

Johdanto tuulivoima- liiketoimintaan



Tuulivoimaliiketoiminta Suomessa

Suomen uusiutuvat ry.

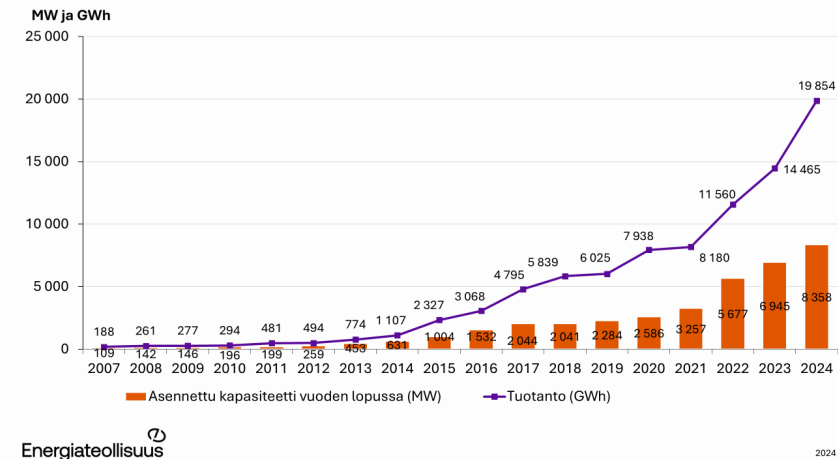
- Suomessa tuulivoiman rakentaminen aloitettiin myöhemmin kuin monissa muissa Euroopan maissa. Vuodesta 2012 vuoteen 2024 tuulivoimarakentaminen on kuitenkin päässyt vauhtiin ja valtakunnalliset rakentamis- ja tuotantotilastot ovat rikkoutuneet vuosi vuodelta.
- Vuoden 2024 lopussa tuulivoimaloita oli asennettu 1 835, ja niiden yhteenlaskettu teho oli 8 358 MW. Ne tuottivat 24 % Suomen sähkönkulutuksesta vuonna 2024.

[Miksi tuulivoimaa - Suomen uusiutuvat ry](#)

Mikäli kiinnostaa lukea lisää:

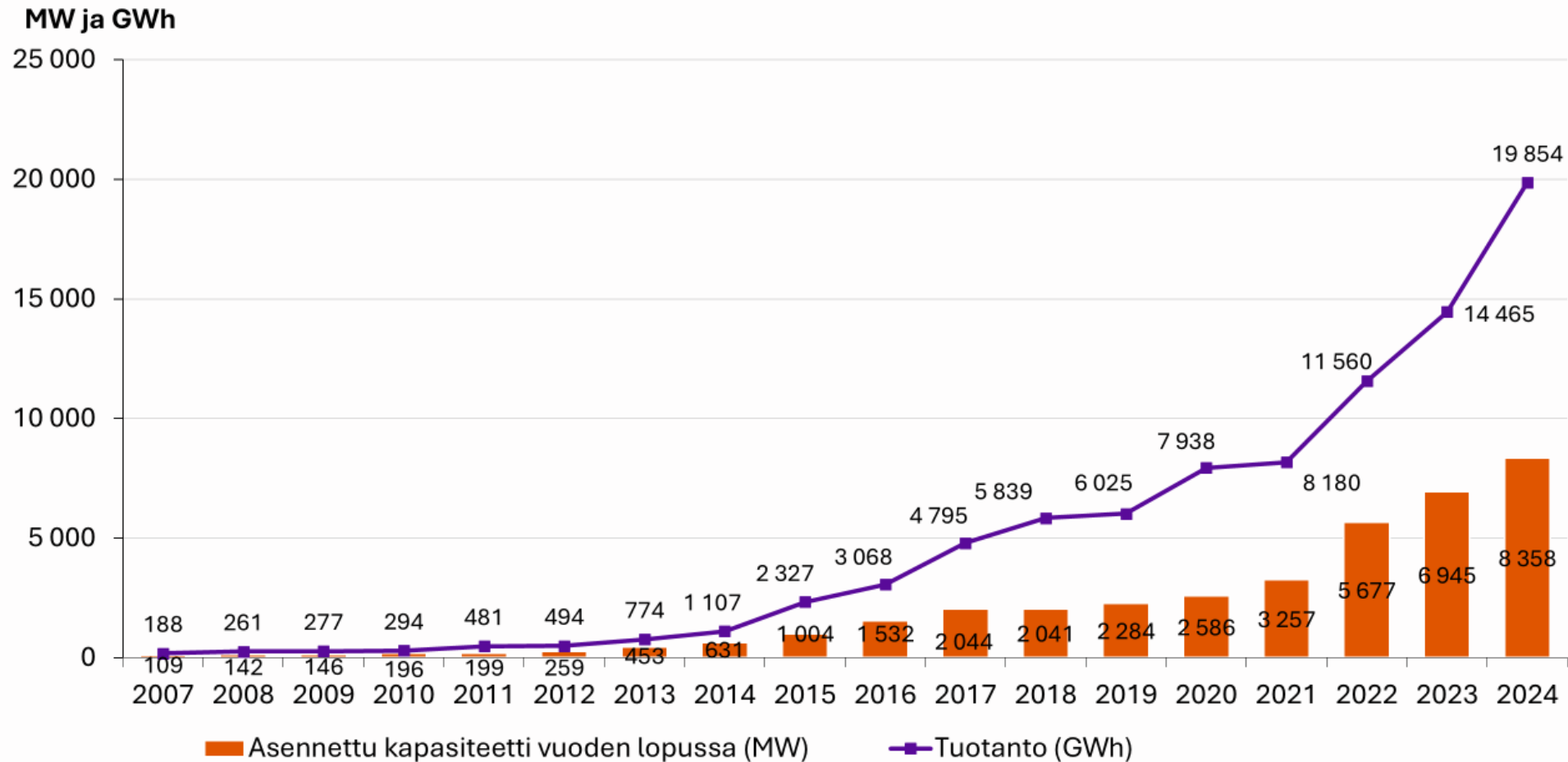
[Tuulivoiman historia Archives - Uusiutuvat-lehti](#)

Tuulivoimatuotanto kasvoi 37 % vuodessa

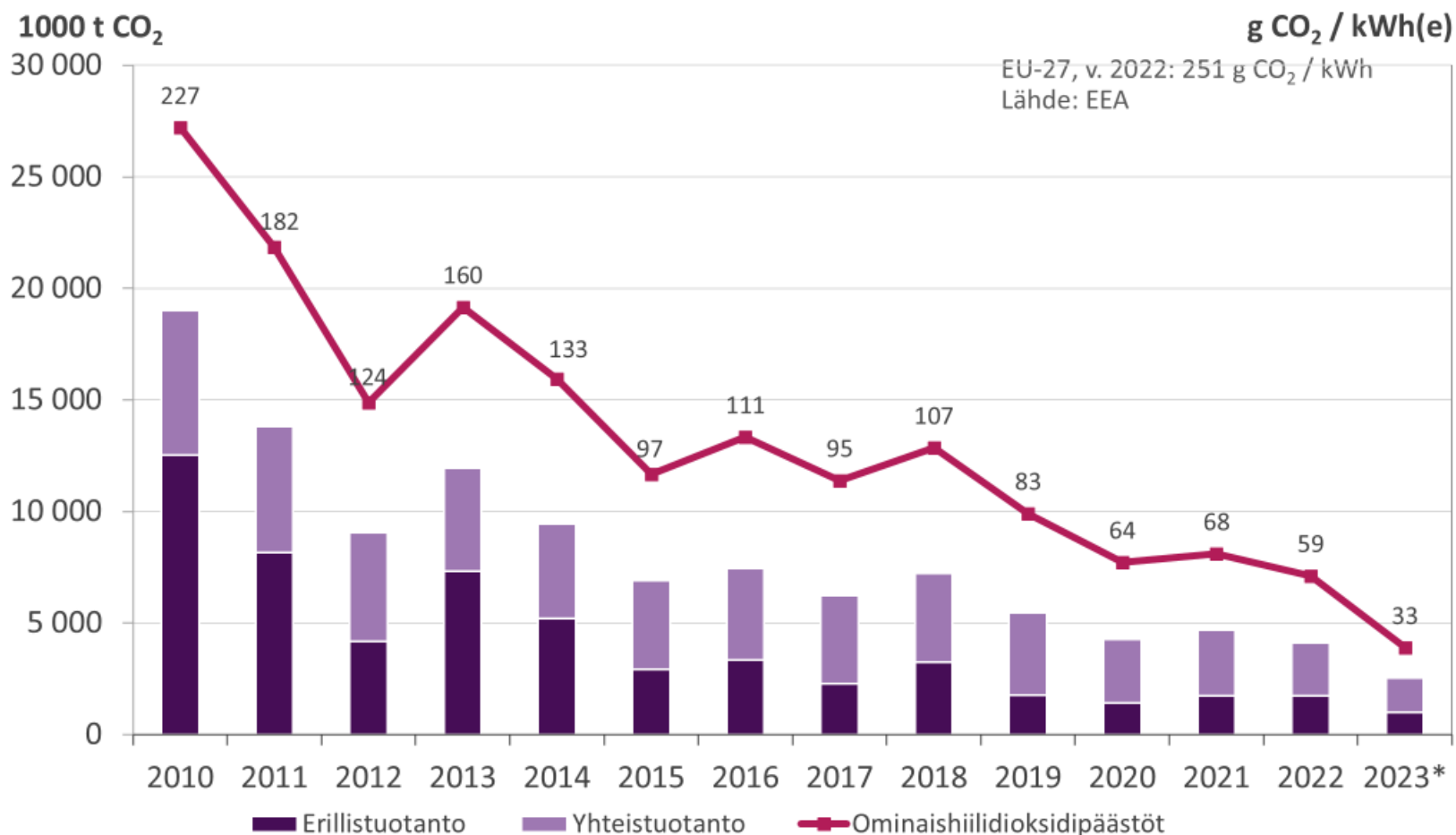


https://energia.fi/wp-content/uploads/2025/01/Sahkovuosi-2024_20250115.pdf

Tuulivoimatuotanto kasvoi 37 % vuodessa



Sähkön tuotannon hiilidioksidipäästöt romahtaneet



Sähkön hiilidioksidipäästöt:

- 2,5 Mt vuonna 2023*
- 4,1 Mt vuonna 2022
- 4,7 Mt vuonna 2021
- 6,9 Mt vuonna 2015
- 19 Mt vuonna 2010

→ Laskua edellisvuoteen **38 %**

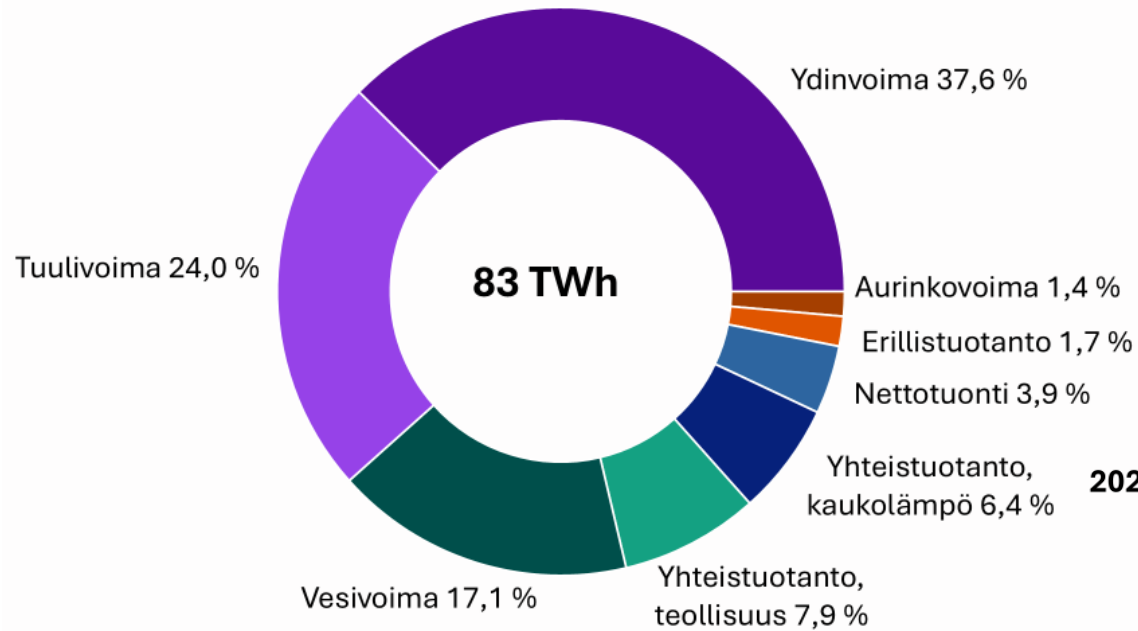
→ Päästöt laskeneet viimeisen 5 vuoden aikana **65 %**

→ Päästöt laskeneet vuodesta 2010 **87 %**

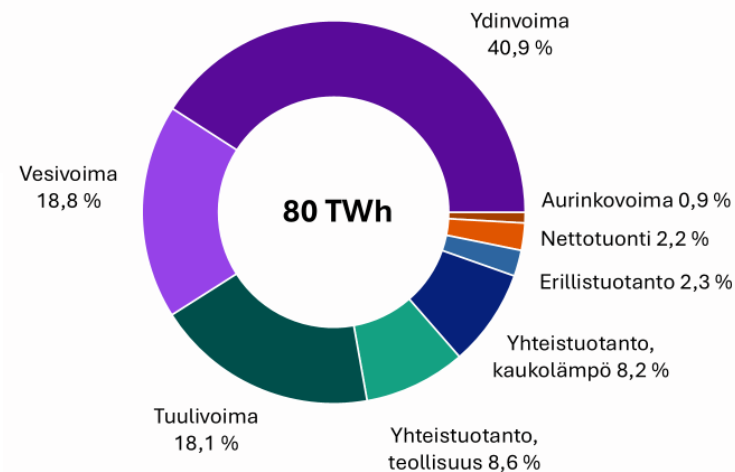
*ennakko

Hiilidioksidineutraalin sähkön osuus jo 95 prosenttia Suomen sähköntuotannosta

2024



2023



- Uusiutuvat: 56 % (52 % vuonna 2023)
- Hiilidioksidineutraalit*: 95 % (94 % vuonna 2023)
- Kotimaiset: 57 % (54 % vuonna 2023)

*Hiilidioksidineutraaleiksi energialähteiksi on laskettu energialähteet, joiden hiilidioksidivaikutusta ei raportoida sähköntuotannossa. Biomassan ilmastovaikutus lasketaan maankäyttösektorilla.

Miksi lisää tuulivoimaa Suomeen?



200 TWh vuoteen 2040 mennessä

- Suomella on yhä [potentiaalia](#) lisätä tuulivoimakapasiteettia merkittävästi. Suomen uusiutuvat ry arvioi, että vuonna 2040 Suomessa on noin 100 TWh vuotuista maatuulivoimatuotantoa ja 100 TWh vuosittaista merituulivoimatuotantoa.
- Myös uusiutuvan energian kysyntä kasvaa arvioiden mukaan kiihtyvää tahtia. [Fingridin järjestelmävision](#) mukaan kaikissa neljässä skenaariossa sähkönkulutus nousee nykyisestä 83 TWh:sta 128-188 TWh:iin vuoteen 2035 mennessä.

[jarjestelmavisio-loppuwebinaari.pdf](#)

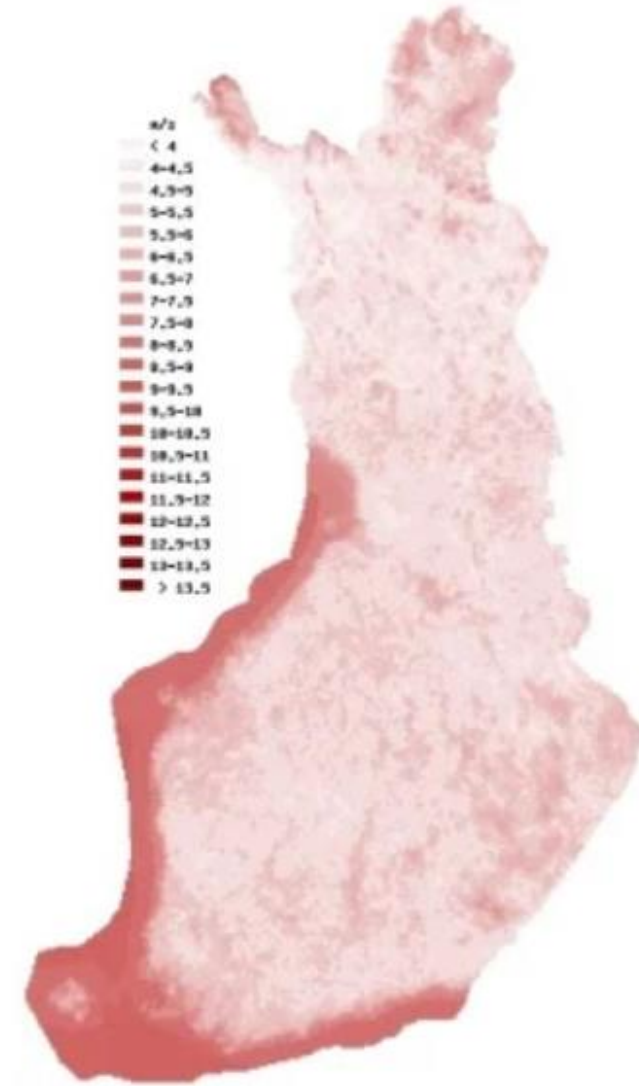
Tuulivoimahankkeiden kehittämisen edellytykset

- Tuulivoimalan sijainti
- Infrastrukturi: Sähköverkko, tiet, logistiikka
- Poliittinen päätöksenteko, vakaus & lainsäädäntö
- Markkinaehtoisuus: kehittäjätaho, jolla edellytykset & ostaja, jolla tarve
- Investoinnin kannattavuus (rahoituksen saatavuus, sähkön hinta)
- Hankkeen aikataulu (luvitus, yva, rakentaminen)
- Tekniset ominaisuudet ja teknologian kustannukset

Tuulivoimaloiden paikan valinta

Valintaan vaikuttavat erittäin monet asiat, esimerkiksi:

- Tuulisuus ([Tuuliatlas - tuulienergiakartasto](#))
- Sähköverkkoon liittymismahdollisuudet
- Asutus
- Luontoarvot
- Maanomistajien suhtautuminen hankkeeseen
- Kunnan suhtautuminen hankkeeseen
- Alueen kaavoitustilanne (Maakuntakaava ja yleiskaava)



Kunnianhimoinen ilmastopolitiikka ajurina

TABLE 1 Overview of historical EU GHG emissions reduction targets.

Target year	Goal (compared with 1990 levels)	Status
2000	Stabilization of CO ₂ emissions	Achieved
2008–2012	8% reduction of GHG emissions	Achieved
2020	20% reduction of GHG emissions	Achieved
2030	40% reduction of GHG emissions	Achievement expected with new measures
2030	55% reduction of GHG emissions (updated target, including carbon removal possibilities)	Additional measures required
2040	Target yet to be proposed	Measures yet to be proposed
2050	Climate neutrality	Additional measures required

Source: EEA, 2022; Oberthür & Dupont, 2021.

2040 climate target

Reducing net emissions by 90% by 2040

PAGE CONTENTS

Next steps

Documents

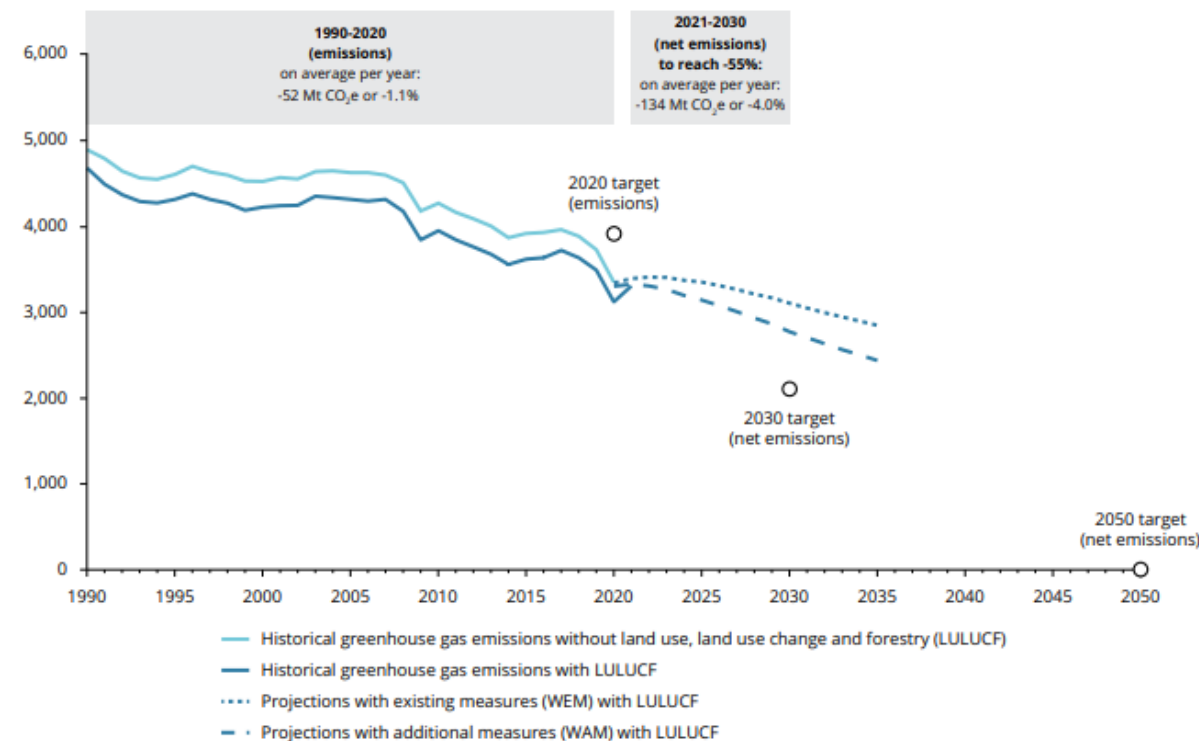
In February 2024, the European Commission presented its assessment for a 2040 climate target for the EU. The Commission recommended reducing the EU's net greenhouse gas emissions by 90% by 2040 relative to 1990.

The 2040 climate target will reaffirm the EU's determination to tackle climate change and will shape our path after 2030, to ensure the EU reaches climate neutrality by 2050. The climate neutrality objective is at the heart of the [European Green Deal](#), and is a legally binding objective set out in the [European Climate Law](#).

The EU's [2030 climate target](#) is to reduce net greenhouse gas emissions by at least 55% relative to 1990. The 2040 climate target is our next intermediate step on the path to climate neutrality.

Figure ES.1 Historical trends and future projections for greenhouse gas emissions

Million tonnes of CO₂ equivalent (Mt CO₂e)



European Environment Agency 2022

Uusiutuvan energian tukeminen

- Uusiutuvia energiantuotantomuotoja on tuettu ilmastotavoitteiden saavuttamiseksi
- Esimerkiksi Suomi on sitoutunut lisäämään uusiutuvan energian tuotantoaan:
 - Vuoteen 2030 mennessä uusiutuvien osuus loppukulutuksesta tulisi ylittää noin 50 prosenttiin ja energian hankinnan omavaraisuus 55 prosenttiin.
 - Kasvihuonekaasupäästöjä pyritään vähentämään 80–95 prosentilla vuoteen 2050 mennessä.
- Suomessa tuulivoimatuotantoa on tuettu teknologian kehittyessä eri tukimekanismeilla:
 - **Suorat investointituet** – 24-40% hankkeen investointikustannuksista (loppui 2008)
 - **Syöttötariffijärjestelmä** 2008-2017 – takuuhinta 83,5 €/tuotettu MWh → Loppuu 2030
 - **Tuotantotuen kilpailutus** – 2018 - tukitaso määräytyy hankkeen kustannustason mukaan ja ainoastaan tuotantokustannuksiltaan edullisimmat hankkeet rakennetaan.

[Uusiutuvan energian tukeminen - Suomen uusiutuvat ry](#)

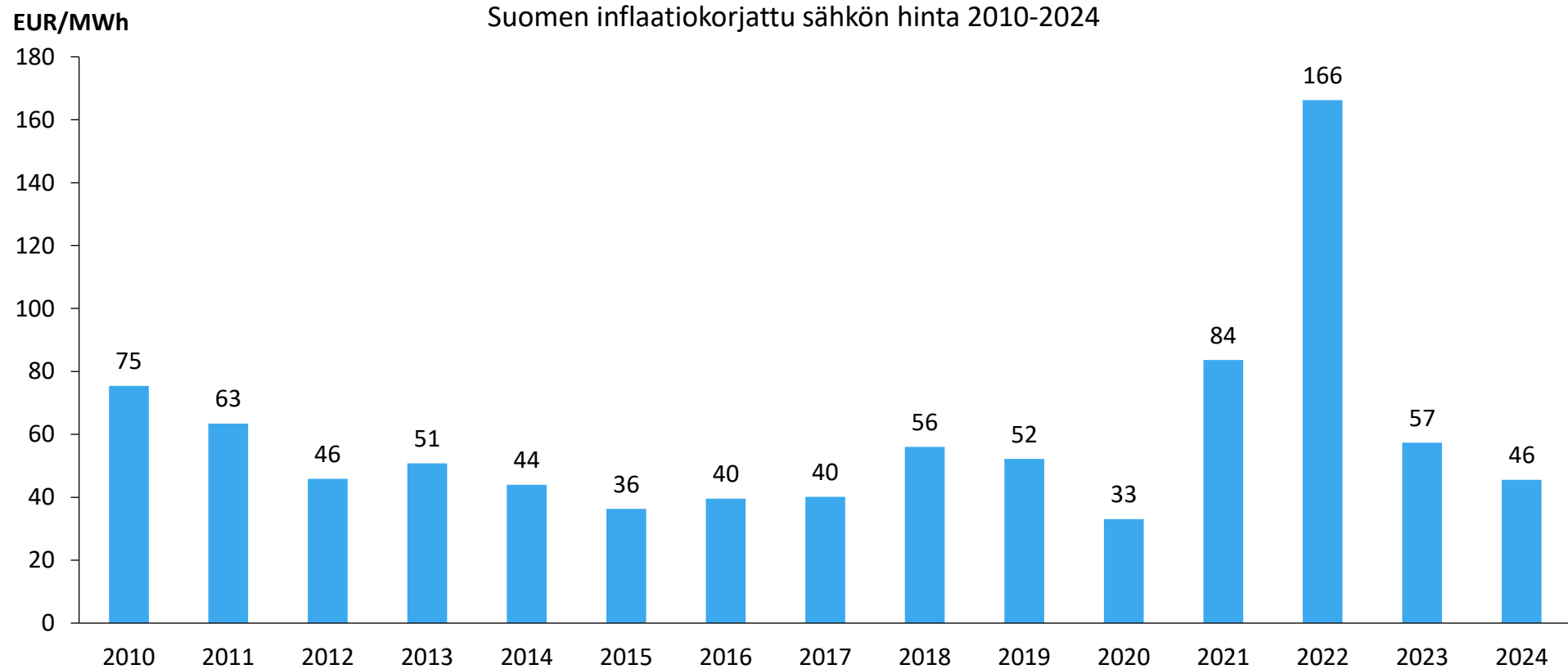
Markkinaehtoista liiketoimintaa

- Suomessa uusia tuulivoimalaitoksia on rakennettu markkinaehtoisesti jo vuosia. Viimeiset valtiolliset tuet maksettiin vuonna 2017, jonka jälkeen tuulivoiman syöttötariffijärjestelmä suljettiin.
- Tuulivoimarakentaminen on kaupallista liiketoimintaa, jonka on oltava kannattavaa. Tuulisähkölle on oltava ostaja ja sähköstä on saatava sellainen hinta, joka tekee investoinneista kannattavia
- Riskinä on, että mikäli sähkönkäyttö Suomessa ei kasva, niin uusia tuulivoimalaitoksia ei rakenneta yhtä paljon kuin tuulivoimavisioidissa on maalailtu.

→ TUULIVOIMAHANKKEIDEN LIIKETOIMINTAMALLIT JA KANNATTAVUUSLASKELMAT
KAIKEN **A J A O**

- Lue myös:
- [Miten käy tuulivoimainvestointien?](#) (Sallinen 2023)

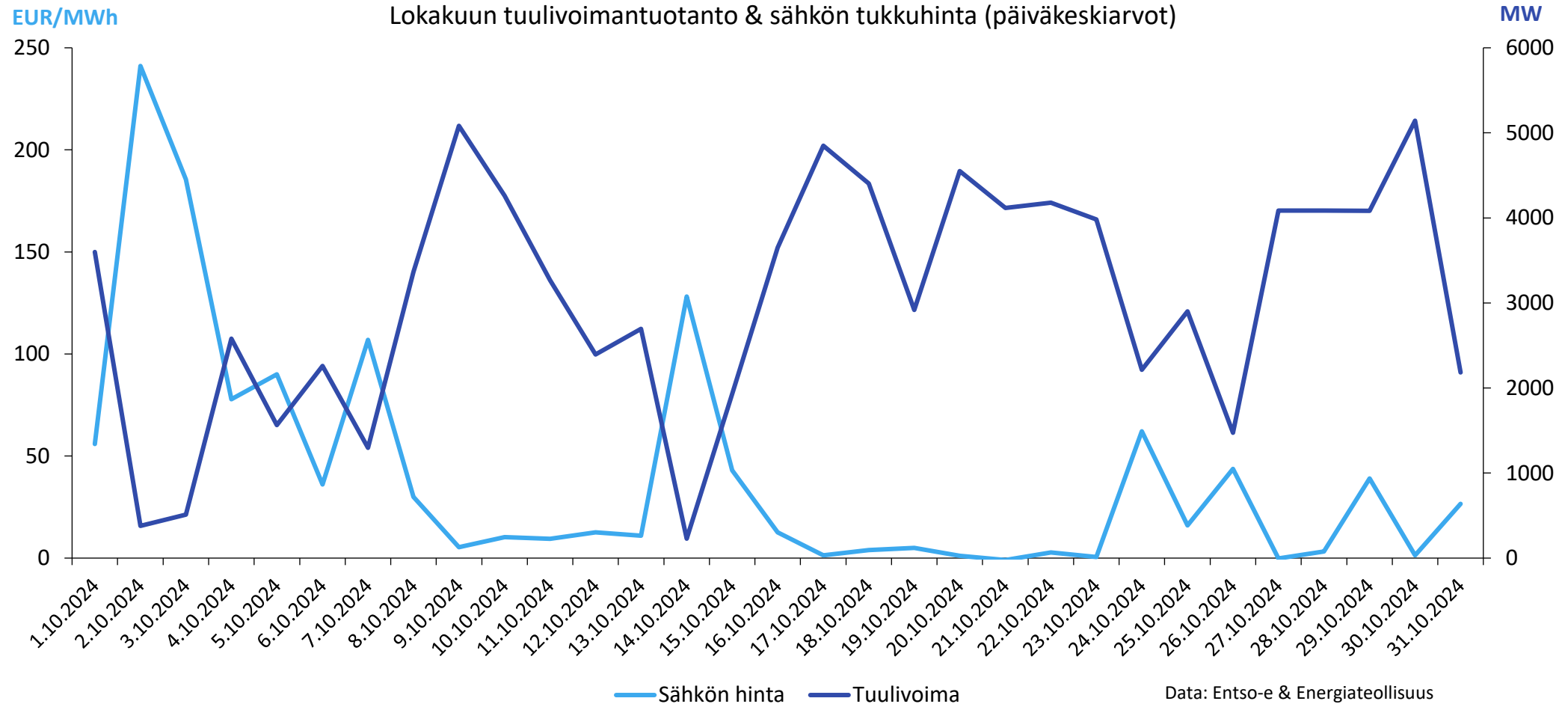
Suomen vuosikeskihintojen kehitys suhteutettuna kuluttajahintaindeksiin



Data: Tilastokeskus & Nord Pool

Tuulivoiman yhteys hintaan

- Tuulisina päivinä sähkön hinta on usein lähellä nolaa, vähätuulisina päivinä hinta korkeampi



Tyypillisiä tuulivoimarakentamisen rahoituksen toimintamalleja Suomessa

PPA

- Suuri sähkönkuluttaja tekee pitkäaikaisen sähkönhankintasopimuksen tuulivoiman tuottajan kanssa.
- Esim. [Borealis ja Fortum](#)

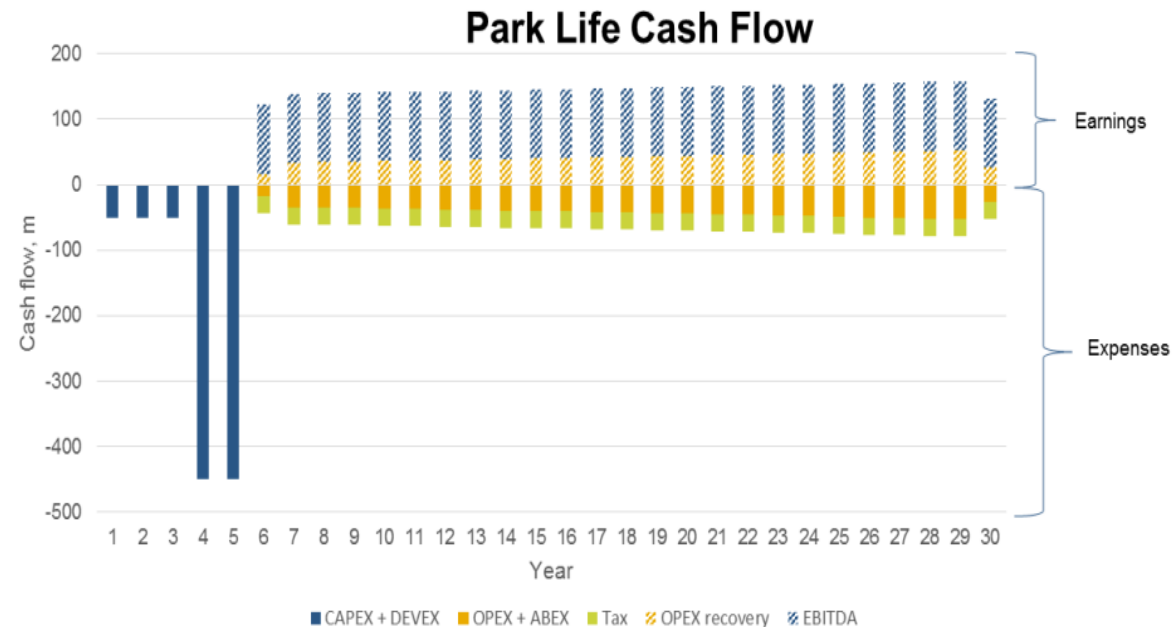
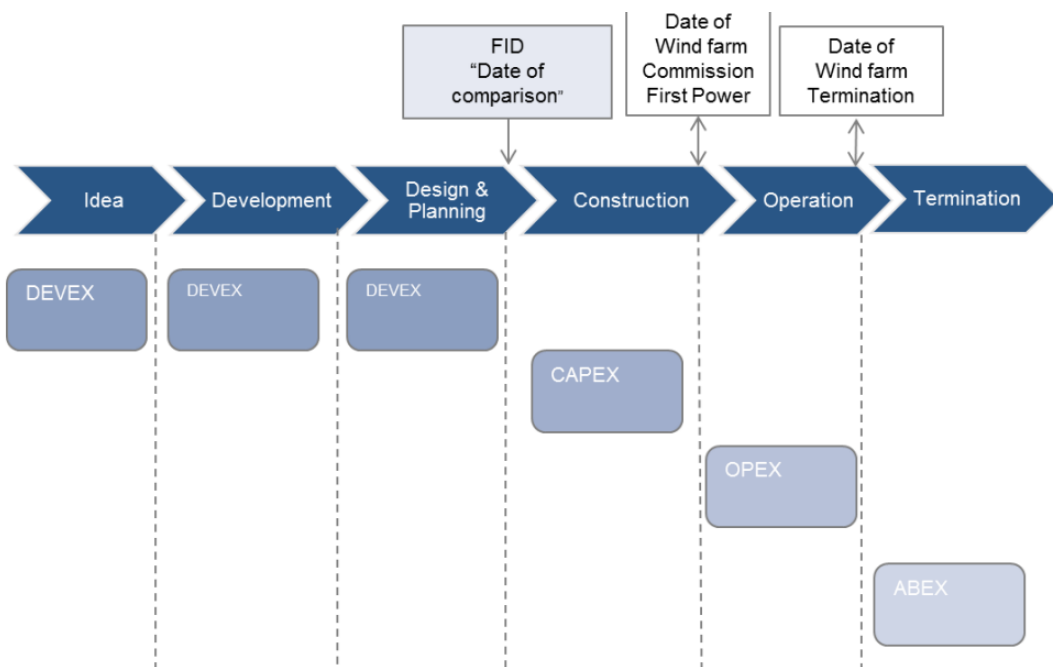
Mankala –periaate

- Mankala-yhtiöt myyvät sähköä omakustannushintaan omistajilleen.
- Esim. [EPV](#), jolla tytäryhtiö EPV Tuulivoima Oy

Kuluttaja ostaa rakennettavan tuulivoimapuiston

- Suuri sähkönkuluttaja ostaa tuulivoimatuottajan koko tuulivoimahankkeen omistukseensa.
- Esim. [OX2 ja Ikea](#)

Tuulivoimahankkeen kannattavuus



Source: Megawind 2015

Yritysrahoitus vs Projektirahoitus

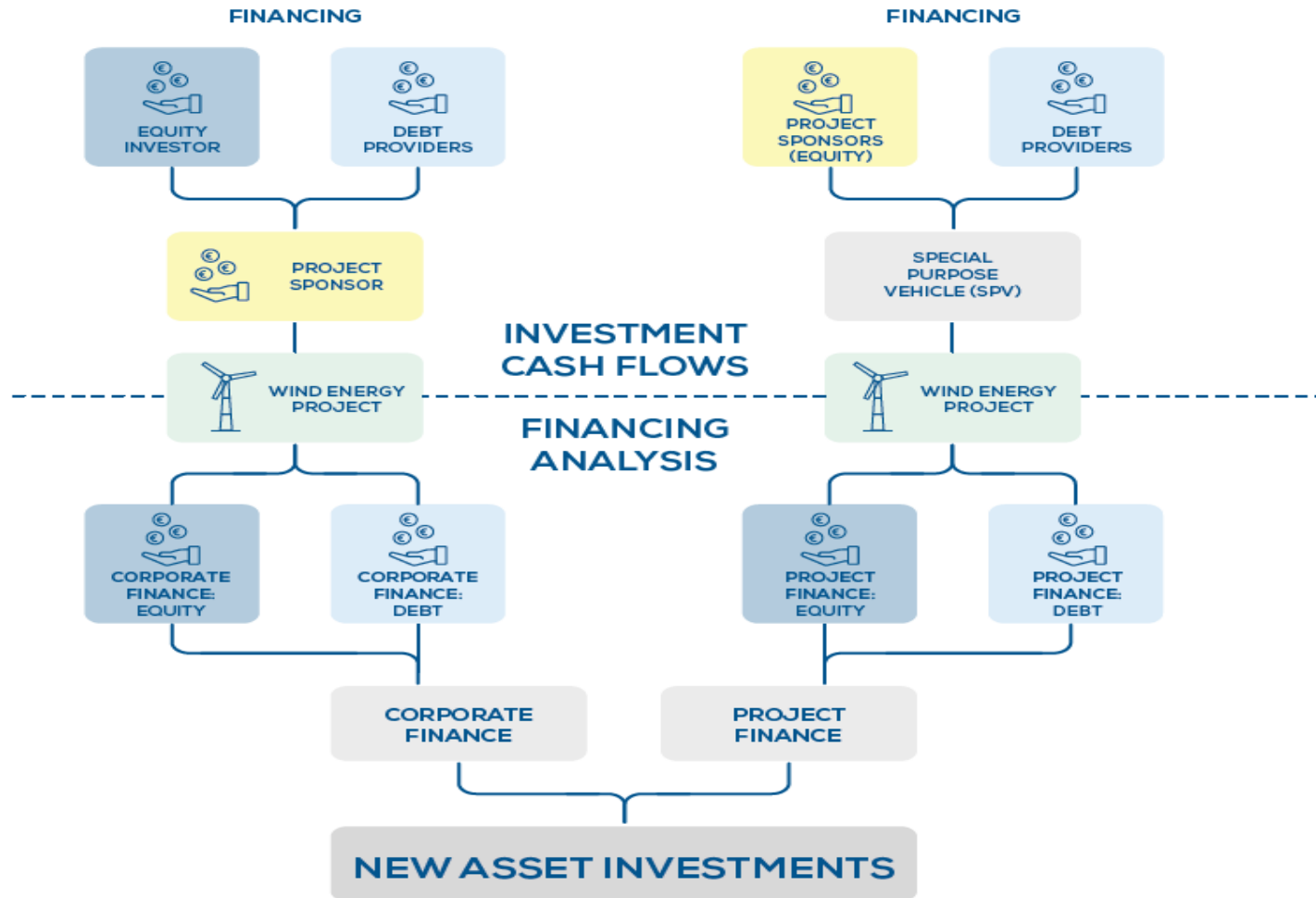
1. Hankkeita voidaan rahoittaa yrityksen taseesta – **yritysrahoitus**

- Pääomaa voidaan hankkia omalla pääomalla (laskemalla liikkeelle yhtiön osakkeita) tai velalla (yhtiön liikkeelle laskemat joukkovelkakirjalainat), joiden tuotot voidaan käyttää tuulipuiston kehittämiseen

2. Hanke voidaan tehdä myös itsenäiseksi "yritykseksi" Special Purpose Vehicle (SPV) -rakenteella – **projektirahoitus**

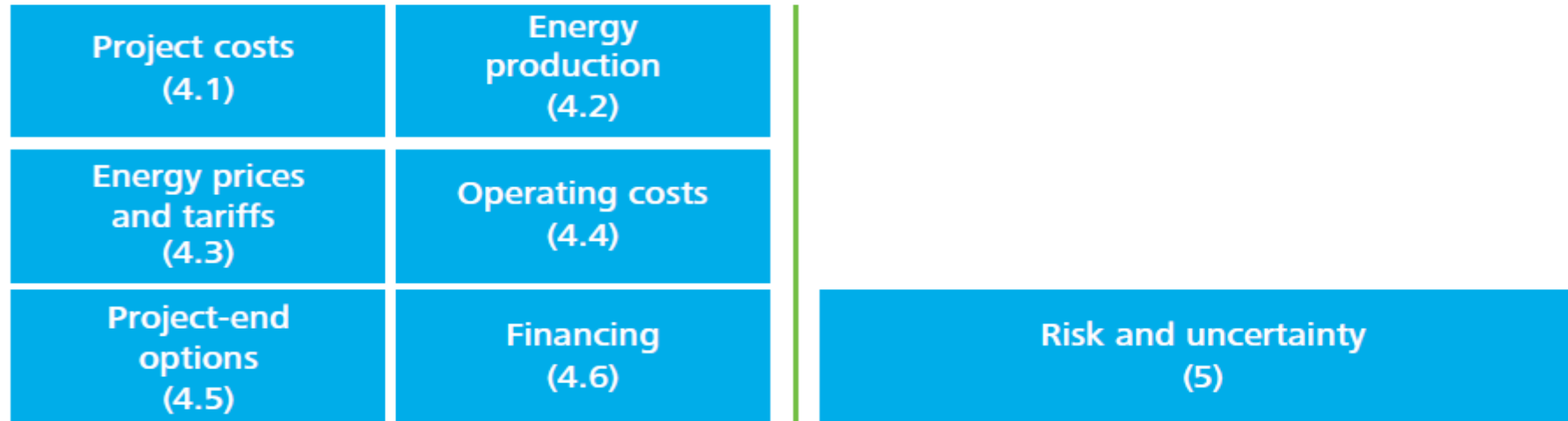
- Pääomaa voidaan hankkia omalla pääomalla (eng. equity) (laskemalla liikkeelle osakkeita hankkeessa) tai velalla(eng. debt) (pankit lainaavat hankkeelle, non-resource loan –tyyppinen laina), joka käytetään tuulipuiston kehittämiseen
- Takautumisoikeudeton velka (non-resource loan) maksetaan takaisin vain hankkeen tuloista. Jos hanke ei pysty maksamaan velkaa takaisin, pankit eivät voi turvautua hankkeen rahoittajien varoihin korvauksena, vaan ainoastaan itse hankkeen aikana rakennettuun omaisuuteen

Yritysrahoitus vs Projektirahoitus

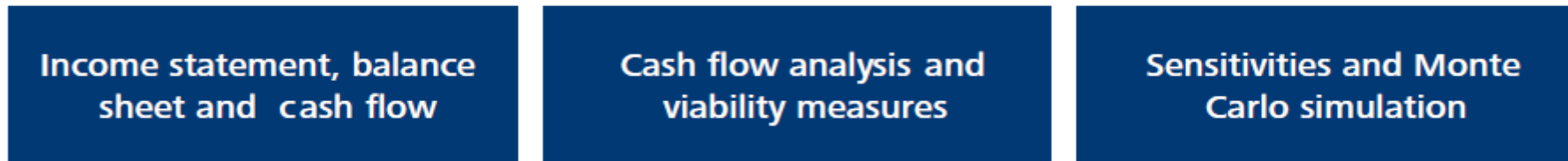


Tuulivoimahankkeen rahoituskehikko: Kannattavuuslaskenta (pre-feasibility eli esiselvitys vai

Project framework

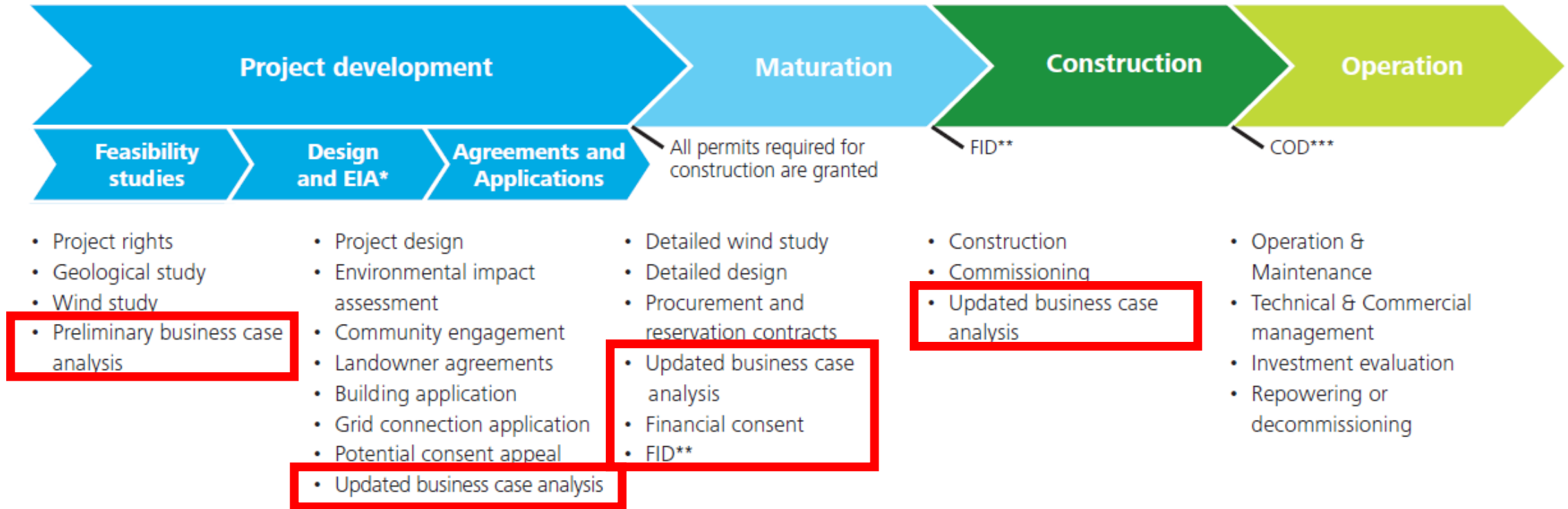


Financial analyses



Source: Deloitte analysis

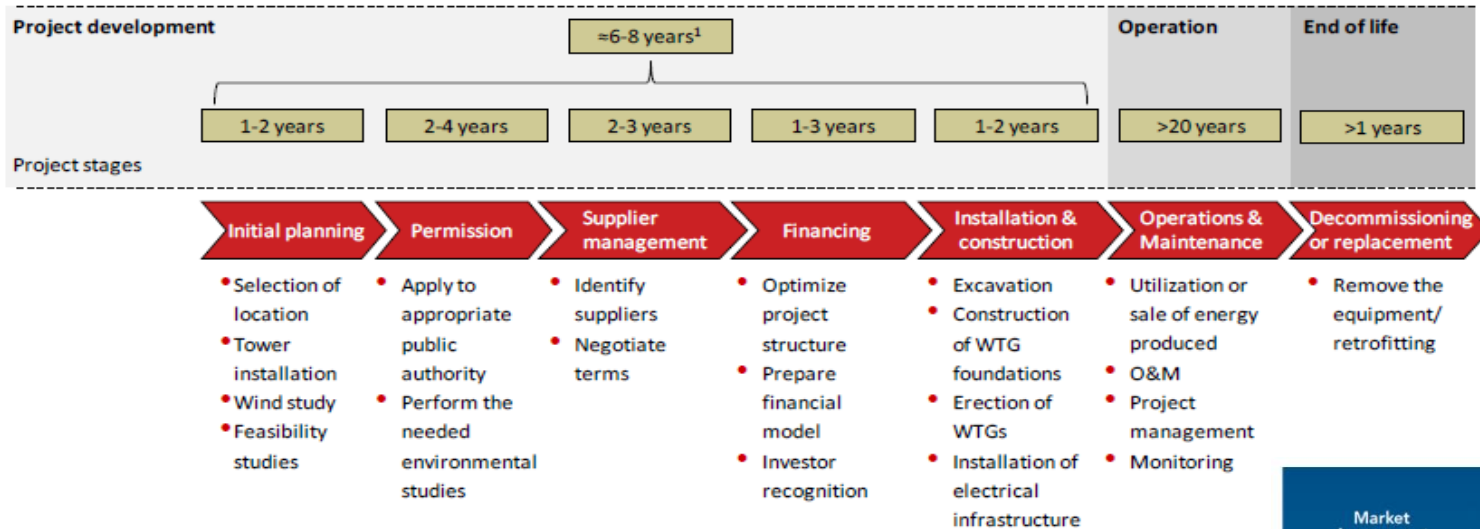
Tuulivoimahankkeen elinkaaren aikana kannattavuuslaskelmat tarkentuvat



Note: * Environment Impact Assessment, ** Final Investment Decision, *** Commissioning Date

Source: Deloitte analysis

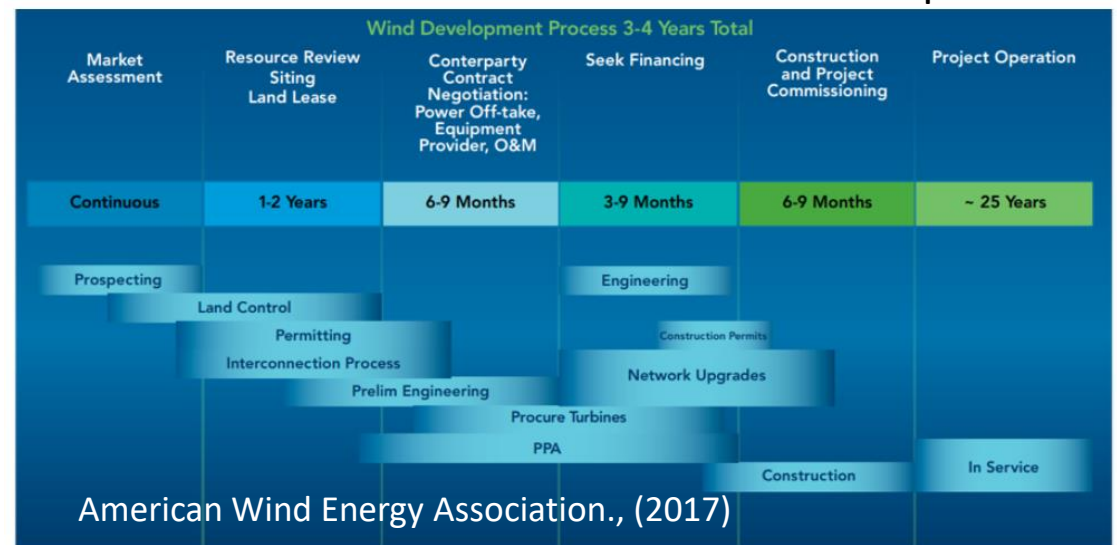
Tuulivoimahankkeiden aikataulu(ja)



Note: ¹Average number of years; project stages can be performed in parallel in some cases
 Source: Corporate website; AEE; ECLAREON analysis

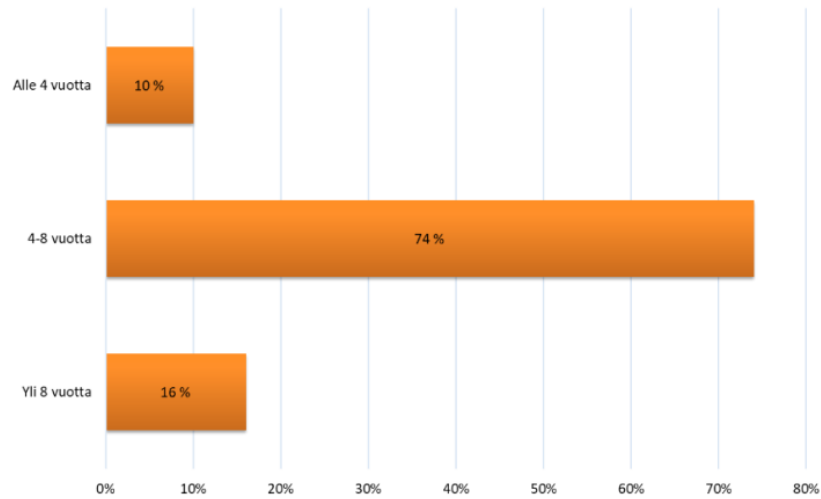


RWE Spain 2025



American Wind Energy Association., (2017)

4.10.2022

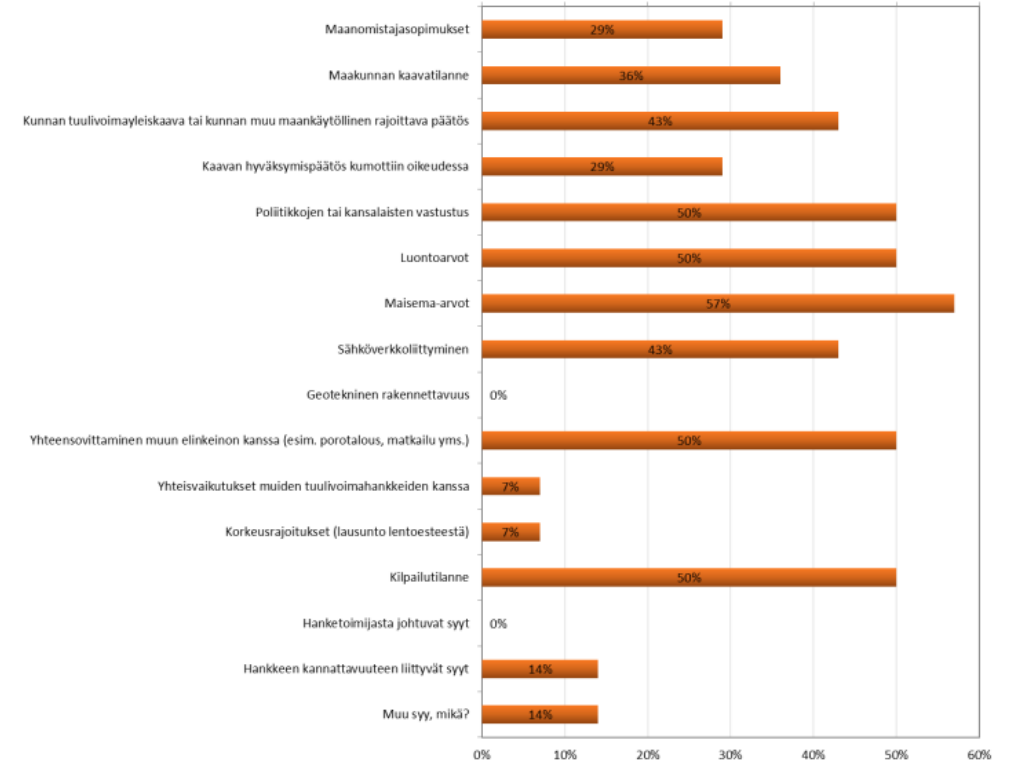


Kuva 8. Keskimääräinen aikataulu tuulivoima-alueen toteutumiselle kyselyyn vastanneiden hanketoimijoiden mukaan, kun Puolustusvoimilta on saatu myönteinen lausunto ja hanke on muuten toteuttavissa (vastaajien määrä: 19).

5 Maatuloivoimahankkeiden toteutumiseen vaikuttavat tekijät

Kyselyssä selvitettiin keskeisimmät syyt sille, miksi maatuloivoimahankkeet eivät ole toteutuneet, vaikka Puolustusvoimilta on saatu myönteinen lausunto hankkeen aluevalvontavaikutuksista.

Vastausvaihtoehtoja kyselyssä oli 15 kappaletta (kuva 9 & 10). Vastaajien määrä toimijakyselyssä oli 14 ja valittujen vastausten lukumäärä 67. Kunnille tehdyssä kyselyssä vastaajia kysymykseen oli 20 ja valittujen vastausten lukumäärä 48.



Kuva 9. Toimijoiden kyselyssä ilmoitettujen maatuloivoimahankkeiden toteutumiseen vaikuttavat tekijät (% vastaajista).

Tuulivoimaloiden kehittyminen vaikuttaa kustannuksiin

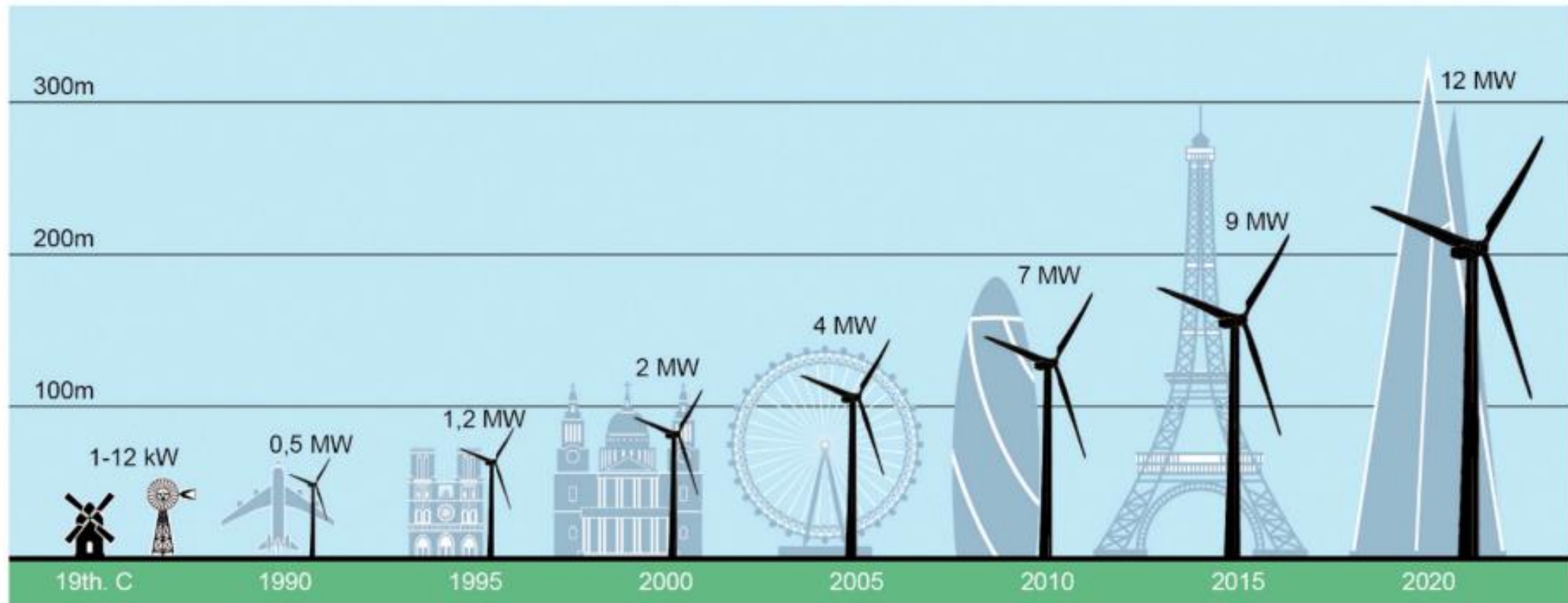
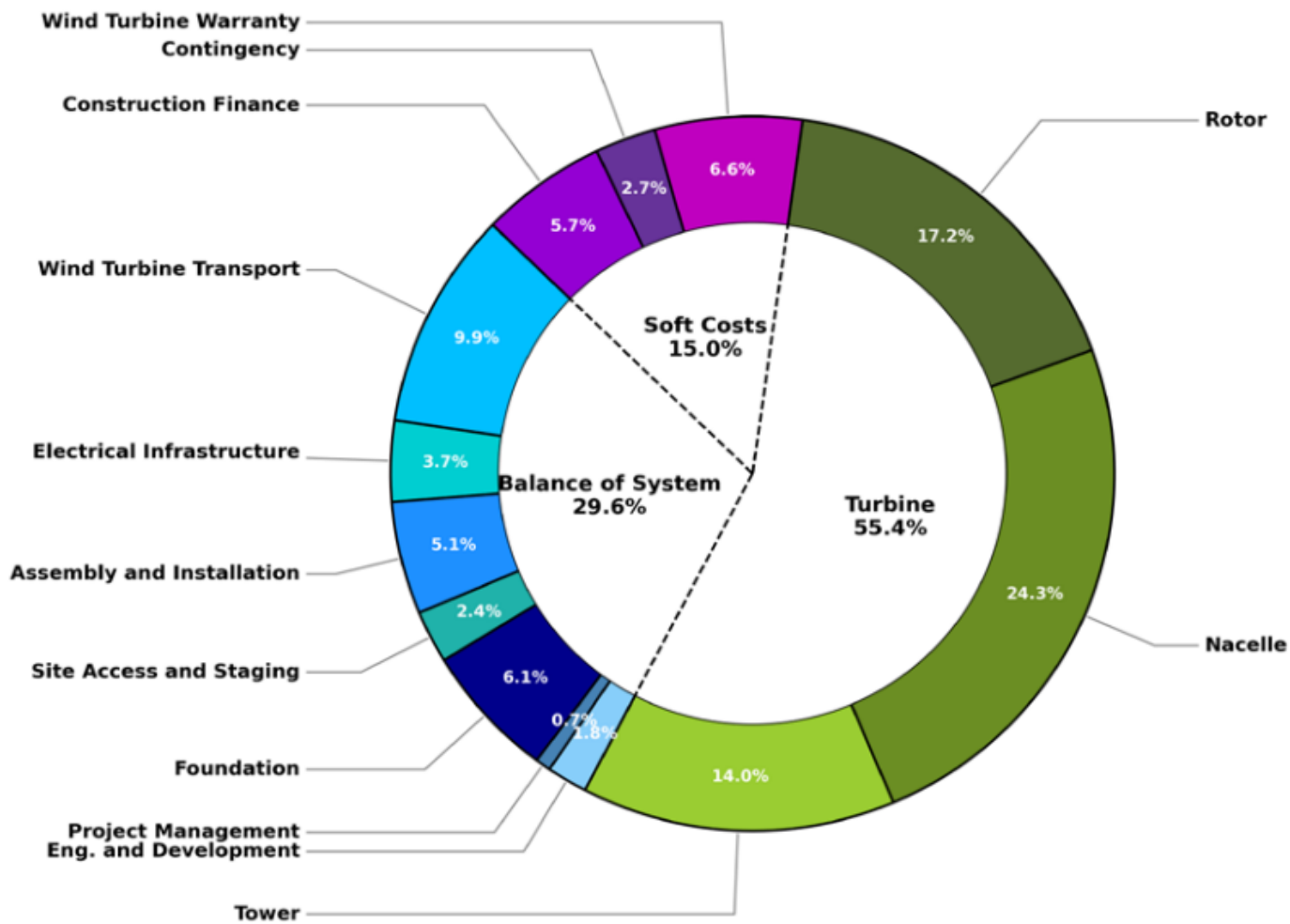


Fig. 5. The Evolution of Wind Turbines.

Johanssen 2021

Land-Based Wind Project Component Cost Breakdown



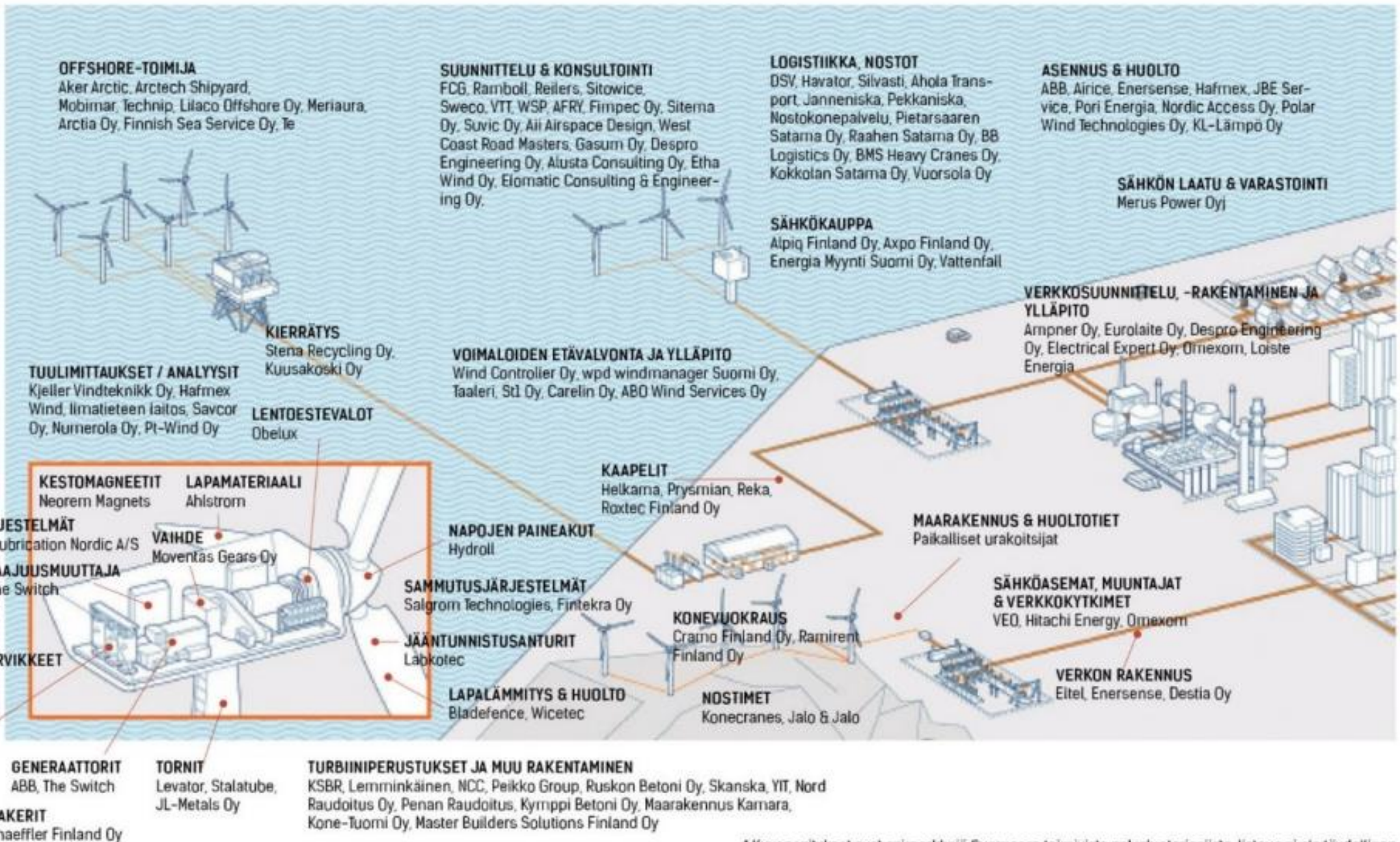
Parameter	Value (2023\$/kW)
Wind Turbine CapEx	1,091
Rotor	337
Nacelle	477
Tower	276
BOS CapEx	582
Engineering and development	36
Project management	14
Foundation	120
Site access, staging, and facilities	47
Assembly and installation	100
Electrical infrastructure	72
Wind turbine transport	194
Soft Cost	295
Construction finance	111
Contingency*	54
Wind turbine warranty	130
Total CapEx	1,968

Turbine component cost estimates are derived from recent updates to NREL's Wind Plant Integrated Systems Design and Engineering Model (WISDEM®) <https://github.com/WISDEM/WISDEM>.

BOS component cost estimates are obtained from the Land-based Balance of System Systems Engineering (LandBOSSE) model (Eberle et al. 2019).

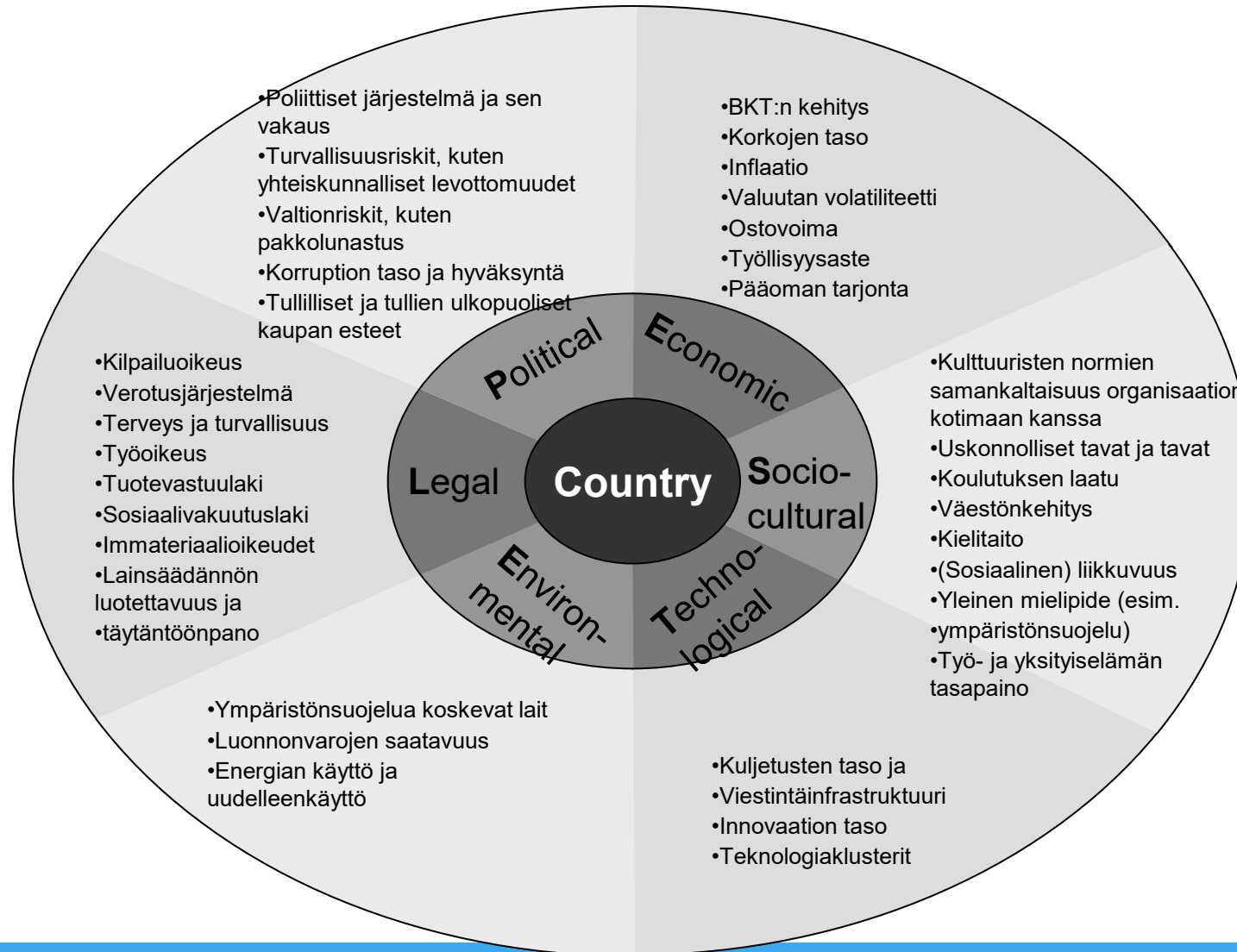
Construction financing assumptions are from the 2024 Annual Technology Baseline [atb.nrel.gov](https://www.nrel.gov/atl).

* Contingency category also includes insurance, permitting, bonding, and markup estimates



Tuulivoima PESTEL

POLITICAL, ECONOMIC, SOCIO-CULTURAL, TECHNOLOGICAL,
ENVIRONMENTAL, LEGAL



Oppimistehtävä – Osio 1

Pohdi oppimispäiväkirjassasi seuraavia:

- Mitkä ovat tärkeimmät PESTEL-tekijät, jotka vaikuttavat tuulivoimahankkeen aloittamiseen?
- Mitkä ovat tällä hetkellä kriittisimmät kysymykset tuulivoimaprojektien investointipäätöksiä tehtäessä? Miten nämä ovat muuttuneet viimeisten parin vuoden aikana verrattuna esimerkiksi viiden vuoden takaiseen tilanteeseen?

Kiitos!

Kaisa Penttilä (KTT)

Päätoiminen tuntiopettaja

kaisa.penttila@vamk.fi

+358207663387