

# Miten Suomi menestyy globaalissa energiamurroksessa - Smart Energy Transition -hanke

18.1.2017 Pirkanmaan bioenergiapäivä – Tampere

Professori Raimo Lovio, Aalto-yliopiston kauppakorkeakoulu

# Esityksen sisältö

- SET-hanke
- Vakava tilanne ympäristöllisesti ja sosiaalisesti
- Energiamurros maailmalla
- Energiamurros Suomessa
- Miten Suomi hyötyy energiamurroksesta?

# SET-hanke

- Strategisen tutkimusneuvoston rahoittama 2015 – 2017 (2018-2020)
- Aalto-yliopisto, HY, LUT, Sussex/SPRU, VATT, VTT, Syke, Motiva, Lappeenrannan kaupunki, Heureka (ja Finpro)
- Energiamurroksen eteneminen (1) teknologisesti, (2) liiketoiminnallisesti, (3) ohjauskeinojen suhteen sekä edistäminen (4) kokeilujen kautta, (5) oppimalla muista maista ja (6) luomalla transiatiofoorumi

# Sloganeista täsmälliseen tietoon ja tarkkoihin johtopäätöksiin

- Paradoksaalisesti cleantech-argumentit ovat löystyneet vaikka samanaikaisesti markkinat kasvamassa
- Tarkan tiedon puute häiritsee keskustelua: vakuuttava varmuus puuttuu
- Tukeminenkin voi mennä vikaan, jos tilanne-analyysi puutteellinen

# Mitä muut ovat tehneet/tekemässä samassa asiassa?

- TEM Toimialaraportti 3/2016 Markku Alm: Uusiutuva energia. 24.10.2016.
- Suomen ilmastopaneeli 4/2016: Puhtaan teknologian ratkaisut: talous ja ilmasto ja sen taustaraportti (Berghäll E. 2016). Taustalla mm. Tilastokeskus 2014. Puhtaan tekniikan tuotanto.
- Sitra: Gaia Consulting Oy 2015. Energiasektorin cleantech-teknologioiden vaikutukset ja mahdollisuudet. Loppuraportti 15.5.2015./Cleantech kasvuun! (SYKE) Sitran selvityksiä 101. 2015./Biokaasusta kasvua. Sitran selvityksiä 111.2016.
- Demos Helsinki/Solved/Tekes: Cleantech takes over consumer markets. 2015.
- ETLA?

## Yritystietokanta uutena systemaattisena datasettinä

- 250 yritystä jotka tavalla tai toisella liittyvät energiamurrokseen; ajantasainen 2016-17 tieto tuoteryhmätasolla
- Vrt. ”paras tieto cleantech-alan tilanteesta löytyy Tilastokeskuksen ympäristöliiketoimintatilastosta” (2012-13!)

# SET-jäsennystä osa-analyyseiksi

- Energiasektori: energiayhtiöiden ja polttoaineyhtiöiden strategioiden transitiö (20)
- Tiettyjen SETin ydinalojen liiketoiminnan kehityksen analyysi (40)
  - perinteiset vahvuudet: puu ja vesi
  - aurinko, tuuli, lämpöpumput, biokaasu
  - älykkäät ratkaisut
  - varastointi/muuntaminen/moderni varavoima
  - matalaenergiarakentaminen ja siihen liittyvät ratkaisut
  - liikenteen uudet palvelut (MaaS, joukko- ja kevytliikenne)
- Sum 1: Biotalous, cleantech, digitalisaatio (10)
- Sum 2: Makrotaloudelliset vaikutukset (10)
- Pohdintaa ja politiikkasuosituksia (10)
- Liite: yritystietokanta kaikissa uutena tausta-aineistona (10)

# Miten Suomi voi hyötyä energiamurroksesta

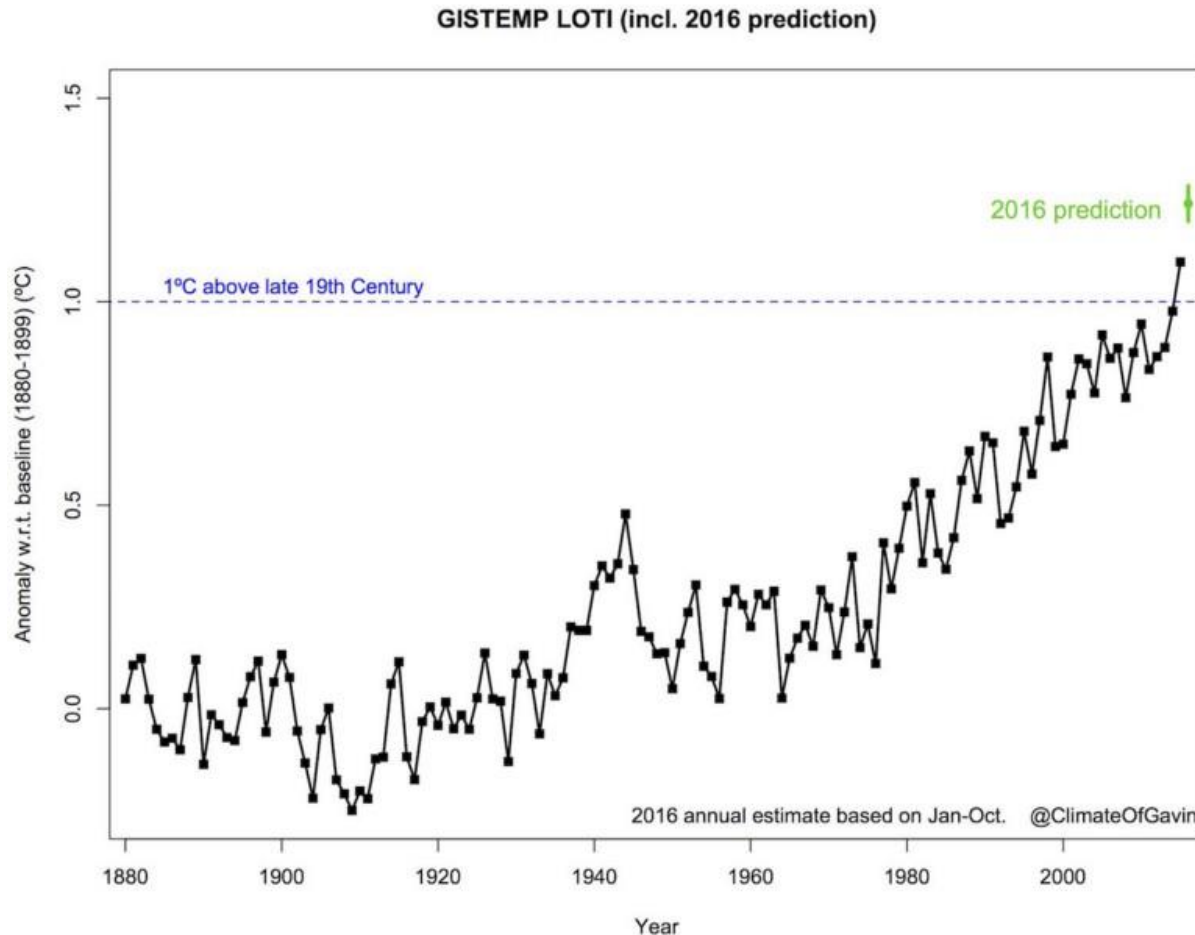
- Ulkomaisen fossiilisen tuontienergian (öljy, hiili) korvaaminen kotimaisella uusiutuvalla energialla: **kauppasetilanteen** helpottaminen (+vienti)
- Uusiutuvan energian **raaka-aine- ja jalostusmarkkinat**: puu eri kanavia pitkin energiatuotteiksi, muut raaka-aineet nestemäisiin biopolttoaineisiin, biokaasu eri lähteistä, vesi
- Uusiutuvan energian kotimaiset **teknologiamarkkinat**: keskitetty ja hajautettu tuotanto
- Uusiutuvan energian kotimaiset **sähkö-, lämpö- ja liikennemarkkinat**
- Uusiutuvien energiatuotteiden vientimarkkinat
- Uusiutuvan energian teknologiavientimarkkinat
- Uusiutuvan energian kansainväliset raaka-aine-, jalostus- ja tuotanto-, projekti- ja rahoitusmarkkinat



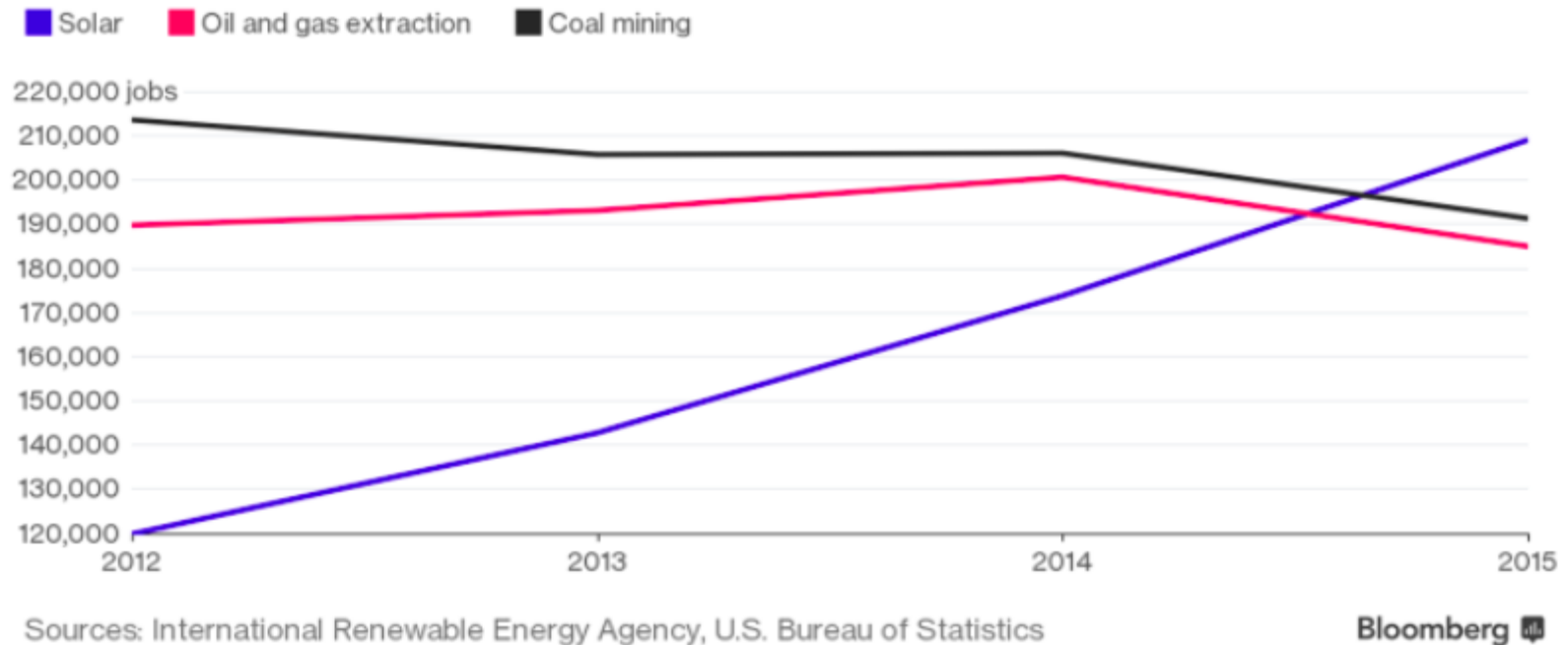
# Pohdittavaa

- Kotimarkkinat vs vientimarkkinat: Toimivatko kotimarkkinat riittävänä kasvupohjana? Miten saadaan kansainvälinen liiketoiminta esimerkiksi aurinko- ja tuulivoimassa hyödyntämään Suomea?
- Startupit ja vanhat suuret: yritysten uudistuminen
- Kansainväliset investoinnit: Kemijärvi ja Vaasa
- Innovaatio- ja energiapolitiikan uudet kytkennät: Mission Innovation

# 2016 ennuuste: +1,2 astetta



# Työpaikat voidaan pelastaa vain luomalla uusia työpaikkoja



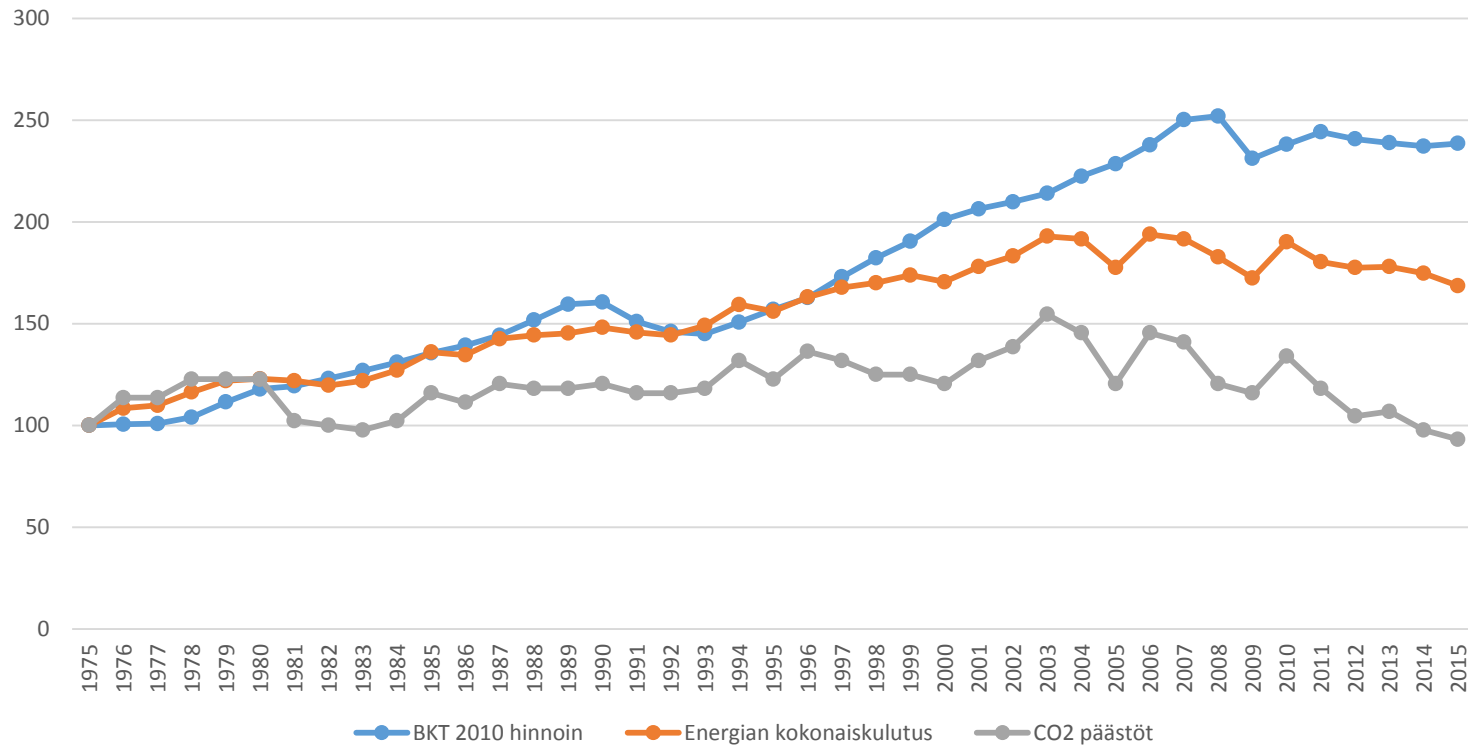
# Energiamurros globaalisti

- Energiatehokkuus 50 %
- Sähkö: tuuli ja aurinko etenevät nopeimmin ja varastointi ja joustavuus erilaisin tavoin tärkeää
- Lämmitys/viilennys: bioenergia, aurinko, lämpöpumput, geoterminen
- Liikenne: kaupungistuminen, sähköinen liikenne, biopolttoaineet (2. sukupolvi, kaasu)
- Valaistus: kaikki ledeiksi
- **Integroituminen älykkäiksi järjestelmiksi**

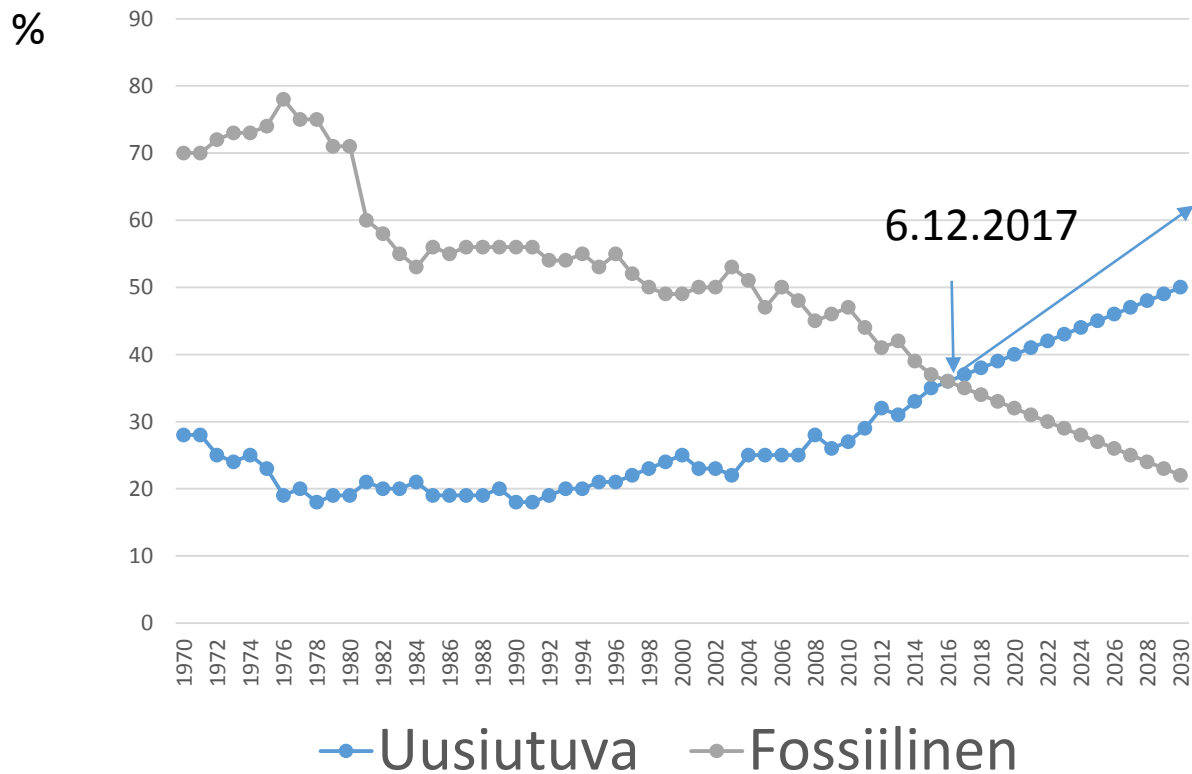
# Energiamurros Suomessa

- Uusiutuvan energian osuus kansainvälisesti jo korkea & energiatehokkuuteen panostettu
- Puuenergia- ja ydinvoimapainotus
- Kansainvälisesti nopeimmin kasvavat sähköteknologiat Suomessa pienet ja teknologiavienti osin vasta kehitymässä
- Älykkyydessä voimme olla edellä
- **KAIKKIA KEINOJA JA ALOJA TARVITAAN HIILEN JA ÖLJEN KÄYTÖN NOPEAKSI VÄHENTÄMISEKSI**

# Suomen BKT 2010 hinnoin, energian kokonaiskulutus ja energiasektorin CO<sub>2</sub>-päästöt 1975 - 2015



# Uusiutuva energia ohi fossiilisen vuonna 2017 ja yli 50 %:n 2020-luvulla *kokonaiskulutuksesta*



# Energiatuotteiden kauppataase: - 2,2 miljardia 1-9/2016

- Tammi-syyskuussa Suomeen tuotiin erilaisia energiatuotteita 5,0 miljardin euron arvosta, joka oli 15 prosenttia vähemmän kuin vuotta aiemmin. Niitä tuotiin eniten Venäjältä, jonka osuus tuonnin arvosta oli 64 prosenttia. Öljyn maailmanmarkkinahinnan lasku on vaikuttanut energiatuotteiden tuonnin arvon supistumiseen.
- Energiatuotteita vietiin 2,8 miljardin euron arvosta, joka oli prosentin enemmän vuotta aiempaan verrattuna. Vientiä oli eniten OECD-maihin, joiden osuus viennin arvosta oli 78 prosenttia.



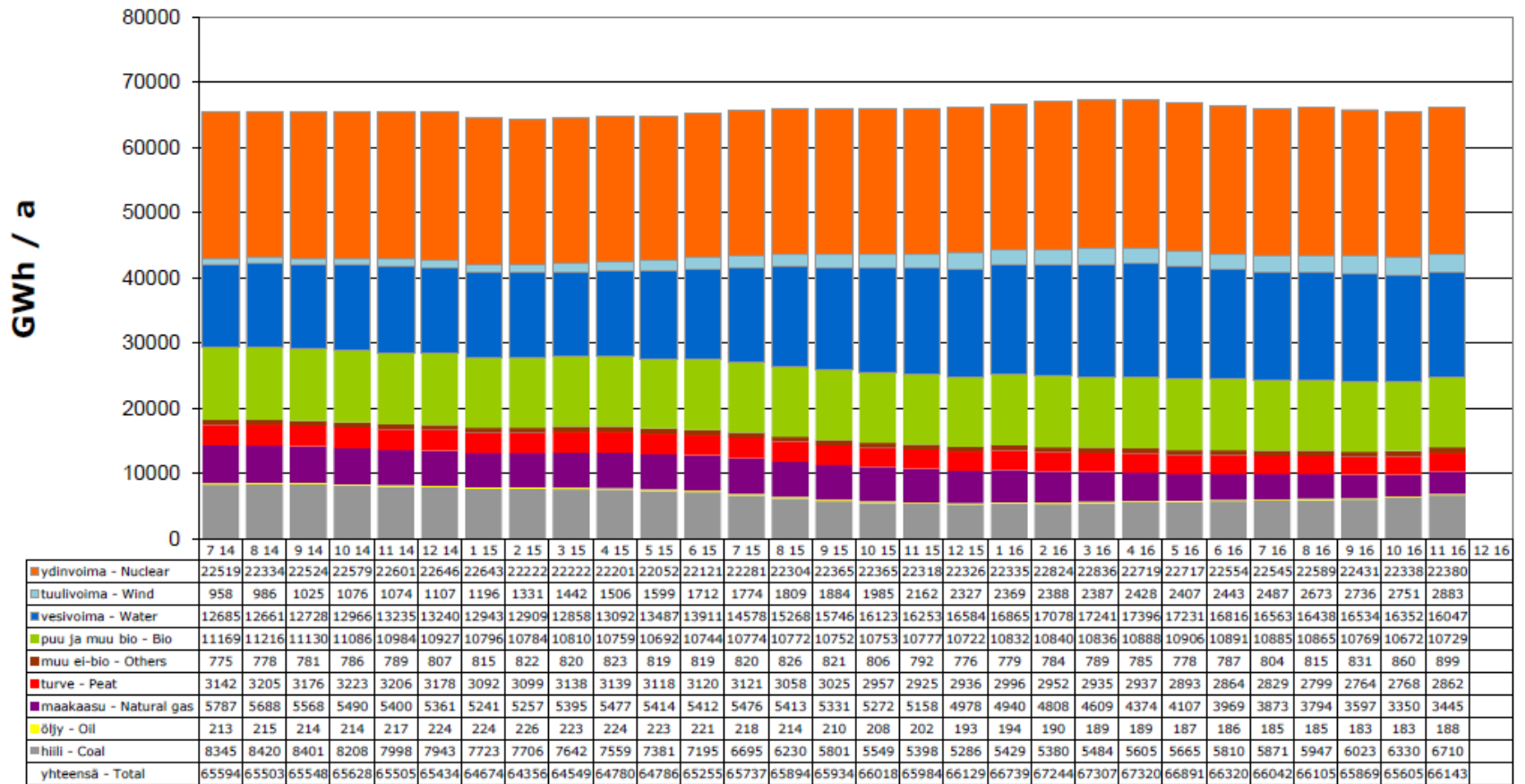
# Energiatehokkuus ja –älykkyys

- Energiatehokkaat prosessit ja hukkalämpöjen talteenotto
- Energiatehokas rakentaminen
- Teollinen internet: esim. Enevo
- Älykkään ja joustavan sähkö- ja lämmitysjärjestelmän kehittäminen Fingridin, energiayhtiöiden ja kasvun pk-yritysjoukon voimin:
  - Aidon, There, Optiwatti, Fourdeg, Ouman, Nuuka, Watty, BaseN, Leanheat, lohkoketjuteknologiat ...

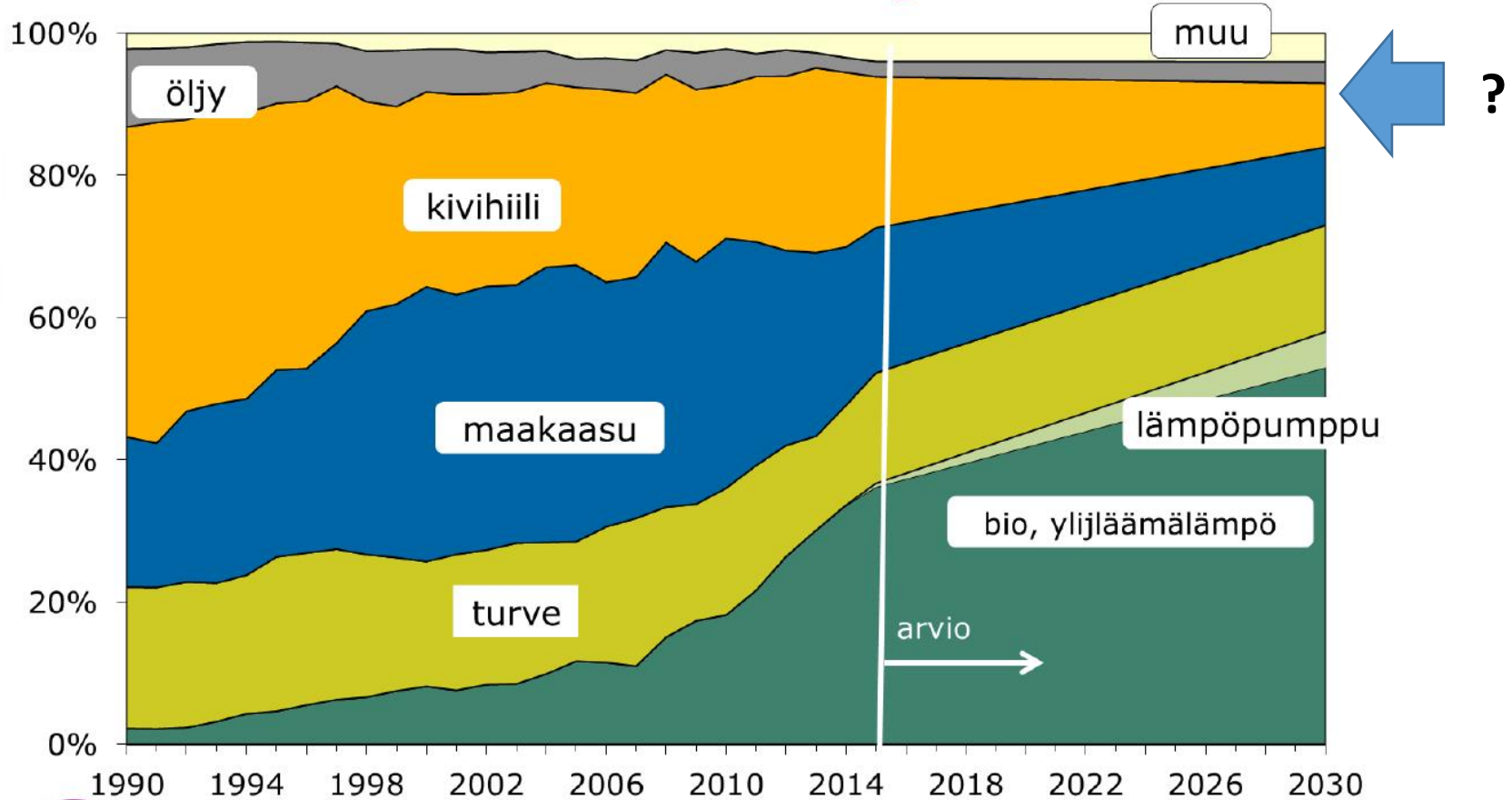
	Energialähde	I-III/2016*	Vuosimuutos-%*	Osuus % energian kokonaiskulutuksesta*
Sisältää bio-osuuden	Öljy <sup>1)</sup>	235 554	3	24
	Hiili <sup>2)</sup>	76 788	5	8
	Maakaasu <sup>3)</sup>	53 114	-12	5
	Ydinenergia <sup>4)</sup>	178 776	1	18
	Sähkön nettotuonti <sup>5)</sup>	50 835	15	5
	Vesivoima <sup>5)</sup>	45 100	0	5
	Tuulivoima <sup>5)</sup>	6 810	27	1
	Turve	36 600	-10	4
	Puupolttoaineet	264 297	8	27
	Muut <sup>6)</sup>	37 452	-1	4
	<b>ENERGIAN KOKONAISKULUTUS</b>	985 324	3	100

## Sähköntuotanto energialähteittäin, 12 kk

### Power generation by energy source, 12 months



## Kaukolämmön tuotannon energialähteet



# Suomen vahvuudet puu/bioenergiassa

- Osana Suomen energiaa (jatkossa reilusti yli 30 %)
  - Kasvava selluteollisuus, hiilen/öljyn korvaaminen kaukolämmössä (hake, pelletti, biohiili), pienkäyttö
  - Puupohjaiset ja **muut** biopolttoaineet (nestemäiset, kaasu)
  - Puurakentaminen käynnistymässä

Alan teknologiassa ja sen viennissä; **esim.:**

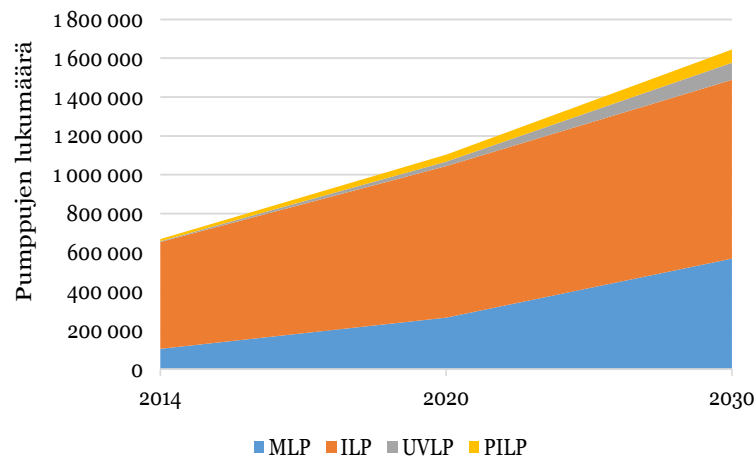
- Ponsse
- Raumaster, BMH Technology
- Valmet, Andritz, Amec Foster Wheeler, Renewa/KPA
- UPM, St1, Kaidi?, Neste?
- Mikro-CHP: Volter, Gasek
- Tulikivi

	STRATEGIAN	LASKELMAT		
		2015	2020	2030
Puu	<b>+ 11 + 17 = + 28</b>	93	104	121
	Jäteliemet	39	44	48
	Teollisuus	38	41	52
	Pien+pel	16	19	21
		93	104	121
Nestemäiset bio	<b>- 1 + 7 = + 6</b>	6	5	12
Biokaasu	<b>0 + 1 = + 1</b>	1	1	2
Vesi	0	17	15	15
Lämpöpumput+geo	<b>2 + 1 = + 3</b>	4	6	7
Tuulivoima	<b>+4 + 2 = + 6</b>	2	6	8
Aurinko	<b>0 + 1 = +1</b>	0	0	1
Kierrätys bio	<b>+1 + 0 = +1</b>	4	5	5
Uusiutuva yhteensä	<b>+14 + 29 = + 43</b>	128	142	171
Kokonaiskulutus		<b>361</b>	<b>406</b>	<b>418</b>
Loppukulutus		<b>297</b>	<b>311</b>	<b>314</b>
Sähkö		82	88	93
Liikenteen energia		49	46	42
Asuin- ja palvelu lämmitys		74	74	74
Työkoneiden energia		9	9	9

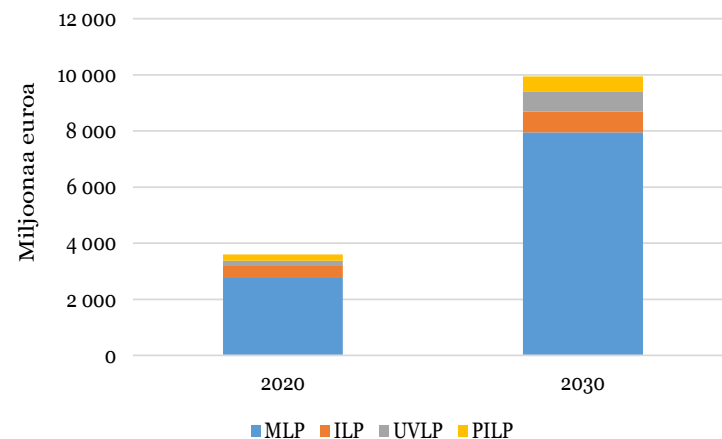
# Skenaario lämpöpumppujen lisääntymisestä (Gaia Consulting Oy)

- Lämpöpumppuja
  - 2020: 1 miljoonaa
  - 2030: 1,7 miljoonaa
- Pumppujen lämmöntuotanto
  - Nettosäästö 2020: 8 TWh
  - Nettosäästö 2030: 15 TWh
- Kumulatiivinen myynti :
  - 2020 mennessä: 4 mrd. €
  - 2030 mennessä: 12 mrd. €

Lukumäärän kehittyminen

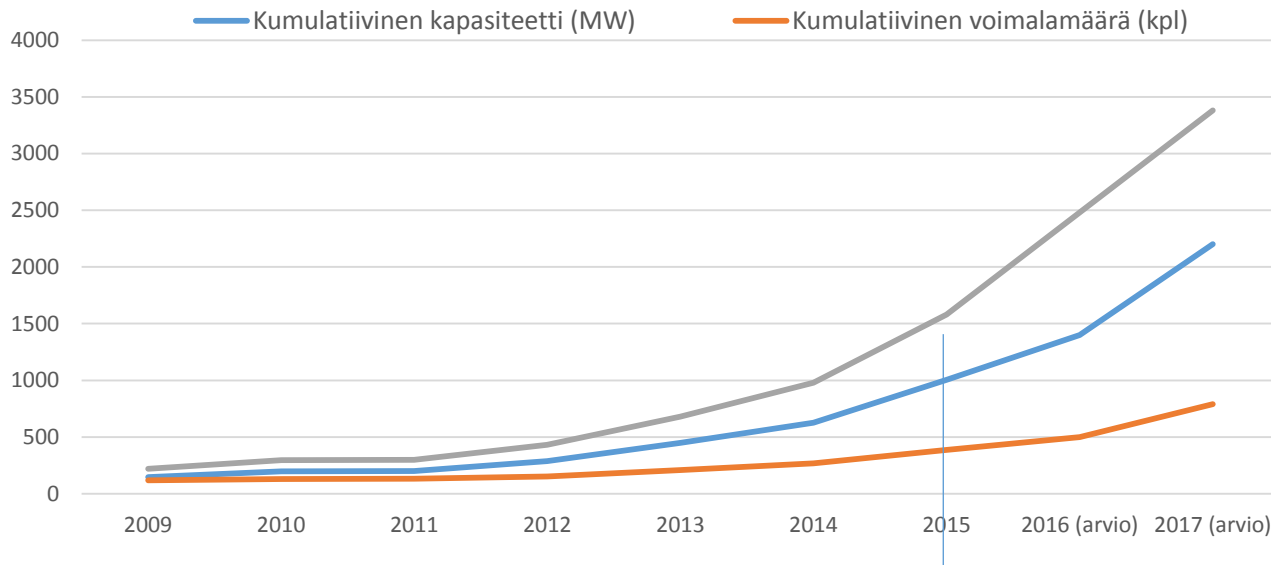


Kumulatiivinen liikevaihto



# Tuulivoimarakentaminen vauhdissa. Tuotanto 2016: 3 TWh

Kumulatiiviset investoinnit, voimalamäärät ja kapasiteetti 2009-2017



## Osuus sähkönkulutuksesta:

- 2011, ~ 0,5 %
- 2014, 1,3 %
- 2015, 2,8 %
- 2016, arvio 3,5 %
- 2017, arvio 5 %
- 2018, arvio yli 6 %

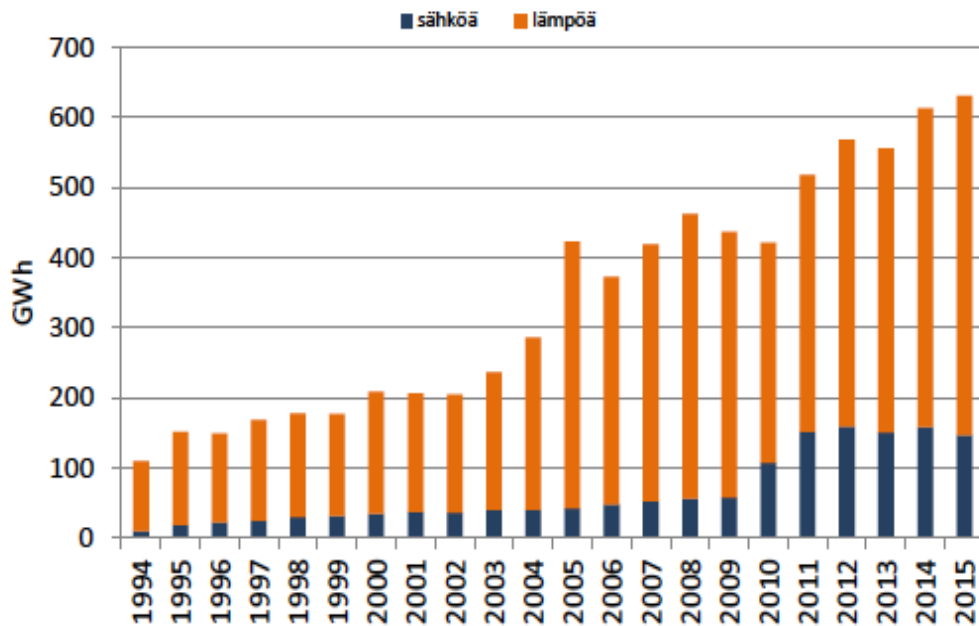
## Vuonna 2015

- Kapasiteetti 1005 MW
- Voimaloita yht. 387 kpl
- Rakennettu 379 MW
- Rakennettu 124 voimalaa

- **Vuoden 2018 alkuun mennessä Suomessa on noin 6 TWh:n vuosituotannon verran valmiiksi luvitettua kapasiteettia otettavaksi käyttöön 2020 mennessä!**
- **2020-luvulla hyvällä paikalla oleva korkea maatuulivoimala on kannattavin**

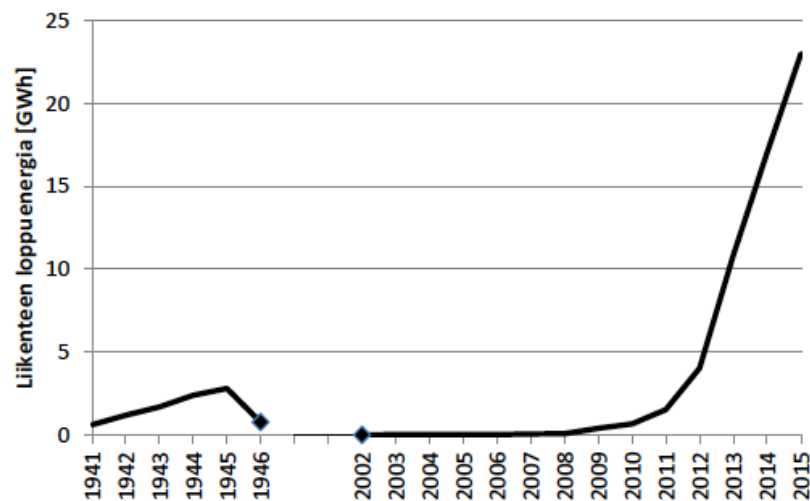


# Enemmän huomiota biokaasuun ja kiertotalouteen, erityisesti liikenteessä



Biokaasulla tuotettu energia Suomessa 1994 - 2015

Biokaasun liikennekäyttö 1941 - 2015



★ 2 TWh

## Aurinkosähkön markkinaehtoinen kehityspolku Pöyryn alustava arvio (TEAS-2016 hanke 4.1.1)



**Kehityspolku on laskettu käyttäen oletuksena maalämpöpumppujen hankintojen yleisyyttä eri IRR arvoilla**

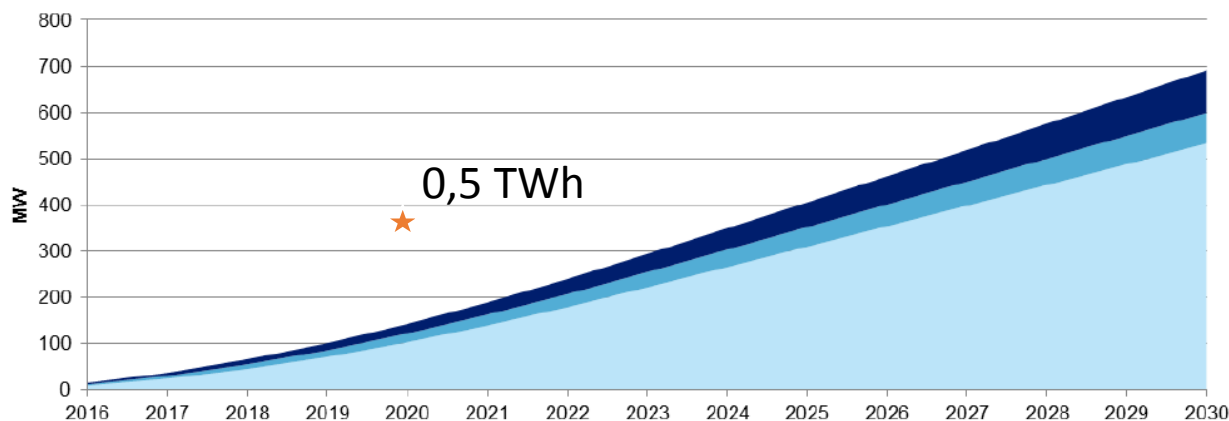
- Kuluttajien on oletettu käyttäytyvän samankaltaisesti paneelininvestoinnin kanssa kuin maalämpöpumppuinvestoinnin kanssa
- Vertailuvuosina 2006 ja 2014

★ 1 TWh

**Jero Aholan käsitys  
2015 -2016  
tilanteesta (MWp)**

**Tanska 789 + 183  
Ruotsi 130 + 51  
Suomi 10 + 5  
Norja 15 + 2**

Tuotannon kehityspolku, kumulatiivinen kapasiteetti, Pöyryn alustava arvio



■ Toimistot ja liikerakennukset  
■ Kerrostalo kapasiteetti  
■ Pientalo kapasiteetti

## Olennainen muutos käynnissä Suomen aurinkoenergialiiketoiminnassa

- Edelleen alalle tulee ja kotimaassa toimijoina pieniä uusia yrityksiä, mutta nähtävissä että
- monet pienet liittoutuvat suurempien toimijoiden kanssa (GEF/Flinkenberg; Finnwind/Etelä-Savon Energia; Naps Solar System/Taaleri; Nocart ja Savosolar/Cleantech Invest)
- Energiayhtiöt aktivoituneet: Helen, Oulun Energia, mutta liiketoimintamalli vielä etsinnässä
- **Raskas kansainvälinen sarja muodostumassa: Luvata, ABB, Fortum, Wärtsilä, Pöyry, Vaisala**

# Suuret toimijat: Luvata, ABB, Fortum, Wärtsilä, Pöyry, Vaisala, Taaleri

- Luvata: virrankeräysnauhat 3 tehtaassa.
- ABB: Inverttereiden kokonaismarkkina 7 miljardia euroa, josta voimalaitoskoko noin kolmannes. ABB:n raskaan sarjan inverttereiden kehittäminen keskitetty Suomeen. 2016 avattuun uuteen laboratorioon Pitäjänmäellä investoitu 4 milj. euroa. Alihankkijat: mm. Ensto.
- Fortum: tavoitteena on allokoida kasvuinvestoinneista yhteisarvoltaan noin 200–400 miljoonan euron aurinkovoimaportfolio Intiassa.
- Wärtsilä: odottaa nopeaa kasvua aurinkoenergialiiketoiminnassa ja tähtää 300 miljoonan euron vuosittaiseen myyntiin vuonna 2020.
- Pöyry (Italian yksikkö): puistojen suunnittelupalvelut
- Vaisala: sääennusteet ym.
- Rahoitus: Finnfund, Cleantech Invest, taaleri Energia

# Liikennesektorilla yllättävän paljon hyötyjiä

- **Polttoaine:** Gasum, Neste, St1, UPM, Keliber, Woikoski ...
- **Väline:** Meyer, Wärtsilä, ABB, Helkama, Transtech, Linkker, Valmet Automotive ...
- **Latauslaitteet ja -palvelut:** Ensto, Liikennevirta, Fortum ...
- **Palvelut:** Ekorent, HSL, VR, A2B, Maas Global, Tuup ...
- **It-palvelut:** CGI ...