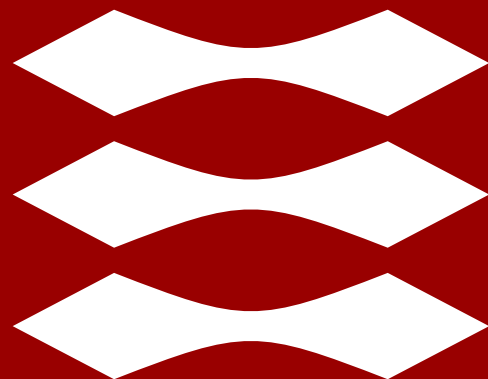


DTU



Besøg Folketingsudvalget Udvalget for Landdistrikter

Testcenter Østerild, DTU

Den 20. September 2024

Mødedeltagere

Udvalget

Susie Jessen (DD), formand
Kris Jensen Skriver (S), næstformand
Simon Kollerup (S)
Per Husted (S)
Kristian Bøgsted (DD)
Theresa Berg Andersen (SF)
Signe Munk (SF)
Dina Raabjerg (KF)

Sekretariatet

Ida Holmgaard, udvalgssekretær
Mads Fallesen, udvalgssekretær

DTU

Peter Bagger Hjuler
Allan Vesth
Poul Falk

Green Power Denmark

Jan Hylleberg

Deltagere over Teams klokken 13.00

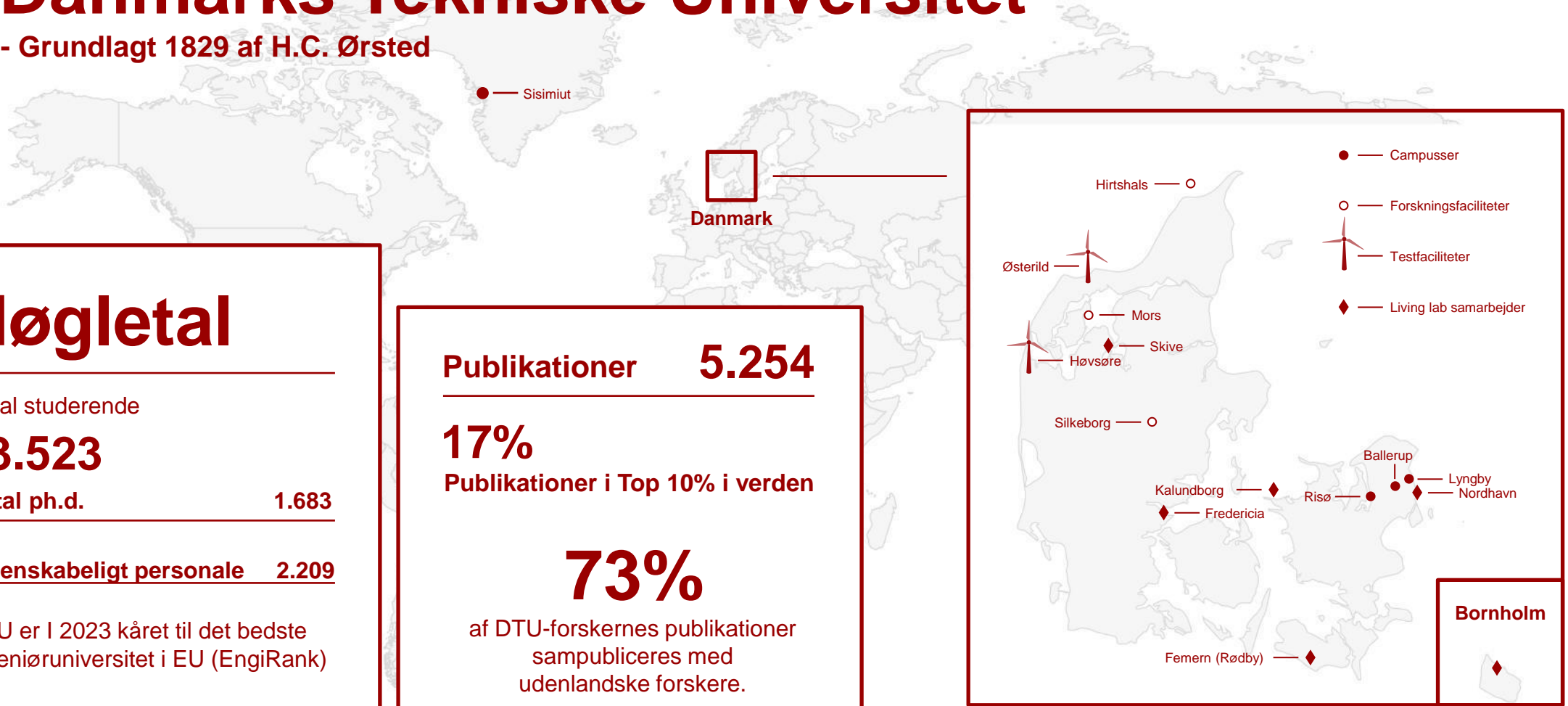
Per Hessellund Lauritsen, Siemens
xx, Vestas

Program for DTU besøg

10.00-11.15	Præsentation af Østerild Testcenter, herunder forslag til opgradering af testcenteret <i>v/ DTU Wind and Energy Systems</i>	Gl. Aalborgvej 5 7700 Thisted
11.15-12.15	Rundvisning på testcenteret	
12.15-13.00	<i>Frokost</i>	
13.00-14.30	Møde med Vestas, Siemens og Green Power Denmark	Gl. Aalborgvej 5 7700 Thisted <i>[TBC]</i>

Danmarks Tekniske Universitet

- Grundlagt 1829 af H.C. Ørsted



Nøgletal

Antal studerende

13.523

Antal ph.d. **1.683**

Videnskabeligt personale **2.209**

DTU er i 2023 kåret til det bedste ingeniøruniversitet i EU (EngiRank)

Publikationer **5.254**

17%
Publikationer i Top 10% i verden

73%

af DTU-forskernes publikationer sampubliceres med udenlandske forskere.

- DTU institut med ca. 400 ansatte, 85 % af omsætning eksterne indtægter, 65 % af medarbejdere ikke dansk baggrund
- Forskning, undervisning, innovation og myndighedsbistand
- Global aktør: samarbejde med virksomheder og forskningsinstitutioner i hele verden indenfor:
 - Vindressourcer og vindforhold globalt
 - Design af vindmøller og fundamenter – aerodynamik, mekanik, dynamik, styrkeforhold
 - Vindenergi i elnet og Dansk og EU elsystem
 - Afprøvning: vindtunnel, måling af vindforhold, måling på vindmøller, måling på komponenter, materiale laboratorium mm.
 - Afprøvning af vindmøller Campus Risø, Testcenter Østerild og Høvsøre
- Myndighedsbistand til lande og internationale organisationer FN, Verdensbanken og aktive i internationale organisationer IPPC, IEA mm.

DTU Vind og Energisystemers forskningsområder

Visual overview Global perspectives for wind energy

Wind power provided 5% of the world's electricity output in 2019, almost exclusively in the form of onshore wind. By 2050, wind will provide 50% of electricity in Europe, 44% in North America and more than 30% of electricity in Greater China, Latin America and South East Asia. The share of offshore wind in total wind electricity generation will increase steadily, rising globally from 6% in 2019 to 40% in 2050, 15% of which is floating offshore (DNV, 2022).



Denmark a global leader in transforming the energy system
Denmark's goal is to get 50% renewable energy by 2030, equivalent to more than 100% renewable electricity, and to become independent of fossil energy by 2050.
In 2021, wind generated electricity was 43.8% or 16,082 TWh and this was even a poor wind year.

Trends in wind energy technology development

Lowest cost of energy continues to be an important driver for improvements of wind energy technologies but the total value of wind energy also requires a broader scope such as the technology mix, development of the whole energy system, supporting regulatory frameworks and citizens engagement.

Security of energy supply

Securing sustainable energy supply today and in the future is of utmost importance. Wind energy is a domestic source of energy as the wind resources are abundant and inexhaustible.

Wind power forecasting
Improved forecasting models and a shift from hourly to minute-based forecasts will reduce uncertainty in wind power production and the need for reserves.

Designed for specific conditions

To lower the CoE, designers have tailored the turbines even more carefully to the conditions under which they operate.

Blades evolve

Many factories have added the move to lighter blades, of which the most important has been the development of blades that are much more slender and flexible than their predecessors.

Leading edge erosion on wind turbine blades causes loss in annual energy production and increases maintenance costs. New solutions are developed to predict, prevent and mitigate leading edge erosion.

Drive trains without gears

Conventional wind turbines use gears and are most often used for onshore wind whereas offshore turbines use direct drive. These include direct drive based on the weaker ferrite magnets, direct drive based on superconducting coils or drive train based on a magnetic gearbox combined with an outer ring generator.

Support structures and foundations

Most installed offshore wind turbines presently rest on monopiles. In seawater it is difficult to use at low water depths, but the ease of manufacture and the scaling up of pile dimensions make them attractive solutions even at moderately deep waters at 40-50 m.

Floating turbines

The cost of offshore wind increases with depth and distance from the shore. At larger depths, more materials and stronger piling into the sea bed are needed. At some depths, floating support structures are more cost-efficient (above 80m).

Towards sustainable wind energy
Wind energy is generated from abundant and ever-lasting renewable resource and does not emit CO₂. However, the wind energy technology is far from sustainable. 88% of the wind turbine can be recycled, but blades made of glass and carbon fibre are a challenge. Sustainability is also about social acceptance and a just transition.

Offshore HVDC

Offshore wind farms connected to the grid through HVDC converters can provide important support for grid performance. Until now, they have been utilized only as point-to-point connections. In the future, the energy islands will facilitate the cost-efficient HVDC connection of massive amounts of offshore wind.

Wind power creates jobs

The Global Wind Energy Council estimates 3.3 million new wind energy related jobs worldwide over the next five years. They come in addition to the 1.17 million jobs in 2019. In Denmark, the sector created 30,300 full-time jobs and indirectly additional 60,200 jobs, making the total of 90,500 full-time jobs.



Storage adds control capacity
Electrical storage can provide additional control capacity that could replace the need for flexible thermal power generation.

Power-to-X
Electrolysis of wind energy to hydrogen and other gases adds to the balancing and the indirect decarbonization of the energy system.

Balancing energy systems with high shares of wind

Balancing energy systems with very high shares of wind energy requires well-integrated grids with good interconnections. On the supply side, demand response will reduce balancing needs.

Wind energy policy and economics

The most important success factors in wind energy policy are 1) clarity on the design of the support scheme, 2) expression of long-term political commitment, and 3) sufficient level of remuneration, allowing an acceptable level of profits for investors. In the future, a vital part will also be needed in an enabling environment that allows wind energy to become an even more significant contributor to the energy transition.

Ancillary services

Wind energy must take a larger responsibility for the stable operation of the energy system and provide system services, so called ancillary services.

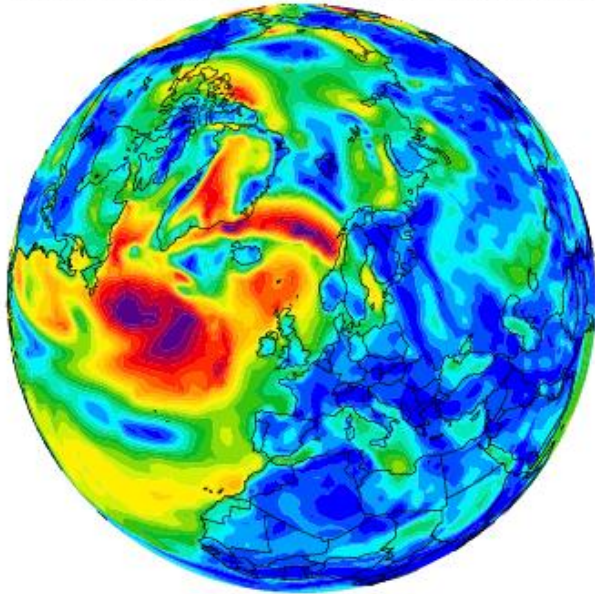
Environmental and social impacts of wind energy

Compliance of wind farms with local environmental requirements, and social acceptance, are both important if wind energy is to reach its ambitious targets.

Resource Assessment Modelling (RAM) Section

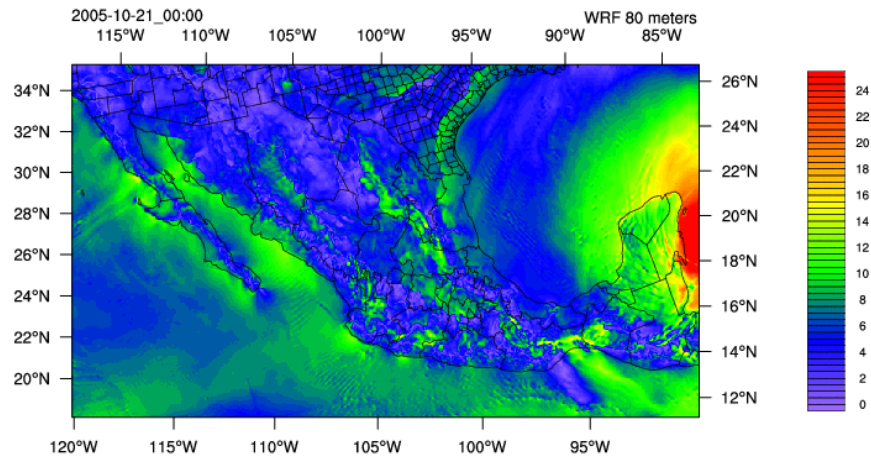
10-meter wind speed

01/01/1998 (00:00)



Global

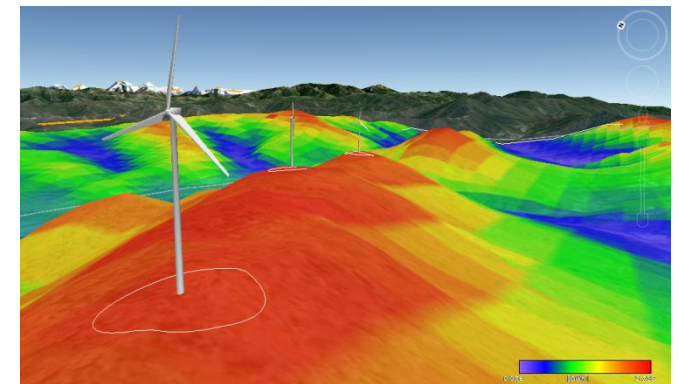
wind speed (m/s)



Regional

Downscaling

Site



**Askov vindmølletestcenter
start 1890 Poul la Cour**

- **Forskning**
- **Test og udvikling**
- **Undervisning**
- **Konsulentbistand**



Afprøvning af vindmøller i Danmark fra 1980 til 2024

Forskningscenter Risø
1980 - 2024



Testcenter Høvsøre 2002 - 2024



Testcenter Østerild 2012 - 2024



Landsplandirektiv, anlægslov, ejerskab, finansiering og DTU's aftale med staten

- Landsplandirektiv muliggør etablering og drift af Testcenter Høvsøre (2000)
- Anlægslov muliggør etablering og drift af Testcenter Østerild (2010)
- Anlægslov ændres så både Testcentrene Høvsøre og Østerild omfattes af loven – styrelse administrerer loven/bekendtgørelsen (2018)

- Testcenter Høvsøre ejes af DTU – styregruppe – DTU udlejer pladser
- Testcenter Østerild: DTU lejeaftale med staten med økonomi, governance struktur med styre- og følgegruppe.

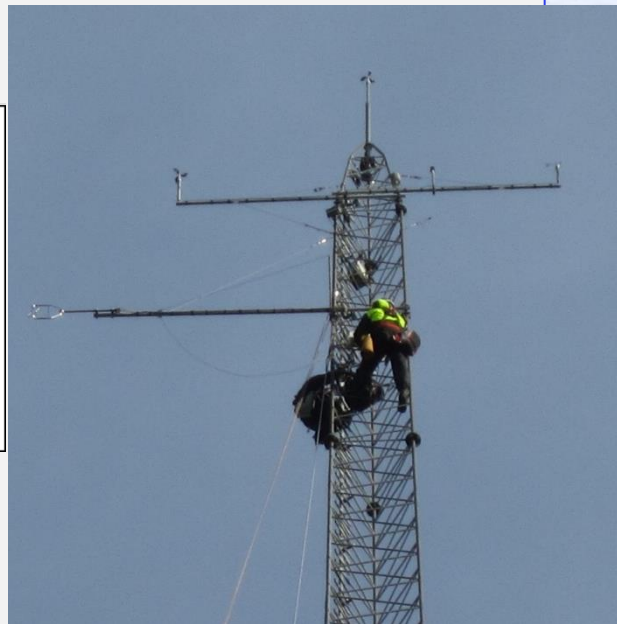
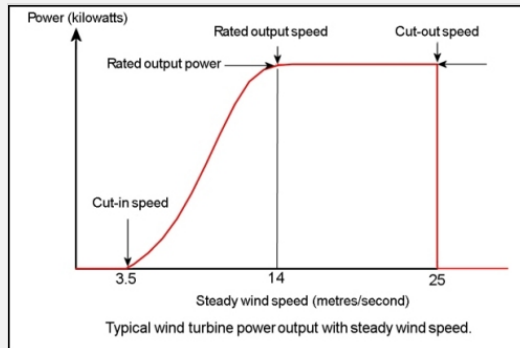
- Industrien betaler alle omkostninger ved etablering, drift og bortskaffelse af testcentrene
- DTU driftsherre og ansvarlig i forhold til drift af centeret i forhold til lovgivning

Lejere og ejere – Testcenter Østerild og Høvsøre

- DTU udlejer 12 prøvepladser ved udbud. Vestas og Siemens ejer hver 2 pladser
- Udlejning normalt fra 6 år til 15 år til en minimumspris, så investeringer tilbagebetales på 10 år, Udbud: 50 % pris og 50% indhold af måleprogram
- Industri lejer et areal med infrastruktur. DTU har ikke privilegier i forhold til målinger på lejerens vindmøller
- DTU driftsherre og al myndighedskontakt går gennem DTU. DTU ansvarlig i forhold til lovgivning
- Styre- og projektfølgruppemøde godkender nyinvesteringer og driftsbudgetter og regnskaber for både Østerild og Høvsøre

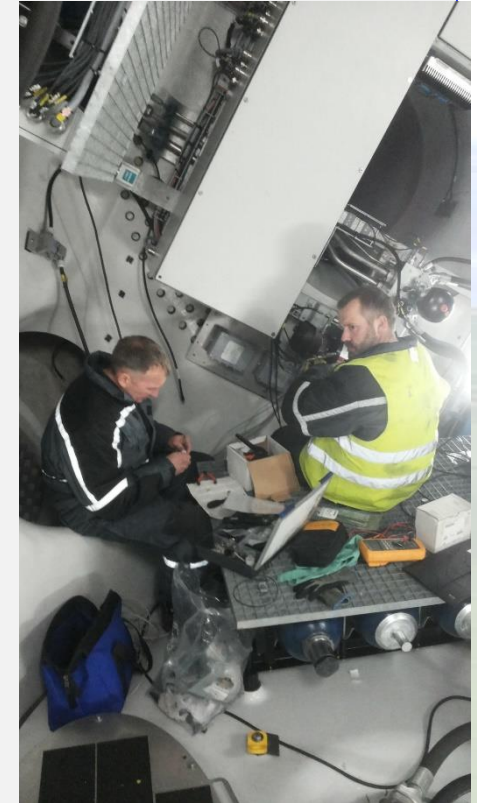
Power curve

- Power production
- Wind measurements (meteorological masts and lidars)



Mechanical loads

- Structural loads measurements
- Typically:
 - 200+ acquired signals
 - 70+ controller channels
 - 100+ post-proc. signals



Noise measurements and Grid compliance tests

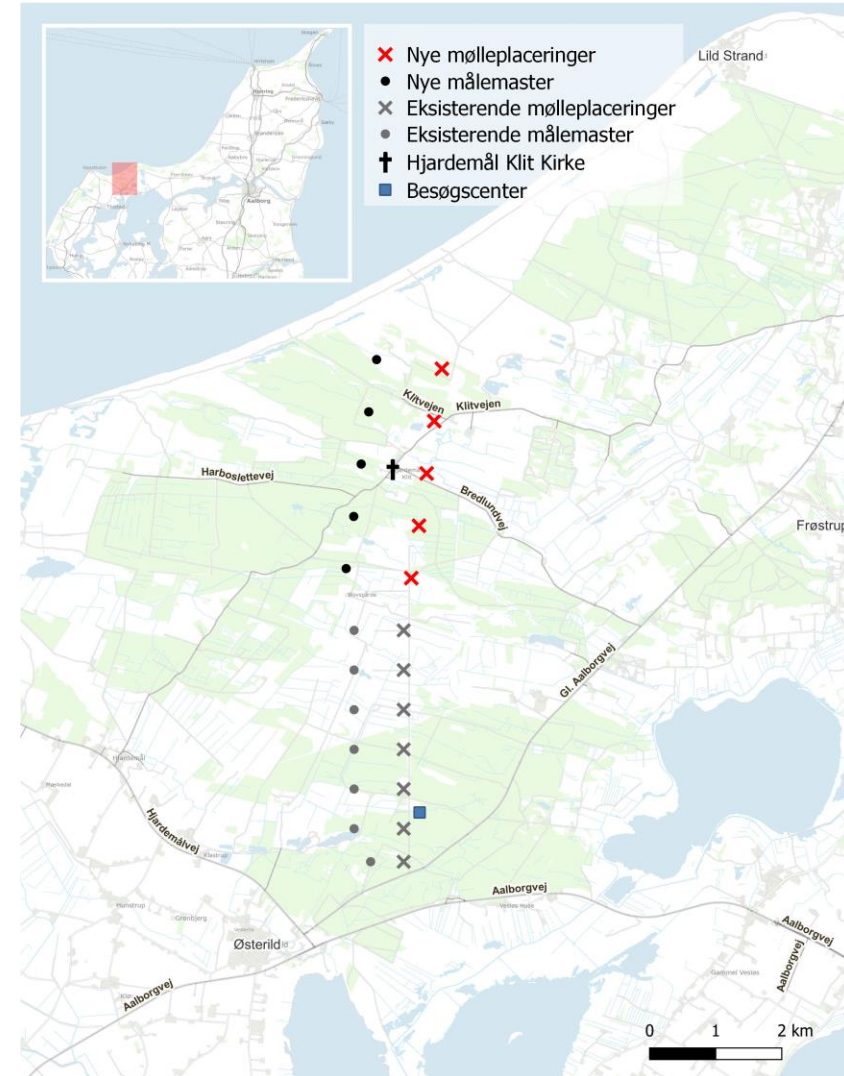
Testcenter Østerild - Eksisterende Forhold

- Østerild Testcenter blev etableret i 2012. Testcentret blev udvidet i 2018 med to ekstra testpladser
- Testcentret har i dag syv testpladser til test af op til 330 meter høje vindmøller og to standpladser til test af vindmøller på op til 250 meter
- Danmarks Tekniske Universitet (DTU) står for anlæg og drift af testcentret



Forslag til udvidelse af Testcenter Østerild

- Forslaget indebærer 3 nye testpladser og at 5 testpladser kan rumme 450 m høje vindmøller
- De resterende 7 testpladser er uændrede
- Testcentervej udvides fra otte meter til 14 meters bredde og bliver 2.800 meter længere
- Klitvejen og Bredlundvejen vil normalt fortsat være åben for offentlig trafik og lukkes ved transporter på Testcentervej
- Forslaget indebærer en supplerende elforsyningscentral på 66 kV
- Forslaget åbner op for afprøvning af vindmøllers produktion af brint via elektrolyse



Forslag til udformning af de nye testpladser

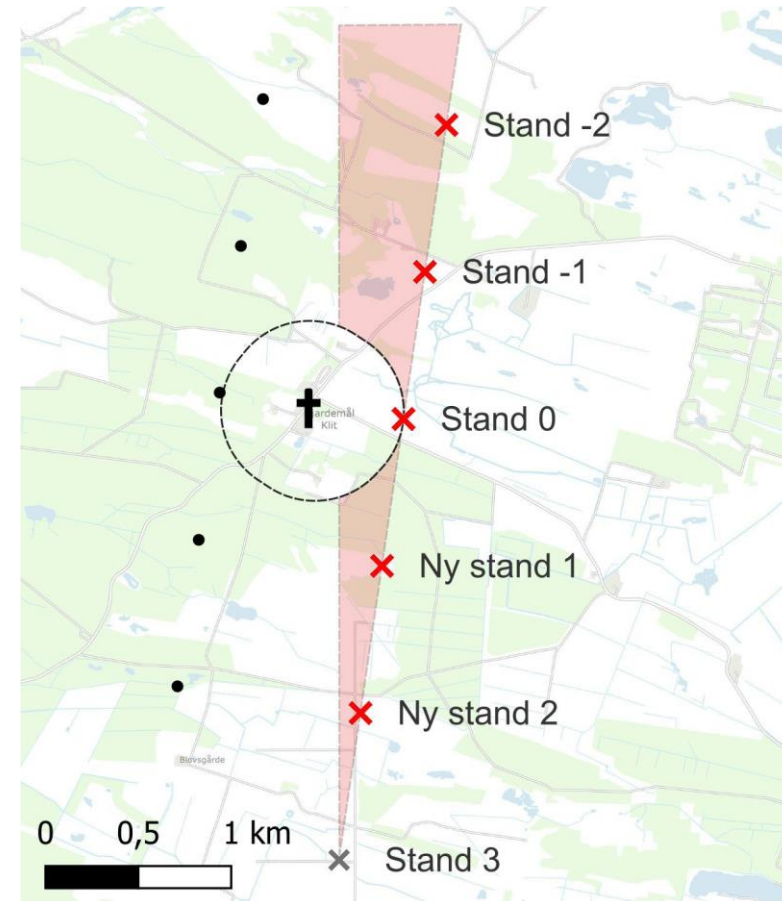
Til de 5 nye testpladser etableres der:

- **Befæstede arbejdsarealer til vindmøllepladserne på ca. 200 x 300 meter**
- **På hver testplads vil der være et teknikbygning, hvor man tilslutter el og netværk**
- **Ved hver målemast vil der være et arbejdsareal og en teknikbygning**
- **Adgangsveje ud til målemasterne**
- **Kabellægning af elforsyning og netværk til testpladserne og målemaster**
-



Scenarier for udvidelse af Testcenteret

- I forslaget indgår yderligere undersøgelse af et scenarie, hvor møllerne er placeret i en lige linje mod nord
- Respektafstand fra kirken og kirkegården ved Hjardemål Klit (450m) til vindmøllerne medfører testpladser rykker tættere på kysten
- Den kystnære placering påvirker vindforholdene negativt ift. test af vindmøller



- Nye målemaster
- Nye mølleplaceringer
- Eksisterende mølleplaceringer
- ✚ Hjardemål Klit kirke
- ⊞ 450m fra kirke og kirkegård
- Kile

Undersøgelse af vindforhold ved udvidelse af Testcenteret

- Vindforholdene undersøges med målinger og modelberegninger for de to scenarier
- Kan scenariet med den lige linje accepteres, forventes at antallet af boliger, der efter forslaget skal nedlægges, vil kunne reduceres med 2-4 boliger
- Undersøgelserne bruges ligeledes til at fastlægge omfanget af skovfældning vest for vindmøllerækken



Forslag til test af vindmøller til brintproduktion

- Formålet er at afprøve prototype brintproducerede vindmøller
- De brintproducerende elektrolyseanlæg forventes enten at være integreret i vindmøllestrukturen (tårn, fundament, vindmøllehat) eller placeret nær ved vindmøllen
- Testanlæggene vil bestå af prototypevindmøller og elektrolyseanlæg med midlertidige bygninger, kompressorer, oplagstanke, beholdere, større tanke til havvand, køletårne og tryksystemer
- Arealet til elektrolyseanlægget forventes at kunne være på 3.000 kvm. Anlæggets højde vil være på op til 20 meter
- Det foreslås, at der kan testes elektrolyseanlæg ved alle 12 vindmøller
 - Opstilling af fire elektrolyseanlæg på samme tid
 - Afprøvning kun af to elektrolyseanlæg samtidig

Brintproduktion, iltproduktion, vandforbrug og spildvarme

- Forventet samlet produktion af brint op til 2.000 tons om året
 - Oplagring af op til fem tons brint
 - Brint vil blive afbrændt i et lukket flaring anlæg eller kørt væk i tankvogne
- Forventet samlet produktion af ilt op til 15.000 tons om året
 - Ilt vil blive lukket ud i atmosfæren eller kørt væk i tankvogne
- Forventet vandforbrug 30.000 m³ vand pr. år
 - Vand forventes transporteret til testcentret i tankvogne og/eller etablering af lokale grundvandsboringer
- Overskudsvarme vil i første omgang blive bortskaffet via køleanlæg

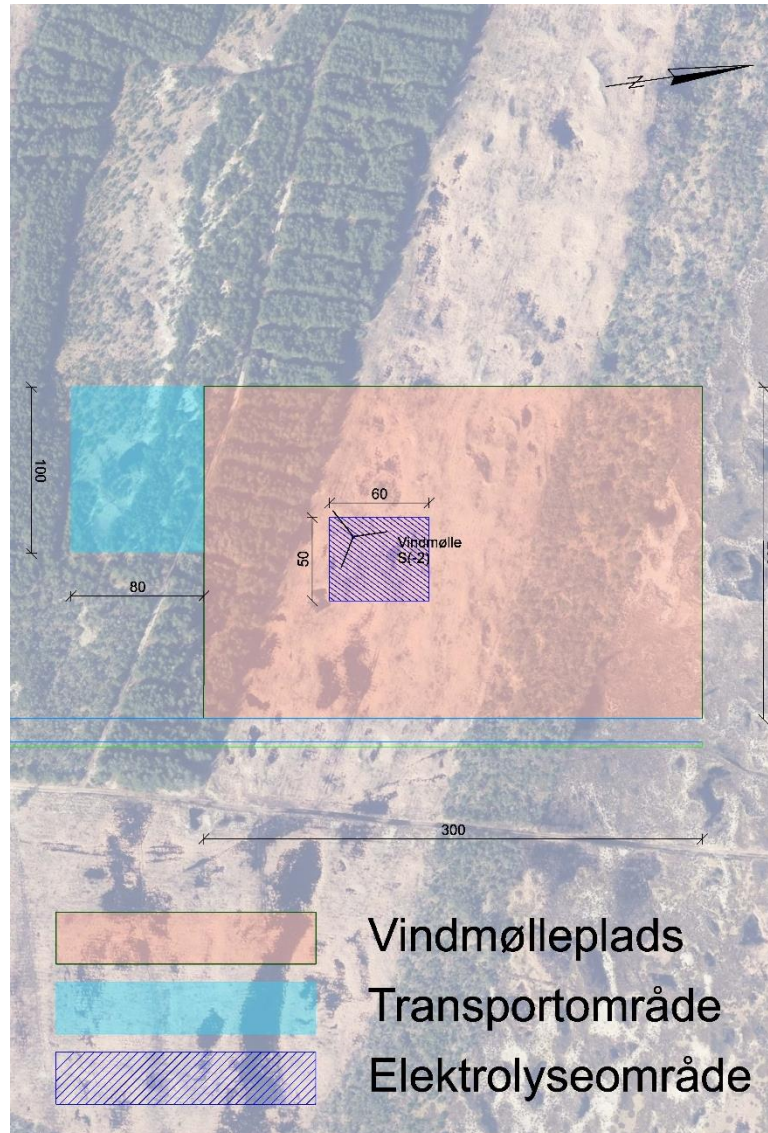
Trafik og transport

- I dag skønnes at være til- og frakørsel med ca. 13 lastbiler i gennemsnit på hverdage til testcentret
- Med en fuld udvidelse og tilpasning af testcentret, samt mulighed for test af brintproducerende vindmøller, kan antallet af daglige lastbiltransporter til og fra testcenterområdet forventes at stige til ca. 34 lastbiler i gennemsnit på hverdage
- Tallene for lastbiltransporter forventes fortsat generelt være lavere i weekender

Lysafmærkning i forhold til luftfartøjer

- Trafikstyrelsen er myndigheden i forhold til godkendelse af lysmarkering af høje genstande i Danmark
- Nuværende lysafmærkning på Testcenter Østerild består af 3 styk 250 meter høje lysmaster med højintensiv blinkende lysmarkering i tre højder behovsstyret med en radar i de mørke timer. Endvidere er der lavintensiv fast rødt lysafmærkning i tre højder på masterne
- DTU forventer at Trafikstyrelsen vil overveje én yderligere lysmast og eventuelt at øge kravet til højden af lysmasterne

Footprint illustration af elektrolyseanlæg placeret tæt ved/på vindmølle



Footprint illustration af elektrolyseanlæg placeret ved siden af testplads

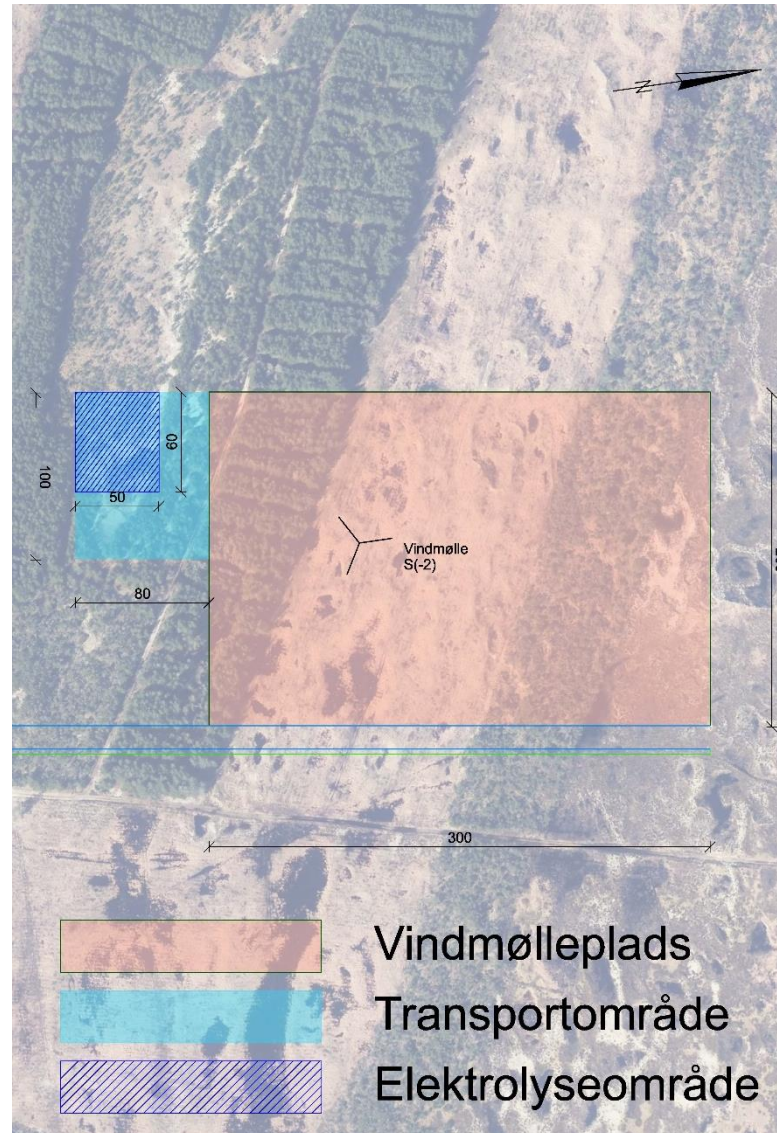
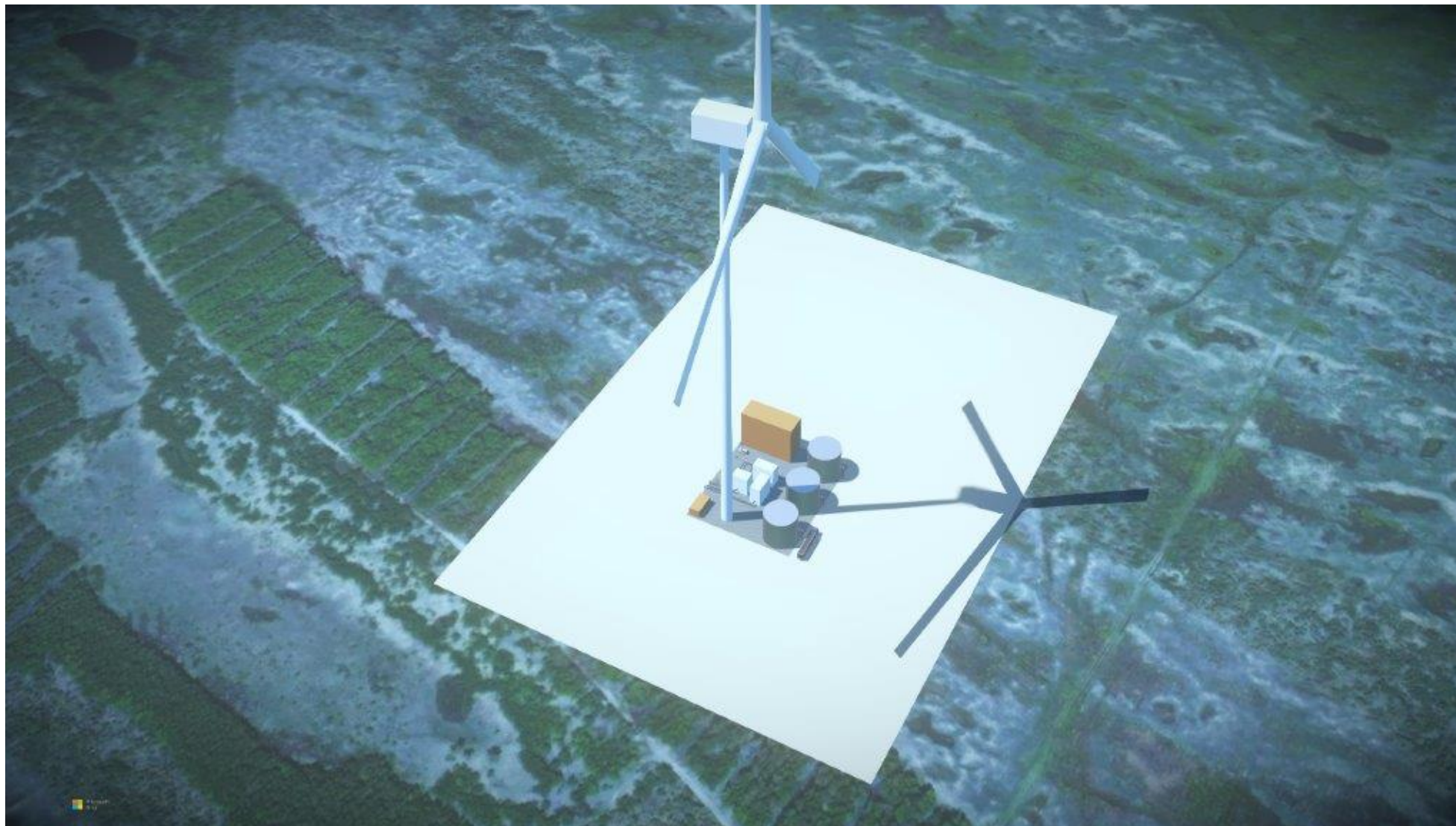


Illustration af vindmølle og elektrolyseanlæg



Proces for gennemførelse af miljø- og habitatkonsekvensvurdering



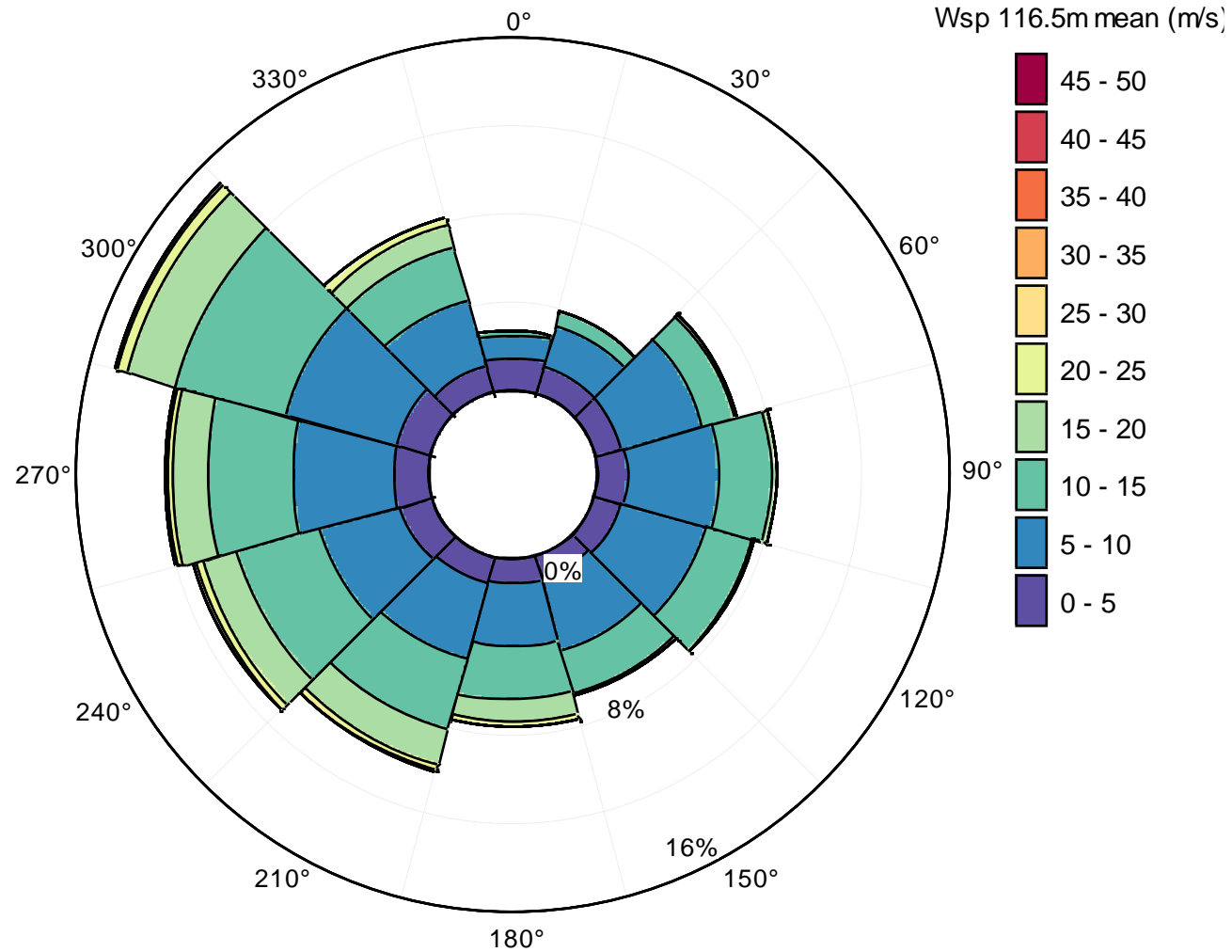
DTU



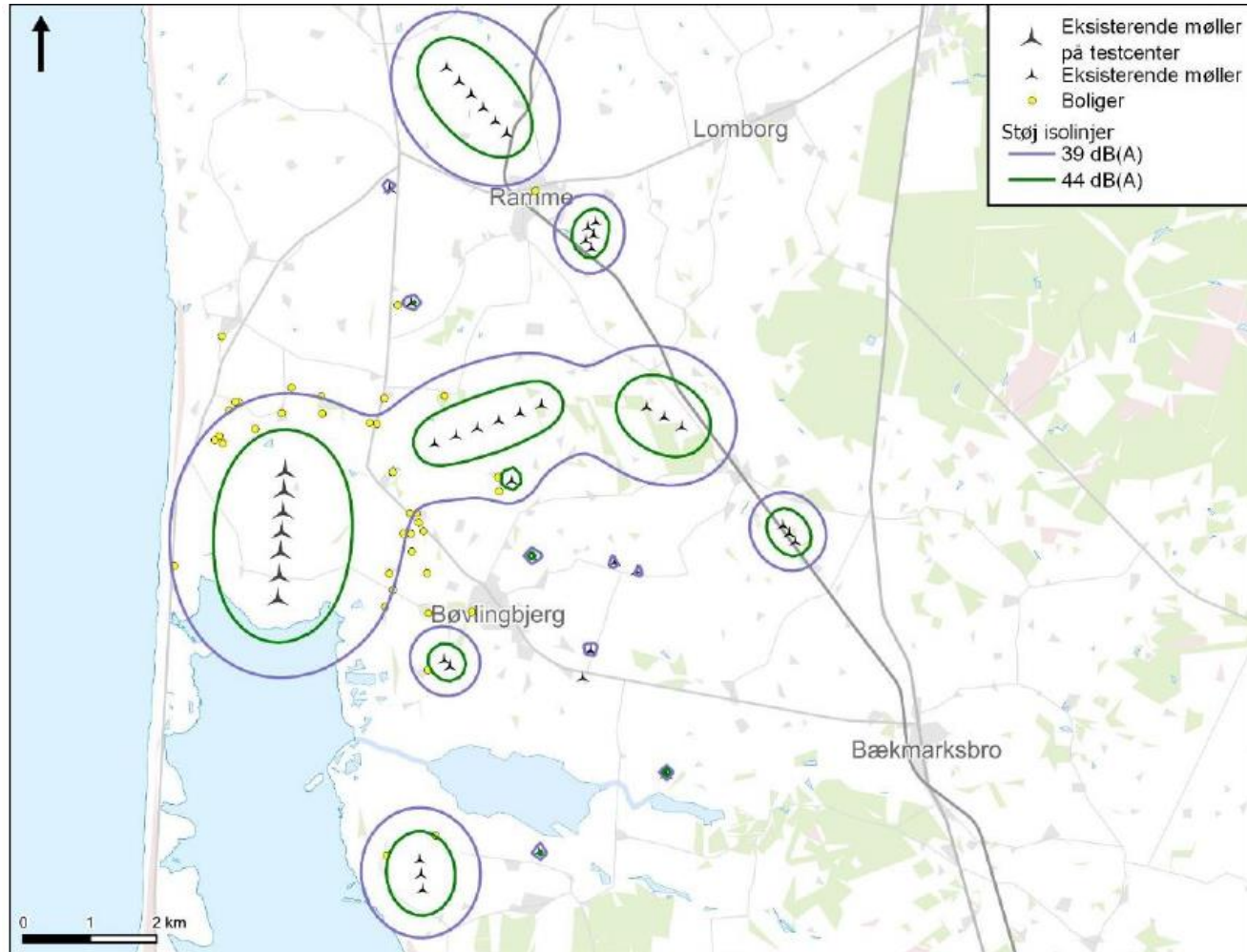




Wind Speed Distribution at Testcentre Høvsøre



Udbredelse af den samlede støj fra eksisterende vindmøller på testcenter Høvsøre



Vind 8 m/s

Teknik huse på testpladser



Metmast 2



Metmast 6



2 stk master 165 m med lysafmærkning for fly og helikopter

I dag er der ikke krav om f.eks. radarstyring



Studie af økonomiske effekter i området

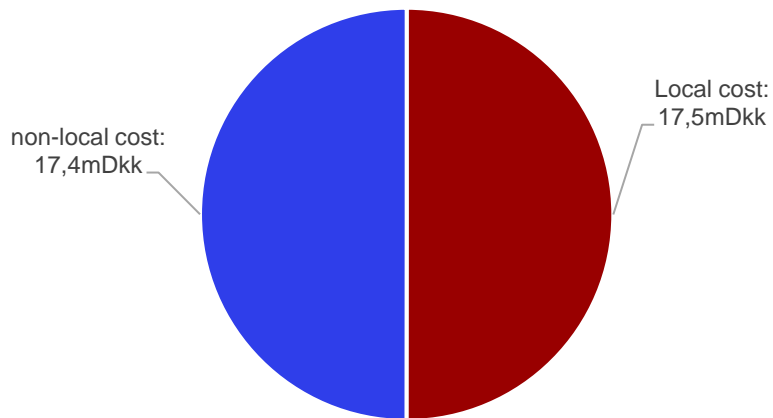
- Lokale økonomiske effekter i Lemvig kommune med fokus på virksomheder i nærheden af Testcenter Høvsøre
- Regional effekter i Midtjylland
- Nationale økonomiske effekter

- Forudsætninger
 - Alene udgifter Vestas, Siemens og DTU
 - Køb af jord ikke medtaget

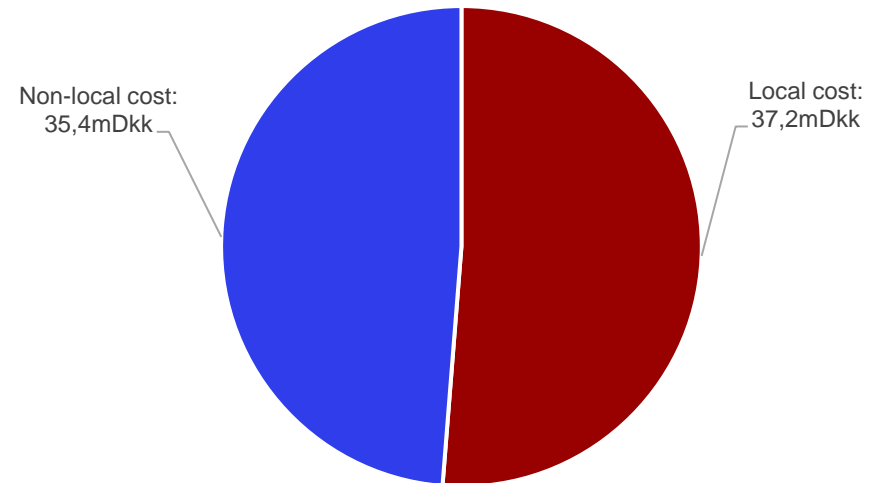
Primære økonomiske effekter

Årlig drift- og vedligeholdelsesomkostninger industri 35 mio kroner
Udvidelse af Testcenter Høvsøre 2018-22 budget 72,6 mio kroner

Total Yearly O&M Expenditure



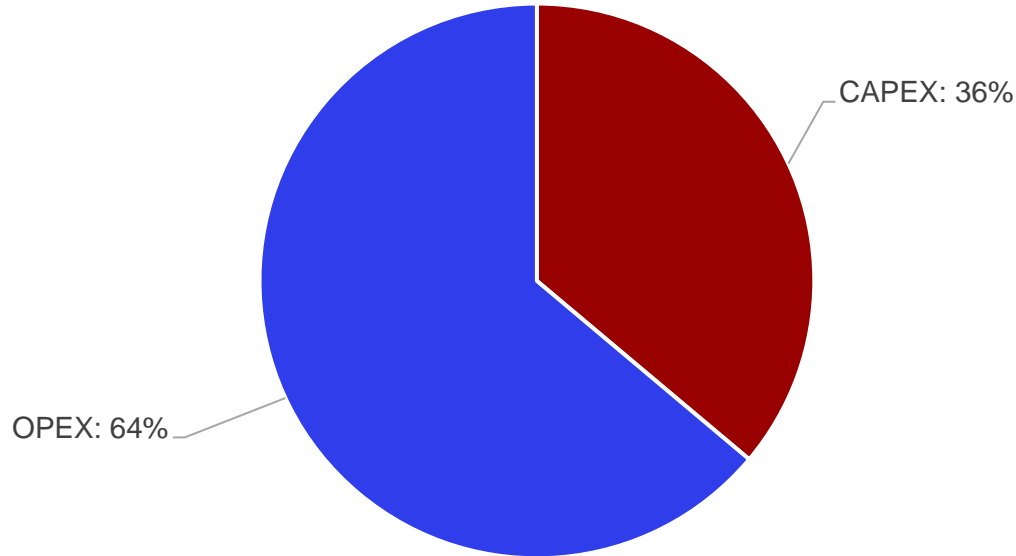
Rebuild 2023 DTU



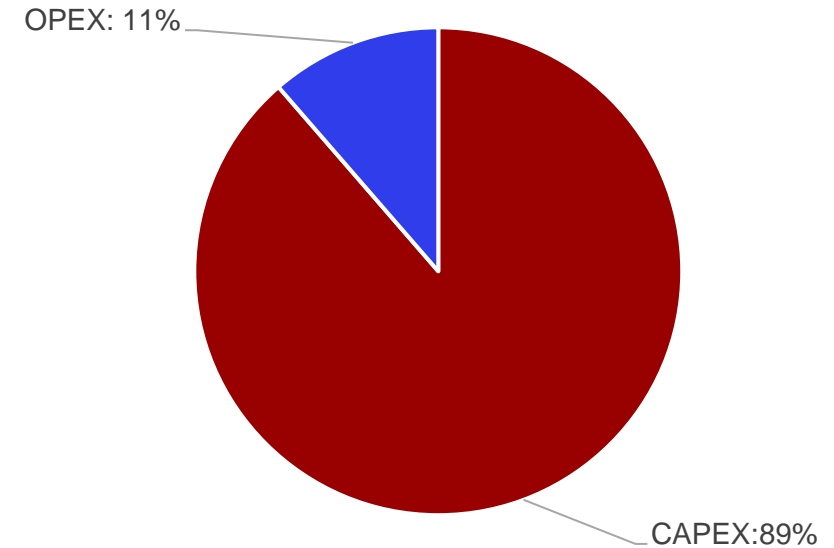
Omkostningsfordeling

Testcenter i forhold til almindelig vindmøllepark

OPEX/CAPEX fordeling Høvsøre 4 årig periode



OPEX/CAPEX fordeling 4 årig periode for almindelig vindmøllepark

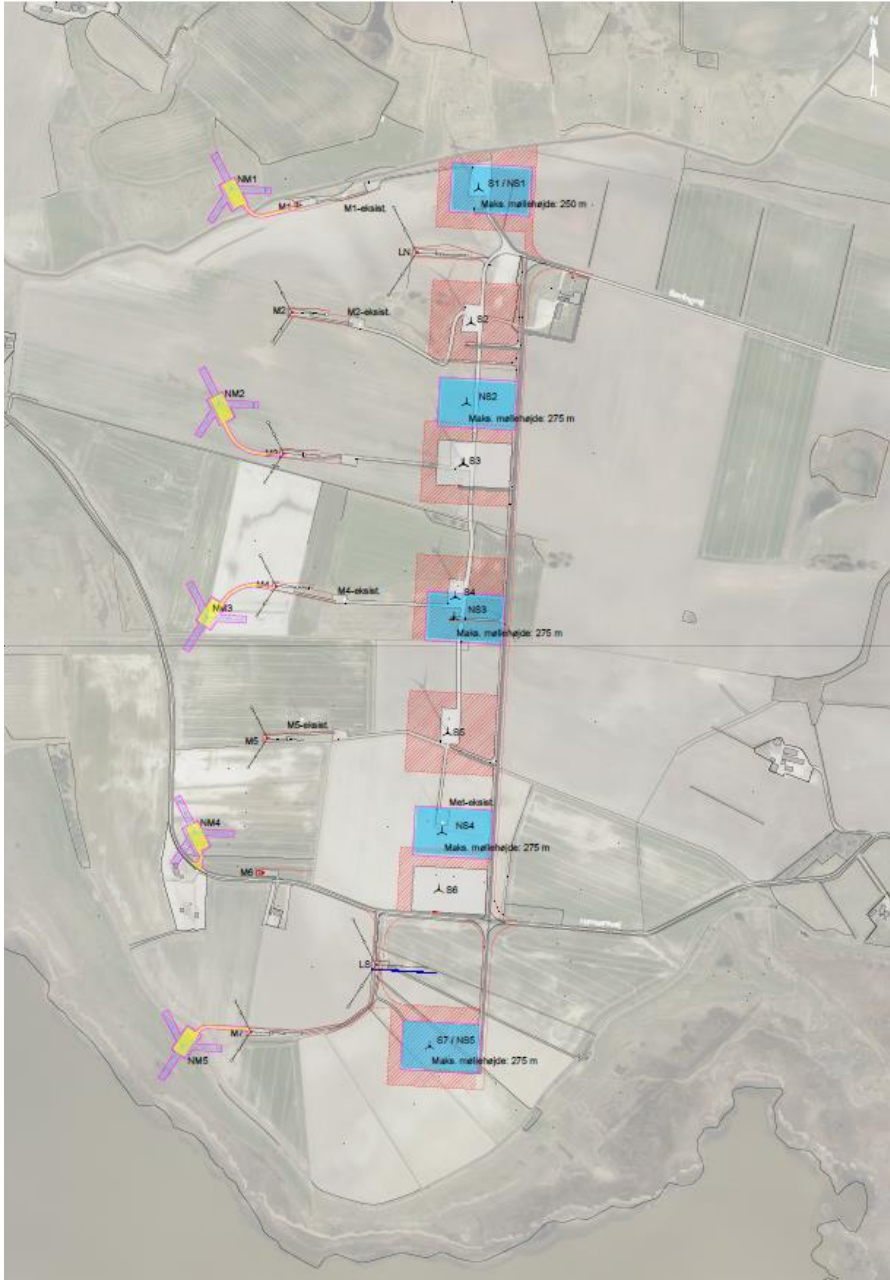


Konklusion: lokal økonomisk omsætning som følge af testcenter Høvsøre meget større end produktionsvindmøllepark

DTU's Testcenter Høvsøre



Stand	Manufacturer	Rated power[MW]	Rental period
1	Vestas	Unknown	01-10-2027
2	Vestas	2.0	30-09-2024
3	SGRE	5.0	31-10-2024
4	SGRE		21 -03-2029
5	-		
6	SGRE	6.0	28-02-2025
7	SGRE	6.0	31-07-2026



Forslag til opgradering af Testcenter Høvsøre

Maksimalhøjde 250, 275, 275, 275 og 275 meter

Afstand mellem prøvestande 475 meter

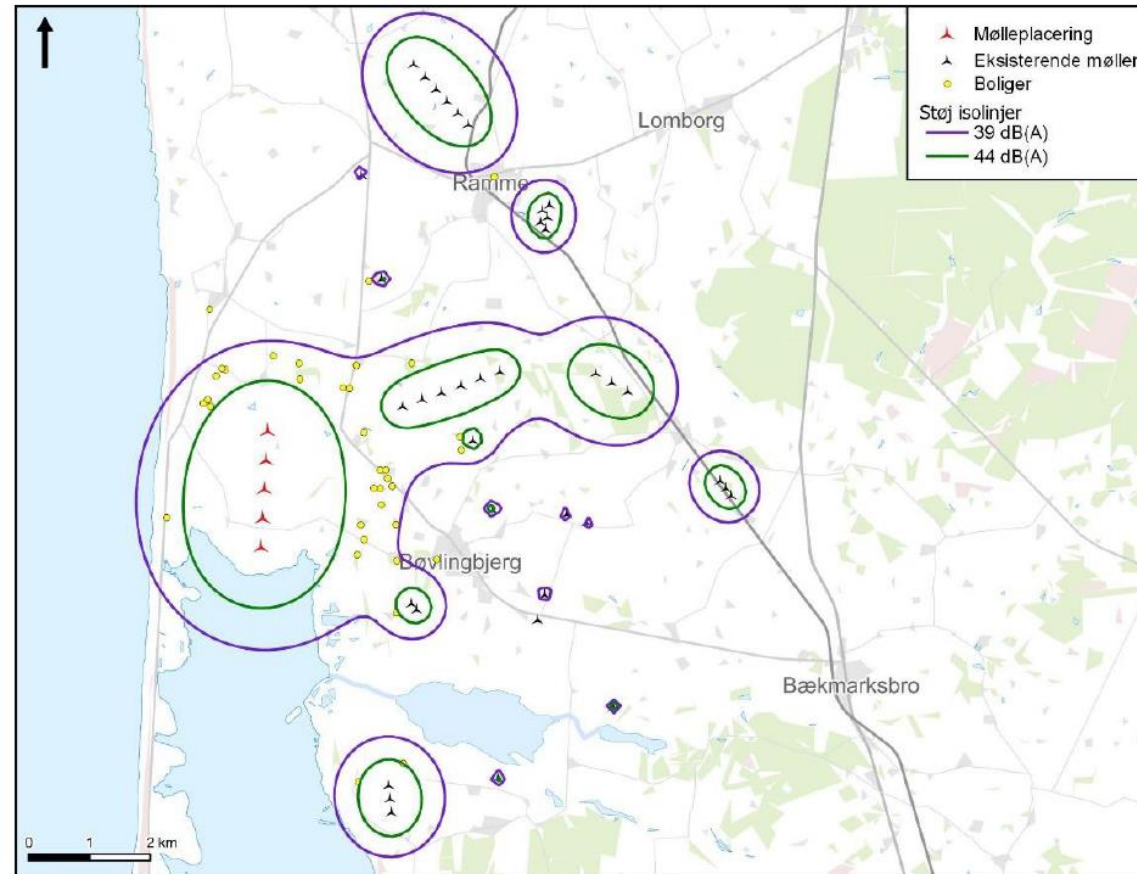
Nord og syd plads uændret placering

Målemaster længere mod vest

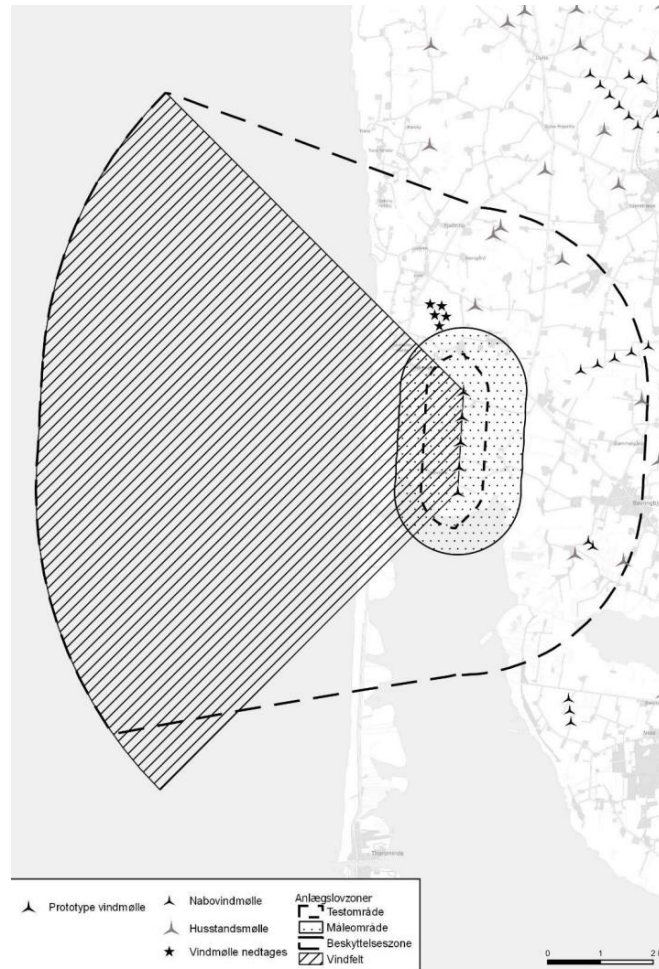
Større støjrummelighed

Større arbejdsarealer og mere vejareal

Udbredelse af den samlede støj i det nye forslag til tilpasning af Testcenter Høvsøre



Vindfelt opgraderede Testcenter Høvsøre



Wind Turbine Technology trends

- Digitalization
- Big data
- Disruption, incremental and revolution
- Globalization and specialization

- Upscaling 20 MW+
- Larger rotors relative to tower.
- Integrated complex design models with optimization and supercomputers
- Combined
 - Aeroelastic tailoring.
 - Distributed control.
 - Non-linear blade spar geometry
- Down wind turbines and 2-bladed WT
- Flexible towers
- Standard support structure.
- Advanced turbine and power plant control.







Thank you

Photo: P. F. Nielsen