

Havsbaserad vindkrafts roll i framtidens elsystem

Stefan Ivarsson, Enhetschef Förnybar energi från vind och hav
Mats Goldberg, Forskare Förnybar energi från vind och hav

Omsättning
3396
MSEK

8

Mest attraktiva
arbetsgivaren
(civilingenjörer)

2900
Anställda

874

Intäkter från offentliga
finansiärer (MSEK)

625

Forskningspublikationer

2025

Året då RISE verksamhet
är klimatneutral

48%

Näringslivsintäkter

129

Test- och
demonstrations-
miljöer

177

Intäkter från
EU-projekt (MSEK)

39%

Kvinnor

46

Nya patent

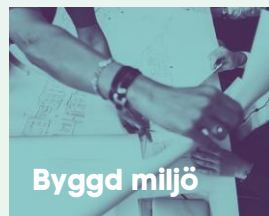
Koncernövergripande forskningsområden



AI och Data
Science



Blå tillväxt



Byggd miljö



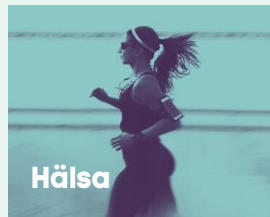
Cirkulär
omställning



Digital
säkerhet



Energi



Hälsa



Innovations-
system



Komponent-
tillverkning



Livsmedel



Material



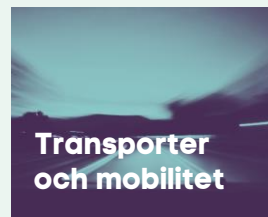
Process-
tillverkning



Risk, säkerhet
och resiliens



Tjänste-
forskning och
digitalisering
av processer



Transporter
och mobilitet



Transport-
system

Vi är Sveriges forskningsinstitut

Utmaningar och behov i framtidens elsystem

- Ökat behov av flexibilitet för balansering och för att hantera nätbegränsningar. Gäller även lokalt som följd av urbanisering och utbyggnad av solex och elbilar. En utmaning är hur flexibilitet som existerar kan realiseras, till exempel via vindkraft.
- Utmaningar med att bygga nätkapacitet tillräckligt fort för att kunna möta ökat effektbehov på olika geografiska platser, bland annat på grund av tillståndsprocesser.
- Utmaningar med energi- och effekttillräcklighet på systemnivå med ett ökande elbehov och omställning av elmixen till att innehålla betydligt mer variabel produktion. Nya affärsmodeller för systemtjänster kommer att behövas.
- Utmaningar för myndigheter att skapa adekvata policier och en marknadsdesign som skapar samhällsekonomiskt effektiva incitament för framtidens fossilfria elsystem på lång och kort sikt. Gröna omställningen måste gynna näringsliv och jobb.
- Samspelet mellan olika tekniska system och marknader kommer att bli mer komplext och kräva omfattande digitalisering.
- Sektorkoppling mellan olika sektorer som exempelvis smarta elsystem, elektrifierade transportsystem, gasssektor med koppling mot elektrobränslen, värmesektor m.fl. får en allt större påverkan på framtidens elsystem. Systemen växer samman. Frågor om överordnas styrning mellan sektorer och system blir aktuella.

Utveckling inom framtidens elsystem

- En ökad elektrifiering av industri-, transport-, tjänstesektorerna ger upphov till en stor ökning av elbehovet. Nivåer upp till 500 TWh/år diskuteras för år 2050 (jämfört med dagens 145 TWh/år).
- Fortsatt etablering av ny elproduktion, främst vindkraft, med tyngdpunkt i norra Sverige. Osäker framtid för kärnkraften i Sverige. Fokus kring småskaliga reaktorer.
- Fortsatt investeringar i överföringskapacitet på nationell (norr-söder) och lokal nivå (tex Malmö, Stockholm, etc).
- Storskaliga energilagrar för att underlätta flaskhalsar samt att erbjuda flexibilitetstjänster
- Färdplaner pekar på ett investeringsbehov om ca 1000 miljarder SEK i elkraftsystemet fram till 2050 (produktion och överföring).
- Kostnadsreduceringar för förnybar produktion från sol och vind samt för lagringskapacitet i batteri- eller vätgaslager driver på utvecklingen.

RISE har tagit fram scenarier för vindkraft i Östersjön

“this report describes energy scenarios for 2030 and 2050, covering offshore wind power and grid infrastructure in the Baltic Sea (including Skagerrak and Kattegat). These scenarios are described as central, low and high, as this method provides the MSP process in the Baltic the possibility to consider a range of possible developments.”

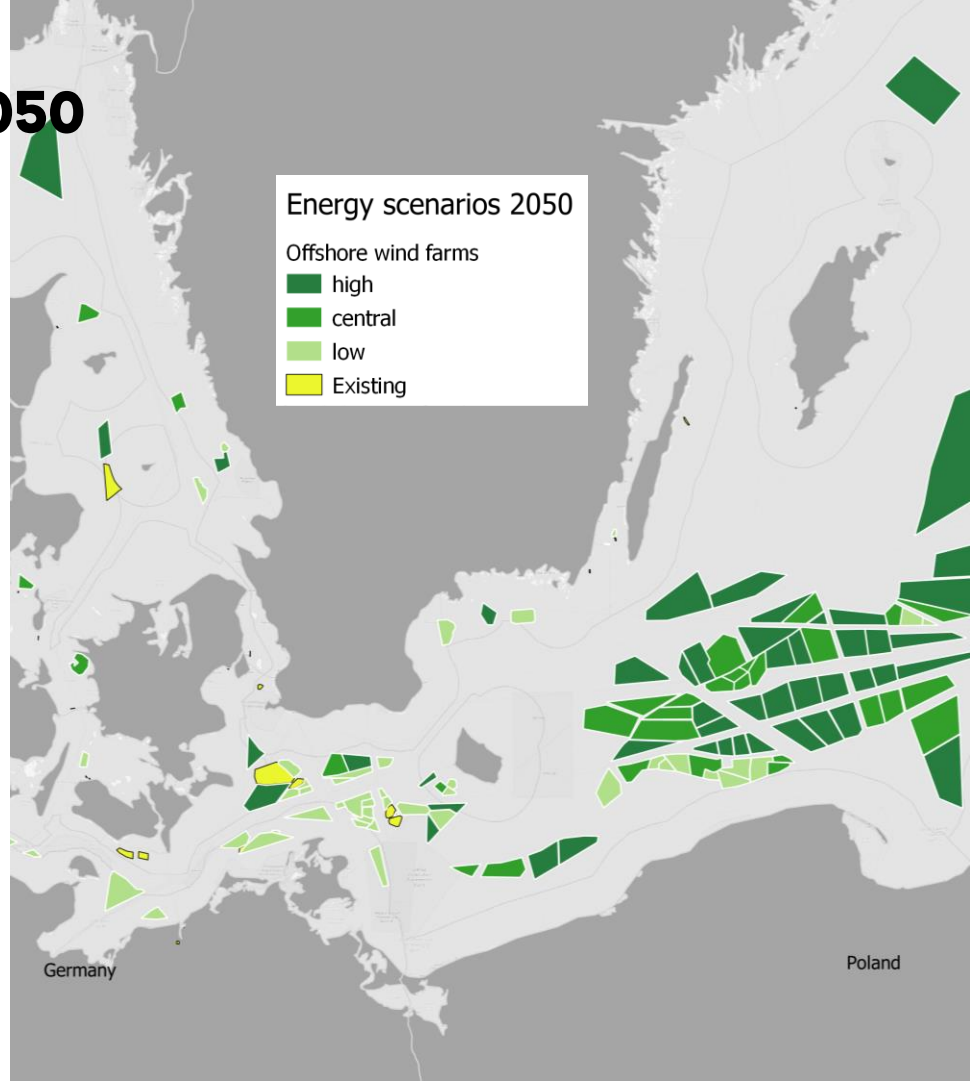
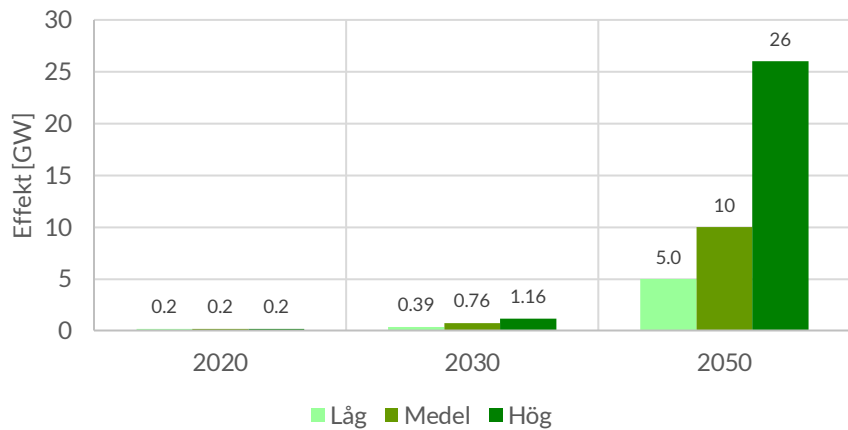


2030 and 2050 Baltic Sea Energy Scenarios

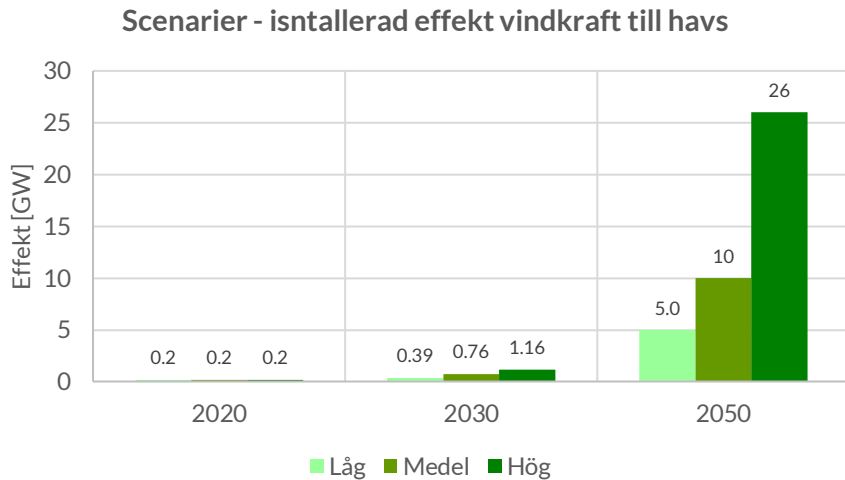
22 March 2019

Vindkraft till havs 2030 och 2050

Scenarier - installerad effekt vindkraft till havs



Vindkraft till havs 2030 och 205



Före 2030

- Subventioner & auktioner → först utbyggnad runt kontinentala Europa
- Fri projektutveckling i Sverige → stor aktivitet inom projektutveckling.

Efter 2030

- Stor svensk projektportfölj + harmoniserade priser på kontinenten → resurser allokeras om och utbyggnaden i Sverige tar fart.

Projekt under utveckling i Sverige idag

- Vindbrukskollen (höger):
Tot: ca 75 GW – 220 TWh
SE4: ca 30 GW – 90 TWh ¹⁾
- SvK ansökningar
Tot: 124 GW – 370 TWh ²⁾
SE4: 60 GW – 180 TWh ²⁾
- Beviljandegrad ansökningar 2014-2020 ³⁾:
 - På land 48 %
 - Till havs 5 %
 - Tot:

Elområde	Andel beviljade verk
SE1	61 %
SE2	48 %
SE3	43 %
SE4	18 %
Summa	40 %

1) Vindbrukskollen + 4COffshore

2) Svenska Kraftnät 2021-11-30

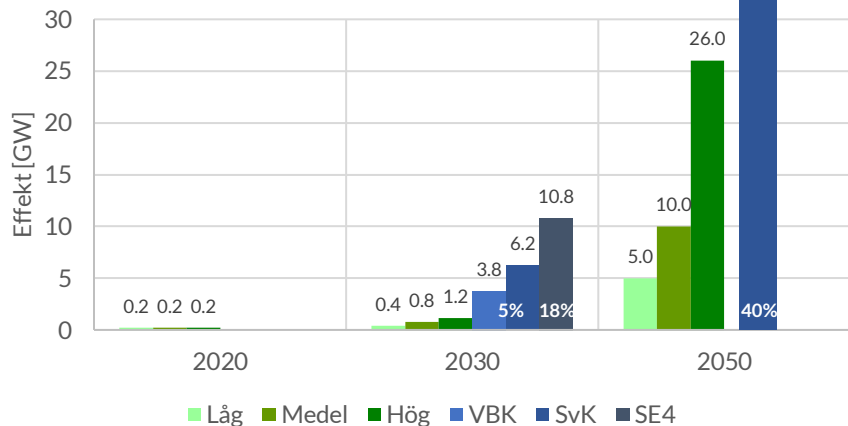
3) H. Westander et. J. Henryson, Statistik om vindkraftstärkningen 2014-2020, Westander klimat och energi, 2021-05-20



Projekt under utveckling i Sverige idag

- Vindbrukskollen (höger):
Tot: Ca 75 GW – 220 TWh
SE4: ca 30 GW – 90 TWh
- SvK ansökningar
Tot: 124 GW – 370 TWh
SE4: 6 GW – 180 TWh

Scenarier - installerad effekt vindkraft till havs



Progressivt scenario fullt möjligt!



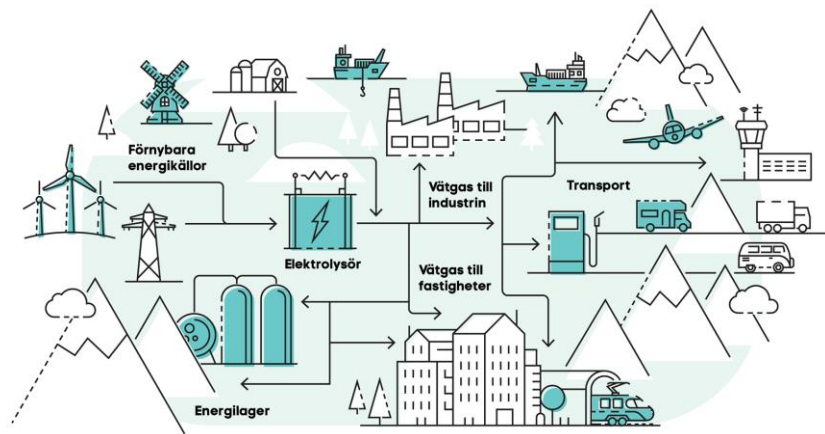
Havsbaserad vindkrafts roll i framtidens elsystem

Vätgasen kommer påverka hela vårt energisystem framöver

Energisystemet och vätgas

Energimyndigheten - Förslag till nationell strategi för fossilfri vätgas, 25 november

- Användning av vätgas ska bidra till omställningen till fossilfrihet
- Vätgasen ska användas där den är samhällsekonomiskt effektiv och gör mest systemnytta
- Försörjningstryggheten ska stärkas
- Sverige ska vara föregångare internationellt
- Sverige ska exportera klimatsmarta produkter och tjänster som bidrar till fossilfrihet utomlands



Energisystemet och vätgas

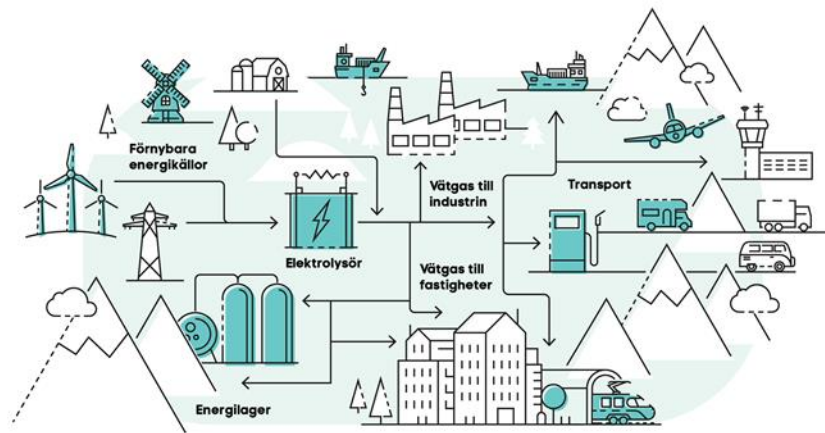
Energimyndigheten - Förslag till nationell strategi för fossi vätgas, 25 november

Planeringsmål 2030: 5 GW el för vätgasproduktion
(820 000 ton/år)

Planeringsmål 2045: 15 GW el för vätgasproduktion
(2 460 000 ton/år)

Vätgasens energibehov enligt EM: 60 – 126 TWh

Sveriges produktion 2020: 159 TWh

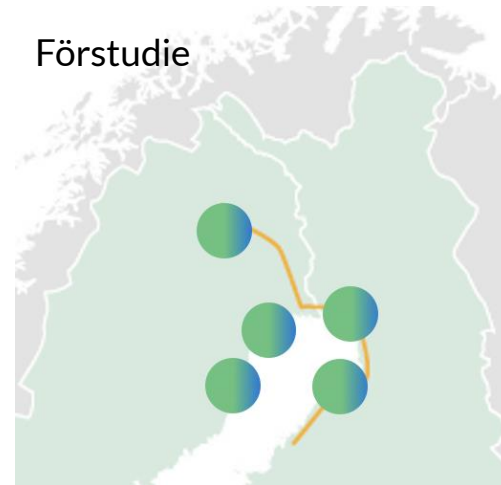


Nya infrastruktur för vätgas

Bothnia Bay Hydrogen backbone

- Förstudie för ny pipeline system för vätgas med start i norra Sverige av RISE, LTU och SHDC under 2022
- Samverkansprojekt med svenska och finska industriföretag samt finska forskningsinstitutet VTT
- Kapacitet i energiöverföring motsvarande 10 nya SVK kraftledningar
- **Elkraftsproduktionen från SE1 och SE2 kommer att behövas i SE1 och SE2 (norra Sverige) för industrins omställning till el och vätgas från fossilt !**

Förstudie



Vision 2035



Offshore vindkraft och vätgas -Första flytande anläggningen i världen

Projektfakta:

Lokalisering ca 30 km utanför
franska kusten vid Le Croisic

El från flytande vindkraft

Driftsstart våren 2022

2 MW PEM elektrolysör (Plug Power)

Produktion av 440 kg vätgas/dygn
från avsaltat havsvatten

Flytande vindkraftsparker 2021



2017
Hywind Scotland
(Equinor)
5 x SWT-6.0-154



2021
Kinkardine
(Principle power)
5 x V164 9,5 MW
1 x V80-2 MW



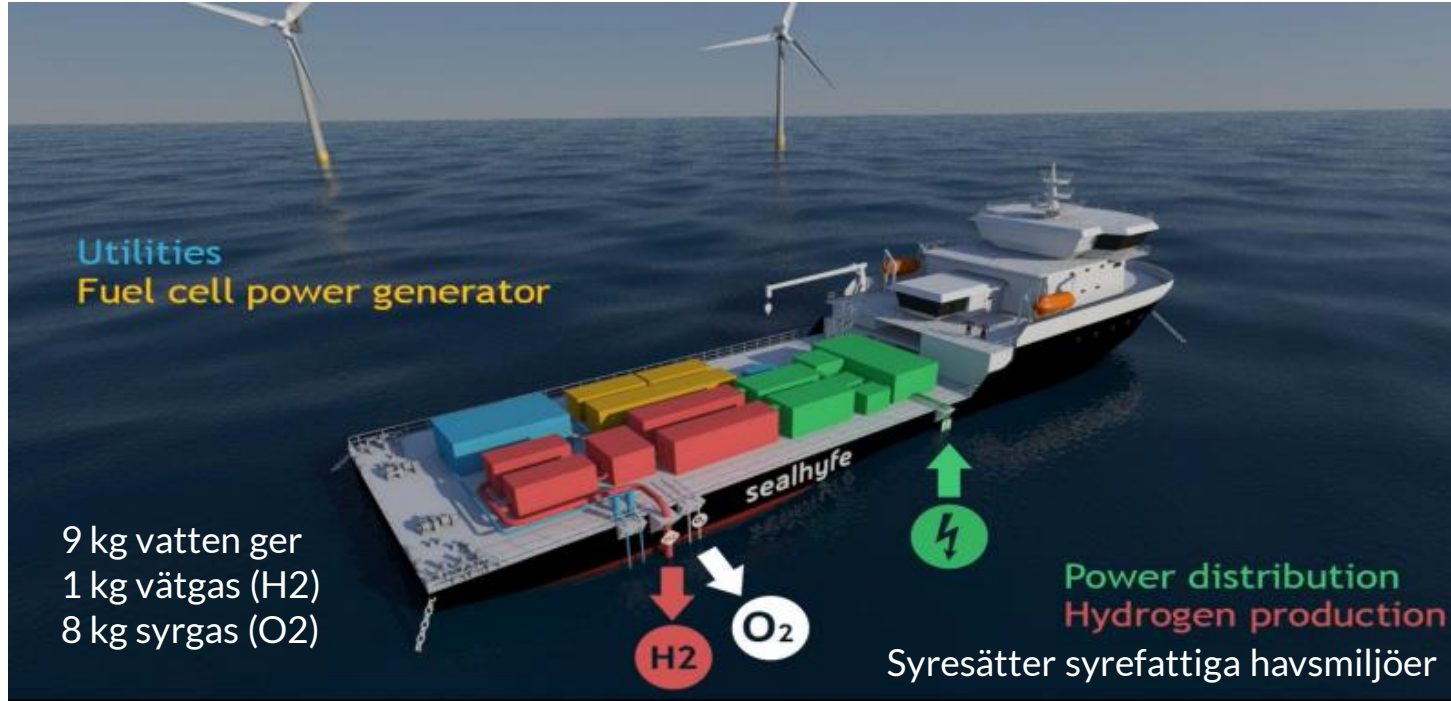
2018
Floatgen
(prototype)
1 x V 80-2MW
2022
Flytande vätgas-
produktion



2020
Windfloat Atlantic
(Principle power)
3 x V164 8,4 MW

Offshore vindkraft och vätgas

- Syrgas kan bli en värdefull biprodukt för havet?



Offshore vindkraft och vätgas

- Vätgas direkt från vindkraftverket



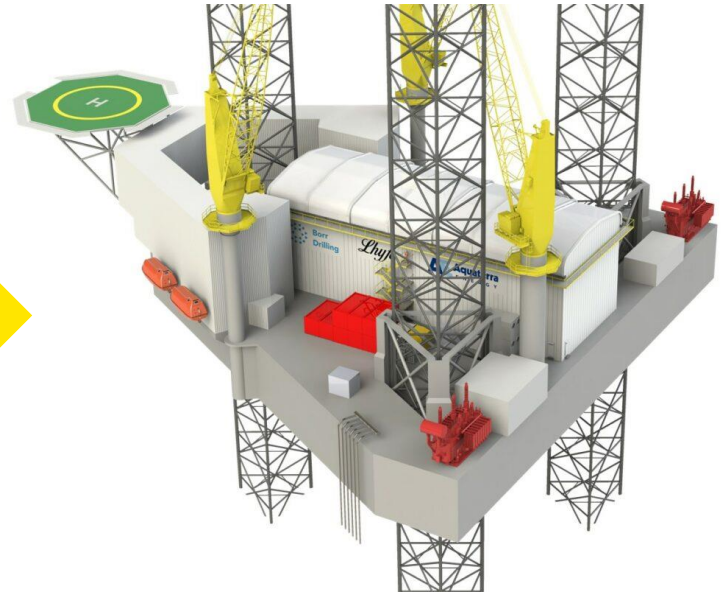
- El hämtas direkt från vindturbinen
- Avsaltning av havsvatten för elektrolys
- Vätgas omlastas på fartyg eller distribueras via pipeline till land
- Frågetecken kring stordriftsfördelar

Storskalig offshore vindkraft och vätgas Oljeplattformar byggs om för vätgasproduktion



Från fossilproduktion

Bilder från Lhyfe



Till fossilfri produktion
Storskaligt!

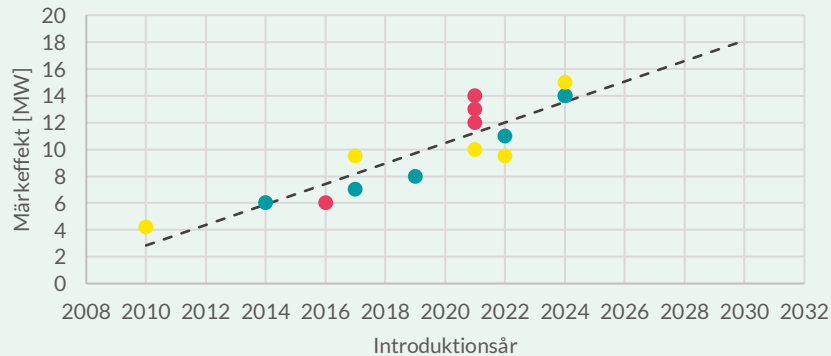
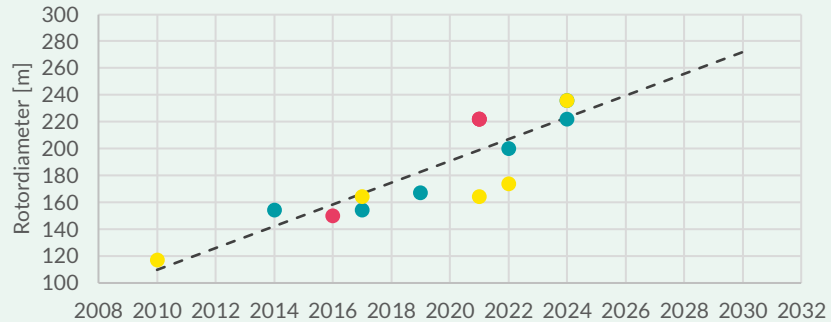
RI
SE

A photograph of an offshore wind farm at sunset. The sky is a warm orange and yellow, and the sea is dark with gentle ripples. In the foreground, a small white and red navigational buoy stands in the water. The wind turbines are silhouetted against the bright horizon.

Havsbaserad vindkrafts roll i framtidens elsystem

Ökat behov av flexibilitet för balansering. En utmaning är hur flexibilitet som existerar kan realiseras, till exempel via vindkraft.

Vindkraftverken fortsätter bli större



● SiemensGamesa ● GE ● Vestas - - - Trend

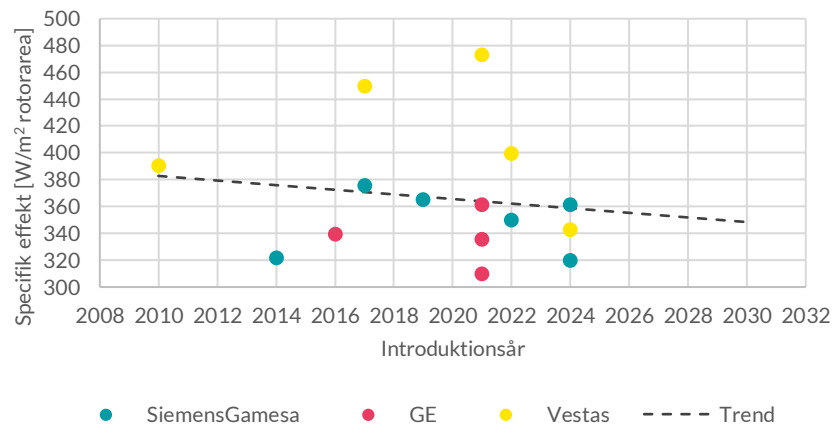


Courtesy of Vestas Wind Systems A/S

Kapacitetsfaktor – Trend mot lägre specifik effekt

- Märkeffekt ökar linjärt med diameter. Tillgänglig effekt i vinden ökar med kvadraten på diametern

→ lägre specifik effekt (W/m^2)
= högre kapacitetsfaktor

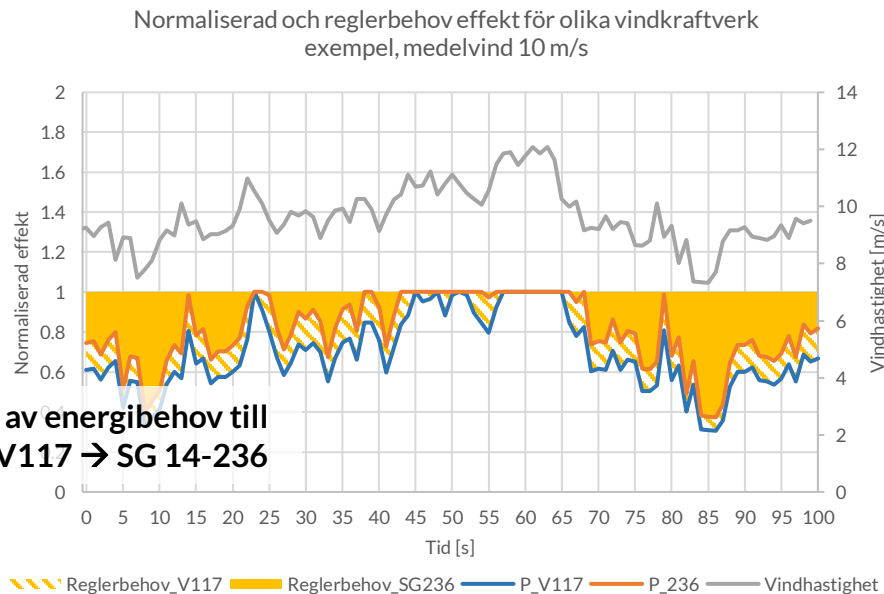


Kapacitetsfaktor möjliggör större penetration vindkraft

Modell	V117	SG 14-236
Diameter (m)	117	236
Märkeffekt (MW)	4.2	14
Specifik effekt (W/m ²)	391	320
Norm. effekt medel	0.76	0.87
Reglerbehov medel	0.24	0.13
Norm. effekt min	0.31	0.38
Reglerbeohv max	0.69	0.62

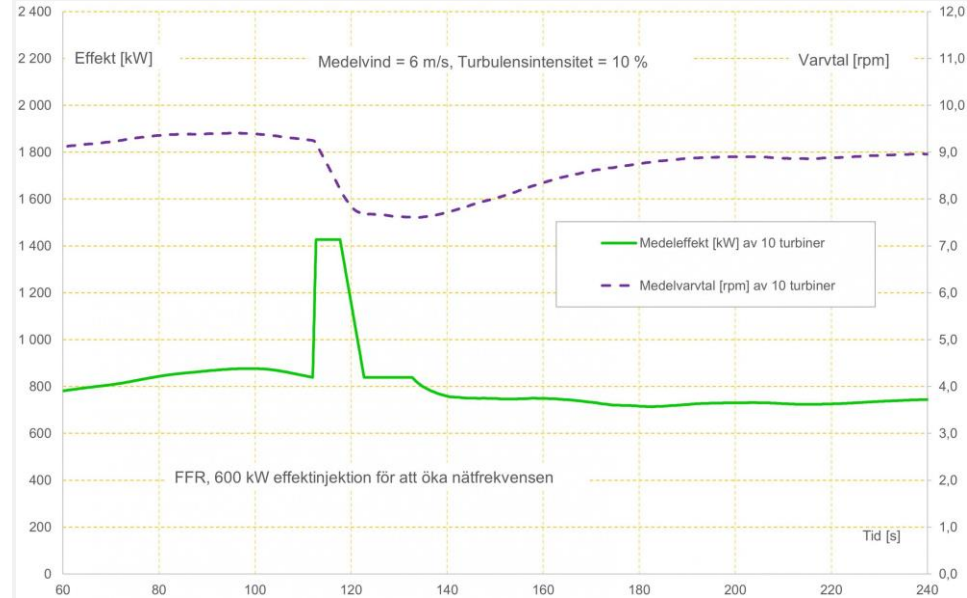
10 % lägre max reglereffekt

Halvering av energibehov till reglering V117 → SG 14-236



Frekvensreglering med vindkraftverk

- Värsta nätfel: O3 trippar, 1450 MW kopplas bort momentant. Det krävs FFR-kapacitet om ca 280 MW fullt aktiverade inom 0,7 sek för att frekvensen inte ska sjunka under 49 Hz.
- Sveriges elproduktion från vindkraft 2020 var 27,6 TWh. Det motsvarar 2200 vindkraftverk med effekt 3,4 MW och diameter om 130 m som i snitt bidrar med 130 kW reservkapacitet till FFR.
- Ett 3.4 MW vindkraftverk kan i låga vindar ha mer än 400 kW. Det räcker att ett av tre VKV är i drift för att täcka behovet.
- På nationell nivå blir produktionsbortfallet mindre än 1 %.



10 stycken 3,4 MW vindkraftverk på olika platser samverkar genom att momentant öka effektuttaget med 600 kW, under det att varvtalet sänks från 9,2 till 7,7 rpm. Medelvärdet jämnar ut aggregatens individuella skillnader.

Havsbaserad vindkrafts roll i framtidens elsystem

Nya utmaningar är också nya möjligheter.

Storskalig omställning av elsystemet kan ge nya företag och nya jobb

- En nationell färdplan för gröna jobb inom offshore vind saknas – Havsagendan 6 år gammal
- Komplex bransch som kräver kunskap och förberedelser men har stor potential
- Svenska aktörer kan bygga erfarenhet och kompetens i utländska projekt och stå rustade när utbyggnaden tar fart i Sverige.

VINDENERGI TILL HAVS
ETT PROJEKT INOM OFFSHOREVÄST

Strategisk innovationsagenda för vindenergi och elnät till havs

– ett industriperspektiv

Mål 2030

- Den svenska havsbaserade vindkraftsindustrin sysselsätter minst 25 000 personer.
- Den svenska havsbaserade vindkraftsindustrin omsätter minst 50 miljarder kronor/år.
- Svenska havsbaserade vindkraftsparker levererar förnybar el till det europeiska energisystemet till ett värde av minst 4 miljarder kronor/år.

Forskning & produktutveckling

Projektering & tillstånd

Konstruktion, byggnation & installation

Drift & underhåll

Avveckling

- Grundforskning
- Tillämpad forskning
- Företagsbaserad R&D
- Design och konstruktion av serietillverkade produkter (varor & tjänster)

ABB, SKF, Trelleborg, SeaTwirl, Hexicon, Roxtec, Greenpipe, SSAB, SWPTC vid Chalmers och LTU, SP, Swerea, STRI, StandUp for Wind vid KTH och Uppsala Universitet m fl.

- Identifiering, val och utformning av lämpliga platser
- Samråd med myndigheter
- Bottenundersökningar
- Vindmätning & bedömning
- Undersökning av marin miljö, fåglar etc
- Undersökning av förutsättningar för infrastruktur
- Tillstånd för vattenverksamhet
- Tillstånd på kontinentalsockel
- Miljö & Kulturmiljö tillstånd
- Ledningsrätt & tillstånd för sjökabel
- Tillstånd för arbeten i vatten

Wpd Offshore, E.ON, Vattenfall, Favonius, Universal Wind Offshore, Blekinge Offshore, MMT, Clinton Marine Survey, Marin Miljöanalys m fl

- Upplåning av kapital
- Upphandling av entreprenader
- Upphandling av fundament, turbin och nätslutning
- Konstruktion och tillverkning av fundament och elnätstrutning
- Bottenförberedelser
- Transport och logistik
- Installation och drifttagning av turbiner
- Provdrift

Vattenfall, E.ON, wpd Offshore, Blekinge offshore, SSE, Baltic Offshore, NCC, PEAB, Karlshamns hamn, m fl.

- Drift och elproduktion
- Ägande och förvaltning
- Driftsuppföljning och planering
- Transport och logistik
- Planerat underhåll & service
- Hantering av oplanerat underhåll och reparationer

NOS, NDE Offshore, E.ON, Vattenfall, Vindin, One Nordic, Certex, Klätterteknik, Extreme Works m fl.

- Nedmontering av turbiner
- Destruktion av fundament
- Återvinning av komponenter
- Återvinning av material
- Insamling av nätninfrastruktur
- Återställning av bottenförhållanden

SSE, Stena Recycling, Demcon demoliton m fl

NOW PORTS Fas 1

- Nordiska projekt (DK, NO, SE) med 34 organisation och företag (2020-2021)
- Stöd till hamnar och offshoreindustri till framtida vindkraftskonstruktion med logistikförbättring och anpassning till offshore vindkraftens krav.
- Svenska projektdeltagare: Trelleborg Hamn (huvudpartner), RISE samt andra svenska företag aktiva inom vindkraftsindustrin



NOW PORTS Fas 2



Mål (svenska sidan av projektet):

Att skapa regional försörjningskedja och excellence hub för havsbaseradindustri i Skåne runt Trelleborg hamn

Aktiviteter (2022-2024):

- Utvecklingar av försörjningskedja för havsbaserad vindkraft (fartygstjänster, hotell, catering, konstruktion, tillverkare, osv.) som kan stöda framtidens vindparken i Skåne
- Bygga regional havsbaserad vindkompetens med utbildningar för tekniker och projekt managers (Excellence Hub)
- Involvera andra hamnar i Sverige med vindkraft potentiel för att stödja deras affärsutveckling och transfer av know-how

Vision 2030: Offshorevindkraft i Skåne

Långfristigt program med flera komponenter (2022-2027)

- Vindkraft relaterad industri utvecklingar (fartygstjänster, hotell, catering, konstruktion, tillverkare, osv.)
- Skapa jobb och lokala affärsmöjligheter
- Bygga regional offshore vindkompetens med vindakademi för tekniker och projekt managers
- Promota region Skåne som offshore-vindcenter i Sverige och bidra till blå ekonomi
- Locka internationella offshore-industri -företag till regionen



Research Institutes of Sweden

Stefan Ivarsson (Enhetschef Förnybar Energi från vind och hav)

stefan.ivarsson@ri.se +46 10 516 57 43

Mats Goldberg (Forskare vindkraft energi)

Mats.goldberg@ri.se +46 10 516 54 35

Nermina Saracevic (NOW PORTS projektledare)

nermina.saracevic@ri.se +46 10 516 59 81