

Tuumaelektrijaama Eesti energeetikas

An aerial photograph of the Tuumaelektrijaama Eesti nuclear power plant. The facility is situated on a peninsula or near a body of water. It features several large, white, rectangular industrial buildings with flat roofs. Two prominent, large, white, dome-shaped containment structures are visible in the center of the complex. The surrounding area includes roads, parking lots, and some greenery. The water is visible on the left and right sides of the image.

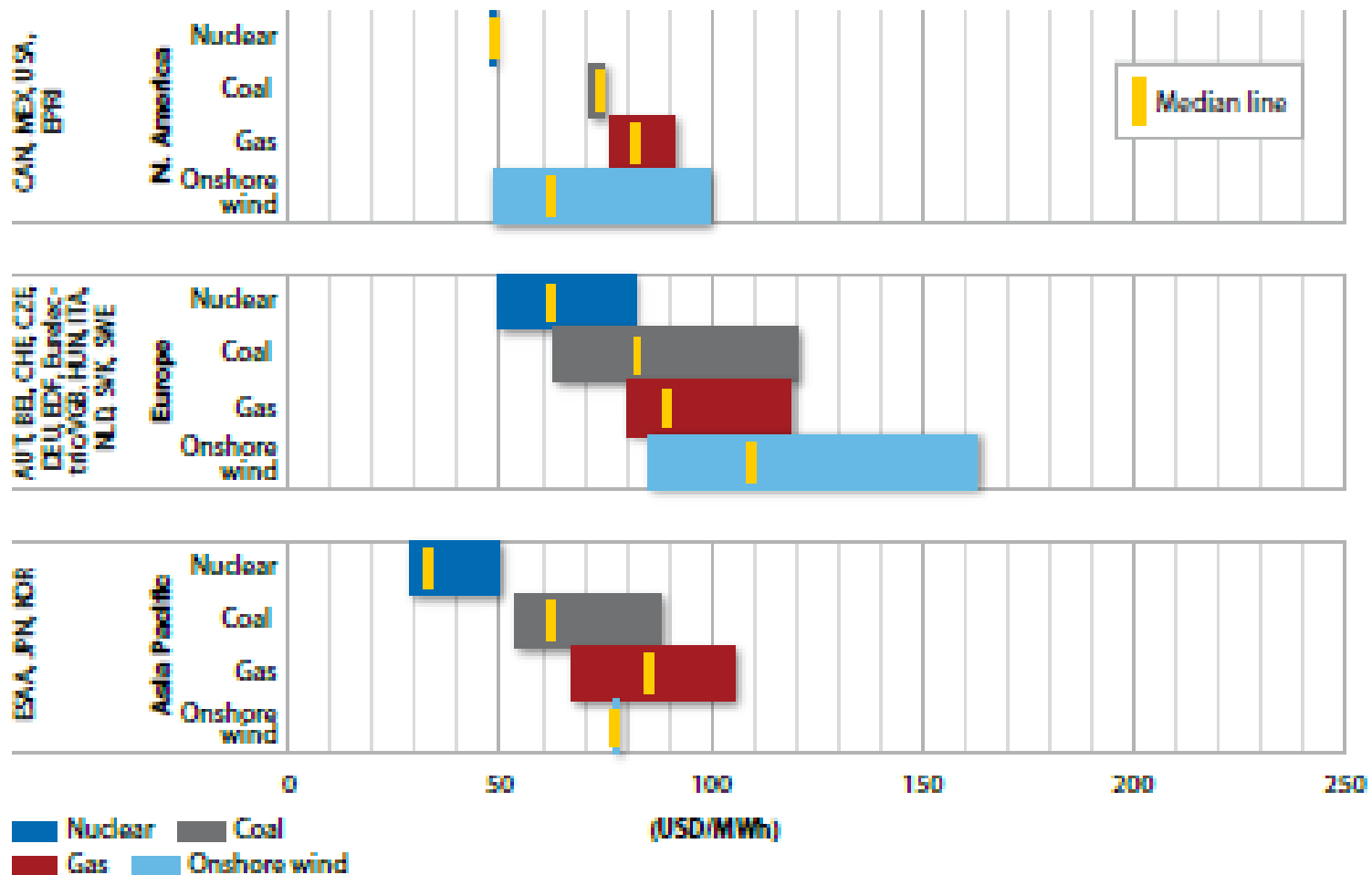
Kalev Kallemets
Tegevjuht
MTÜ Eesti Tuumajaam
TTÜ doktorant

Reaalsus

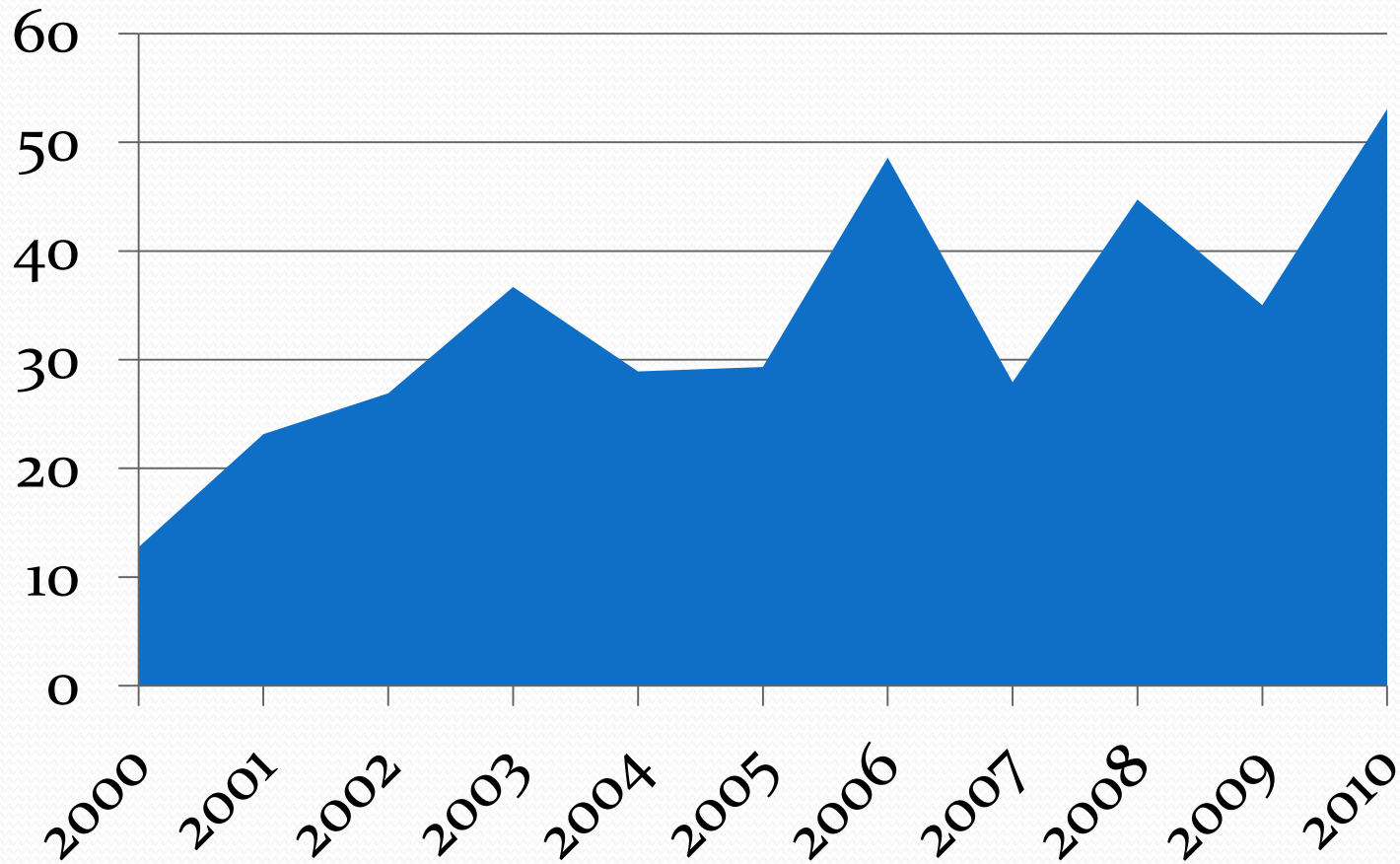
- Tänapäevaste EL tuumajaamade elektri omahind 15-28€/MWh
- Olkiluoto 3 omahind (sh ROE) vaatamata ehituseelarve ületamisele 40-45€/MWh
- Euroopas ca 50GWe ehk 30 uue tuumajaama plaanid kuni 2030 (sisuliselt siiski see vaid asendaks tänasest võimsusest 132GWe välja langevat)
- Saksamaal, Belgias, Rootsis tuumaenergia maksustatud ca 10€/MWh MITTE subsideeritud.
- Fennovoima, TVO, CEZ, EdF, Fortum jt planeerivad uusi tuumajaamu täielikult kommertslikul alusel.

Cost of Generating Electricity. IEA 2010

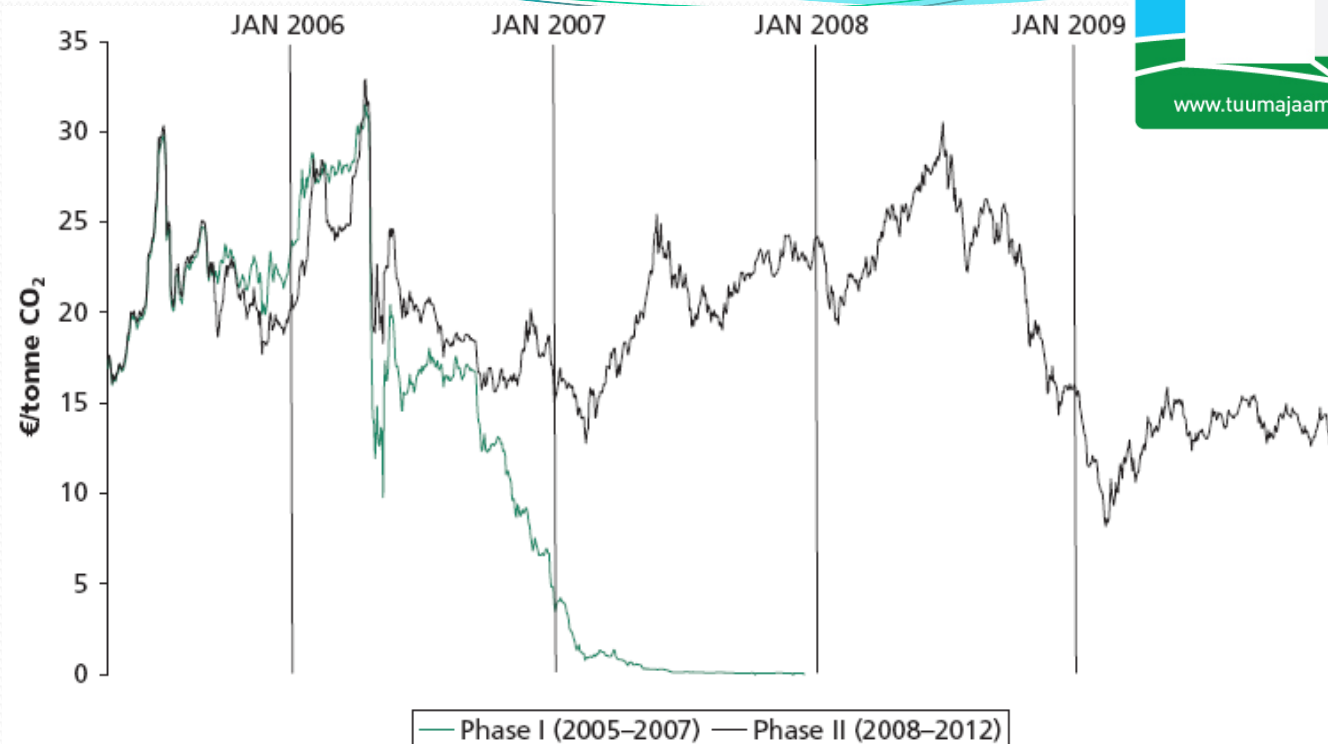
Figure ES.1: Regional ranges of LCOE for nuclear, coal, gas and onshore wind power plants (at 5% discount rate)



Elektri hind NordPool spot 2001-2010

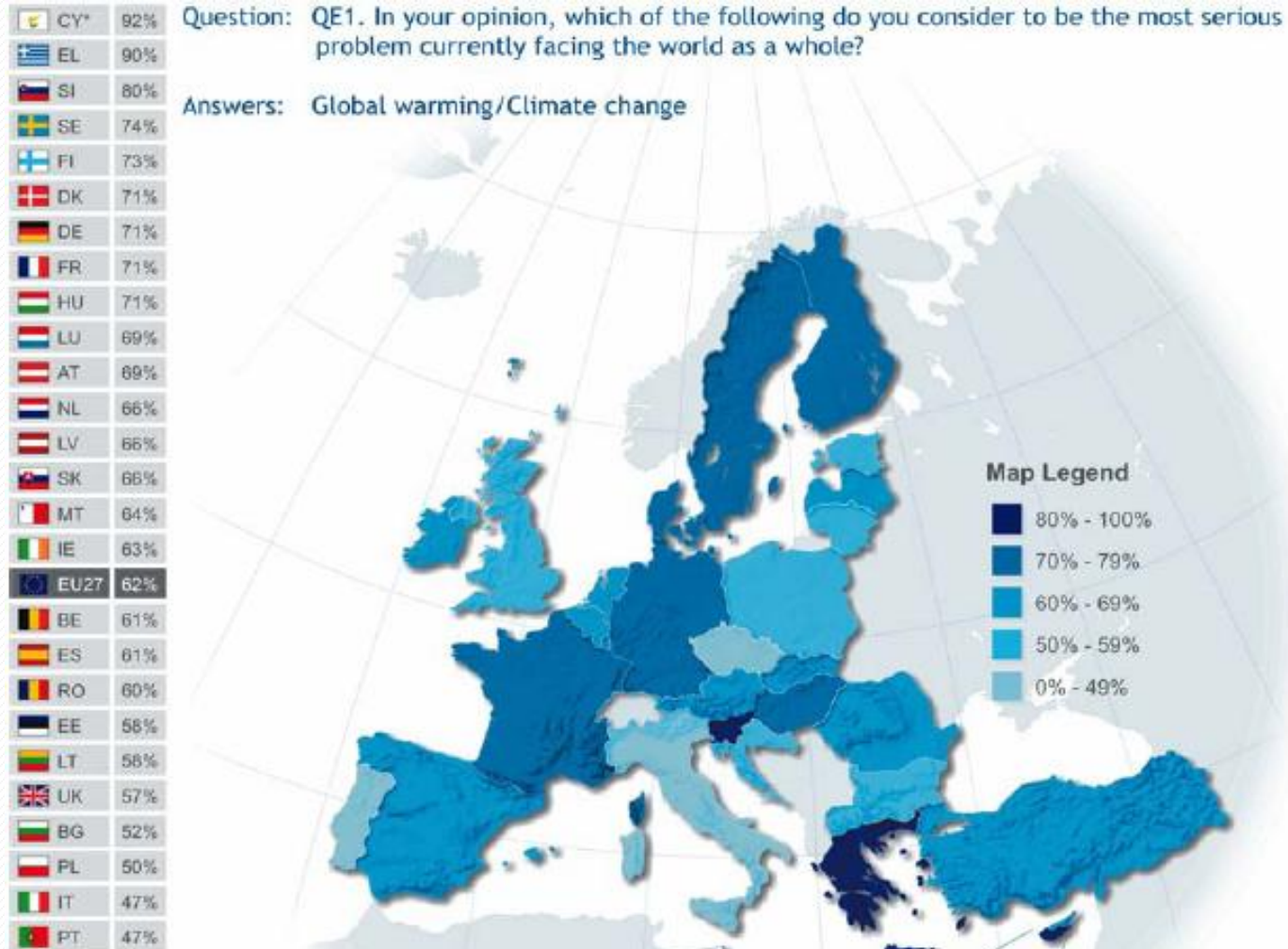


CO2 hind



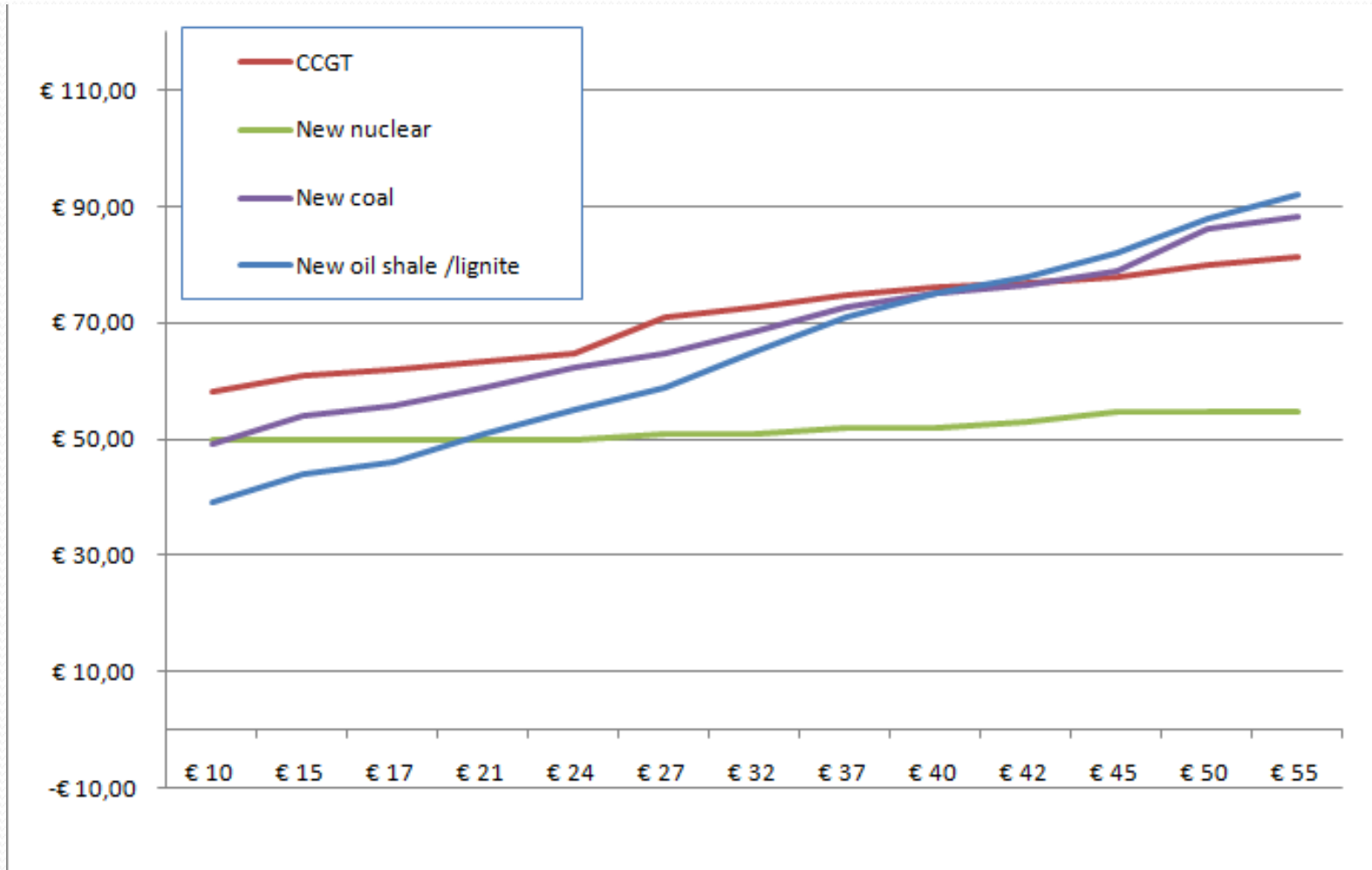
- **CCS jaamad vajavad CO₂ hinnataset 50-60 €/t kommertslikuks rakenduseks**
- 2015-2020 aasta **CO₂ hinnataseme** hinnangud: Deutsche Bank **€40 t/CO₂**; UBS **€35**; Point Carbon **€32**; Fortis **€48**.

Avalik arvamus

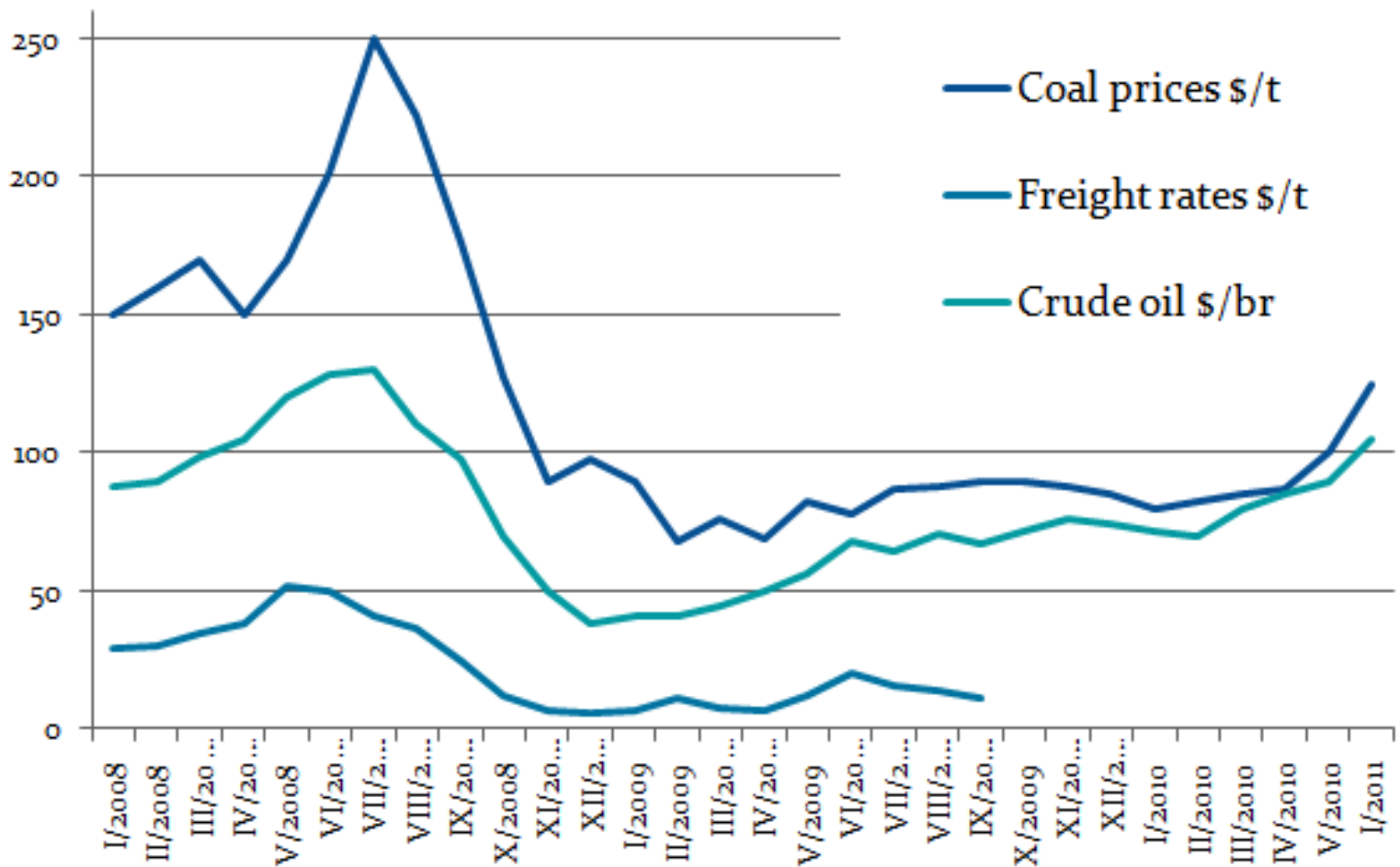


Allikas: Eurobarometer 2008

CO2 hinna mõju



Nafta/gaasi ja kivisöe hind



Eesti kapatsiteedid

Elering: 2020. aasta tipukoormuseks kujuneb-

- konservatiivse stsenaariumi korral 1714 MW
- optimistliku stsenaariumi korral 2016 MW.

| | Installeeritud netovõimsus, MW 2010 | Võimalik tootmisvõimsus, MW | Installeeritud netovõimsus, MW 2020 | Võimalik tootmisvõimsus, MW 2020 |
|-----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|
| Narva Elektriijaamad | 2000 | 1788 | 1030 | 900 |
| Narva SEJ uus blokk | | | 300?? | 300?? |
| Iru koostootmisjaam | 156 | 0 | 156 | 0 |
| Ahtme koostootmisjaam | 24,5 | 9,2 | 0 | 0 |
| VKG Põhja ja Lõuna elektriijaamad | 44 | 17 | 74 | 57 |
| Muud hüdro- ja koostootmisjaamad | 78 | 71,5 | 150 | 130 |
| Elektrituulikud | 150 | 0 | 400 | 0 |
| | 2 421 | 1 888 | 2 110 | 1 387 |



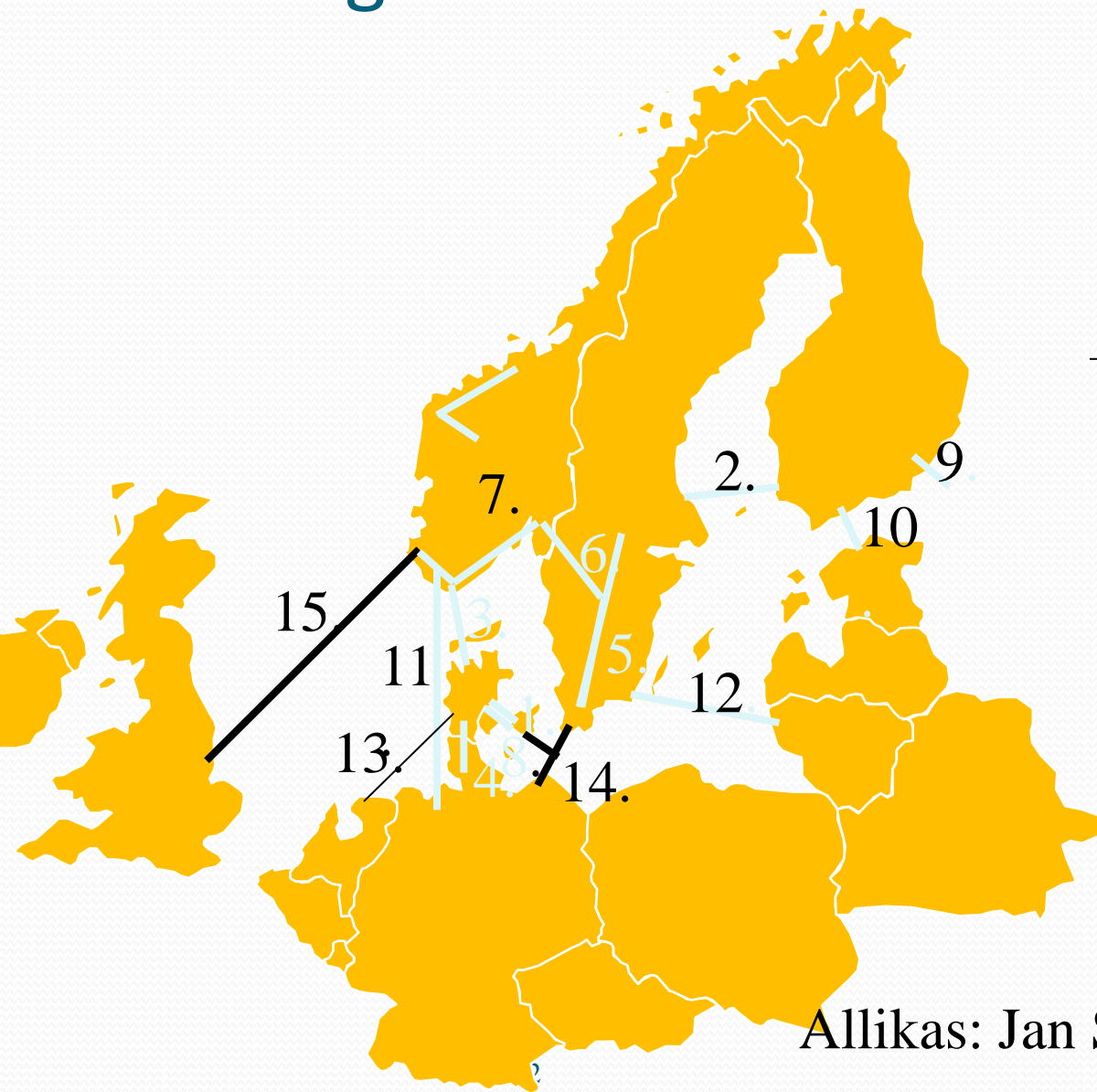
NordPool 2008

| | | MWe | capacity factor | MWh | cost, €/MWh |
|--------------|--------|--------|-----------------|-------------|----------------|
| Hüdro | Rootsi | 16 209 | 0,49 | 68 622 422 | 20 |
| | Norra | 27 528 | 0,46 | 109 407 283 | |
| | Soome | 2 350 | 0,62 | 12 588 480 | |
| Tuumaenergia | Rootsi | 9 399 | 0,9 | 73 086 624 | 30 |
| | Soome | 2 721 | 0,93 | 21 863 779 | |
| Kivisüsi | Soome | 2 650 | 0,69 | 15 798 240 | 50 |
| | Rootsi | 329 | 0,6 | 1 705 000 | |
| | Taani | 3 838 | 0,6 | 19 898 000 | |
| CHP/biokütus | Soome | 2 712 | 0,7 | 16 400 000 | 50 |
| | Rootsi | 1 769 | 0,7 | 10 700 000 | |
| | Taani | 612 | 0,7 | 3 700 000 | |
| Gaas | Soome | 1 890 | 0,6 | 9 800 000 | 60 |
| | Rootsi | 159 | 0,6 | 824 000 | |
| | Taani | 1 581 | 0,6 | 8 194 000 | |
| | Norra | 141 | 0,6 | 730 000 | |
| Tuul | Rootsi | 180 | 0,24 | 373 248 | 100 |
| | Taani | 3 482 | 0,24 | 7 220 275 | |
| | Soome | 147 | 0,22 | 279 418 | |
| | Norra | 338 | 0,24 | 700 000 | |

Nord Pooli kapatsiteedid 2020

- Importiv Baltikum: Leedu – 4TWh; Läti – 2 TWh; Eesti – 2TWh
- Soome (tarbimise kasv 10TWh)
 - Import 13TWh
 - Söejaamade sulgemine – 8TWh
 - Olkiluoto 3 + 12TWh
 - Loviisa 1/2 sulgemine 2030 – 8TWh
- Rootsi (tarbimise kasv +20TWh)
 - Ringhall 1/2 ja Oskarshamn 1/2 suletakse 2030 – 20TWh
 - +2 uut reaktorid 2025-2030 30TWh
- Taani (tarbimise kasv 5TWh)
 - +7 TWh tuuleenergiat
 - -16TWh söelektrijaamade sulgemine

Strateegilised ühendused



Inv. decided



| No | Project | MW | Year |
|----|---------------|-------|------|
| 1 | Great Belt" | 600 | 2010 |
| 2 | Fennoskan 2 | 800 | 2012 |
| 3 | Skagerakk 4 | 600 | 2014 |
| 4 | Den-Ger | 1000 | 2015 |
| 5 | South link | 1100 | 2016 |
| 6 | West link | 1100 | 2016 |
| 7 | Internal Nor | AC | 2016 |
| 8 | Great Belt 2 | 600 | 2018 |
| 9 | Fin→Rus | 1100 | 2014 |
| 10 | Estlink 2 | 650 | 2016 |
| 11 | Nor-Ger | 700 | 2016 |
| 12 | Nordic-Baltic | 700 | 2017 |
| 13 | Den-Ned | 700 | 2018 |
| 14 | Kriegers flak | 1100 | 2018 |
| 15 | Nor-Uk | 2x700 | 2022 |

Allikas: Jan Sundell, Vattenfall 2009



Viimased EPC lepinguhinnad

| | | | |
|-----------------------------|-----------------------|-------|-----------------|
| EdF Flamanville | EPR 2x1600MWe | €4mld | €2434/kW |
| Progress Energy Levy county | 2x1100 MWe AP1000 | | €2663/kW |
| FPL Turkey Point | 2 x 1100 MWe AP1000 | | €2755/Kw |
| UAE (Kepco) | 4 x 1400 MWe APR-1400 | | €2800/kW |
| NRG South Texas | 2 x 1350 MWe ABWR | €8mld | €3083/kW |
| Keskmine: | | | €2732/kW |

Allikas: WNA.com

Väikesed moodulreaktorid

- Babcock&Wilcox mPower 125MWe; FOAK 2018



- Westinghouse SMR 200MWe

Peamised muutujad: elektri hind, intressi määr, mahufaktor

| | | | | | |
|----------------------------|--------------|--------------|------------|-------------|-------------|
| Intressimäär | 7,0% | 7,5% | 8% | 8,5% | 9,0% |
| Elektri hind, €/MWh | 55 | 55 | 55 | 55 | 55 |
| Omakapitali tootlus | 10,8% | 10,4% | 10% | 9,6% | 9,3% |

| | | | | | |
|----------------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Intressimäär | 8% | 8% | 8% | 8% | 8% |
| Elektri hind, €/MWh | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 |
| Omakapitali tootlus | 7,7% | 10,0% | 12,4% | 14,7% | 17,0% |

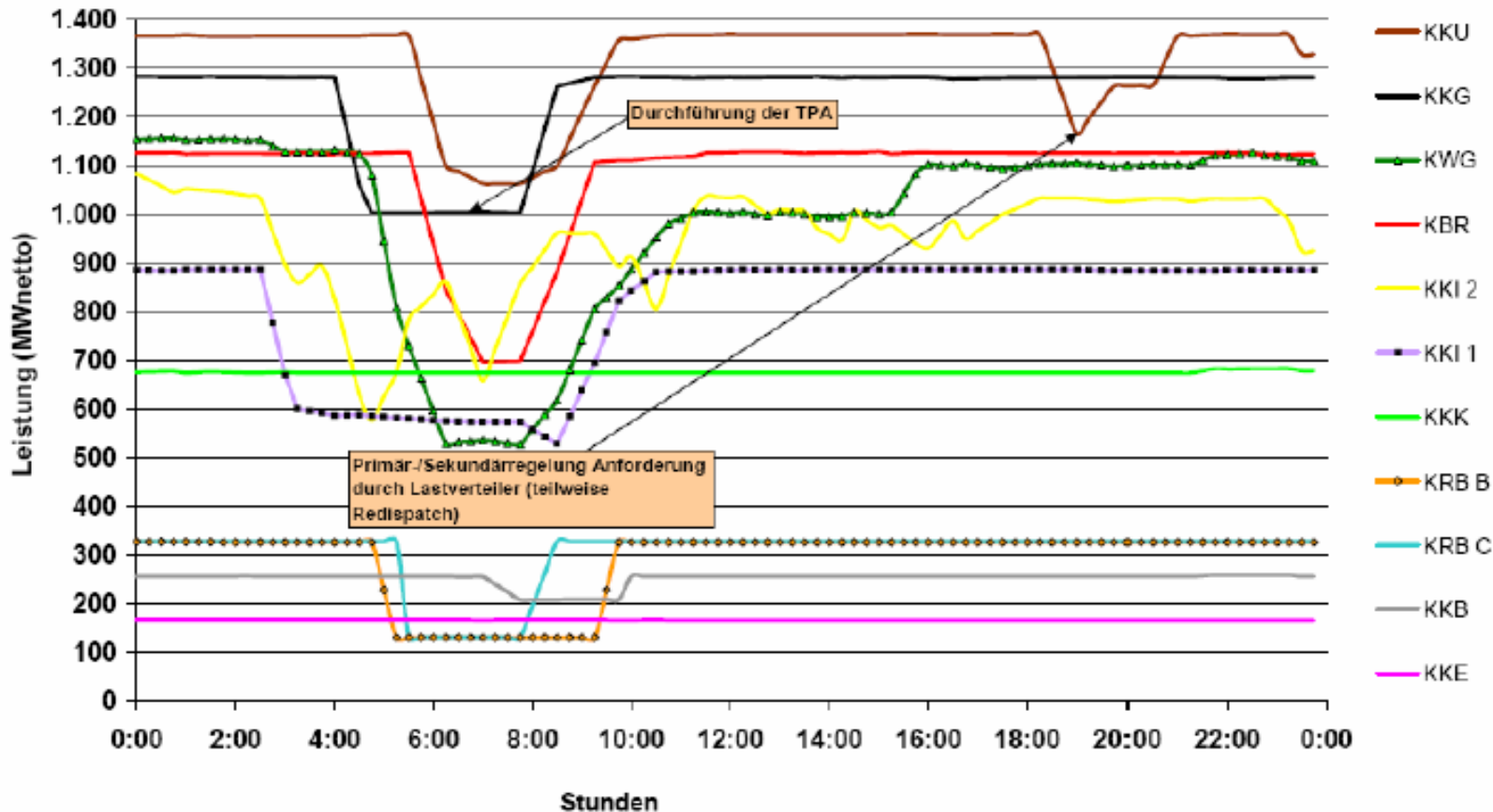
| | | | | |
|-------------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| mahufaktor | 90% | 85% | 80% | 75% |
| LCOE €/MWh | € 55 | € 58 | € 62 | € 65,5 |

Uuemate reaktorite mahufaktor on ligi 93%, mis tõstaks omakapitali tootluse 55€/MWh hinna juures 10,7% ni.

Kas reaktorid on paindlikud?



Leistungsverlauf der Kernkraftwerke (E.ON-Anteile) vom 28. Januar 2007



Michael Micklinghoff, *Confronting Economic Regulation and Safety Regulation*, 2007

Alternatiiv (allikas MKM) 15€/MWh



Põlevkivi kasutava uue 300 MW CFB ploki konkurentisvõime hinnang Balti elektriturul

| | | | | | |
|-----------------------------------|------|------|------|------|------|
| CO2 hind, EUR/t | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 |
| Keskmine turuhind*, EUR/MWh | 33 | 39 | 47 | 49 | 59 |
| Uue CFB muutuvkulu, EUR/MWh | 20 | 30 | 39 | 46 | 54 |
| Uue CFB kapitalikulu**, EUR/MWh | 32 | 32 | 32 | 32 | 32 |
| Uue CFB täiskulu, EUR/MWh | 61 | 70 | 79 | 86 | 95 |
| Kogu aastane kapitalikulu**, MEEK | 827 | 827 | 827 | 827 | 827 |
| Vajalik toetus, MEEK | 494 | 516 | 587 | 625 | 627 |
| Toetus, MEEK/MW | 1,65 | 1,72 | 1,96 | 2,08 | 2,09 |
| Toetus, s/kWh (8000 h***) | 20,6 | 21,5 | 24,5 | 26,0 | 26,1 |

*Turuhind on leitud vastavalt turul olevatele tootmisvõimsustele ja sõltub osaliselt CO2 hinnast.

**Kapitalikulu on arvatud brutoinvesteeringu 1500 EUR/kW järgi 20 aastaks, WACC 10%.

***8000 h on võimsuse kasutatavus aastas.

| | | | | | |
|------------------------------|--------|--------|-------|-------|-------|
| Reaalselt töötatud tunnid | 4200 | 4200 | 2700 | 1900 | 1000 |
| Reaalne toodang, GWh | 1392,3 | 1392,3 | 941,9 | 627,9 | 395,9 |
| Toetuse arvestus tunnid | 8000 | 8000 | 8000 | 8000 | 8000 |
| Toetus seaduseelnõus, s/kWh | 0,0 | 22,0 | 25,0 | 25,0 | 25,0 |
| Aastane kulu toetusele, MEEK | 0 | 528 | 600 | 600 | 600 |

Alternatiiv tuul

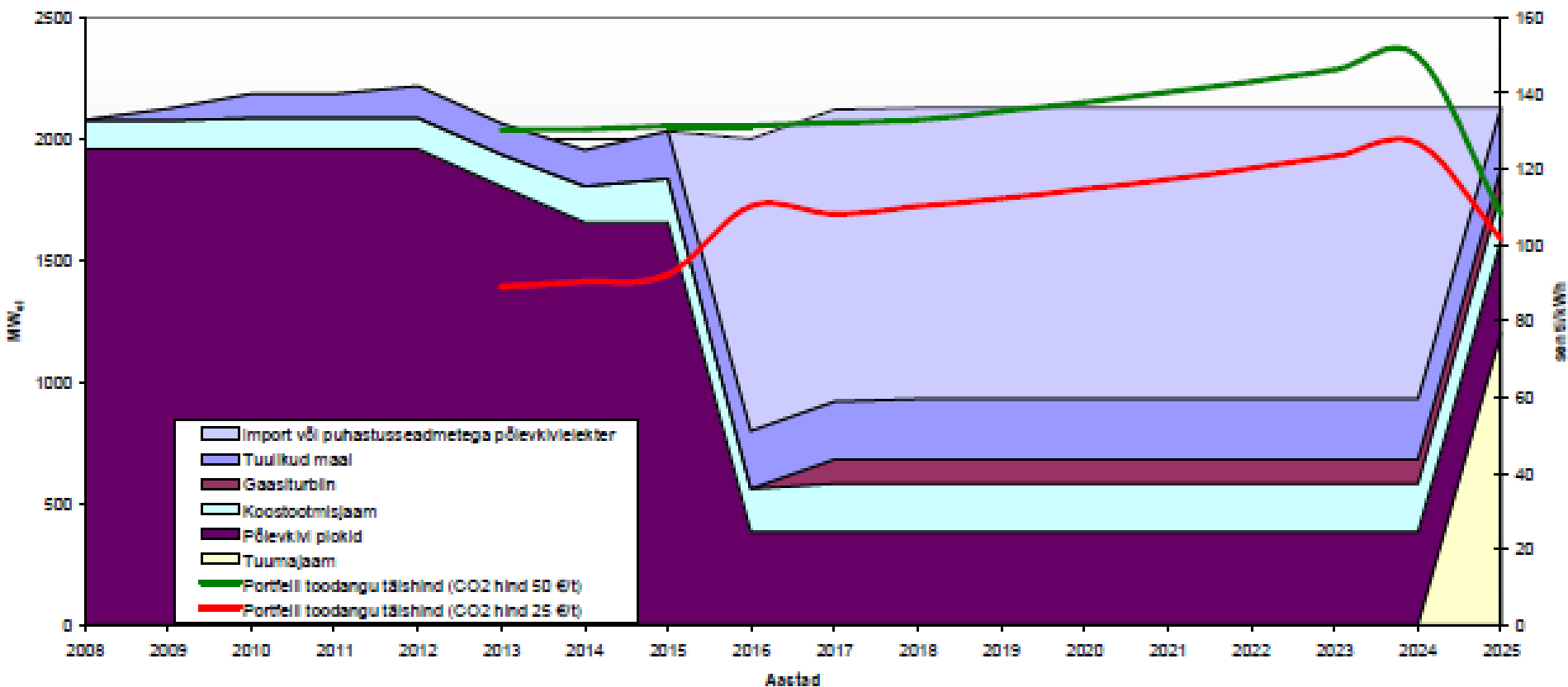
- 2 TWh tuuleenergiat (ca 920MWe kasuteguriga 25%)
subsiidiumiga 51€/MWh (84 senti/kWh) = subsiidium
1,6 mld EEK. Elektri hinna taastuvenergia komponent
tuulest üksi ca 20 senti/kWh ehk **12,8€/MWh**.
- Võrgukulud?

Stsenaarium A

Elektrimajanduse arengukava -2018



Stsenaarium A



Hind ja subsideerimine

- Juhul kui toimub Euroopas tänud LNG osakaalu kasvule gaasi ja nafta hinna lahknemine, on gaas ökonoomsem alternatiiv.
- **Eesti tootmisvõimsused ei kujunda 2020 oluliselt Balti regiooni hinda.** Kuid Eesti elektritarbijatele on otsene kulu toetused ja võrgutasud.
- **Subsideeritav elektritootmine ei ole jätkusuutlik**