

Turvatuuli hankkeen opintojakso: Merituulivoiman erityiskysymyksiä

Voimalaitostekniikka Turvallisuus Vety

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



Vinkki: Painetun lehden tilaaja, näin pääset aktivoimaan T&T:n digilukuoikeudet itsellesi.

Viikko 37/2024

ENERGIA

20 MW – Maailman suurin tuulivoimala valmistui: sähkö riittää lähes 100 000 ihmisen käyttöön

Jättimäisen merituulivoimalan on kestävä maailman voimakkaimpia hirmumyrskyjä.



Ennätyksenkäs ala. Kahdenkymmenen megawatin vasta asennettu tuulivoimala etualalla.

Kehitys

- WTG koko kasvaa
- Suoravetoratkaisujen markkinaosuus kasvaa
- Ennakoivaan huoltoon panostetaan entistä enemmän; anturit ja etävalvonta

Tiedote: Painetun lehden tilaaja: Näin pääset aktivoimaan T&T:n digilukuoikeudet itsellesi

Viikko 29/2024

ENERGIA

Maailman ensimmäinen ”kaksipäinen” tuulivoimala otettiin käyttöön – Tuottaa 54 000 MWh vuodessa

Ocean X -nimiseen ratkaisuun kuuluu V-kirjaimen muotoinen torni, johon voidaan kiinnittää kaksi roottoria.

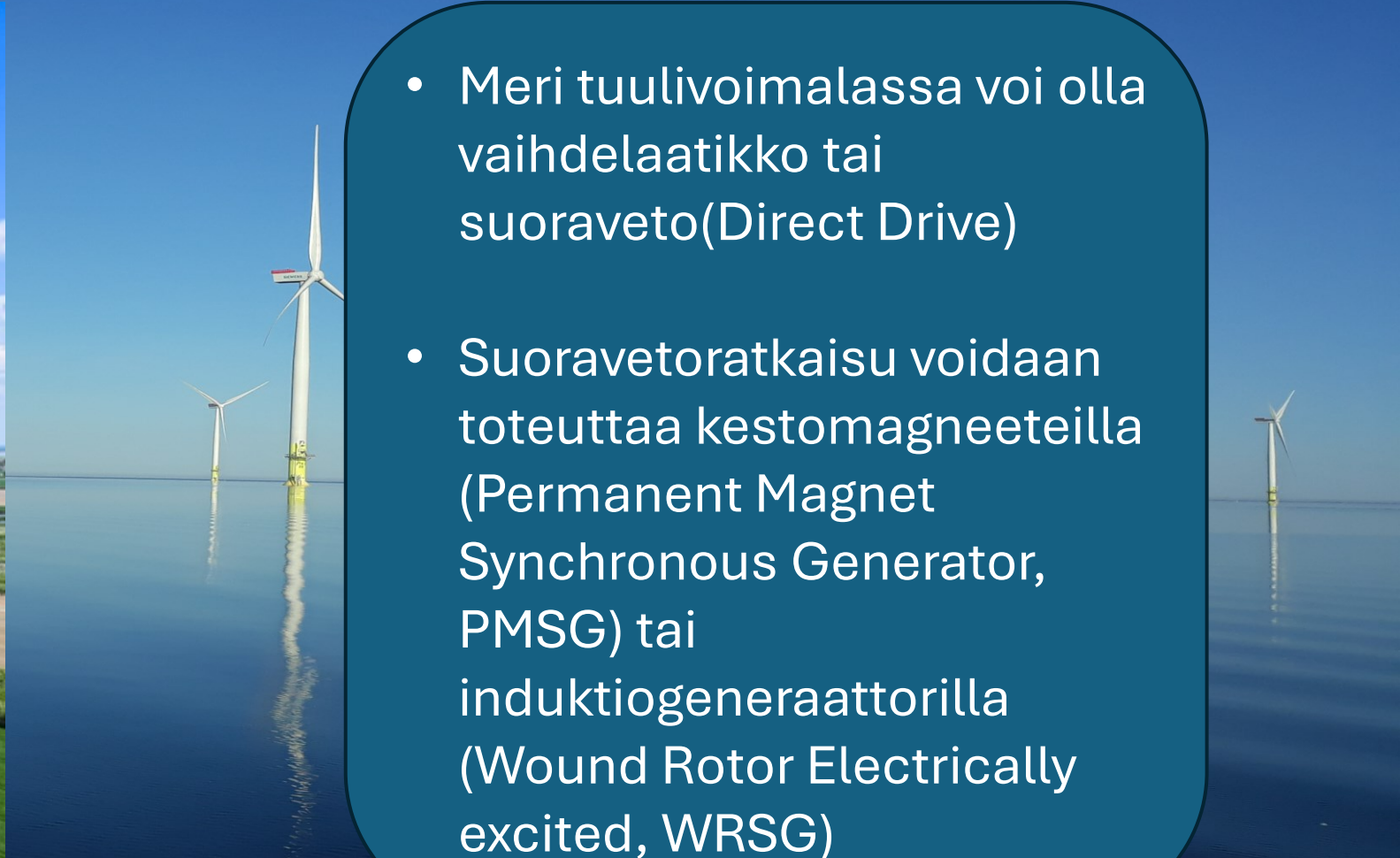


Teknologian kehitystä

- Kiinteänopeuksisista ja kiinteistä lavoista muuttuva nopeuksisiin ja kääntyviin lapoihin (Pitch-regulated, variable speed)
- Double fed Induction Generator (DFIG) käytössä vielä maatuulivoimasa.
- Kaikki uudet merituulivoimalat ovat varustettu täystehomuokkaimella (fullrated converter FRC)



Teknologian kehitystä



- Meri tuulivoimalassa voi olla vaihdelaatikko tai suoraveto(Direct Drive)
- Suoravetoratkaisu voidaan toteuttaa kestmagneeteilla (Permanent Magnet Synchronous Generator, PMSG) tai induktiogeneraattorilla (Wound Rotor Electrically excited, WRSG)

Vaihdelaatikkoratkaisuja

- Vaihdelaatikkoja voi olla yksi tai useampia
- Vaihdelaatikot voidaan luokitella nopeuden mukaan (low, medium, high-speed speed)
- Erilaisia ratkaisuja; esim. two planetary stages and one helical stage (Kaksi planeettavaihdetta ja yksi kierukkahammaspyörävaihe)

- **Planeettavaihte:** Tämä on vaihdetyyppi, jossa pienemmät hammaspyörät (planeetat) pyörivät suuremman hammaspyörän (aurinko) ympäri. Tämä rakenne mahdollistaa suuren väännön ja nopeuden muutoksen pienessä tilassa.
- **Kierukkahammaspyörä:** Tämä on hammaspyörä, jonka hampaat ovat sijoitettu kierteisesti. Kierukkahammaspyörät mahdollistavat tasaisemman voimansiirron ja vähemmän melua verrattuna suorasyisiin hammaspyöriin.
- **Yhdistelmä** tarkoittaa, että tuulivoimalan vaihdelaatikossa on kaksi peräkkäistä planeettavaihdetta ja yksi kierukkahammaspyörävaihe. Tämä erityinen järjestely on valittu optimoimaan vaihdelaatikon tehokkuutta, kestävyyttä ja tilaa.

Isoimmat voimalaitokset 2020

Table 1. Biggest wind turbines currently available.

Rated Power (MW)	Manufacturer	Reference	Diameter (m)	Generator
8.0	Siemens Gamesa	SG 8.0-167 DD	167	Synchronous permanent
8.3	MHI Vestas Offshore	V164-8.3 MW	164	Synchronous permanent
8.8	MHI Vestas Offshore	V164-8.8 MW	164	Synchronous permanent
9.0	MHI Vestas Offshore	V164-9.0 MW	164	Synchronous permanent
9.5	MHI Vestas Offshore	V164-9.5 MW	164	Permanent magnet
10.0	AMSC	wt10000dd SeaTitan	190	HTS synchronous
10.0	MHI Vestas Offshore	V164-10.0MW	164	Permanent magnet
		YZ150/10.0	150	
10.0	Swiss Electric	YZ170/10.0	170	Synchronous permanent
		YZ190/10.0	190	
10.0	Siemens Gamesa	SG 10.0-193 DD	193	Synchronous permanent
12.0	General Electric	GE HALIADE-X	220	Synchronous permanent

Voimalaitosvalmistajia ja voimalaitoksia 2024

- **Vestas Wind Systems: V236-15.0 MWTM**
- **Siemens Gamesa Renewable Energy: SG 8.0-167 DD, SG 11.0-200 DD, SG 14-222 DD, SG 14-236 DD**
- **GE Renewable Energy: Haliade X- 14 MW, Haliade 150- 6MW**
- **Nordex Group: chatgpt dilemma???**
- **Goldwind: Envision Energy: GWH252-16MW**

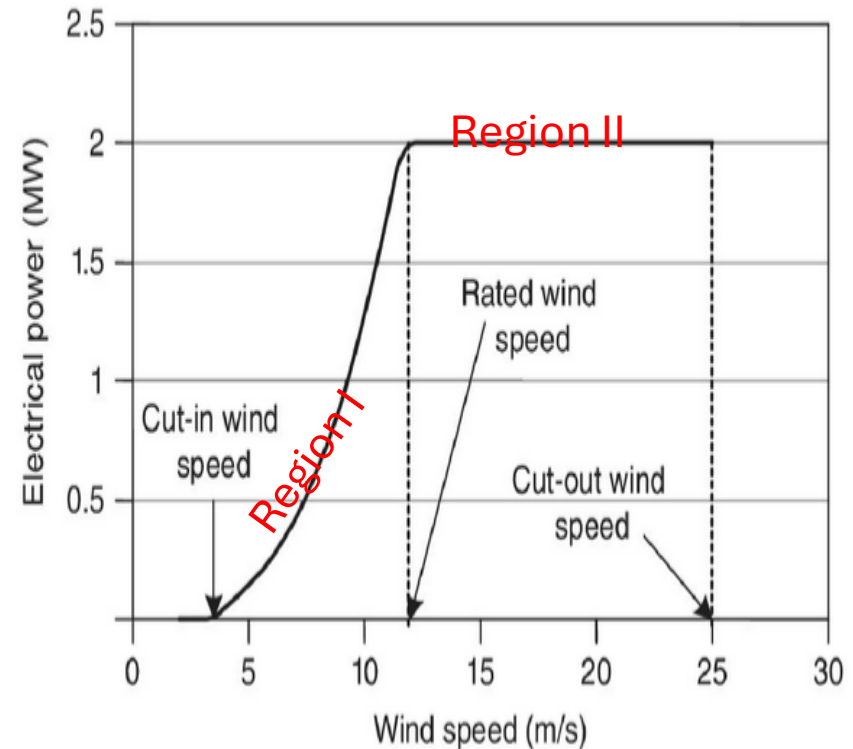


Kuvalähde:

<https://www.gevernova.com/wind-power/offshore-wind/offshore-turbine-haliade-150-6mw>

Tuulivoimalan tehonsäätö: blade pitching and generator torque control

- Tuotannon maksimointi (region I) vs kuormien (loads) minimointi (Region II)
- Yli tuhat anturia/WTG
 - Optimoida tuotanto
 - Predictive maintenance; vikaantumisen ennakointi
 - Rakenteelliset anturit (torni, konehuone, lavat)
 - Mekaaniset anturit (vaihteisto, laakerit)
 - Tuuliolosuhteiden anturit
- WTG ohjaimet (controller) toimivat anturitiedon varassa



Oikea voimala oikeaan kohteeseen

Tuulen nopeus, turbulenssi (epäsäännöllinen/kaottinen tuulen nopeuden ja suunnan vaihtelu), puuskasietoisuus

Merituulivoimassa yleensä S- luokka, jossa voimalaitosvalmistaja määrittelee parametrit tai C- luokka, joskus harvemmin Ia/Ib

Onshore

Wind Class/Turbulence	Annual average wind speed at hub-height	Extreme 50-year gust
Ia High wind - Higher Turbulence 18%	10 metres per second (36 km/h; 22 mph)	70 metres per second (250 km/h; 160 mph)
Ib High wind - Lower Turbulence 16%	10 metres per second (36 km/h; 22 mph)	70 metres per second (250 km/h; 160 mph)
IIa Medium wind - Higher Turbulence 18%	8.5 metres per second (31 km/h; 19 mph)	59.5 metres per second (214 km/h; 133 mph)
IIb Medium wind - Lower Turbulence 16%	8.5 metres per second (31 km/h; 19 mph)	59.5 metres per second (214 km/h; 133 mph)
IIIa Low wind - Higher Turbulence 18%	7.5 metres per second (27 km/h; 17 mph)	52.5 metres per second (189 km/h; 117 mph)
IIIb Low wind - Lower Turbulence 16%	7.5 metres per second (27 km/h; 17 mph)	52.5 metres per second (189 km/h; 117 mph)
IV	6.0 metres per second (22 km/h; 13 mph)	42 metres per second (150 km/h; 94 mph)

Yhteenvetoa tuulivoimalatekniikasta

- Moderneissa tuulivoimaloissa on muuttava roottorin kiertonopeus ja kääntyvät lavat.
- Tuulivoimalassa voi olla joko vaihdelaatikko(t) tai suoraveto (DD).
- Tuulivoimalassa voi olla joko täystehomuokkain tai osatehomuokkain (DFIG, maatuulivoima).
- Merituulivoimahankeen toteutumista auttavat hyvä yhteistyö kunnan, paikallisten asukkaiden ja verkkoyhtiöiden kanssa.



Operation and maintenance (O&M) Safety first!



Updated: Suspected CO2 leak at Hai Long offshore project leaves 14 hospitalised

A gas leak has occurred at the site of the onshore substation for the Hai Long offshore wind power project, hospitalising 14 workers, according to local media reports.

by Robyn White | 20 August 2024



Electricity substation and cables connecting with overhead power lines (pic credit: Robert Brook/Getty Images)

Ørsted 'must manage risk better' after offshore wind and e-fuels impairments – Sydbank

Ørsted's impairments in the second quarter underline the risk of building offshore wind farms, according to an analyst, who backed the Danish renewables major to improve after recent challenges with project execution.

by Craig Richard | 16 August 2024



Ørsted has a target of installing 35-38GW of renewable capacity by 2035 35-38GW of renewables capacity by 2030 (pic credit: Nicolas Maserlinck/Beiga Mag/AFP via Getty Images)

Vety ja merituulivoima



Hydrogeninsight

Production

ANALYSIS | What should companies do with the vast amounts of oxygen produced by green hydrogen projects?

Electrolysis produces eight tonnes of O₂ per tonne of H₂ that could be used to generate additional income, but most developers choose to release it into the atmosphere. Why?

The 1MW electrolyser on a floating platform used in the Sealhyfe offshore hydrogen production trial. (Photo: Lhyfe)

The image shows a yellow floating platform with solar panels and a central tower, used for offshore hydrogen production. The platform is a large, yellow, octagonal structure with a central white tower and several blue solar panels. It is being towed by a ship. The text 'The 1MW electrolyser on a floating platform used in the Sealhyfe offshore hydrogen production trial. (Photo: Lhyfe)' is at the bottom.

Transport

'Fatal accidents may occur' | Government agency faked test results on hydrogen refuelling equipment: report

The Korea Institute of Industrial Technology issued false and fabricated reports, according to government audit



The Korea Institute of Industrial Technology in the city of Cheonan, 85km south of Seoul. (Photo: Wikimedia)

Explosion and fire severely damages hydrogen refuelling station in Germany just days after it opened to the public

The facility, which received €2m of state funding, is now 'closed until further notice'



The local fire brigade pouring water onto the source of the fire at the hydrogen refuelling station in Gersthofen, Bavaria. (Photo: Gersthofen Fire Brigade)

Leigh Collins
Editor, Hydrogen Insight

TotalEnergies and RWE take final investment decision on Dutch offshore wind-to-hydrogen project

French oil giant takes 50% stake in 795MW OranjeWind and will use output to power onshore electrolyzers that will produce green H2 for its refineries



Merituulivoima ja vety symbioosi

- [Lähde: Offshore Wind sector calls for action now to secure green hydrogen economic boom \(catapult.org.uk\)](https://catapult.org.uk)



Offshore Wind sector calls for action now to secure green hydrogen economic boom

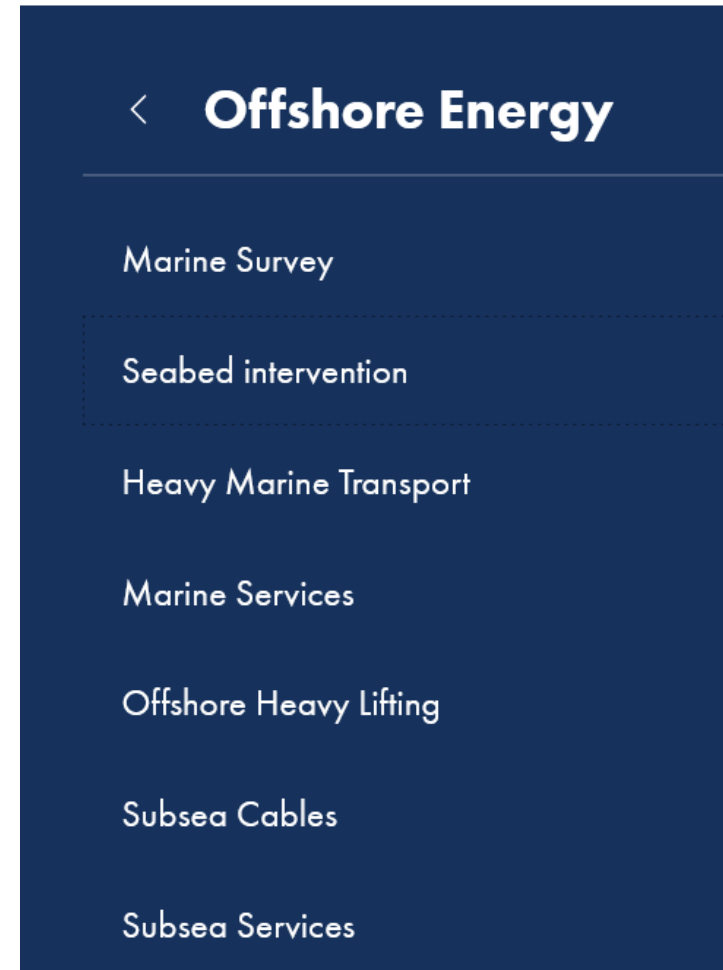
Merituulivoima ja energian varastointi

Figure 5: Storage capacity by scenario, 2050

Scenario	Further Ambition Unforced	Further Ambition 125
Electrical		
— Batteries	70GW / 211GWh	66GW / 188GWh
— Thermo-mechanical	8GW / 123GWh	6GW / 87GWh
Building thermal	276GW / 552GWh	273GW / 546GWh
Gaseous		
— Hydrogen linepack	14GW / 68GWh	13GW / 75GWh
— Gas linepack	27GW / 128GWh	37GW / 158GWh
— Gas long range store	400GWh	900GWh

Termistöä

- Notice to Proceed (NTP) tai Ready to Build (RTB) kaikki valmista rakentamisen aloittamiseen
- Commercial Operation Date (COD), tuotannon käynnistäminen – verkkoon syöttö



Yhteenveto

- Tekniikka kehittyä ja LCOE laskee, edelleen huoltovarmuus- ja ympäristöpainotus.
- Safety first! – sääolosuhteet maksavat sekä rakentamisen että ylläpidon aikana.
- Vedyllä on 99% todennäköisyydellä jokin rooli tulevaisuuden merituulivoimassa.



Kiitos!

Ossi Koskinen
Yliopettaja,

Ossi.koskinen@turkuamk.fi