/2008)

Öljyvarantojen kirjaamisessa Irak saattaa olla poikkeus. Irakin helposti hyödynnettävät öljyvarat ovat hyvin suurella todennäköisyydellä noin kaksin-kolminkertaiset todennettuihin verrattuna, todennetut varat ovat noin 10 % maailman öljyvaroista. Maan öljy- ja kaasuvarat ovat poikkeuksellisen tutkimattomat ja geologiassa mielessä erittäin helposti hyödynnettävät.

Yhdysvaltojen öljyvarojen ja vuotuisen tuotannon suhde R/P eli jäljellä oleva ”öljyaika” on 10 vuotta. Irakilla luku on jopa yli 500 vuotta. Kun Yhdysvallat liittolaisineen on nyt päässyt Irakin öljyyn käsiksi, se saattaa pystyä jatkamaan öljyyn perustuvaa elämäntyyliään vielä jonkin aikaa. Öljy Irakin sodan päällimmäisenä motiivina ei ole kaukaa haettu salaliittoteoria.

⁸² Verbanic Carl, Biofuels are not the answer, ICIS Chemical Business Americas, March 31 – April 06, 2008.



Luonnonvarat ovat syynä USA:n ”geopoliittiseen aktiviteettiin” Lähi-idässä.

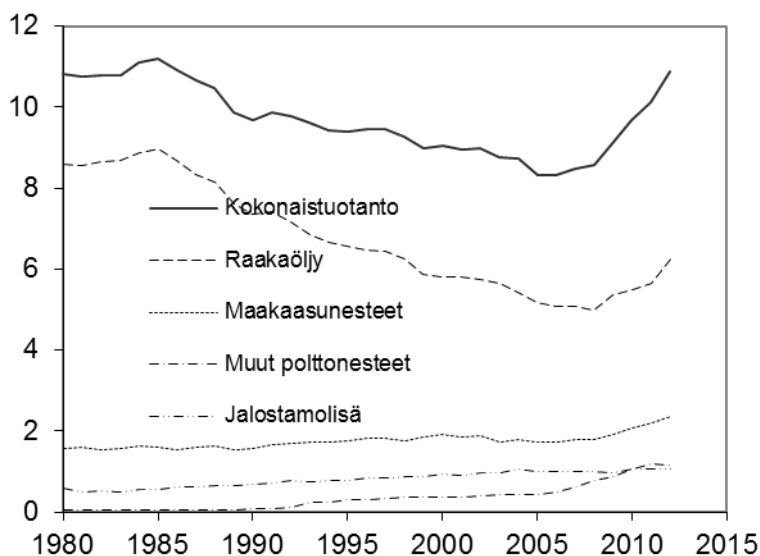
In These Timesin joulukuun 2005 numerossa Mark Levine⁸³ (12/2005) pohti Delawaren demokraattisenaattori Joseph Bidenin kantaa Irakin sotaan ja Irakin öljyyn. Levinen mukaan Biden on samoilla linjoilla Bushin hallinnon kanssa: USA:n armeija tulee olemaan Irakissa pitkään valvomassa Irakin suunnattomien öljyvarojen ja -tulojen jakoa ja kontrolloimassa muiden maiden (erityisesti Kiinan) pääsyä Irakin öljyalueille maailman siirtyessä öljyhuipun jälkeiseen öljypulan aikaan.

Joseph Biden on ollut vuodesta 2009 Yhdysvaltojen varapresidentti.

Akateemikko Pekka Jauho Helsingin Sanomissa 11.01.2003:

”Yhdysvaltain toimiessa arabimaissa taustalla on aina öljy. Kaikki muu on sotapropagandaa”

⁸³ Levine Mark, To leave or not to leave – parsing the plans for "victory" in Iraq, In These Times, December 19, 2005.

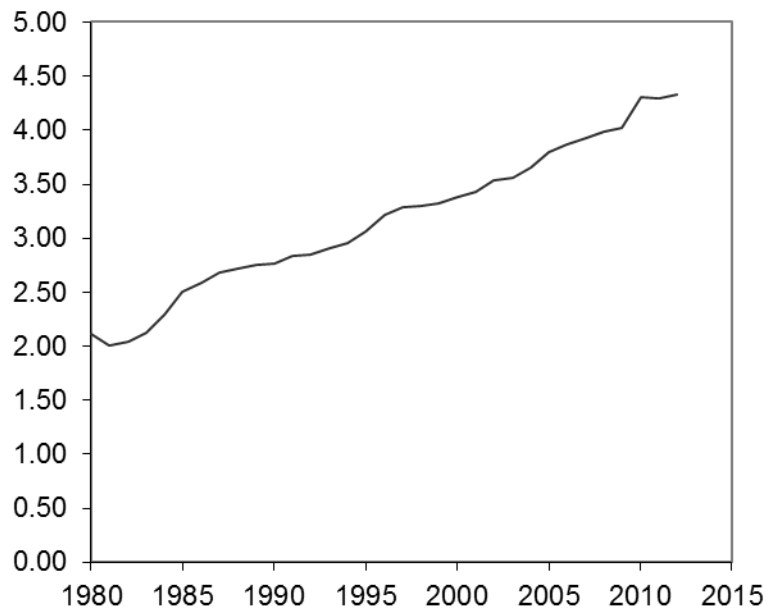


Saudi-Arabian kokonaisöljyntuotanto, tavanomaisen raakaöljyn tuotanto, maakaasun tuotannossa nesteytettyjen hiilivetyjen tuotanto, muiden polttonesteiden tuotanto (biopolttoaineet sekä kivihilestä, maakaasusta ja öljyliuskeesta jalostetut nesteet) ja jalostamoprosesseissa syntynyt tilavuuslisäys 1980–2012, miljoonaa tynnyriä/päivä (EIA 2012). **2024: 10,9 miljoonaa tynnyriä/päivä**

Kiina

Vuonna 2004 Kiinan öljynkulutus oli 6,77 miljoonaa tynnyriä/päivä. Yhdysvaltojen energiaministeriön (DOE) alainen Energy Information Administration (EIA) ennustaa Kiinan öljynkulutuksen olevan 14,2 miljoonaa tynnyriä/päivä vuonna 2025 (Festel⁸⁴ 7/2006). Vuonna 2010 Kiinan öljynkulutus oli noussut 9,39 miljoonaan tynnyriin/päivä.

⁸⁴ Festel Gunter, Fuelling change, Chemistry & Industry, July 03, 2006.

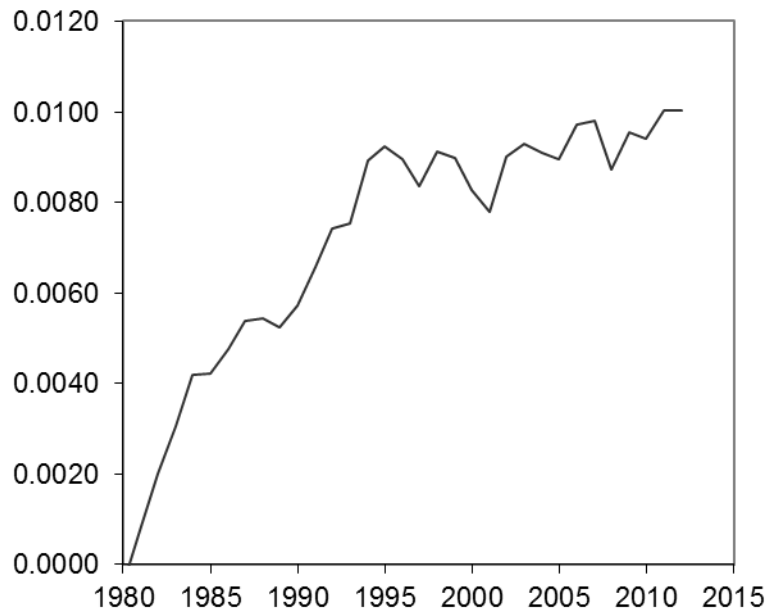


Kiinan öljyntuotanto 1980–2012, miljoonaa tynnyriä/päivä (EIA 2012). Mukaan on laskettu raakaöljy, maakaasun tuotannossa nesteytetyt hiilivedyt, muut polttonesteet (biopolttoaineet sekä kivihiilestä, maakaasusta ja öljyliuskeesta jalostetut nesteet) ja jalostamoprosesseissa syntynyt tilavuuden lisäys. 2024: 4,3 miljoonaa tynnyriä/päivä

Suomi

Taloudellinen tiedotustoimisto (1999):

”Öljystä saadaan vajaa kolmannes Suomen tarvitsemasta energiasta. Käyttämämme öljystä suurin osa kuluu liikkumiseen ja lämmitykseen. Lisäksi öljyä käytetään teollisuuden energialähteenä, raaka-aineina muun muassa petrokemian teollisuudessa, voiteluaineina, maa- ja metsätaloudessa sekä hieman sähkön tuotannossa.”



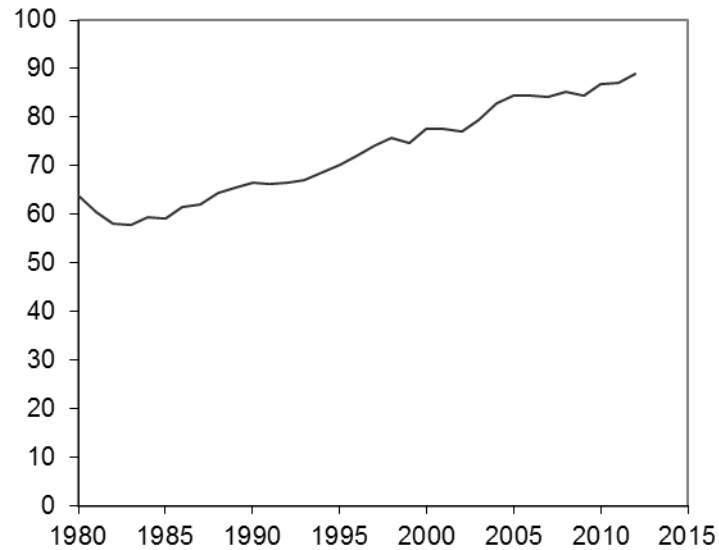
Suomen öljyntuotanto 1980–2012, miljoonaa tynnyriä/päivä (EIA 2012). Mukaan on laskettu raakaöljy, maakaasun tuotannossa nesteytetyt hiilivedyt, muut polttonesteet (biopolttoaineet sekä kivihielestä, maakaasusta ja öljyliuskeesta jalostetut nesteet) ja jalostamoprosesseissa syntynyt tilavuuden lisäys. Näistä viimeinen on Suomen ”öljyntuotanto”.

Maailma

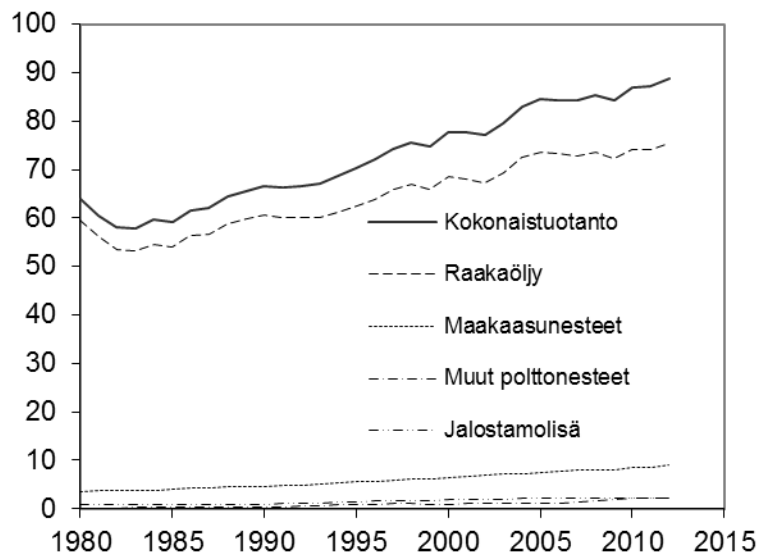
Riippumaton Chatham House varoittaa tutkimusraportissaan, että maailmaa uhkaa 5–10 vuoden sisällä vakava öljypula, mikäli öljyn kysyntä ei syystä tai toisesta romahda. (Hydrocarbon Processing⁸⁵ 9/2008)

Pitkällä aikavälillä öljynhintaa tulee nousemaan ja kansalliset öljy-yhtiöt ymmärtävät, että öljy kannattaa jättää ennemmin maaperään kuin myydä se ja laittaa rahat pankkitilille.

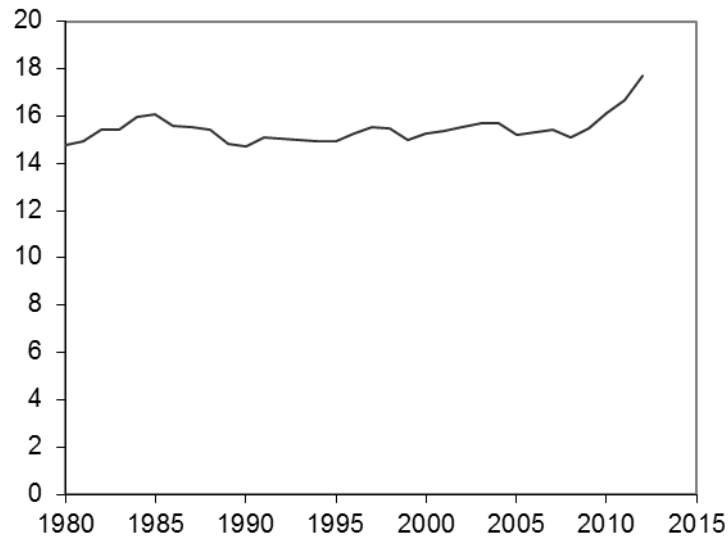
⁸⁵ Global policies constrain oil supply, Hydrocarbon Processing, September, 2008.



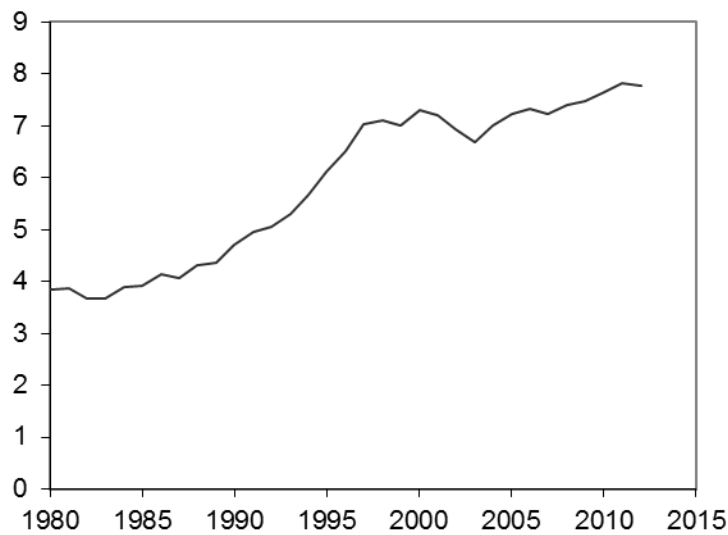
Maailman öljyntuotanto 1980–2012, miljoonaa tynnyriä/päivä (EIA 2012). Mukaan on laskettu raakaöljy, maakaasun tuotannossa nesteytetyt hiilivedyt, muut polttonesteet (biopolttoaineet sekä kivihilestä, maakaasusta ja öljyliuskeesta jalostetut nesteet) ja jalostamoprosesseissa synty-
nyt tilavuuden lisäys. 2024: 96,9 miljoonaa tynnyriä/päivä



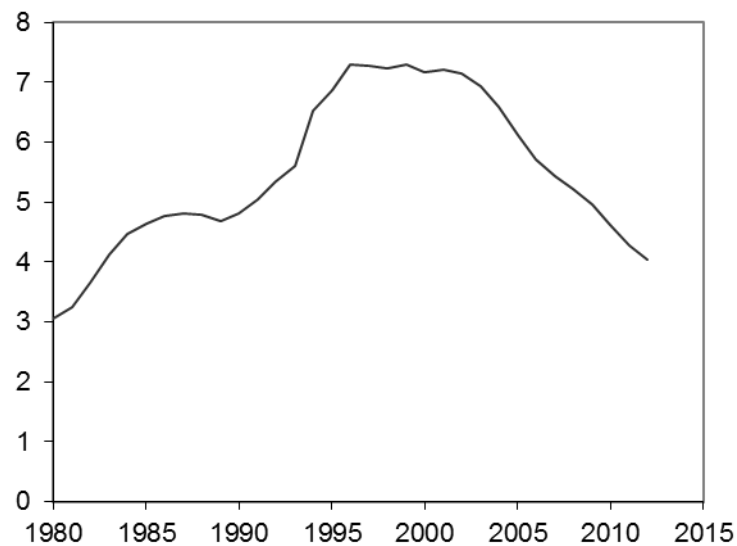
Maailman kokonaisöljyntuotanto, tavanomaisen raakaöljyn tuotanto, maakaasun tuotannossa nesteytettyjen hiilivetyjen tuotanto, muiden polttonesteiden tuotanto (biopolttoaineet sekä kivihiilestä, maakaasusta ja öljyliuskeesta jalostetut nesteet) ja jalostamoprosesseissa syntynyt tilavuuslisäys 1980–2012, miljoonaa tynnyriä/päivä (EIA 2012).



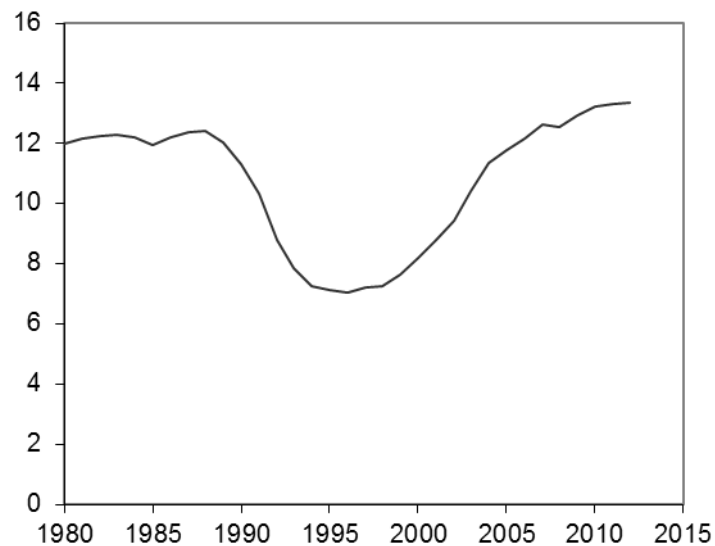
Pohjois-Amerikan öljyntuotanto 1980–2012, miljoonaa tynnyriä/päivä (EIA 2012). 2024: 27,9 miljoonaa tynnyriä/päivä



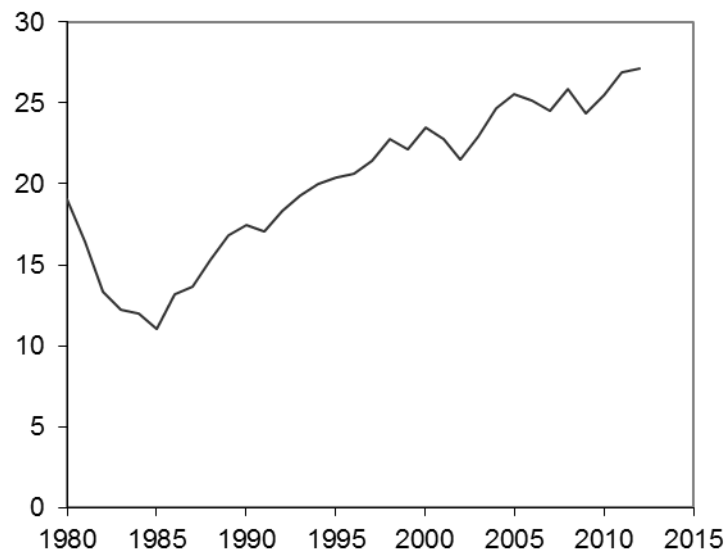
Keski- ja Etelä-Amerikan öljyntuotanto 1980–2012, miljoonaa tynnyriä/päivä (EIA 2012). Mukaan on laskettu raakaöljy, maakaasun tuotannossa nesteytetyt hiilivedyt, muut polttonesteet (biopolttoaineet sekä kivihiilestä, maakaasusta ja öljyliuskeesta jalostetut nesteet) ja jalostamoprosesseissa syntynyt tilavuuden lisäys. 2024: 7,8 miljoonaa tynnyriä/päivä



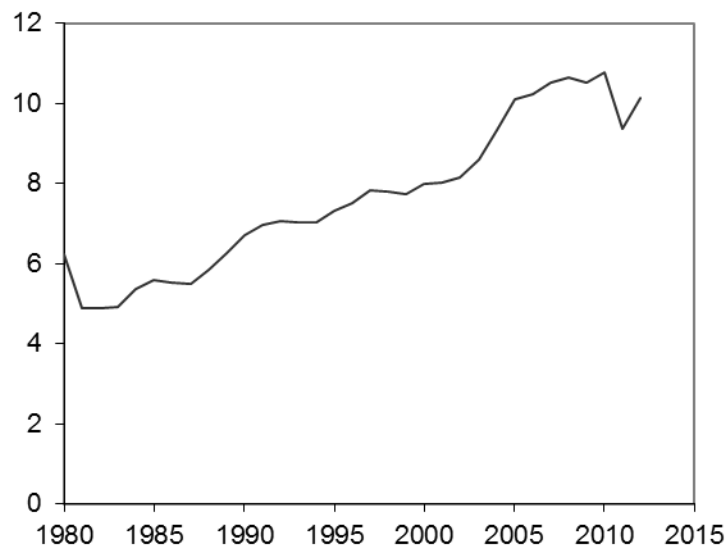
Euroopan öljyntuotanto 1980–2012, miljoonaa tynnyriä/päivä (EIA 2012). Mukaan on laskettu raakaöljy, maakaasun tuotannossa nesteytetyt hiilivedyt, muut polttonesteet (biopolttoaineet sekä kivihielestä, maakaasusta ja öljyliuskeesta jalostetut nesteet) ja jalostamoprosesseissa syntynyt tilavuuden lisäys. **2024: 3,0 miljoonaa tynnyriä/päivä**



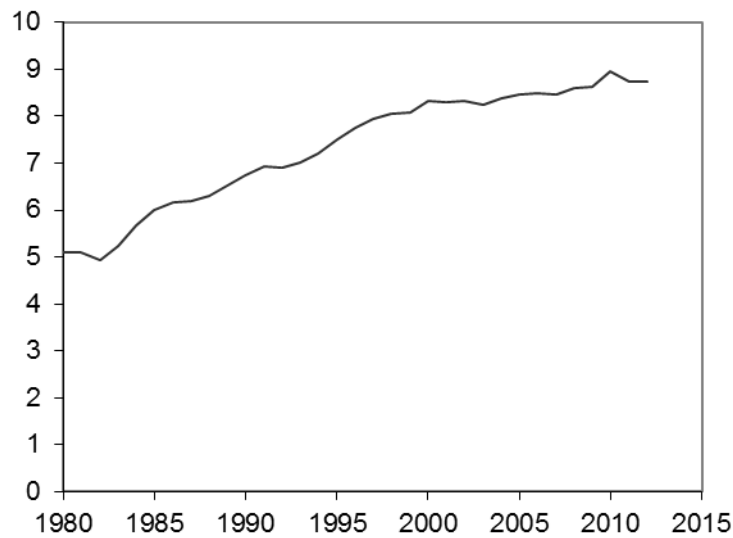
Euraasian öljyntuotanto 1980–2012, miljoonaa tynnyriä/päivä (EIA 2012). Mukaan on laskettu raakaöljy, maakaasun tuotannossa nesteytetyt hiilivedyt, muut polttonesteet (biopolttoaineet sekä kivihielestä, maakaasusta ja öljyliuskeesta jalostetut nesteet) ja jalostamoprosesseissa syntynyt tilavuuden lisäys.



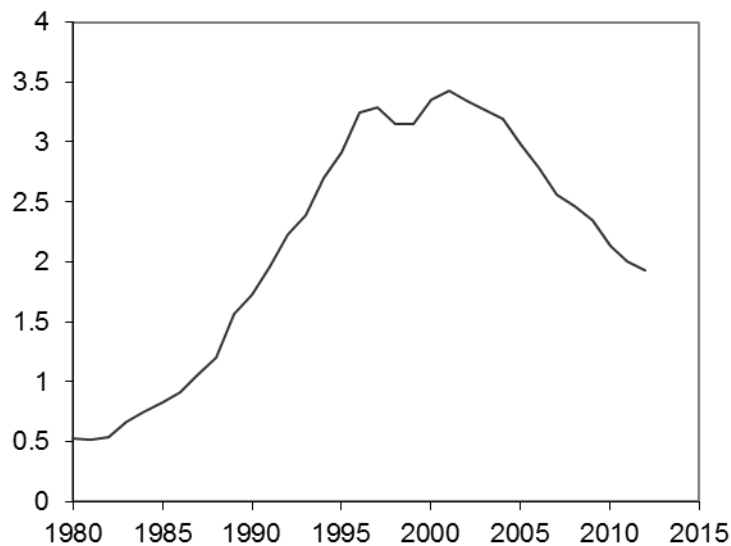
Lähi-idän öljyntuotanto 1980–2012, miljoonaa tynnyriä/päivä (EIA 2012). Mukaan on laskettu raakaöljy, maakaasun tuotannossa nesteytetyt hiilivedyt, muut polttonesteet (biopolttoaineet sekä kivihielestä, maakaasusta ja öljyliuskeesta jalostetut nesteet) ja jalostamoprosesseissa syntynyt tilavuuden lisäys. **2024: 30,1 miljoonaa tynnyriä/päivä**



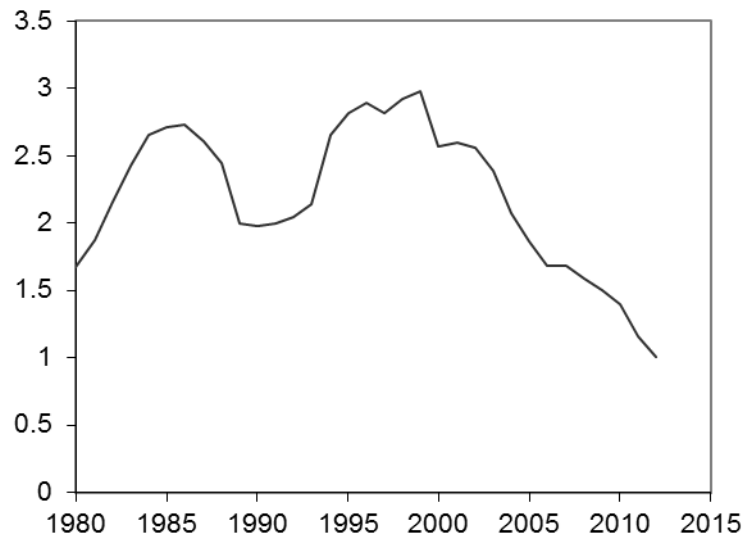
Afrikan öljyntuotanto 1980–2012, miljoonaa tynnyriä/päivä (EIA 2012). Mukaan on laskettu raakaöljy, maakaasun tuotannossa nesteytetyt hiilivedyt, muut polttonesteet (biopolttoaineet sekä kivihielestä, maakaasusta ja öljyliuskeesta jalostetut nesteet) ja jalostamoprosesseissa syntynyt tilavuuden lisäys. **2024: 7,3 miljoonaa tynnyriä/päivä**



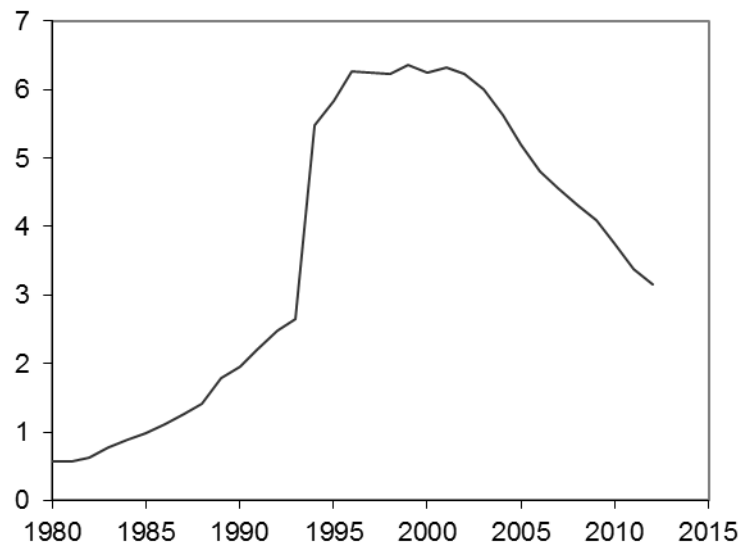
Aasian ja Oseanian öljyntuotanto 1980–2012, miljoonaa tynnyriä/päivä (EIA 2012). Mukaan on laskettu raakaöljy, maakaasun tuotannossa nesteytetyt hiilivedyt, muut polttonesteet (biopolttoaineet sekä kivihielestä, maakaasusta ja öljyliuskeesta jalostetut nesteet) ja jalostamoprosesseissa syntynyt tilavuuden lisäys. **2024: 7,3 miljoonaa tynnyriä/päivä**



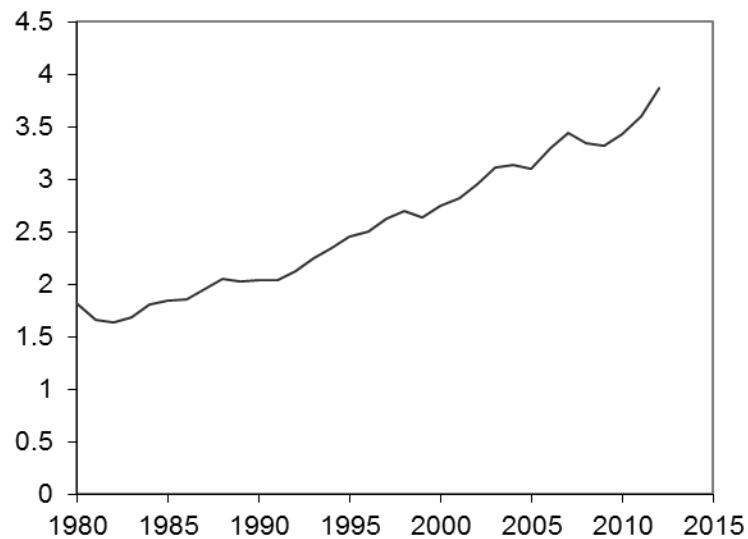
Norjan öljyntuotanto 1980–2012, miljoonaa tynnyriä/päivä (EIA 2012). Mukaan on laskettu raakaöljy, maakaasun tuotannossa nesteytetyt hiilivedyt, muut polttonesteet (biopolttoaineet sekä kivihielestä, maakaasusta ja öljyliuskeesta jalostetut nesteet) ja jalostamoprosesseissa syntynyt tilavuuden lisäys. **2024: 1,8 miljoonaa tynnyriä/päivä**



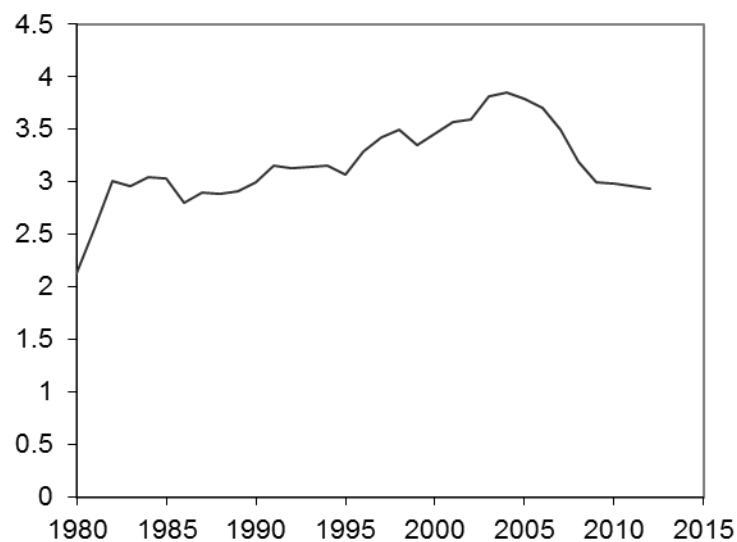
Ison-Britannian öljyntuotanto 1980–2012, miljoonaa tynnyriä/päivä (EIA 2012). Mukaan on laskettu raakaöljy, maakaasun tuotannossa nesteytetyt hiilivedyt, muut polttonesteet (biopolttoaineet sekä kivihilestä, maakaasusta ja öljyliuskeesta jalostetut nesteet) ja jalostamoprosesseissa syntynyt tilavuuden lisäys. **2024: 0,7 miljoonaa tynnyriä/päivä**



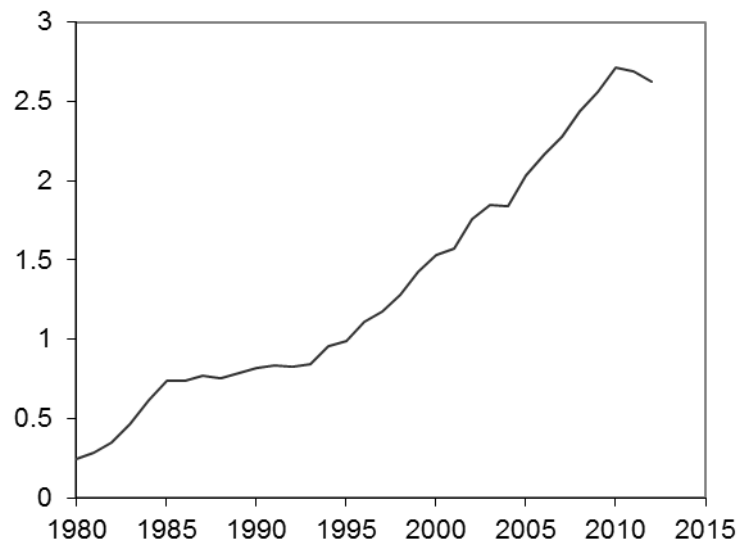
Pohjanmeren öljyntuotanto 1980–2012, miljoonaa tynnyriä/päivä (EIA 2012). Mukaan on laskettu raakaöljy, maakaasun tuotannossa nesteytetyt hiilivedyt, muut polttonesteet (biopolttoaineet sekä kivihilestä, maakaasusta ja öljyliuskeesta jalostetut nesteet) ja jalostamoprosesseissa syntynyt tilavuuden lisäys. **2024: 2,5 miljoonaa tynnyriä/päivä**



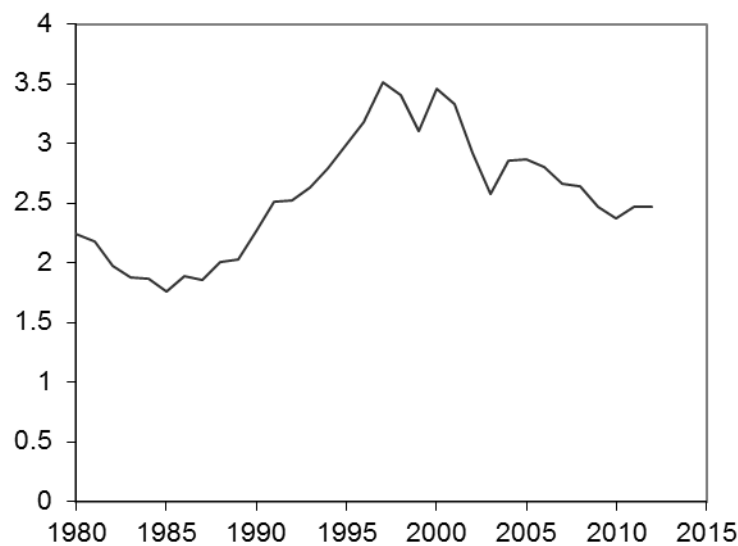
Kanadan öljyntuotanto 1980–2012, miljoonaa tynnyriä/päivä (EIA 2012). Mukaan on laskettu raakaöljy, maakaasun tuotannossa nesteytetyt hiilivedyt, muut polttonesteet (biopolttoaineet sekä kivihielestä, maakaasusta ja öljyliuskeesta jalostetut nesteet) ja jalostamoprosesseissa syntynyt tilavuuden lisäys. **2024: 5,9 miljoonaa tynnyriä/päivä**



Meksikon öljyntuotanto 1980–2012, miljoonaa tynnyriä/päivä (EIA 2012). Mukaan on laskettu raakaöljy, maakaasun tuotannossa nesteytetyt hiilivedyt, muut polttonesteet (biopolttoaineet sekä kivihielestä, maakaasusta ja öljyliuskeesta jalostetut nesteet) ja jalostamoprosesseissa syntynyt tilavuuden lisäys. **2024: 1,9 miljoonaa tynnyriä/päivä**



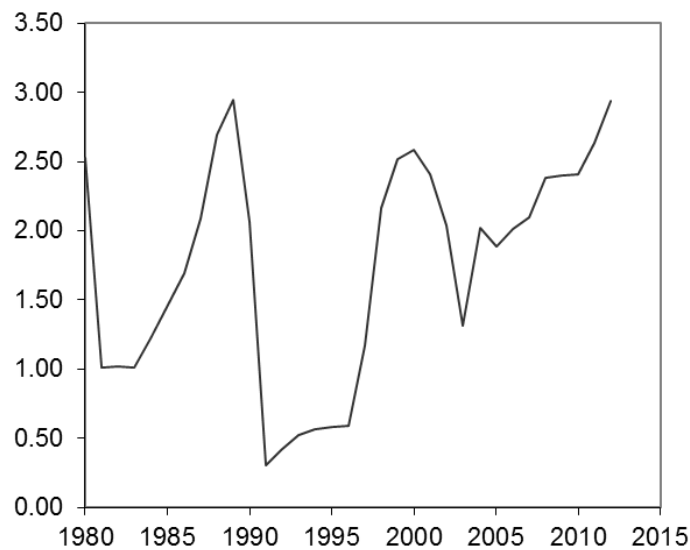
Brasilian öljyntuotanto 1980–2012, miljoonaa tynnyriä/päivä (EIA 2012). Mukaan on laskettu raakaöljy, maakaasun tuotannossa nesteytetyt hiilivedyt, muut polttonesteet (biopolttoaineet sekä kivihielestä, maakaasusta ja öljyliuskeesta jalostetut nesteet) ja jalostamoprosesseissa syntynyt tilavuuden lisäys. **2024: 3,5 miljoonaa tynnyriä/päivä**



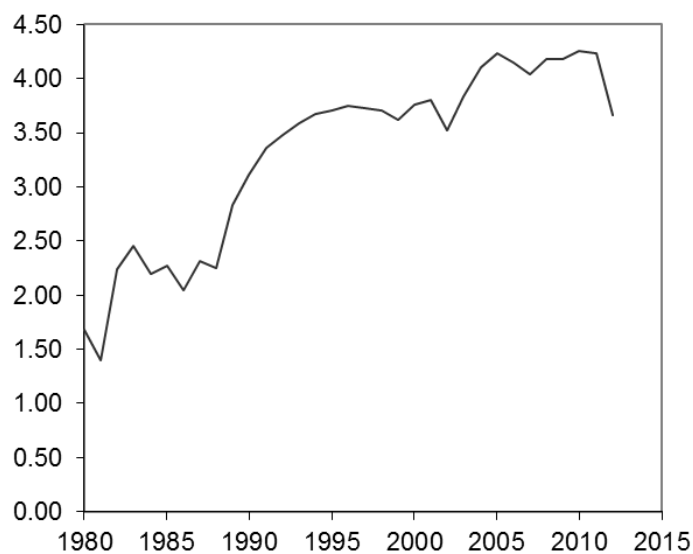
Venezuelan öljyntuotanto 1980–2012, miljoonaa tynnyriä/päivä (EIA 2012). Mukaan on laskettu raakaöljy, maakaasun tuotannossa nesteytetyt hiilivedyt, muut polttonesteet (biopolttoaineet sekä kivihielestä, maakaasusta ja öljyliuskeesta jalostetut nesteet) ja jalostamoprosesseissa syntynyt tilavuuden lisäys. **2024: 1,0 miljoonaa tynnyriä/päivä**



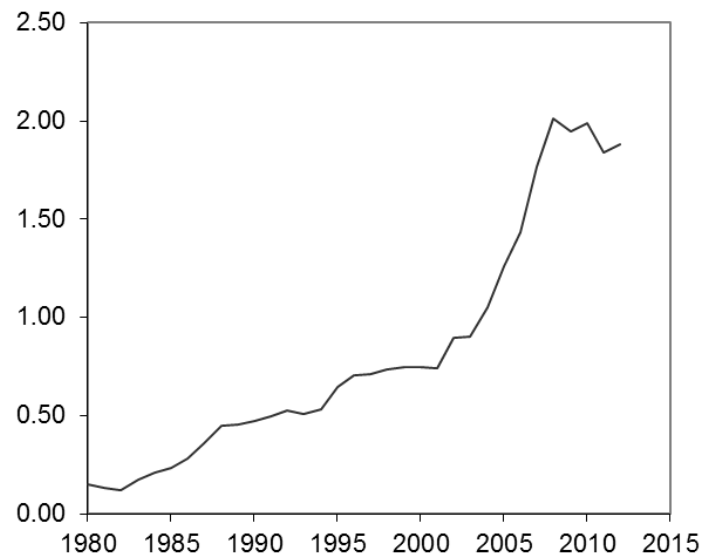
Libyan öljyntuotanto 1980–2012, miljoonaa tynnyriä/päivä (EIA 2012). Mukaan on laskettu raakaöljy, maakaasun tuotannossa nesteytetyt hiilivedyt, muut polttonesteet (biopolttoaineet sekä kivihiilestä, maakaasusta ja öljyliuskeesta jalostetut nesteet) ja jalostamoprosesseissa syntynyt tilavuuden lisäys. 2024: 1,2 miljoonaa tynnyriä/päivä



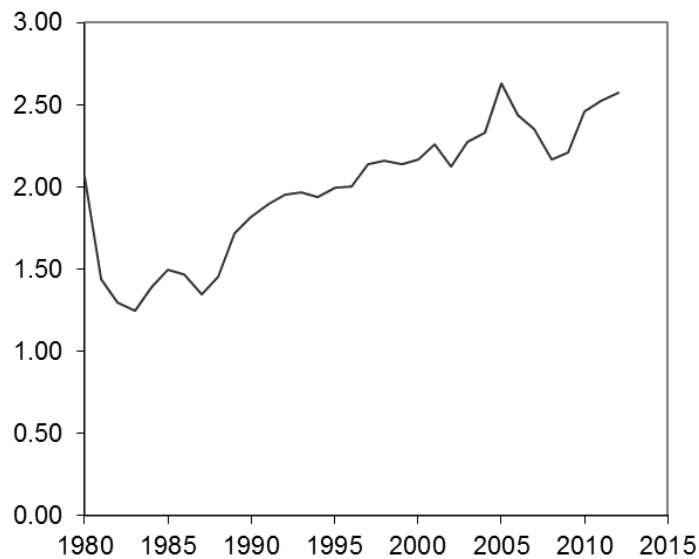
Irakin öljyntuotanto 1980–2012, miljoonaa tynnyriä/päivä (EIA 2012). Mukaan on laskettu raakaöljy, maakaasun tuotannossa nesteytetyt hiilivedyt, muut polttonesteet (biopolttoaineet sekä kivihiilestä, maakaasusta ja öljyliuskeesta jalostetut nesteet) ja jalostamoprosesseissa syntynyt tilavuuden lisäys. **2024: 4,4 miljoonaa tynnyriä/päivä**



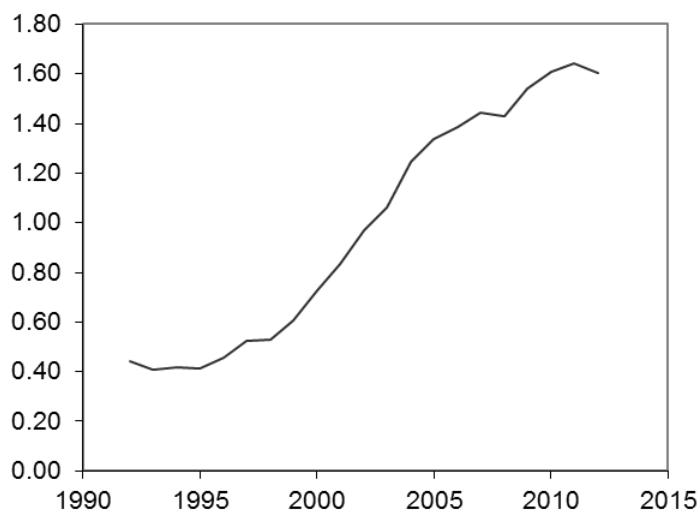
Iranin öljyntuotanto 1980–2012, miljoonaa tynnyriä/päivä (EIA 2012). Mukaan on laskettu raakaöljy, maakaasun tuotannossa nesteytetyt hiilivedyt, muut polttonesteet (biopolttoaineet sekä kivihiilestä, maakaasusta ja öljyliuskeesta jalostetut nesteet) ja jalostamoprosesseissa syntynyt tilavuuden lisäys. **2024: 5,1 miljoonaa tynnyriä/päivä**



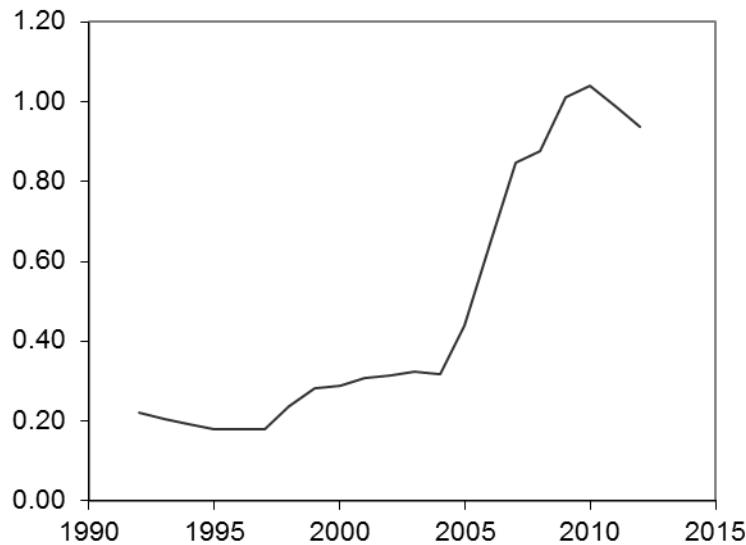
Angolan öljyntuotanto 1980–2012, miljoonaa tynnyriä/päivä (EIA 2012). Mukaan on laskettu raakaöljy, maakaasun tuotannossa nesteytetyt hiilivedyt, muut polttonesteet (biopolttoaineet sekä kivihilestä, maakaasusta ja öljyliuskeesta jalostetut nesteet) ja jalostamoprosesseissa syntynyt tilavuuden lisäys. **2024: 1,2 miljoonaa tynnyriä/päivä**



Nigerian öljyntuotanto 1980–2012, miljoonaa tynnyriä/päivä (EIA 2012). Mukaan on laskettu raakaöljy, maakaasun tuotannossa nesteytetyt hiilivedyt, muut polttonesteet (biopolttoaineet sekä kivihiiilestä, maakaasusta ja öljyliuskeesta jalostetut nesteet) ja jalostamoprosesseissa syntynyt tilavuuden lisäys. **2024: 1,6 miljoonaa tynnyriä/päivä**



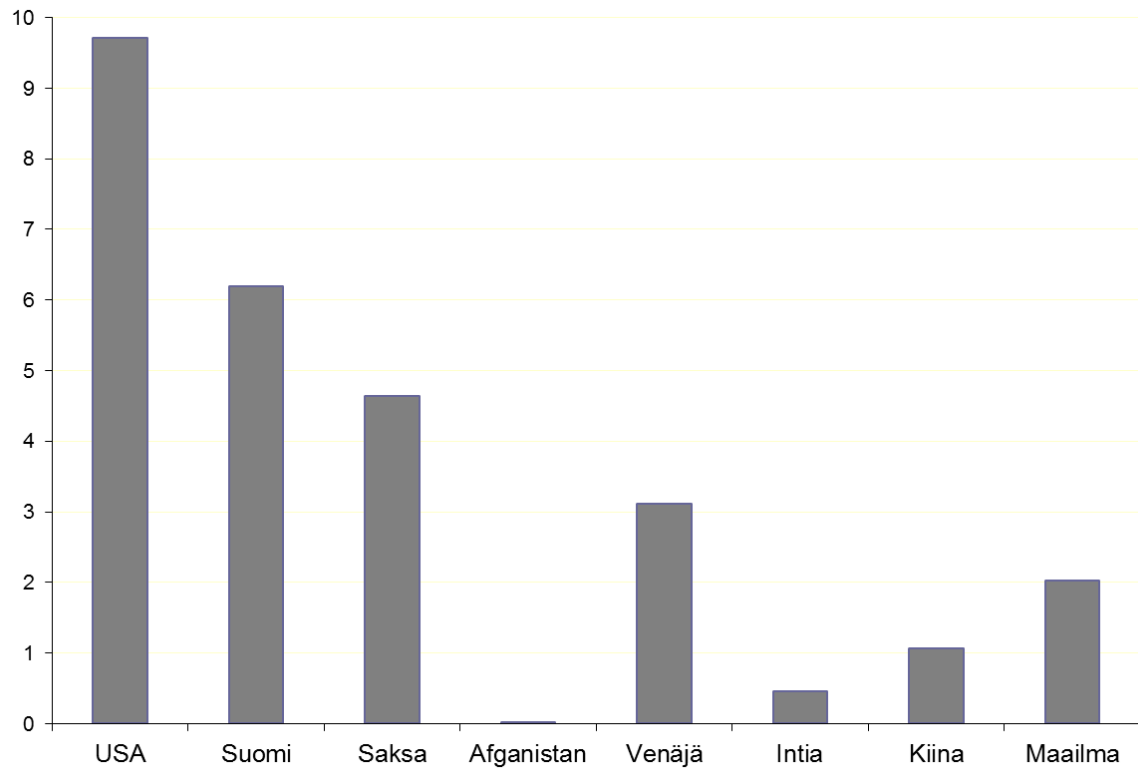
Kazakstanin öljyntuotanto 1992–2012, miljoonaa tynnyriä/päivä (EIA 2012). Mukaan on laskettu raakaöljy, maakaasun tuotannossa nesteytetyt hiilivedyt, muut polttonesteet (biopolttoaineet sekä kivihiiilestä, maakaasusta ja öljyliuskeesta jalostetut nesteet) ja jalostamoprosesseissa syntynyt tilavuuden lisäys. **2024: 1,8 miljoonaa tynnyriä/päivä**



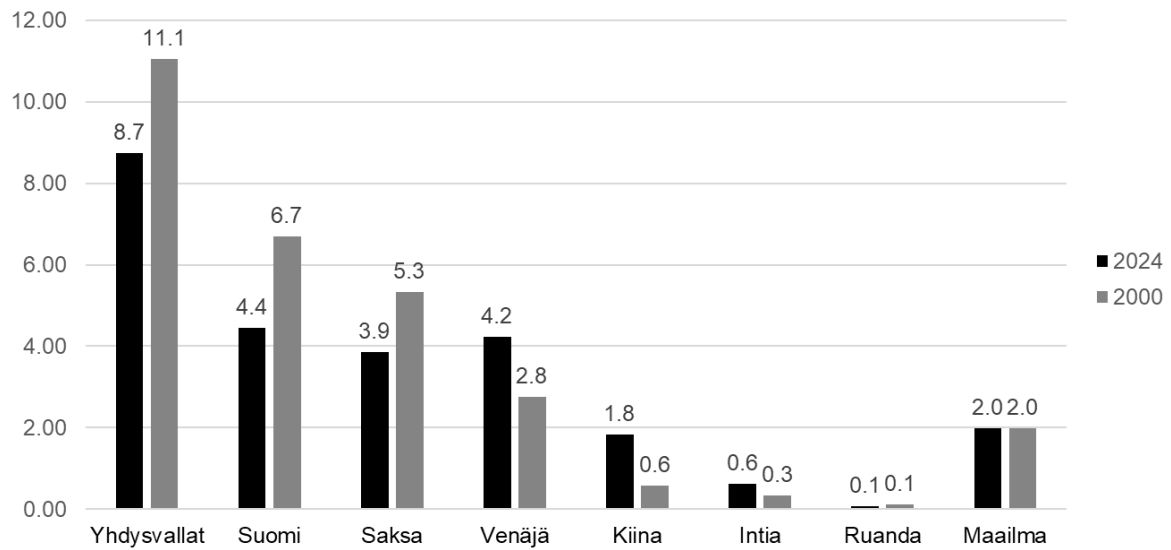
Azerbaidžanin öljyntuotanto 1992–2012, miljoonaa tynnyriä/päivä (EIA 2012). Mukaan on laskettu raakaöljy, maakaasun tuotannossa nesteytetyt hiilivedyt, muut polttonesteet (biopolttoaineet sekä kivihilestä, maakaasusta ja öljyliuskeesta jalostetut nesteet) ja jalostamoprosesseissa syntynyt tilavuuden lisäys. **2024: 0,6 miljoonaa tynnyriä/päivä**

Kulut

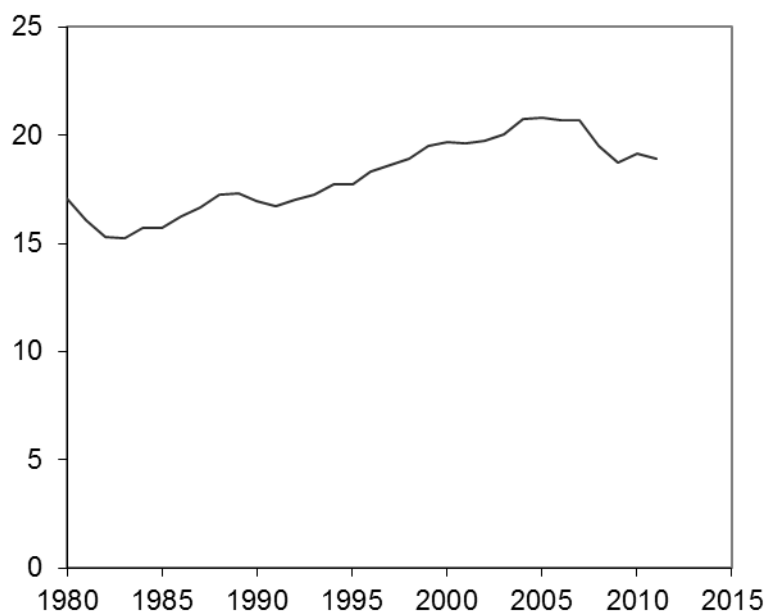
Yhdysvaltojen Energy Information Administrationin (EIA) vuoden 2010 tilastojen mukaan eniten öljyä henkeä kohti käytettiin Yhdysvaltojen Neitsytsaarilla (123 litraa raakaöljyä/päivä) ja vähiten Afganistanissa (0,026 litraa raakaöljyä/päivä). Keskimäärin yksi ihminen maailmassa käytti 2 litraa raakaöljyä/päivä. Yhdysvalloissa henkeä kohti käytetty raakaöljyn määrä oli 9,8 litraa/päivä ja Suomessa 6,4 litraa/päivä. Yksi afganistanilainen siis käyttää vuodessa yhtä paljon öljyä kuin yksi amerikkalainen päivässä.



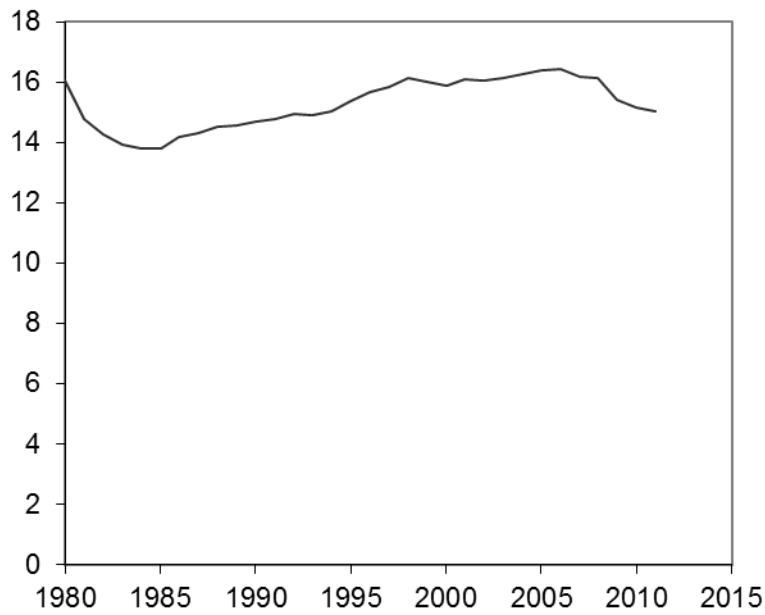
Joidenkin maiden henkeä kohti laskettu päivittäinen öljynkulutus (litraa raakaöljyä/päivä) vuonna 2011 (EIA 2012).



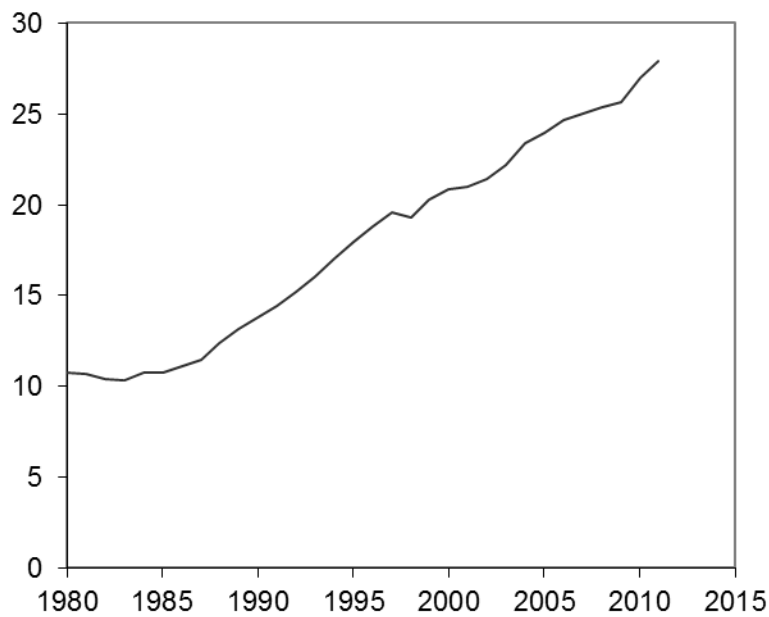
Joidenkin maiden henkeä kohti laskettu päivittäinen öljynkulutus (litraa raakaöljyä/päivä) vuosina 2000 ja 2024 (EIA 2012).



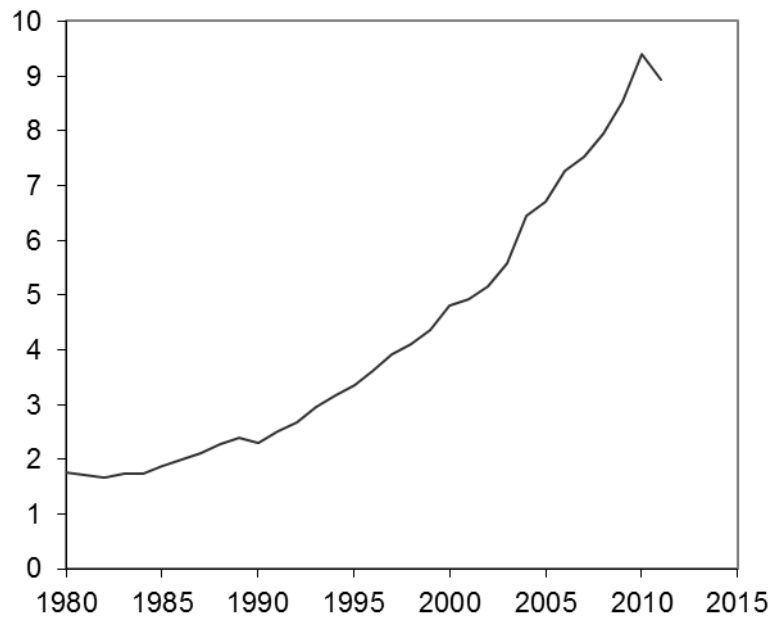
Yhdysvaltojen öljynkulutus 1980–2011, miljoonaa tynnyriä/päivä (EIA 2012). 2024: 19,0 miljoonaa tynnyriä/päivä



Euroopan öljynkulutus 1980–2011, miljoonaa tynnyriä/päivä (EIA 2012). 2024: 14,1 miljoonaa tynnyriä/päivä



Aasian ja Oseanian öljynkulutus 1980–2011, miljoonaa tynnyriä/päivä (EIA 2012). 2024: 38,4 miljoonaa tynnyriä/päivä



Kiinan öljynkulutus 1980–2011, miljoonaa tynnyriä/päivä (EIA 2012). 2024: 16,4 miljoonaa tynnyriä/päivä

Ympäristö

EOR – Enhanced Oil Recovery

Maailmassa – mm. Norjassa – on jo öljykenttiä, joissa talteenotettua hiilidioksidia pumpataan öljylähteisiin ja näin öljylähteistä saadaan pumpattua enemmän raakaöljyä.

Mitsubishi Heavy Industries Ltd:n prosessissa hiilidioksidi otetaan talteen maakaasuvoimalan savukaasuista amiinipesulla (prosessi vaatii paljon energiaa) ja injektoidaan läheisen öljyntuotantoalueen öljyesiintymään. Tonni injektointua hiilidioksidia lisää öljyntuotantoa neljän öljytynnyrin verran, joten kaavailtu 10 000 hiilidioksiditonnin pumppaaminen öljylähteeseen lisää öljyntuotantoa 40 000 tynnyriä päivässä. (Chemical Engineering⁸⁶ 1/2008)

⁸⁶ This recovery process set to enhance EOR, Chemical Engineering, January, 2008.

Kun 40 000 tonnia raakaöljyä jalostetaan tuotteiksi ja poltetaan, hiilidioksidipäästöjä syntyy 16 000 tonnia. Eli hiilidioksidin talteenotto ja hautaaminen öljylähteeseen lisää hiilidioksidipäästöjä tässä tapauksessa 60 %. Lisäksi maakaasuvoimalan sähköntuotannon hyötysuhde pienenee merkittävästi eli maakaasua kuluu huomattavasti enemmän.

Vaihtoehdot

Tavanomaisten öljyvarojen lisäksi maapallolla on merkittävä määrä ei-tavanomaisia öljyvaroja, kuten raskasöljy, öljyhiekka ja öljyliuske, joista voidaan jalostaa polttoaineita. Öljynhinnan noustessa öljyä kannattaa porata entistä hankalammista paikoista, merellä jopa kilometrien syvyydestä, ja öljylähteiden öljy kannattaa ottaa talteen entistä tarkemmin. Kivihiilivarat riittävät ainakin sadoiksi vuosiksi ja kivihiilestä voidaan valmistaa nestemäisiä liikennepolttoaineita.

Näiden fossiilivaihtoehtojen ongelmana ovat lisääntyvät hiilidioksidipäästöt. Esimerkiksi kivihiilen nesteytyksellä saadun polttoaineen elinkaaren hiilidioksidipäästöt ovat noin tuplasti suuremmat kuin perinteisten polttoaineiden. Vaikka teknisesti olisikin mahdollista valmistaa huomattavia määriä polttoaineita kivihiilestä, öljyliuskeesta ja Suomessa turpeesta, ympäristötekijät saattavat estää niiden laajamittaisen käytön.

Science-lehdessä marraskuussa 2005 Richard Kerr⁸⁷ (11/2005) kartoitti öljyn vaihtoehtojen potentiaalia tulevien 25 vuoden aikana:

Raskasöljy. Viskoosi ”pähkinävoi” muutetaan kuumen höyryn avulla ”ketsupiksi”, joka suostuu tulemaan ulos öljylähteestä. Vuonna 2005 raskasöljyä tuotettiin maailmassa 3 miljoonaa tynnyriä/päivä. Vuonna 2015 tuotantomäärä voi nousta 6 miljoonaan tynnyriin/päivä, mikäli öljynhintaa pysyy korkeana. Venezuelassa on maailman suurimmat raskasöljyesiintymät. Orinoco Belt Venezuelassa vastaa noin

⁸⁷ Kerr Richard A., Bumpy road ahead for world's oil, Science, Vol. 310, November 18, 2005.

90 %:sta maailman raskasöljyesiintymistä. Teknisesti hyödynnettävät varannot ovat noin 270 miljardia tynnyriä.

Öljyhiekka. Kanadan Albertassa valtavat kuormurit kuljettavat maasta kaivettua öljyhiekkaa läheiseen jalostamoon prosessoitavaksi raakaöljyksi. Tonnista öljyhiekkaa saadaan vaivalloisella ja hiilidioksidipäästöjä aiheuttavalla prosessilla puoli tynnyriä eli 80 litraa öljyä. Vuonna 2020 öljyhiekasta arvioidaan saatavan enintään 3 miljoonaa tynnyriä/päivä öljyä. Nexant Chem Systemsin raportin mukaan (Hydrocarbon Processing⁸⁸ 2/2006) Albertan öljyhiekkaesiintymässä Kanskassa on 85 % maailman öljyhiekka- tai bitumiesiintymistä. Teknisesti hyödynnettävät varannot ovat 300 miljardia tynnyriä. Nexantin raportin mukaan Albertan ja Orinocon epätavanomaisen öljyntuotannon lisääminen ei riitä kompensoimaan tavanomaisen öljyntuotannon vähentymistä, mikäli maailman öljyntuotanto saavuttaa lakipisteensä

Kivihiihi. 1900-luvun alussa Saksalaiset kemistit kehittivät hiilen nesteyttämiseksi polttoaineiksi kaksi prosessia. Friedrich Bergius kehitti korkeapainevedytykseen perustuvan suoranesteytysmenetelmän ja Franz Fischer ja Hans Tropsch epäsuoran nesteytysmenetelmän, jossa kivihiieltä kaasuttamalla saadusta synteetikaa- sista valmistetaan lähinnä dieselpolttoainetta. Fischer–Tropsch-prosessi on viime vuosina taas herännyt henkiin ja Kiinassa on myös panostettu hiilen suoranesteytykseen. Vuoteen 2030 mennessä kivihiilestä voidaan valmistaa Kerrin arvion mukaan 4 miljoonaa tynnyriä/päivä nestemäisiä polttoaineita.

Maakaasu. Shellillä on ollut jo vuosia Malesiassa maakaasun nesteytyslaitos (GTL = gas to liquids) ja todellinen teollisuusmittakaavan nesteytyslaitos Pearl on valmistella Qatarin. Muitakin hankkeita on vireillä. Vuoteen 2015 mennessä maakaasusta voidaan valmistaa Kerrin arvion mukaan 0,5 miljoonaa tynnyriä/päivä nestemäisiä polttoaineita.

⁸⁸ Heavy oils to play enhanced role in world product makeup, Hydrocarbon Processing, February, 2006.

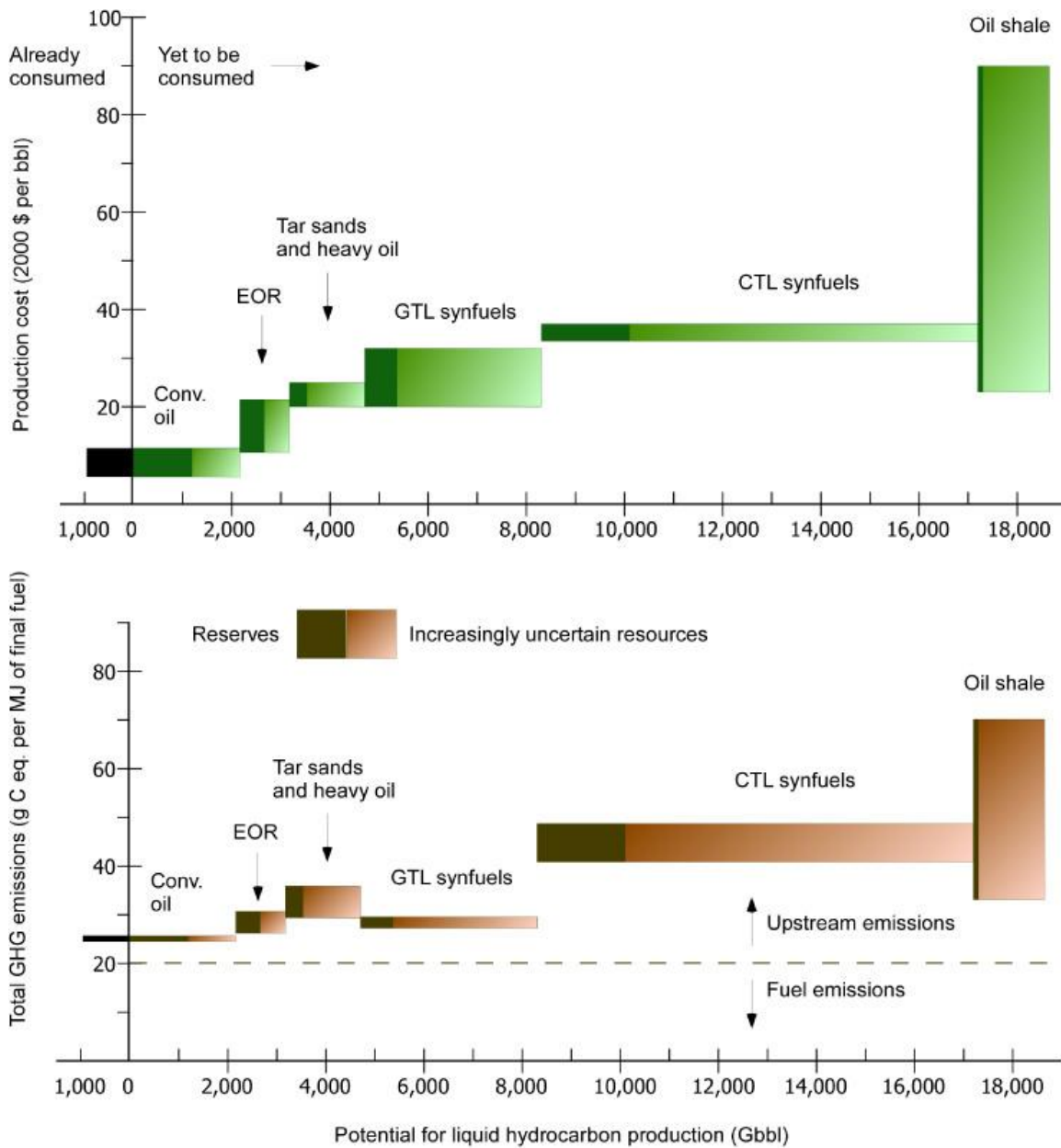
Energiansäästö. Öljynkulutuksen tehostaminen ja kulutuksen vähentäminen on erittäin tehokas keino vähentää öljynkulutusta. Pienemmät pienitehoisemmat autot, hybridit ja dieselautot, joukkoliikenteen suosiminen ja yhdyskuntasuunnittelu ovat tällaisia keinoja.

Lupaukset. Öljyliuske on hankalasti ja tehottomasti hyödynnettävä ja suuret hiilidioksidipäästöt aiheuttava vaihtoehto. Sähköautojen kehitys ja markkinoille tulo on hidasta, mikä rajoittaa aurinko-, tuuli- ja ydinvoiman hyödyntämistä öljynkorvaajana liikenteessä. Biopolttoaineilla on oma jalansijansa, mutta ne ovat epätauloudellisia, tehottomia ja usein myös ympäristön kannalta vahingollisia. Vedyn liikennekäytössä on niin mittavia haasteita, ettei vedyllä ole merkitystä lähivuosikymmeninä.

Öljyn tarve tulee Kerrin mukaan olemaan niin suuri, että vaikka perinteisen öljyn tuotanto pysyisi ennallaan tai jopa kasvaisi, eivät vaihtoehdot riitä kattamaan kasvavaa kysyntää..

Vaihtoehtoisia polttoaineita järkevämpi tie olisi öljynkulutuksen vähentäminen. Autojen keskikulutuksen, autojen määrän ja keskimääräisen vuotuisen ajetun matkan kunkin pienentäminen viidenneksellä leikkaisi tieliikenteen öljynkulutusta puolella. Lomalento Suomesta Thaimaahan ja takaisin kuluttaa noin 175 000 litraa raakaöljyä. Vaadittava määrä polttoainetta voidaan periaatteessa tuottaa myös avohakkaamalla 18 hehtaaria suomalaismetsää ja jalostamalla saatu puu lentokerosiiniksi.

Valtava haaste on ja tulee olemaan, kuinka välttää tilanne jossa jäljellä olevien öljyvarojen hyödyntäminen on niin kallista, että maailmantalous ja yhteiskuntarakenteet alkavat sen seurauksena horjua eikä vaihtoehtoisia polttoaineita ole tarjolla.



Nestemäisten hiilivetyjen valmistuspotentiaali, niiden hinta ja hiilipäästöt (Farrell ja Brandt⁸⁹ 2006)

⁸⁹ Farrell A.E., Brandt A.R., Risks of the oil transition, Environmental Research Letters, No. 1, October-December, 2006.

Öljykonfliktit

Vuoden 2026 alku on nähnyt jo kaksi merkittävää öljykonfliktia, kun Yhdysvallat on hyökännyt ensin Venezuelaan ja reilua kuukautta myöhemmin aloittanut yhdessä Israelin kanssa sodan Irania vastaan. Jälkimmäinen on nostanut öljyn hintaa noin 70 %:lla ja aiheuttanut maailmantaloudelle merkittävää epävarmuutta.

Sotiin ja niihin varustautumiseen on ihmiskunnan historiassa satsattu suuri osa kansakuntien varallisuudesta. Vuoden 2000 dollareina laskettuna sodat ovat maksaneet Yhdysvalloille (Smil⁹⁰ 2008):

- Ensimmäinen maailmansota 250 miljardia.
- Toinen maailmansota 2750 miljardia.
- Vietnamin sota 450 miljardia
- Irakin ja Afganistanin sota/sodat 1310 miljardia (costofwar.com 09.03.2011).

Sotimiseen kului ensimmäisessä maailmansodassa Yhdysvaltojen energiankulutuksesta noin 15 %, toisessa maailmansodassa noin 40 % ja Vietnamin sodassa enää alle 4 %. Vuonna 2005 Yhdysvaltojen sotakoneisto kulutti alle 1 % maan energiankulutuksesta. Toisaalta kulutus on valtavaa. Esimerkiksi Yhdysvaltojen armeijan ja Naton lentokoneiden kerosiiniin kuluu vuodessa noin 17 miljoonaa tonnia öljyä (Hydrocarbon Processing⁹¹ 9/2007). Suomen öljynkulutus on noin 11 miljoonaa tonnia.

Toisessa maailmansodassa öljy oli jo merkittävässä asemassa. Hyökkäämällä Pearl Harboriin Japani pyrki turvaamaan öljynsaantiaan Yhdysvaltojen asetettua Japanin saartoon. Maailmanhistorian suurin taistelu nykyisen Venäjän Kurskissa heinäkuussa 1943 Saksan ja Neuvostoliiton välillä oli seurausta Saksan viimeisestä massiivisesta hyökkäyksestä tavoitteena päästä käsiksi Kaukasuksen öljylähteisiin.

⁹⁰ Smil Vaclav, *Energy in Nature and Society: General Energetics of Complex Systems*, MIT Press, Cambridge, MA, 2008.

⁹¹ Research advances in biofuel technology for military jets, *Hydrocarbon Processing*, September, 2007.

Viimeiset 30 vuotta Irak on ollut öljyresurssisotien keskiössä. Syyskuussa 1980 Irakin diktaattori Saddam Hussein hyökkäsi Iraniin tavoitteenaan valloittaa Iranin öljykenttiä. Sodasta tuli pitkä ja verinen rajasota, eikä Saddam saavuttanut tavoitteitaan. Yhdysvallat tuki sodassa Saddamin Irakia.

Vuonna 1990 Saddam hyökkäsi Kuwaitiin ja ottamalla haltuun Kuwaitin öljyn Irak kaksinkertaisti viralliset öljyvaransa. Samalla Irakista tuli selkeä uhka Saudi-Arabian vakaudelle ja suora fyysinen uhka maailman suurimmalle Ghawarin öljykentälle. Yhdysvaltojen johtama liittouma ajoi Irakin pois Kuwaitista vuonna 1991 ensimmäisessä Persianlahden sodassa.

Yhdysvaltojen uuskonservatiivinen hallinto presidentti Bushin johdolla käytti vuoden 2001 New Yorkin terrorihyökkäyksiä hyväkseen ja aloitti Irakin vastaisen propagandakampanjan, joka johti Irakiin hyökkäykseen maaliskuussa 2003. Irakiin hyökkäykseen johtaneet syyt, joukkotuhoaseet ja al-Qaida-yhteydet, osoittautuivat hyvin pian valheellisiksi. Onkin varsin selvää, että öljy on myös uusimman Irakin sodan pääsyy.



USA:n ulkoministeri Colin Powell yritti vakuutella maailmaa Irakin uhasta esittelemällä YK:ssa 05.02.2003 todisteita mm. Irakin joukkotuhohaseohjelmista.

Yhdysvaltojen tavoite ei ollut varastaa Irakin öljyä, vaan saada Irakin öljy kontrolliinsa. Irakin aikomukset muuttaa öljykauppansa europohjaiseksi olivat myrkyä Yhdysvalloille. Dollaripohjaisessa öljykaupassa Yhdysvallat saa öljynsä "setelipaperin ja musteen hinnalla". Dollarit puolestaan palautuvat takaisin Yhdysvaltojen finanssimarkkinoille.

Yksinkertaiset laskutoimitukset tilastoja ynnäämällä valaisevat Irakin öljyn merkitystä. Irakissa arvioidaan olevan öljyä 115–300 miljardia tynnyriä. Öljy on hyvälaatuista ja helposti hyödynnettävissä. Tuotantokustannukset tynnyriä kohti ovat ehkä vain 1,5 dollaria (Karismo⁹² 2/2005). Öljyn (Brent) viimeisen vuoden keskihinta (05.03.2012–04.03.2013) on 111,39 dollaria/tynnyri. Irakin maaperässä olevan öljyn arvo on siis 13–33 biljoonaa dollaria ja maakaasun arvo voi olla samaa

⁹² Karismo Anna, Sotaa öljyn vuoksi, Helsingin Sanomat, 20.02.2005.

luokkaa. CIA Factbookin mukaan Yhdysvaltojen bruttokansantuote vuonna 2011 oli 15 biljoonaa dollaria. Yhtä irakilaisista kohti öljyä on noin miljoonan dollarin arvosta.

Öljyn merkitys on nimellishintaansa suurempi, koska se mahdollistaa modernin yhteiskunnan toimivuuden lähes joka osa-alueella. Yhdysvalloissa yhteiskunta on poikkeuksellisen riippuvainen öljystä. Yhdysvaltoihin tuodaan joka päivä 13 miljoonaa tynnyriä öljyä (20 000 000 000 kWh), mikä tarkoittaa kolmen viime vuoden keskiarvohinnalla laskettuna että Yhdysvallat maksaa joka päivä öljyntuottajamaille miljardi dollaria.

Sata vuotta sitten Yhdysvaltojen työhevokset olivat maatalouden voimanlähde. Yksi työhevonen pystyi antamaan (kuusipäiväinen työviikko) noin 4 kWh/päivä tehokkaan työpanoksen. Olettaen että 40 % öljyn energiasta saataisiin hyötyenergiaksi, vastaa Yhdysvaltoihin tuotu öljy kahden miljardin työhevosen työpanosta. Vuonna 1910 Yhdysvalloissa oli maatiloilla 24,2 miljoonaa työhevosta, joiden ruokkimiseksi kului 20–25 % viljelysmaasta. Traktoreita oli noin tuhat.

Irakin öljyvarat ovat vielä varsin kartoittamattomat ja Irak on ehkä ainoa maa, joka pystyy aidosti kasvattamaan öljyvarantojensa määrää merkittävästi. Fortumin (Neste Oil) öljynetsinnän johtaja Kalervo Mäkinen (Taloussanomat⁹³ 11/2004):

”Irak on avaamaton shampanjapullo.”

Vakavan öljykonfliktiriskin alue on laajentunut Lähi-idästä (Saudi-Arabia, Oman, Qatar, Arabiemiirikuntien liitto, Irak, Iran) Kaspianmeren alueelle (Kazakstan, Turkmenistan, Iran, Azerbaidzan) ja Keski-Aasian alueelle (Kazakstan, Uzbekistan, Kirgisia, Tadzikistan, Turkmenistan, Afganistan, Pakistan ja Kiinan ja Intian raja-alueet). Kaikilla näillä mailla ei ole välttämättä öljy- tai kaasuvaroja, mutta ne saattavat olla strategisesti tärkeitä öljy- tai kaasuputkilinjausten takia (esimerkiksi Afganistan) tai sotilastukikohtien ja huoltoreittien takia (Kirgisia ja Uzbekistan). Hormusinsalmen kautta kulkee 40 % maailman öljynviennistä, mikä tekee Iranin

⁹³ Öljy ei lopu koskaan, Taloussanomat, 05.11.2004.

aseman geopoliittisesti merkittäväksi. Somaliasta on tullut yllättävä öljyriski Adeninlahden merirosvojen takia.

Matti Vuori⁹⁴ (4/2005):

”Juuri nyt öljynarkomanian paras peitenimi lienee terrorismin vastainen sota.”

Natsi-Saksan polttoaineprosesseista

Adolf Hitler Mannerheimin syntymäpäivillä 4.6.1942 (Ylen elävä arkisto):

”Saksan öljynkulutus on kulutusta, joka ylittää kaikki kuvitelmat.”



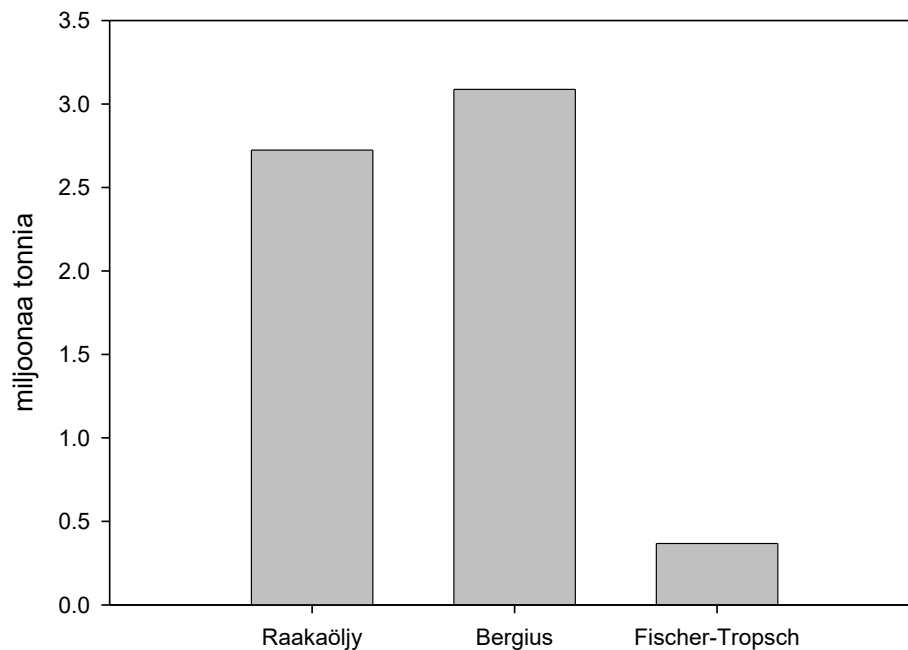
Adolf Hitler Mannerheimin 75-vuotissyntymäpäivillä Immolassa 4.6.1942.

Vuonna 1943 Saksan öljynkulutus oli kuitenkin vain vähän yli puolet Suomen nykyisestä öljynkulutuksesta. Fischer–Tropsch-menetelmällä tehtiin noin 5 % Saksan öljystä kivihielestä ja Bergius-prosessilla noin puolet Saksan öljystä kivihielestä hydraamalla.

⁹⁴ Vuori Matti, Tekohengitystä, Iltalehti, 27.04.2005.

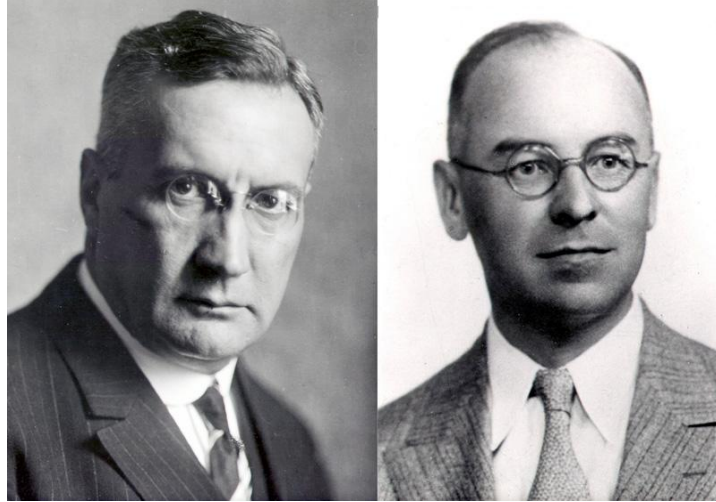
Sodan aikaan eivät talouden lait päde, joten silloin polttoaineita voitiin tehdä epä-taloudellisesti. Toisen sukupolven etanolia tehtiin tuolloin jo huomattavia määriä puusta.

Kivihiilestä tehty polttoaine aiheuttaa noin tuplasti enemmän hiilidioksidipäästöjä kuin öljystä tehty. Hiilen paras paikka onkin maan alla. Ja turpeen paras paikka on suossa.



Saksan polttoainetuotanto vuonna 1943, miljoonaa tonnia. Fischer–Tropsch-prosessi on ns. epä-suora kivihiilen nesteytysprosessi. Bergius-prosessi on ns. suoranesteytysprosessi, joka perustuu kivihiilen vedytykseen korkeassa paineessa.⁹⁵

⁹⁵ Synthetic Fuels in Germany, I Introduction”, Vol. 9, Petroleum, London, ss. 74 ja 93, 1946.



Franz Fischer ja Hans Tropsch.



Friedrich Bergius (kemian Nobel 1931).

Me kulutamme raakaöljyä



Suomalainen omakotitalo: 3000 litraa/vuosi.



Chevrolet Suburban 8.1 V8 Yhdysvalloissa: 5700 litraa/vuosi.



Independence of the Seas: 60 000 000 litraa/vuosi.



Airbus A380: 146 000 000 litraa/vuosi.



Rekka: 80 000 litraa/vuosi.