

Liuske-energiaboomin vaikutukset talouteen ovat toistaiseksi olleet vähäisiä

Aki Suokko ja Jukka Tuomela

Paavo Sunin kirjoitus ”Maailman muutos, energian hinta ja liuske-energian nousu” Kansantaloudellisessa aikakauskirjassa 1/2014 oli tervetullut avaus keskusteluun, jossa pohditaan energiakysymysten vaikutusta kansantalouteen ja laajemminkin yhteiskuntaan (Suni 2014). Kirjoituksessa oli kuitenkin mielestämme eräitä epätarkkuuksia, jotka on syytä oikaista jatkokeskustelua varten. Lisäksi Sunin kirjoituksesta oli jäänyt pois eräitä näkökohtia, jotka vaikuttavat oleellisesti käsiteltävään asiaan.

Tarkastelemme ensin öljyä, sitten maakaasua ja lopuksi joitakin Sunin käsittelemättä jättämiä asioita.

Öljy

Öljystä keskustelu on syytä aloittaa öljyn määritelmästä: mitä on öljy? Sunin kuvio 5 ei kuvaa maailman ja Yhdysvaltojen öljyn tuotantoa vaan kaikkien polttonesteiden (all liquids) tuotannon. Kaikki polttonesteet on tapana jakaa seuraaviin osiin: raakaöljy (”oikea öljy”), kondensaatti (maakaasun sivutuotteena saatavat, ilmanpaineessa nesteeksi tiivistyvät hiilivedyt), nestekaasut (NGL tai NGPL), biopolttoaineet (ja vähäisiä määriä ”muuta”). Yleensä raakaöljy ja kondensaatti lasketaan yhteen. Saadaan siis seuraava kuvio, jossa on esitetty sekä maailman kaikkien polttonesteitten tuotanto että raakaöljyn ja kondensaatin (C&C) tuotanto. Kuten

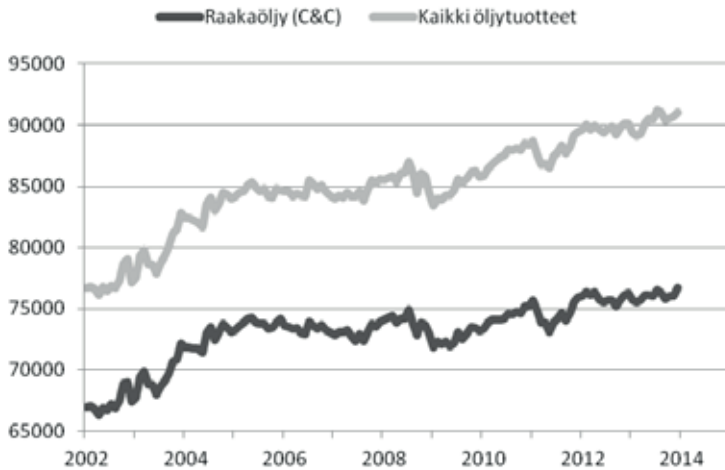
kuvioista 1 voidaan havaita, varsinaisen raakaöljyn tuotanto on kasvanut viime vuosina huomattavasti hitaammin kuin kaikkien polttonesteiden (all liquids) tuotanto.

On huomattava, että tässä C&C sisältää myös kaiken epätavanomaisen öljyn, kuten Kanadan öljyhiekasta jalostetun ja Yhdysvaltojen liuskeöljyn. ”Liuskevallankumouksesta” huolimatta C&C on pysynyt varsin vakiona viime vuodet, itse asiassa oleellisesti jo vuodesta 2005 lähtien. Öljyn hinta on ollut historiallisesti katsottuna huomattavan korkea vuodesta 2005 lähtien, mikä viittaa siihen, että öljyn kysyntä ei rajoittanut öljyntuotantoa (BP 2013).

Erään määritelmän mukaan neste on öljyä, jos sitä voidaan myydä öljynä kansainvälisillä markkinoilla (Cobb 2012). Tämä määritelmä on sekä yksinkertainen että ilmeinen, mutta jostain syystä se ei ole yleisessä käytössä. Joka tapauksessa näin ajateltuna tuotetun öljyn mää-

Aki Suokko (akisuokko@gmail.com) on bioenergian ja biojalostamokonseptien tutkimuksen ja tuotekehityksen parissa työskentelevä filosofian tohtori, joka vapaa-ajallaan tutkii ja kirjoittaa muun muassa energiankäytön ja talouden vuorovaikutuksista toisiinsa. Jukka Tuomela (jukka.tuomela@uef.fi) on matematiikan professori Itä-Suomen yliopistossa.

Kuvio 1. Maailman öljyntuotanto 2002-2013, tubatta tynnyriä



Lähde: EIA

rä on vielä pienempi kuin C&C. Johtopäätös on kuitenkin sama: vuodesta 2005 lähtien tuotetun öljyn määrä on pysynyt suurin piirtein vakiona.

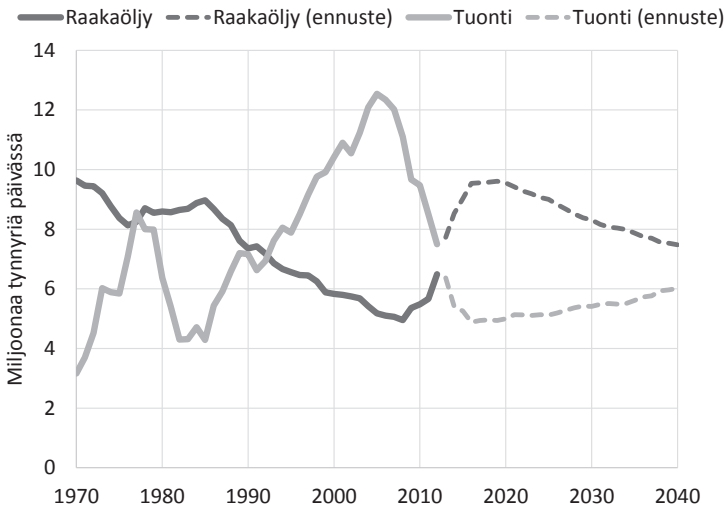
Nestekaasut (lähinnä etaani, propaani ja butaani) ovat kevyitä hiilivetyjä, eikä niitä voi käyttää bensiinin ja dieselin valmistuksessa, vaikka niille teollista käyttöä toki löytyykin. Niitä ei siis voi käytännössä käyttää raakaöljyn korvikkeena ja siten niiden tilastointi raakaöljyksi on jossain määrin harhauttavaa (Hamilton 2012). Lisäksi niiden, samoin kuin joidenkin biopolttoaineiden, energiatiheys on huomattavasti pienempi kuin raakaöljyn. Mikäli näitä eri energialähteitä yhdistetään samaan tilastoon, niin kuvaavampaa olisi laskea ne yhteen niiden energiasällön eikä tilavuuden perusteella, mutta näin ei käytännössä tehdä (EIA 2011).

Seuraavassa kuviossa (kuvio 2) on puolestaan Yhdysvaltojen raakaöljyn (C&C) tuotantotilasto vuosina 1970 – 2012 ja ennuste tuotannosta vuoteen 2040 asti:

Kuten kuviosta 2 voidaan nähdä, Yhdysvallat ei ole saavuttanut edellistä raakaöljyn tuotantohuippuaan (joka oli noin 1970) ja säilyy EIA:n (EIA, 2014) arvion mukaan nettotuojana tulevinakin vuosikymmeninä. Tästä huolimatta Sunin mukaan Yhdysvalloissa on öljyn ylitarjontaa, ja hänen mielestään Yhdysvaltojen pitäisi sallia raakaöljyn vienti. Luonnollisesti tällöin pitäisi myös vastaavasti tuontia kasvat-
taa, koska Yhdysvallat on nettotuojana. Miksi sitten yhtiöt haluaisivat viedä raakaöljyä? Tämä selittyy sillä, että raakaöljyä on monenlaista. Tässä tapauksessa ratkaisevaa on se, että liuskeöljy on useimmiten hyvin kevyttä, siis jopa liian kevyttä bensiinin ja dieselin valmistamiseen, joihin on parempi käyttää ”sopivan raskasta” raakaöljyä. Joka tapauksessa kevyiden öljyalaatujen mahdollinen vienti Yhdysvalloista olisi varsin merkityksetöntä muun maailman kannalta.

Suni suhtautuu vähättelevästi öljyn tuotantohuippuun (*peak oil*): ”tuotantohuipun käsite

Kuvio 2 Yhdysvaltain raakaöljyn tuotanto ja nettotuonti 1970-2040



Lähde: EIA (EIA, AEO 2014 Early Release)

on epämääräinen, joten siltä pohjalta kumpuaa helposti hyödyttömiä katastrofiskenaarioita.” Kuitenkin sellaiset tahot kuin IMF (Benes ym. 2012 ja Kumhof ja Muir 2012) ja Bundeswehr (2010) suhtautuvat tähän vakavasti. IEA:n (IEA WEO, 2013) mukaan parhaimmillaankin liuskeöljyn tuotanto tulee siirtämään öljyn tuotantohuippua vain muutamalla vuodella.

Myös vertaisarvioituja tutkimuksia mahdollisen öljyn tuotantohuipun taloudellisista vaikutuksista on hiljan ilmestynyt (Lutz ym. 2012 ja Kerchner ym. 2013). Itse tuotantohuipun ajankohdastakin on vertaisarvioituja tutkimuksia, joista kenties tunnetuimman mukaan on huomattavan suuri mahdollisuus, että öljyn tuotantohuippu on vuoteen 2020 mennessä (Sorrell ym. 2009). Näiden julkaisujen johtopäätöksistä ei välity Sunin huoleton suhtautuminen öljyn tuotantohuippuun ja sen vaikutuksiin.

Kansainvälinen energiajärjestö IEA teki vuonna 2008 päivityksen maailman noin 800

suurimman öljykentän tuotantotiedoista ja tuli itsekin yllätetyksi tuloksella, että näiden kenttien tuotanto laskee keskimäärin noin 5,1 % vuodessa (IEA WEO 2008). IEA:n arvion mukaan tuotannolla painotettu maailman olemassa olevien öljykenttien keskimääräinen tuotannon laskuvauhti tulee kiihtymään 8,6-10,5 prosenttiin vuoteen 2030 mennessä (IEA WEO 2008). Tämä tarkoittaa, että 3-4 vuoden välein tulisi saada Saudi-Arabian verran uutta tuotantoa tilalle (Saudi-Arabian C&C tuotanto oli 9,8 mb/d vuonna 2012). Pari vuotta myöhemmin IEA sitten totesi, ikään kuin ohimennen sivulauseessa, että halvan, perinteisen öljyn tuotantohuippu oli jo vuonna 2006 (IEA WEO 2010).

Viime vuosina maailman C&C tuotanto onkin pysynyt suurin piirtein vakiona Yhdysvaltojen liuskeöljyn tuotannon ansiosta. Tämä jäänee varsin lyhytaikaiseksi ilmiöksi sillä liuskeöljylähteen tuotanto vähenee ensimmäisinä tuotantovuosinaan jopa 20-40 % vuodessa (IEA 2013 ja Hughes 2013). On jo nähtävissä,

että kansainväliset pörssinoteeratut öljy-yhtiöt, jotka viisinkertaistivat investointinsa öljyntuotantoon 2000-2012, mutta joiden öljyntuotanto ei juurikaan silti kasvanut, eivät ehkä ole enää valmiita lisäämään investointejaan säilyttäkseen tuotantotasansa (Kopits 2014). Tämä saattaa merkitä sitä, että ne eivät usko saavansa marginaalisen tynnyrin hintaa öljymarkkinoilta. Kaiken kaikkiaan öljyn ja kaasuntuotannon investoinnit kolminkertaistuivat vuodesta 2000 vuoteen 2012 (IEA 2013), joten kansallisten öljy-yhtiöiden investointitarve ei ole kasvanut aivan yhtä nopeasti kuin pörssissä noteerattujen. IEA (2013) on todennut, että öljyntuotantoon ei välttämättä pystytä investoimaan tulevina vuosikymmeninä riittävästi esimerkiksi poliittisen epävakauden vuoksi.

Investointitarpeet öljyn- ja kaasun tuotantoon ovat suuret, vaikka poliittisesti olosuhteet olisivat suotuisat. IEA:n (2013) mukaan ne ovat keskimäärin 660 miljardia dollaria vuosittain 2035 asti. Vuoden 2008 katsauksessa (IEA 2008) investointitarpeiksi arvioitiin 350 miljardia dollaria vuosittain 2030 asti, joten investointitarpeiden arvio on lähes kaksinkertaistunut viidessä vuodessa ja ilmeisesti kansainvälinen energiajärjestökin on tullut yllätetyksi sen suhteen, kuinka kallista uusien öljyesiintymien käyttöönotto on.

Huomattakoon vielä, että öljyhuipun tarkka ajankohta ei ole kovin oleellista. Oleellista on, että aika öljyhuippuun on varsin pieni koko yhteiskunnan kannalta, joten olisi tarkoituksenmukaista pohtia miten tähän uuteen tilanteeseen sopeudutaan. Tämä oli selvää jo Hubbertille: hänen kuuluisan raporttinsa vuodelta 1956 nimi oli ”Nuclear energy and fossil fuels” (Hubbert, 1956). Hubbert ymmärsi, että fossiilisten polttoaineitten aikakausi on lopulta varsin lyhyt ihmiskunnan historiassa, ja hän

suositteli ydinvoimaa korvaavaksi energian lähteeksi.

Maakaasu ja liuske-energian talousvaikutukset USA:ssa

Maakaasu, josta Suni käytti nimitystä ”luonnonkaasu”, on pääasiassa metaania. Suni kirjoittaa: ”USA:n energiaosaston (US DOE) syyskuuhun 2013 mennessä myöntämät luvat antavat mahdollisuuden merkittävään terminaalien lisäämiseen ja USA:n nousemiseen maailman suurimmaksi nesteytetyn kaasun viejäksi.” Yhdysvallat on vielä toistaiseksi maakaasun nettotuojia (EIA 2013)! Sunin mainitsemat luvat mahdollistaisivat, että Yhdysvallat voisi viedä noin 60 % nykytuotannostaan. Tämä olisi valtava määrä kaasua vientimarkkinoille. Toisaalta ei ole lainkaan selvää, että maakaasun tuotanto voi kasvaa tuollaista vauhtia lähiaikoina, jos koskaan, ainakaan nykyisillä hinnoillaan, joten Yhdysvaltojen pitäisi siis itse korvata maakaasua jollain muulla energiamuodolla. EIA:n mukaan (EIA 2013) mukaan Yhdysvalloista tulee nettoviejä vasta noin vuoden 2020 tienoilla.

Liuskekaasun tuotannossa on sama ongelma kuin liuskeöljyssäkin: tuotanto laskee huomattavasti nopeammin kuin tavanomaisissa lähteissä (Hughes, 2013), joten tuotanto on kallista. Öljyjätti Shell on julkisesti vähentänyt tappiollista liiketoimintaansa liuskekaasun suhteen Yhdysvalloissa (Chazan, 2014).

Suni kirjoittaa, että Yhdysvallat on saanut merkittävää taloudellista etua liuskeboomista. Tätä vaikutusta on itse asiassa tutkittu ja vaikutukset Yhdysvaltain talouskasvuun ja työllisyyteen on todettu vähäisiksi. Goldman Sachs arvioi, että liuskekaasu ja -öljy kasvattivat Yhdysvaltain taloutta 0,10 prosenttiyksikköä

vuonna 2013 (Chinn, 2013). IMF:n mallinnuksen mukaan liuskeboomin vaikutus Yhdysvaltain bruttokansantuotteeseen on (kumulatiivisesti) alle 1 % seuraavien 10 vuoden aikana (IMF 2013) eli samaa suuruusluokkaa vuotta kohti kuin Goldman Sachsin arvio. Liuskeboomin työllisyysvaikutukset jäävät vähäisiksi Yhdysvalloissa (Chinn, 2013). Osa öljygeologeista suhtautuu varsin skeptisesti liuskeboomiin. Öljygeologi Art Berman on todennut liuskeboomista (Loder, 2013): "I look at shale as more of a retirement party than a revolution. It's the last gasp."

Muita huomioita

Lopuksi muutamia seikkoja, joita Suni ei maininnut, mutta jotka kuitenkin ovat tärkeitä kokonaisuuden kannalta.

Tarkastelemalla pelkästään tuotetun öljyn ja muiden polttonesteiden määrää unohdetaan helposti, että energian tuottaminen vaatii energiaa. Tämä yhteiskunnan käyttöön päätyvän energian suhde energian hankkimisessa käytettyyn energiaan on EROEI (*energy return on energy invested*). Biopolttoaineiden EROEI on varsin huono: Murphy ja Hall (2010) päätyivät tulokseen, että maissietanolin ja biodieselin EROEI on vain noin 1,3.

Samoin Albertan öljyhiiekasta saatavan öljyn EROEI on huomattavasti pienempi kuin perinteisen öljyn. Ihmiskunta siis kuluttaa yhä enemmän energiaa saadakseen energiaa, joten energiaa on suhteellisesti yhä vähemmän käytössä muihin tarkoituksiin. Edelleen maakaasun nesteyttäminen vie varsin paljon energiaa, joten laajamittainen LNG:n käyttö siten vähentää maakaasun nettoenergian määrää.

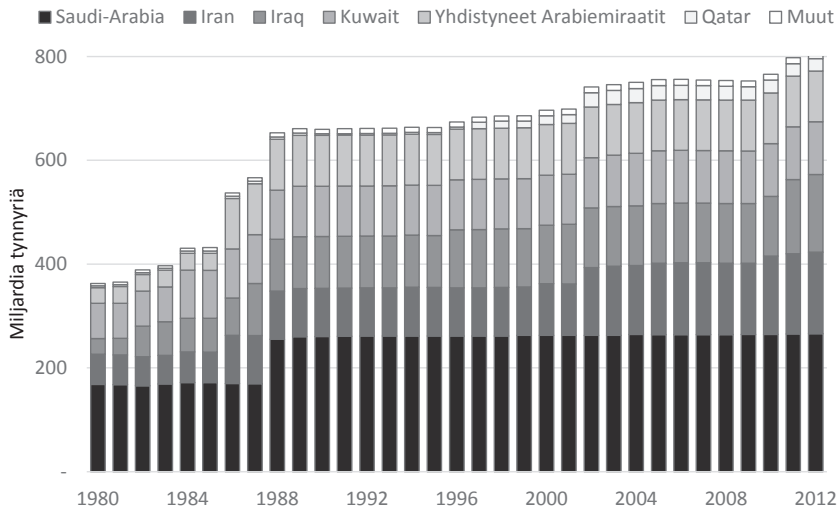
Suni käsitteli artikkelissaan öljyreservettä. Joidenkin reservien totuudenmukaisuus on ky-

seenalaista. OPECin tuotantokiintiöt on jaettu reservien mukaan. Nykyään näillä kiintiöillä ei ole juurikaan merkitystä, koska kaikki OPEC-maat, kenties Saudi-Arabiaa lukuun ottamatta, tuottavat niin paljon kuin pystyvät. 1980-luvulla tilanne oli toinen, ja tällöin monet OPEC-maat käytännössä samaan aikaan huomattavasti lisäsivät reservejään (kuvio 3), voidakseen kasvattaa kiintiöitään. Tämän jälkeen lähes 30 vuoden ajan nämä maat ovat ilmoittaneet, että niiden reservit ovat pysyneet samoina.

On selvää, että nämä luvut eivät kuvaa todellisuutta, mutta koska näiden valtioiden tiedot ovat strategisista syistä salaisia, niin oikeita lukuja on vaikea arvioida. Vuonna 2006 Petroleum Intelligence Weekly (Reuters 2010) väitti, että Kuwaitilla on vain noin puolet ilmoitetuista reserveista. Myöhemmin tätä kysymystä jopa käsiteltiin sikäläisessä eduskunnassa, luonnollisesti suljettujen ovien takana. Lopputulos oli, että päätettiin ilmoittaa jatkossakin sama luku kuin aina ennenkin.

Öljyn tuottajamaissa tyypillisesti bensiini ja diesel ovat kuluttajille suhteellisen edullisia, jolloin niiden kulutuksella on taipumus kasvaa voimakkaasti. Toisaalta kun tuotanto alkaa hiipua ja kulutus edelleen kasvaa, niin vientiin jäävän öljyn määrä laskee nopeasti. Esimerkiksi Iso-Britannian öljyn tuotantohuippu oli 1999, ja jo vuonna 2005 Iso-Britanniasta tuli öljyn nettotuojaja (BP 2013). Itse asiassa öljyn vienti maailmassa on laskenut jonkin verran vuodesta 2005 lähtien. Jos ajatellaan, että Intia ja Kiina kaikissa olosuhteissa varmistavat öljyn saantinsa, johtopäätös on se, että muulle maailmalle tarjolla olevan öljyn määrä on jo selvässä laskussa. Siten köyhät maat, joilla ei ole omaa öljyn tuotantoa, ovat jo jääneet kenties pysyvästi öljymarkkinoiden ulkopuolelle.

Kuvio 3. Eräiden OPEC-maiden viralliset öljyreservit.



Lähde: BP (BP Statistical Review of World Energy 2013)

Sunin kirjoituksesta huokui uusklassisen taloustieteen käsitys, että öljystä ei tule fyysistä niukkuutta, koska suhteellisesta niukkuudesta aiheutuu markkinoille hintasignaali, joka kannustaa öljyntuottajia lisäämään tarjontaa ja/tai öljynkuluttajia etsimään öljylle korvikkeita ja tehostamaan öljyn käyttöä. Hiljattain on kuitenkin julkaistu paljon kirjallisuutta, jossa öljyn ja muidenkin energiankantajien absoluuttisen niukkuuden ja hankalan korvattavuuden mahdollisuuden suhtaudutaan vakavasti (esim. Lutz ym. 2012; Kerchner ym. 2013; Hamilton 2012). IMF:n mallinnusosaston apulaisjohtaja Michael Kumhof, joka on yksi IMF:n öljyntuotantohuippua käsittelevien julkaisujen (Benes ym. 2012 ja Kumhof ja Muir 2012) kirjoittajista, toteaaakin, että öljyntuotantohuipun huomiotta jättäminen on epätieteellistä, jopa vastuutonta (McKillop 2013).

IEA (2013) arvioi, että Yhdysvaltojen liuskeöljyboomi ei toistu muualla likimainkaan

vastaavassa laajuudessa, sillä sen arvion mukaan liuskeöljyä tuotetaan muualla kuin Pohjois-Amerikassa yhteensä vain noin miljoona päivätynnyriä vuonna 2035, kun Yhdysvalloissa tuotettiin noin 2,3 miljoonaa päivätynnyriä vuoden 2013 keskivaiheilla (IEA WEO 2013). IEA:n (2013) arvion mukaan maailmanlaajuisen liuskeöljytuotanto jää alle 6 miljoonan päivätynnyrin vuoteen 2035 mennessä ja liuskeöljyboomi siirtää parhaimmillaankin öljyn tuotantohuippua vain muutamalla vuodelle.

Johtopäätökset

Jopa joidenkin (esim. Walsh 2013) optimistisena pitämän EIA:n mukaan liuske-energiaboomi ei kestä pitkään ja tuo vain väliaikaista helpotusta varsinkin öljyn niukkuuteen (EIA AEO 2013). Ei ole myöskään varmaa, että liuske-energiaa voidaan tuottaa suuressa mittakaavassa muilla mantereilla kuin Pohjois-Ame-

rikassa ainakaan nykyisillä öljyn hinnoilla. Teknologinen kehitys mahdollisesti lisää liuske-energian tarjontaa tulevaisuudessa, mutta esiintymien laatu voi heiketä nopeammin kuin teknologia kehittyä, jolloin markkinoiden kyky ottaa vastaan nousevia kustannuksia jäisi ratkaisevaan asemaan. Öljyinvestoinnit ovat kalliita ja vaativat vakaata poliittista ympäristöä. Joka tapauksessa liuske-energian kehittäminen on varsin hidas prosessi ja vaatii valtavia investointeja. Koska perinteisen öljyn ehtyminen jatkuu kuitenkin kaiken aikaa, niin on selvää, että liuske-energia voi vain hidastaa tätä tuotannon laskua jonkin verran, mutta sillä ei ole kovin suurta vaikutusta kokonaistilanteeseen. Öljyntuotantohuipun mahdollisuuteen jo lähi-vuosina on suhtauduttava vakavasti, koska öljynhinta voi nousta nopeasti ja saatavuudenkin suhteen voi olla haasteita.

Öljyn roolista taloudessa suomalaisesta näkökulmasta katsottuna on hiljattain ilmestynyt kirja Suomi öljyn jälkeen (Partanen ym. 2012). Tämä kirja käsittelee kirjoitustamme huomattavasti laajemmin monia suhteellisen vähälle huomiolle jääneitä, mutta tärkeitä asioita öljyn merkityksestä taloudelle ja elintasollemme. □

Kirjallisuus

- Benes, J., Chauvet, M., Kamenik, O., Kumhof, M., Laxton, D., Mursula, M. ja Selody, J. (2012), "The Future of Oil: Geology versus Technology", IMF Working paper No. 12/109. <https://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2012/wp12109.pdf> (viitattu 14.4.2014)
- BP. (2013), *Statistical Review of World Energy 2013*, http://www.bp.com/content/dam/bp/excel/StatisticalReview/statistical_review_of_world_energy_2013_workbook.xlsx (viitattu 14.4.2014).
- Bundeswehr. (2010), PEAK OIL, Security policy implications of scarce resources, http://www.energybulletin.net/sites/default/files/Peak%20Oil_Study%20EN.pdf (viitattu 15.4.2014)
- Chazan, G. (2014), *Peter Voser says he regrets Shell's huge bet on US shale*, *Financial Times*, <http://www.ft.com/intl/cms/s/0/e964a8a6-2c38-11e3-8b20-00144feab7de.html?siteedition=intl> (viitattu 15.4.2014)
- Chinn, M. (2013), *Great Expectations, Deferred*, http://econbrowser.com/archives/2013/11/great_expectati (viitattu 15.4.2014)
- Cobb, K. (2012), *How changing the definition of oil has deceived both policymakers and the public*, <http://resourceinsights.blogspot.fi/2012/07/how-changing-definition-of-oil-has.html> (viitattu 14.4.2014)
- EIA. (2011), *Annual Energy Review 2011, Appendix A: British Thermal Unit Conversion Factors*, <http://www.eia.gov/totalenergy/data/annual/pdf/sec12.pdf> (viitattu 15.4.2014)
- EIA. (2013), "Annual Energy Outlook 2013". April. [www.eia.gov/forecasts/aeo/pdf/0383\(2013\).pdf](http://www.eia.gov/forecasts/aeo/pdf/0383(2013).pdf) (viitattu 15.4.2014)
- EIA. (2014), *EIA AEO 2014, Early Release*, www.eia.gov/forecasts/aeo/er/excel/overview.fig01.data.xls (viitattu 6.5.2014)
- Hamilton, J. (2012), *Natural gas liquids*, http://econbrowser.com/archives/2012/07/natural_gas_liq (viitattu 15.4.2014).
- Hamilton, J. (2012), "Oil Prices, Exhaustible Resources, and Economic Growth". Department of Economics, University of California, San Diego. October 1. http://econweb.ucsd.edu/~jhamilton/handbook_climate.pdf (viitattu 15.4.2014).
- Hubbert, M. King. (1956), "Nuclear Energy and Fossil Fuels", Spring meeting of the Southern District, American Petroleum Institute, March 7-9, San Antonio, Texas. <http://www.hubbert-peak.com/hubbert/1956/1956.pdf> (viitattu 15.4.2014).

- IEA. "World energy outlook 2008". (2008), <http://www.worldenergyoutlook.org/media/weoweb-site/2008-1994/weo2008.pdf> (viitattu 15.4.2014).
- IEA. "World energy outlook 2010". IEA. (2010), <http://www.iea.org/textbase/npsum/weo-2010sum.pdf> (viitattu 15.4.2014).
- IEA. "World energy outlook 2013". IEA. (2013), <http://www.iea.org/textbase/npsum/weo-2010sum.pdf> (viitattu 15.4.2014).
- Kerschner, C., Prell, C., Feng, K. ja K. Hubacek. (2013), "Economic vulnerability to peak oil", *Global Environmental Change* 23: 1424–1433.
- Kopits, S. (2014), "Global Oil Market Forecasting: Main Approaches & Key Drivers". February 11. <http://energypolicy.columbia.edu/events-calendar/global-oil-market-forecasting-main-approaches-key-drivers> (viitattu 15.4.2014).
- Kumhof, M. ja Muir, D. (2012), "Oil and the World Economy: Some Possible Futures", IMF Working paper No. 12/256. <https://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2012/wp12256.pdf> (viitattu 14.4.2014).
- Lutz, C. Lehr, U. ja K.S. Wiebe. (2012), "Economic effects of peak oil", *Energy Policy* 18: 829-821.
- McKillop, A. (2013), *IMF Recycle peak oil theory*, <http://www.marketoracle.co.uk/Article40723.html> (viitattu 15.4.2014).
- Murphy, D. ja Hall, C. (2010), "Year in review EROI or energy return on (energy) invested". *Annals of the New York Academy of Sciences* 1185: 102–118.
- Partanen, R., Paloheimo, H. ja Waris, H. (2012), *Suomi öljyn jälkeen*, Into, Helsinki.
- Reuters. (2010), *Factbox: Oil reserves: declining - but how fast?*, <http://us.mobile.reuters.com/article/topNews/idUSTRE6931BS20101004> (viitattu 15.4.2014).
- Sorrell, S., Speirs, J., Bentley, R. Brandt, A. ja Miller, R. (2009), "Global oil depletion: A review of the evidence", *Energy Policy* 38:5290-5295.
- Suni, P. "Maaailman muutos, energian hinta ja liuske-energian nousu". (2014), *Kansantaloudellinen aikakauskirja* 110:111-125.
- Walsh, B. (2013), *More Oil, More Gas and Less Driving: Predicting America's Energy Future*, <http://science.time.com/2013/12/17/more-oil-more-gas-and-less-driving-predicting-americas-energy-future/> (viitattu 15.4.2014).