

# Turvatuuli hankkeen opintojakso: Merituulivoiman erityiskysymyksiä

## *Johdanto Merituulivoimaan*

Koulutus on rahoitettu Euroopan unionin elpymis- ja palautumistukivälineellä (RRF), joka on EU:n elpymisvälineen (Next Generation EU) suurin ohjelma. Rahoituksen on myöntänyt Jatkuvan oppimisen ja työllisyyden palvelukeskus (Jotpa). Palvelukeskus edistää työikäisten osaamisen kehittämistä ja osaavan työvoiman saatavuutta. Palvelukeskuksen toimintaa ohjaavat opetus- ja kulttuuriministeriö sekä työ- ja elinkeinoministeriö



Will offshore wind subsidies continue?

How will offshore wind grow globally?

Can bolted MP-TP connections work for future XXL monopiles?

How will supply chains cope with increased demand?

How do we meet skill shortages over the next decade?

How big will turbines get?

Will we still need jacket foundations in the future?

Which countries will develop fabrication capabilities for offshore wind?

How will the demand for specialised transport and installation vessels be met?

Would it be better to focus on getting cheaper turbines than bigger ones?

What will climate change mean for future offshore wind farm developments?

Could floating wind foundations bring down O&M costs?

How quickly can floating wind become competitive with other foundation types?

# Globaaleja Offshore Kysymyksiä

- Source : [https://www.empireengineering.co.uk/wp-content/uploads/2021/08/The\\_Empire\\_Engineering\\_Guide\\_to\\_Offshore\\_Wind\\_Foundations\\_eBook-1.pdf](https://www.empireengineering.co.uk/wp-content/uploads/2021/08/The_Empire_Engineering_Guide_to_Offshore_Wind_Foundations_eBook-1.pdf)

# Kotimaisia Offshore Kysymyksiä

- Miten lainsäädäntö kehittyy?
- Kuinka toimia vastustuksen kanssa?
  - Maisemahaitta
  - Kalastus
  - Merenkulku
  - Linnusto
- Siirtokapasiteetin riittävyys?
- Mikä on vedyn rooli merituulivoimassa?

5.54 la 29.6. 39 %

## ”Att ta havet från oss är som att ta vår själ”

**Vindkraftsparken som planeras utanför Korsnäs väcker starka känslor.**

Myndigheter och invånare har sagt sitt om programmet för bedömning av miljökonsekvenserna för havsvindkraftsparken.

Planen omfattar högst 150 kraftverk med en maxhöjd på 350 meter. Området är 275 kvadratkilometer och ligger som närmast 15 kilometer utanför kusten från Korsnäs. 28 myndigheter kom med utlåtanden om Vattenfalls och Forststyrelsens projekt.

20 invånare gav sin åsikt om det. Utlåtanden tar upp olika följder projektet kan tänkas ha för fisket, fågelbeståndet, sjötrafiken, vattenmiljön, landskapet med mera. De flesta avslutas med en sammanfattning.

Ett par nedslag bland utlåtandena i den 70-sidiga sammanställningen: Trafikledsverket påpekar risken som kan uppstå med den planerade havsvindkraftsparken utanför Korsnäs och andra planerade havsvindkraftparker. Risken är att de fria havsområdena blir för smala med tanke på sjöfarten.

En annan risk är förhållandena som kan uppstå i havsvindkraftparken på vintrarna och i synnerhet under svåra isförhållanden.

Finlands Yrkesfiskarförbund säger i sitt utlåtande att yrkesfiskets samexistens med vindkraft på samma yta är omöjligt. ”I praktiken uppstår områden med fiskeförbud”.

Samtliga 20 åsikter motsätter sig projektet.

**EN INVÅNARE** befarar att grävningarna på projektområdets botten blir förödande med fyllning av muddermassor och sprängningar. ”Under de fyra år som projektet genomförs kommer vattnet att grumlas ständigt

och strömmarna kommer att föra grumligheter från tippplatserna för muddringsmassorna vida omkring även länge efter projektet har avslutats. Området kommer inte att kunna återställas”.

Flera åsikter riktar skarp kritik mot att en stor del av materialet som man ska ha åsikt om är tillgängligt endast på finska.

”I värsta fall blir havet utanför Korsnäs en kyrkogård för 150 slutkörda vindkraftverk”, heter det i en åsikt som också tar upp isproblem: Förhållandena kan vara extrema i en nordvästlig storm då isfält från norra Kvarken eller från svenska sidan packas mot de grunda områdena utanför Korsnäs.

I en del av åsikterna väcker planerna på en stor havsvindkraftpark starka känslor. Ett exempel: ”Känner en stor sorg över detta projekt och delar den med en majoritet av Korsnäsbor som inte orkar engagera sig. Att ta havet från oss är som att ta vår själ, men vad bryr ni er om det. Vi känner bara frustration och hopplöshet”.

En åsikt vädjar om att lämna något vackert, en bit orört hav kvar till kommande generationer och avslutar med att citera ett ordspråk från den amerikanska ursprungsbefolkningen: ”Inte förrän det sista trädet huggits ned, inte förrän den sista floden blivit förgiftad, inte förrän den sista fisken har fångats - inte förrän då märker du att pengar inte går att äta”.

**Anders Strandén**  
anders.stranden@vasabladet.fi  
06-7848 305

**Korsnäs havsvindkraftsprojekt får kritik.**  
FOTO: MIKAEL NYBACKA/ARKIV

**De gav utlåtanden**

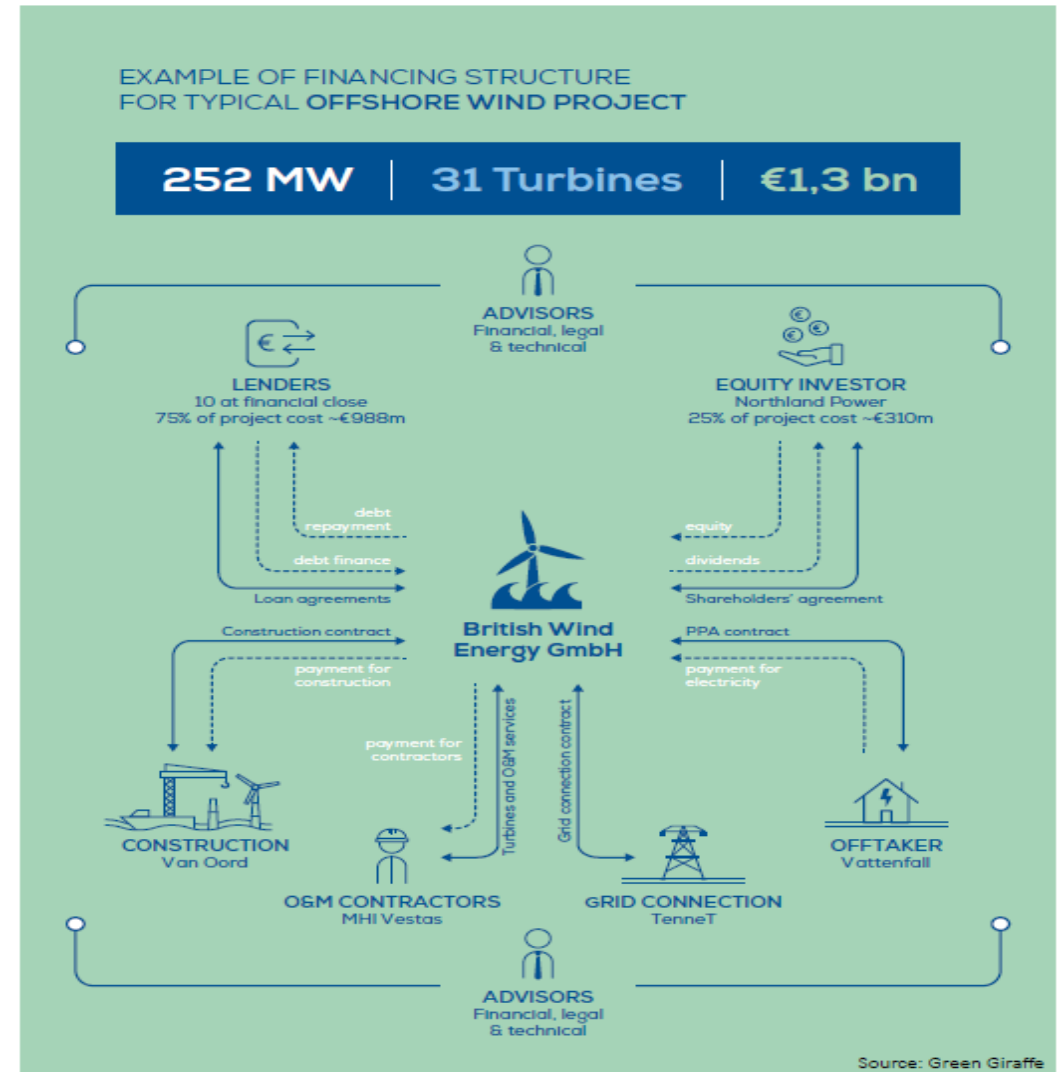
- Fingrid, Meteorologiska institutet, Korsnäs kommun, Transport- och kommunikationsverket Traficom, Naturresursinstitutet Luke, Västkustens miljöenhet, Västra Finlands sjöbevakningssektion, Malax kommun, Forststyrelsens naturtjänster, Museiverket, Korsholms kommun, Närpes stad, Österbottens förbund, Österbottens museum, Österbottens räddningsverk, Suomens Erillisverket, Finlands viltcentral

Kust-Österbotten, NTM-centralen i Egentliga Finland fiskerihushållning, Trafikledsverket, Bird Life Finland, Cinia, Digita, Elisa, Finlands Yrkesfiskarförbund, Suupohjan Lintutietieellinen Yhdistys, Telia Finland, Österbottens Fiskarförbund och Södra Kust-Österbottens fiskeriområde, Södra Österbottens NTM-central (enheterna för områdesanvändning, trafikområden, naturskydd, vattenskötsel och miljöskydd).

\*Priset p

# Energiainvestoinnin 3 pääkriteeriä

- **Huoltovarmuus;** lyhyt vs pitkäaikaväli? deployment of the production capacity (Levelised Cost of Capacity: LCOC).
- **Kannattavuus;** (Levelised Cost of Energy): LCOE.
- **Ympäristönäkökohdat** (Life Cycle Analysis): LCA



# Levelized Cost of Energy (LCOE) – known also as Levelized Energy Cost (LEC)

- Tulevat kulut ja menot diskontataan nykyhetkeen, jolloin saadaan nykyarvo (NPV)
- Kaavassa huomioidaan:
  - Investointikulut (CAPEX)
  - Käyttökulut (OPEX)
  - Jakajana tuotettu sähkön määrä
  - Diskonttauskorko (WACC: Weighted Average Cost of Capital)
  - WACC: kertoo oman ja vieraan pääoman “hinnan”

- Erilaisia tapoja laskea LCOE
- Reaalinen LCOE
  - poistaa käyttökuluihin (opex) liittyvän inflaation vaikutukset
  - Suosittu hallituksen ja päättäjien keskuudessa
- Nimellinen LCOE
  - Inflaation vaikutusta ei huomioitu
  - Suosittu kehittäjien ja projektin omistajien keskuudessa

# LCOH haasteita: (LCOE) – “the holy grail of confusion”

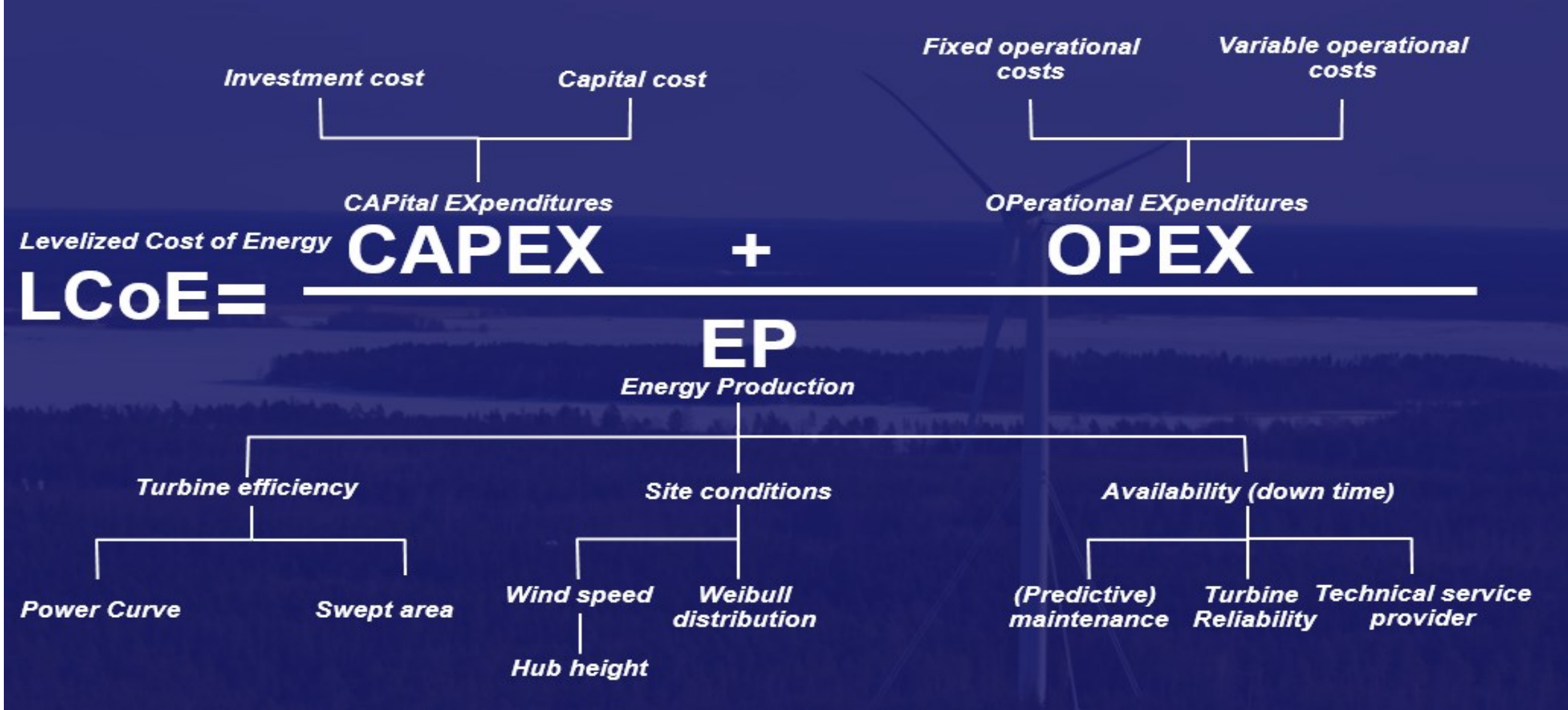
- Teoriassa standardimenetelmä, mutta...

- investointikustannus: annuiteetteja vai yksittäinen syöttö?
- Miten verotuskysymykset ja tuet tulisi käsitellä?
- Kuinka poisto (arvon aleneminen) ja degradaatio (tuotannon lasku) tulisi käsitellä?
- Tulevaisuuden tarve teknisille päivityksille ja kunnostuksille?
- Lasketaanko laitteistolla olevan jäännösarvoa elinkaaren loppuun ja purkukustannukset
- Suunnittelu- ja rakennusvaiheen kustannusten diskonttaustarve?

- Haasteet diskonttaustekijän (WACC) kanssa:

- Vieraan pääoman ja oman pääoman korkokannan vaihtelu. Miten omien ja vieraan pääomien muutokset otetaan huomioon sijoituksen elinkaaren aikana?
- Järjestelmän elinkaaren kesto voidaan arvioida joko teknisesti tai taloudellisesti.

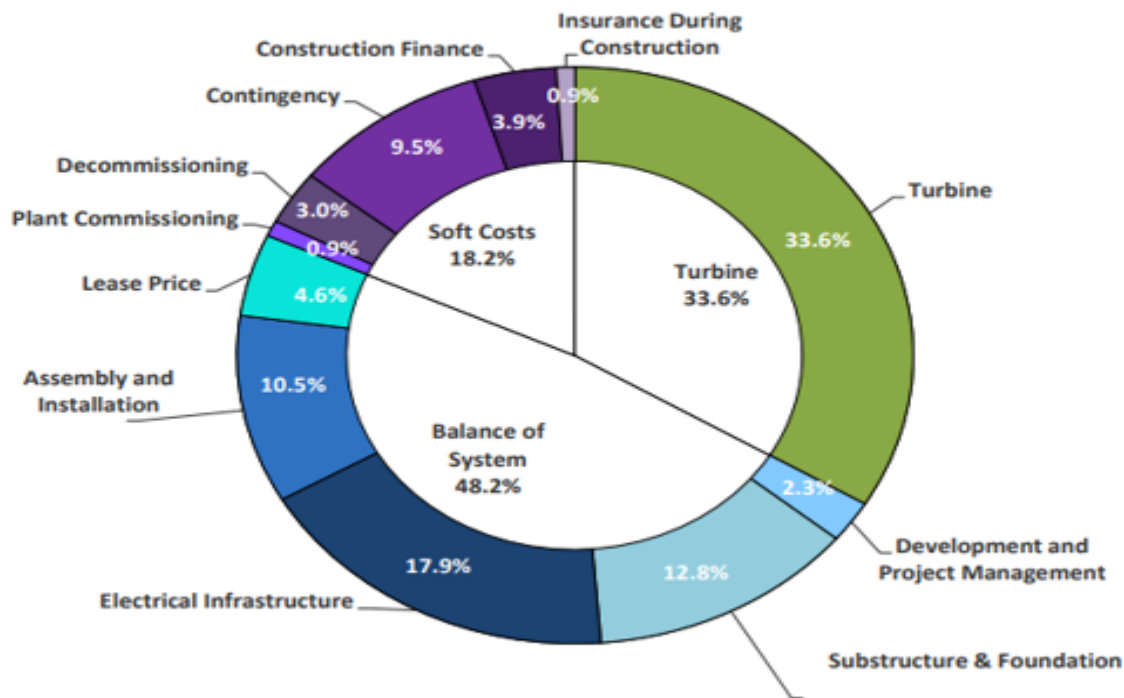
# Cost of Wind Energy



Modified picture, original P. Holm 2015

# Merituulivoimainvestointi

## Fixed-bottom Offshore Wind System CapEx Component Cost Breakdown



Parameter	Value (\$/kW)
Turbine	1,301
BOS	1,866
Development and project management	91
Substructure and foundation	496
Electrical infrastructure	693
Assembly and installation	408
Lease price	178
<b>Soft Costs</b>	<b>704</b>
Plant commissioning	34
Decommissioning	117
Contingency	366
Construction finance	152
Insurance during construction	34
<b>Total CapEx</b>	<b>3,871</b>

NREL | 35

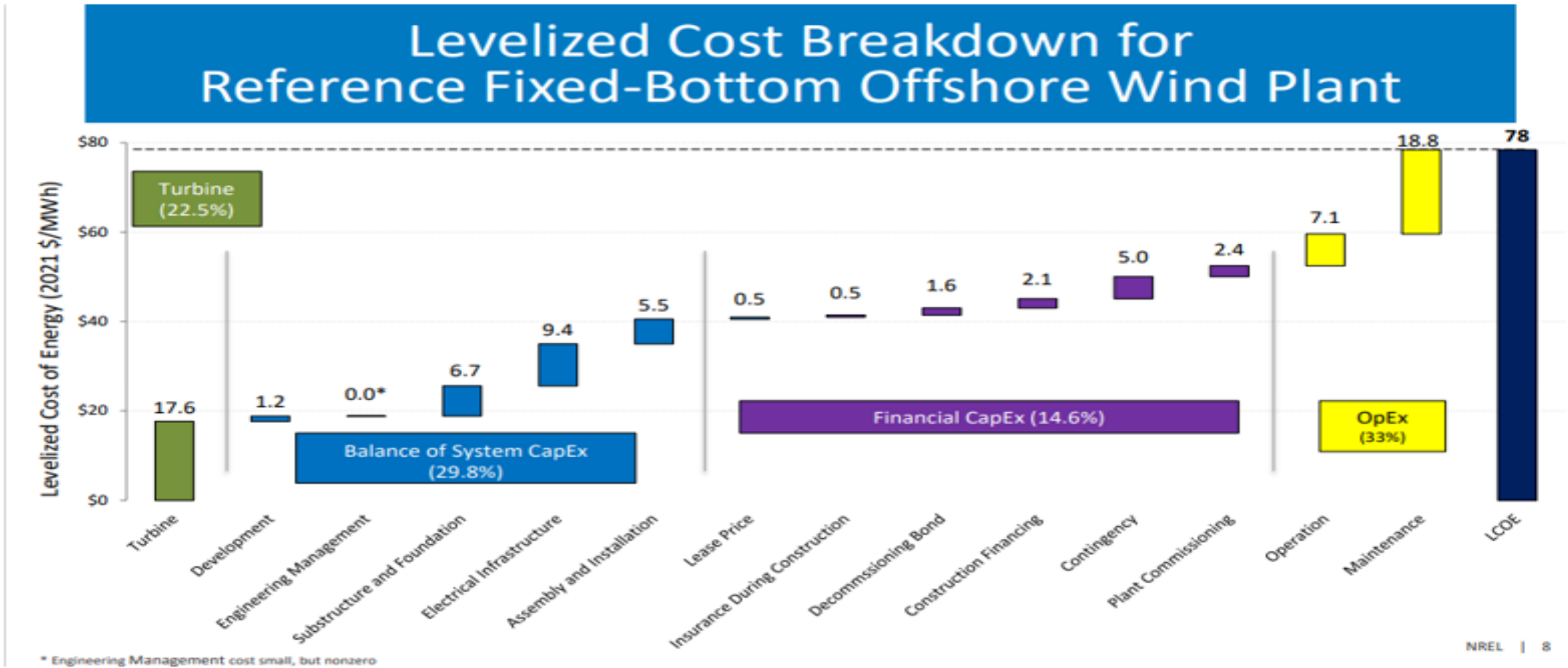
### Kelluva perustus;

- BoS +100%
- Total CAPEX +85%
- LCOE \$133/MWh (kiinteä perustus \$78/MWh)

Figure 3: CAPEX cost breakdown for fixed bottom offshore wind.

Source: US National Renewable Energy Laboratory 2022.

# Merituulivoima tuotantokustannus (LCoE)



**Figure 5. LCOE Breakdown for Bottom Fixed Offshore Wind Plant**  
 Source: US National Renewable Energy Laboratory 2022.

# Tuotantokustannusennuste (LCoE) - US

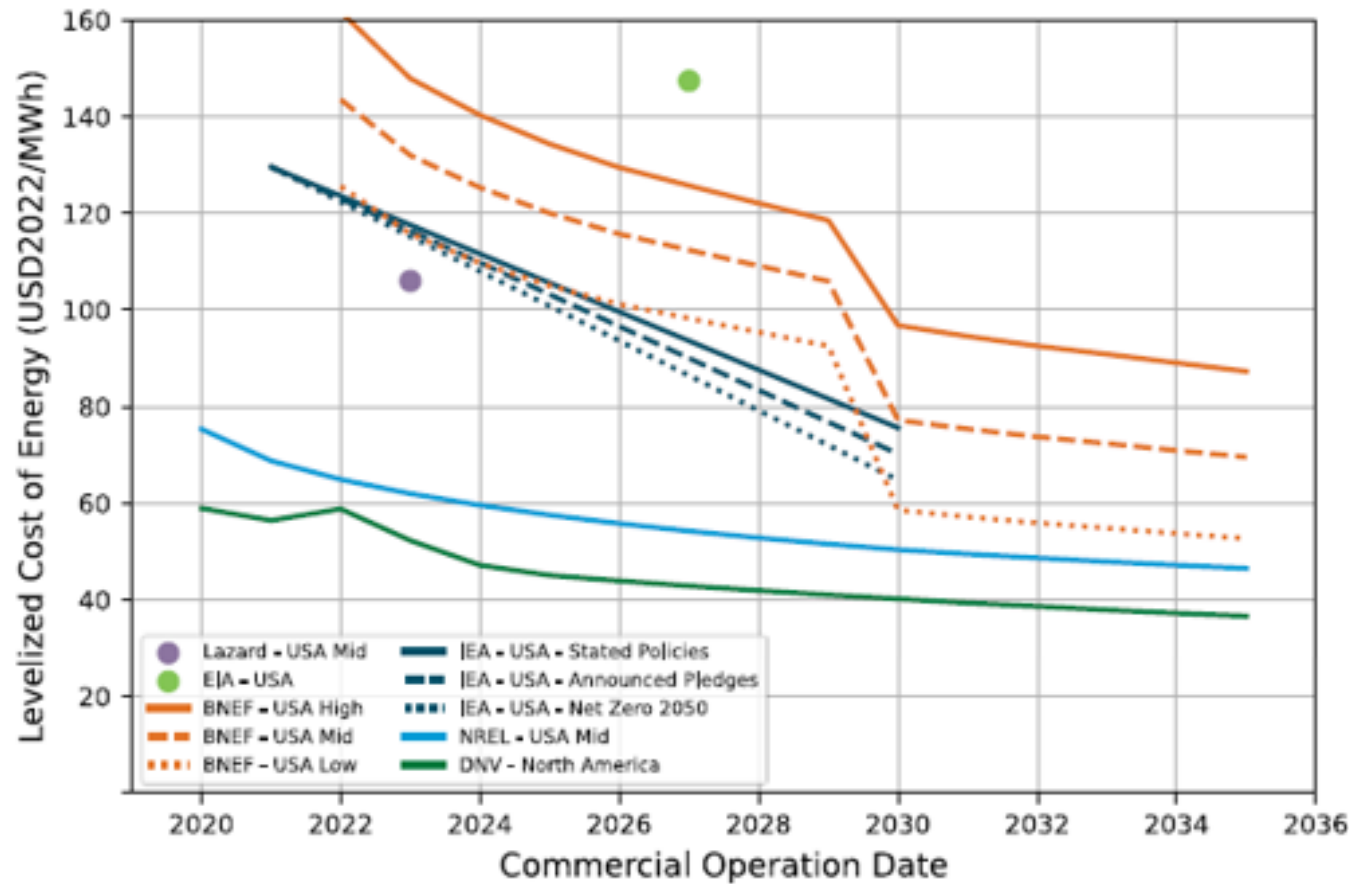


Figure 8. LCOE estimates for fixed-bottom offshore wind energy in the United States

Source: U.S Department of Energy, Offshore Wind Market Report 2023 Edition

# Teoria vs todellisuus: 350 tuulipuistoa [BEIS Electricity](#)

[Generation Costs \(2020\) - GOV.UK \(www.gov.uk\)](#)

	CAPE X budjetoitu	CAPEX toteutunut	OPEX budjetoitu	OPEX toteutunut
Onshore	1,3 M£	+23%	47k£/a/MW	+63% ensimmäinen vuosi, vuosittainen kasvu 4,3%
Offshore	2,16 M£	+107%	109k£/a/MW	+68 % ensimmäinen vuosi, vuosittainen kasvu 5,9%

- Capacity/Load factor
  - Maatuulivoima budjetoitu 34 %, toteuma 27%, vuosialenema yli 1,5%
  - Merituulivoima budjetoitu 51%, toteuma n. 42%. Ensimmäiset 5 vuotta ei muutosta, sitten tasainen lasku



## *Summary*

- Calculating wind project profitability has many approaches and also pitfalls
  - Estimating Annual Energy Production
  - Estimating Losses & Uncertainties

# Kiitos!

**Ossi Koskinen**  
Yliopettaja,

Ossi.koskinen@turkuamk.fi