

**Teknisk høring om kabellægning af
højspændingsforbindelse i Vestjylland
- Tekniske alternative i en vedvarende energifremtid**

**Landstingssalen, Christiansborg, 21. nov 2019
Brian Vad Mathiesen, Aalborg Universitet**



AALBORG UNIVERSITET

Hovedindholdet af min kritik

- ▶ Jeg er enig med Energinet i, at vi skal både og dvs. både internationale forbindelser og eksport til andre sektorer og Er IKKE generelt i mod nye internationale elforbindelser, herunder heller ikke Viking Link og Vestkystforbindelsen.
- ▶ Udgangspunktet er at Danmark har en høj forsyningssikkerhed med stor elkapacitet til udlandet og meget få udfald og en høj dækning med vindmøllestrøm. Det er i høj grad Energinets fortjeneste, at der er en høj forsyningssikkerhed og et velfungerende marked. Vi skal sikre det også kan lade sig gøre fremover.
- ▶ Tankerne om en energiø og en eksport af vindmøllestrøm er god vision. Det er dog en vision, som kræver en konkret plan.



Hovedindholdet af min kritik

- ▶ Men jeg er kritisk overfor beslutningsgrundlaget og overfor beslutningsprocessen i dette konkrete projekt:
 - Jeg mener ikke økonomien i det igangværende projekt er robust i en grøn fremtid – der er ikke fremlagt beregninger, som giver et overskud, samtidig med, at vi møder vores 2030 eller 2050 mål – hverken i Danmark eller i EU
 - Der er risikabelt at Energinet satser på, at en stor del af vores reservekapacitet baseres på udlandsforbindelser og satser på, at vi vil være i stand til at få en gevinst af så stor en eksport.
 - Energinet har IKKE undersøgt alternativer med f.eks. andre tilslutningspunkter af VE og brug af jævnstrømsforbindelser
 - Energinet har IKKE peget på at politikerne bør iværksætte andre løsninger udenfor Energinets ressort for at indpasse mere vind. Hvis Energinet kan se, at der er andre langt mere robuste og samfundsøkonomiske fornuftige alternativer, bør Energinet gøre opmærksom på det. Hvis ikke de selv mener de kan/må skabe den debat vil jeg foreslå den nuværende formålsparagraf laves om. Samfundsøkonomien og klimaudfordringen gør, at vi skal tage kloge omkostningseffektive beslutninger – derfor er der her en balance, som Energinet ikke har fundet – ifølge deres egne rapporter.
 - Beslutningsprocessen for Viking Link, Vestkystforbindelsen (Emdrup til grænsen) og for Idomlund-Emdrup har ikke været transparent og man får det indtryk, at reelle alternativer til 1) 400 kV forbindelserne på Vestkysten og 2) Viking Link ikke skal debatteres.
 - Det er nødvendigt at udbygge 150 kV nettet for at indpasse vindmøllestrøm fra Nordvestjylland, men ifølge Energinets egne rapporter, er det ikke nødvendigt at bygge 400 kV ledninger for at indpasse de forventede mængder vindmøllerstrøm, det er blevet misbrug i debatten.
 - Man bør lave en samlet agil plan til indpasning og transport af mere vind, sol og nye store forbrug – det kræver vi tænker vores elsystem på en helt anden måde.
 - Beslutningsprocesser for internationale el (og gas-) –forbindelser er ikke demokratiske og trænger til et eftersyn. (kræver andet forum end dette at debattere)



Alternativer i Vestjylland med Viking Link ifølge Energinet og Ministeriet

- ❶ Business-case fremlagt bestyrelsen november 2015, anmodning til Ministeren i december
 - ❶ Indeholder én løsning for Viking Link og Vestkystforbindelsen for Ministeren – ikke flere alternativer. Der er IKKE regnet miljø og klimaeffekter i indstillingen, og projektet er IKKE fundet at forbedre forsyningssikkerheden i sin helhed.
 - ❶ Projektet afhænger af etablering af Idomlund-Emdrup:

"Etablering af en forbindelse mellem Emdrup og Idomlund er primært nødvendig i forhold til indpasning af den forventede udbygning med vedvarende energi, men også for at sikre optimal udnyttelse af kapaciteten på Viking Link og Vestkystforbindelsen."

"Med den indstillede løsning skabes der også mulighed for, at Idomlund kan fungere som tilslutningspunkt for nye udlandsforbindelser, eller at der kan tilsluttes yderligere vedvarende energi i området end forventet på nuværende tidspunkt."
 - ❶ Hele projektet afhænger økonomisk og teknisk af, at højspændingsledninger igen må laves i luften og ikke som udgangspunkt skal kabellægges. (dette var ikke muligt før cirka et år efter)
- ❷ Fravalgte alternativer:
 - ❶ Overføringskapacitet på 700 eller 1000 MW - havde gjort Emdrup-Idomlund og tildels Vestkystforbindelsen overflødig. Der er ingen analyser af dette i indstillingen til Bestyrelsen og Ministeren
 - ❶ En forbindelse med en overføringskapacitet på 2x700 MW.

"Elektroder muliggør, at strømmen kan løbe retur gennem jorden, hvis der sker en kabel- eller konverterfejl. Alternativet medfører ikke et øget behov for reserver i Vestdanmark, og uden etablering af Vestkystforbindelsen giver alternativet en samfundsøkonomisk mergevinst for Danmark i forhold til det valgte alternativ. Energinet har erfaringer med drift af tilsvarende løsninger eksempelvis på Skagerrakforbindelserne til Norge og Konti-Skan-forbindelserne til Sverige. I England findes der imidlertid ingen erfaringer med anvendelse af elektroder i forbindelse med jævnstrømsforbindelser. Der er stor risiko for, at Viking Link-projektet vil blive mødt med krav om ubegrænset erstatningsansvar fra andre ledningsejere i forhold til eventuelle skader på andre anlæg på grund af elektroderne. Endvidere forventes det, at anvendelsen af elektroder vil forsinke myndighedsbehandlingen med minimum 1-2 år, hvilket vil reducere gevinsten. Ud fra en fælles risikobetragtning er det derfor valgt ikke at arbejde videre med en 2x700 MW. (selv om det giver en bedre økonomi og ingen gener på land)
- ❸ Konklusion: Det oprindelige beslutningsgrundlag havde to alternativer – som jeg mener burde have været belyst
 - ❶ 2 X 700 MW kabel fravalgt pga. frygt for søgsmål i Storbritannien, og
 - ❶ 1000 MW Viking Link ikke direkte analyseret samfundsøkonomisk i business-casen.
 - ❶ Ingen fremlagte beregninger uden etablering af Idomlund-Emdrup eller med alternative VE-ilandføringer.



AALBORG UNIVERSITET

Til Bestyrelsen

Torsten Kjersvej 65
7000 Fredericia
Tel. +45 70 10 22 44
Fax +45 76 24 51 80

info@energinet.dk
www.energinet.dk
cvtw: 28 98 06 71

9. november 2015
MHJ-KML-SDM

Business Case – Vestkystforbindelsen og Viking Link

Indholdsfortegnelse

1.	Indstilling	3
2.	Resumé	3
3.	Rationale og formål	4
4.	Beskrivelse af alternativer	7
4.1	Referencesituation	7
4.2	Valgte alternativer	8
4.2.1	Viking Link	8
4.2.2	Vestkystforbindelsen	9
4.2.3	Sammenhæng mellem Viking Link og Vestkystforbindelsen	10
4.2.4	Interne netforstærkninger	11
4.3	Fravalgte alternativer	11
4.3.1	Viking Link	11
4.3.2	Vestkystforbindelsen	12
5.	Investeringsanalyse	12
5.1	Samfundsøkonomisk vurdering	13
5.1.1	Regionale handelsgevinster	13
5.1.2	Dansk samfundsøkonomi	14
5.1.3	Konsekvensvurdering af alternativer	16
5.2	Selskabsøkonomisk vurdering	18
5.3	Risiko- og følsomhedsanalyse	19
5.4	Timing	23
5.5	Sammenfatning	23
6.	Anlægs- og driftsbudget	24
7.	Kontraktuelle forhold	26
7.1	Vestkystforbindelsen	26
7.2	Viking Link	26

Hvad der er teknisk muligt at kabellægge ifht. det konkrete projekt?

- Konklusionerne i rapporten fra December 2018 er låst af det kommissorium, som konsulenterne har fået. Primært to elementer:
 - Skal se på 400 kV forbindelser eller tilsvarende fra Holstebro til grænsen (i samme trace)
 - Skal forholde sig til den konkrete tidsplan mod 2023
- Jeg er enig i konklusionen på den præmis. Dvs. det vil være uforholdsmæssigt dyrt kabellægge yderligere.
- Men konklusionen kunne være mere brede med en anden hvis kommisriet var mere bredt. Løsninger man kunne have set på:
 - Beregning af en løsning hvor Viking Link er 1000 MW og hvor 2 ekstra 150 kV forbindelser derfor er tilstrækkeligt
 - Se på alternativer til hvor nye vindmølleparker kan føres i land i stedet for i Holstebro. Især i lyset af debatten om eksport af vind fra Nordsøen og en evt. Energiø.
 - Se på Idomlund-Emdrup og Emdrup til grænsen separat.
 - Vurdere økonomi og betydning af nye forbrug for behov for eltransmission – f.eks. Power2X i elektrolyse og store varmepumper.



AALBORG UNIVERSITET



5

Independent Report

ASSESSMENT OF TECHNICAL ALTERNATIVES TO STRENGTHEN THE 400 KV TRANSMISSION GRID



Energinet/Ministeriet har fravalgt flere løsninger og analyser over årene

- Fravalgte to muligheder i beslutningsgrundlaget (jf. ovenfor)
- Efter kritik af Viking Link projektet i 2016 blev der ikke ændret i beslutningsgrundlaget – dette til trods for at Energinets egne tidligere analyser viser bedre økonomi i store varmepumper og elbiler. Man lavede heller ikke analyser af
 - flere jævnstrømsforbindelser
 - sammenhæng mellem behov for kabler og nye forbrug
 - analyser af en "Energjør" og muligt eksport til Europa – evt. via offshore HVDC kapler ned mod Hamborg, Holland mv. som undgår flaskehalsen i Nordtyskland
 - målsætninger for Danmark og EU i 2030 og 2050
- Efter pres kom flere data fra analyserne i slut 2017, herunder klimaeffekten, og fakta om en meget lille eksport fra Danmark (det var ikke eksport af vind)
- Ændrede elprisprognoser fra ENTSO-E i løbet af 2018 gav ikke anledning til at revidere beslutningsgrundlaget.
- Ny analyse af muligheder for kabellægning giver ikke nye konklusioner pga kommissoriet ultimo 2018.



AALBORG UNIVERSITET

Professorer frygter kæmpe fejlinvestering: Drop kabel til England og invester i varmepumper herhjemme

Et 740 km langt højspændingskabel til næsten 20 milliarder kroner skal sende strøm fra danske kraftværker til England. Vi får langt mere for pengene ved at investere dem i Danmark, fastslår energiforskere.

Af [Sanne Wittrup](#) [Følg @Swittrup](#) 9. sep 2016 kl. 05:00 [38](#)

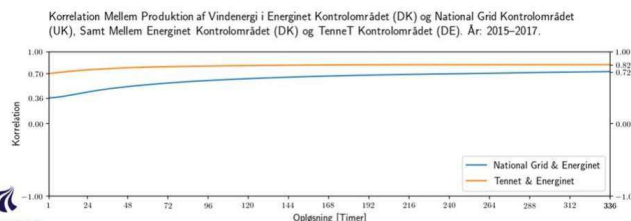


Danmark går den forkerte vej, når statens energiselskab, Energinet.dk, sammen med sin britiske partner vil bruge op mod 20 milliarder kroner på projektet Viking Link: et 740 km langt kabel under Nordsøen.

Samfundsøkonomiske effekter i Danmark (nutidsværdi i mio. DKK)	Ingen Vestkyst - 2500			Vestkyst - 3500	
	Ingen Viking	Viking 1x1400-1000	Viking 1x1400	Ingen Viking	Viking 1x1400
Samfundsøkonomiske gevinster					
Handelsgevinster	0	12.563	12.579	852	13.216
Transitkompensation	0	338	343	51	398
SK4-aftale	0	17	18	39	43
Forsyningssikkerhed - effekttilstrækkelighed	0	0	0	0	0
Nødstart	0	0	0	0	0
Systembærende egenskaber	0	0	0	0	0
Engelsk kapacitetsmarked	0	504	504	0	504
Samfundsøkonomiske gevinster i alt	0	13.423	13.445	942	14.161
Samfundsøkonomiske omkostninger					
Investering	0	5.736	5.736	1.070	6.805 ⁶
Drift og vedligehold	0	215	215	29	244
Interne netforstærkninger	0	348	348	348	348
Ændring i reservebehov	0	1.367	3.189	0	0
Tab ⁷	0	75	71	34	165
Udetid	0	985	987	48	1.035
Samfundsøkonomiske omkostninger i alt	0	8.725	10.545	1.528	8.597
Samfundsøkonomiske nettogevinster	0	4.698	2.900	-586	5.564
Samfundsøkonomiske nettogevinster med net-kapacitetsfaktorer 1-17	0	5.496	3.393	-686	6.510

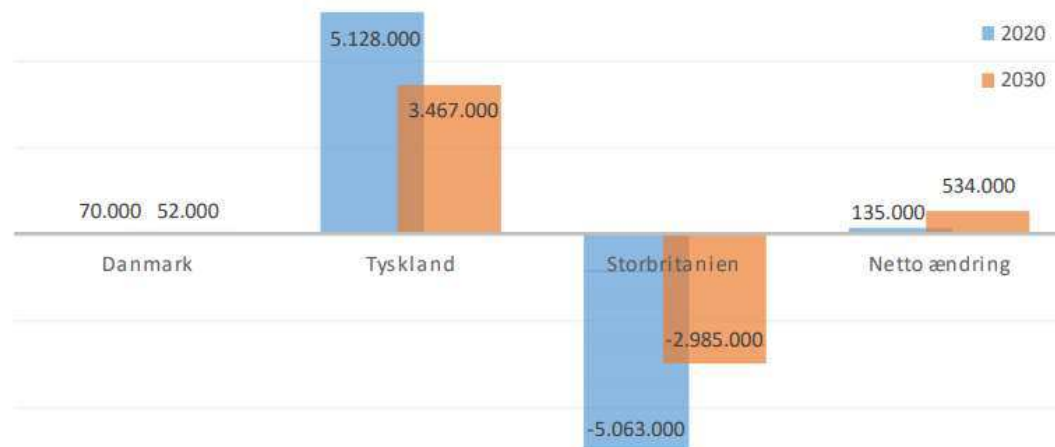
Usikker økonomi-, miljø- og forsyningssikkerhedsgevinst generelt i Viking Link-projektet

- ▶ Det økonomiske fundament baserer sig på en forventet prisdifference mellem Danmark og England omkring 10-15 øre/KWh fordelt på timer over 40 år.
- ▶ Udlandskapaciteter kan i dag dække 100% af vores spidsforbrug. Vi har en høj forsyningssikkerhed. Den stiger ikke med Viking Link, selvom vi med den kan dække 140% af spidsforbruget.
- ▶ Stadig ingen dokumenteret miljø- og klimagevinst sammen med et beregnet samfundsøkonomisk overskud.
- ▶ Eleksport fra Danmark på 1% - ellers transit af hovedsageligt kulstrøm i beslutningsgrundlaget.
- ▶ Hele risikoen påhviler virksomheder og borgere
- ▶ Høj korrelation mellem vindhændelser mellem Danmark og England – stor risiko for lavere priser i England.



Kronik i Altinget maj 2018

Ændringer i CO2-udledninger (tons / år)



Kilder: Overslag baseret på Energinets offentliggjorte data om Viking Link og Enerdata

Udvikling på elprisdifferencen (UK-DK)	Elprisdifferencen er som forventet frem mod 2062	Prisdifferencen er mindre end forventet mod 2062	Bemærkning
Samfundsøkonomisk situation	Overskud mellem 2,9 og 4,7 mia. kroner frem mod 2062. Overskud forventes efter 2040.	Risiko for underskud eller lavere overskud. Stadig højere elpriser i Danmark og lavere elpriser i Storbritannien.	Brændselspriser, CO ₂ -priser og andel vedvarende energi har stor indflydelse på resultaterne ifølge Energinets følsomhedsberegninger.
Energinet - betaling for transmission	Nettarifferne betalt af husholdninger og erhvervsliv kan reduceres pga. flaskehalsindtægter.	Nettarifferne betalt af husholdninger og erhvervsliv stiger muligvis pga. reducerede flaskehalsindtægter.	Energinet kan justere tariffen efter flaskehalsindtægten.
Elforbrugere	Husholdninger og erhvervsliv skal betale højere elpriser samlet set. Bliver kun delvist kompenseret af lavere nettatariffer.	Husholdninger og erhvervsliv skal betale højere elpriser og skal muligvis betale en højere nettarif oveni.	Elspotprisen stiger i begge tilfælde – også selv om flaskehalsindtægten er ændret. Forbruger skal betale mere for el samlet set.
Elproducenter	Får øget indtjening. Betaler ikke for kablet.	Får øget indtjening. Betaler ikke for kablet.	Vil tjene på Viking link i begge tilfælde.

Strategier for integration af vind/sol – og behovet for elforbindelser på tværs af landet

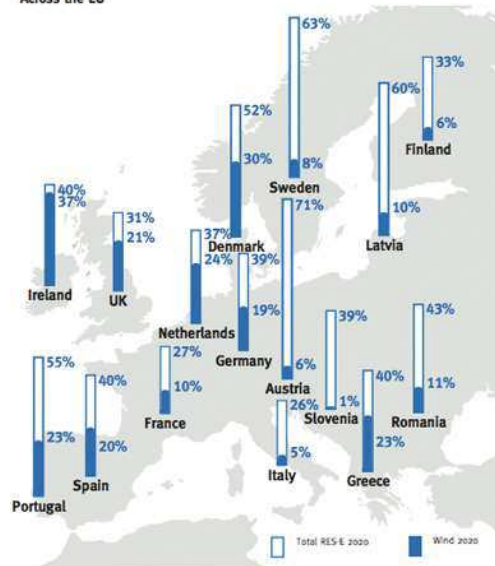
Tre strategier:

1. Eksport når vi har for meget (udlandsforbindelser)
2. Integration i elsystemet (smart grid)
3. Smart Energy Systems (alle energivektorer)

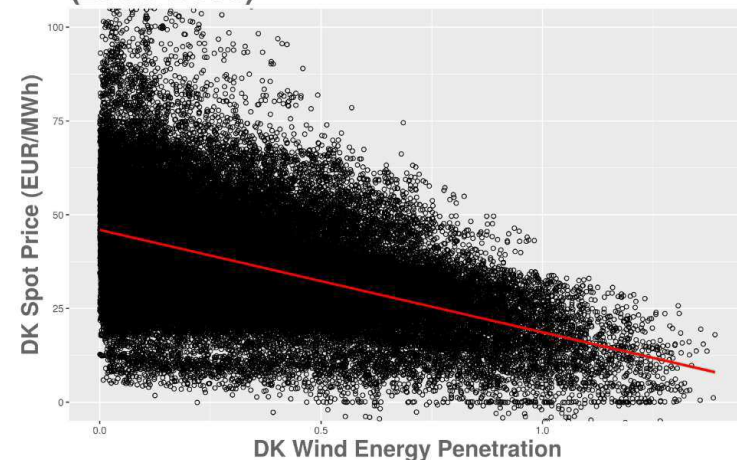
Ad 1

- Elpriser falder med VE - prisdifferencen bliver mindre mellem Danmark og alle lande omkring os
- Alle lande i Europe (jeg kender) arbejder med den samme strategi
- Fire økonomiske og tekniske risici:
 - Eksport 1: Nogle timer kan vi ikke eksportere fordi teknisk ikke kan lade sig gøre pga. vind i den anden ende. (curtailment)
 - Eksport 2: Vi kan eksportere el, men vi får ikke noget for det.
 - Import 3: Når vi mangler strøm, bruges kraftværkerne i udlandet, da de heller ikke har sol og vind
 - Import 4: Vi kan importere el, men det er meget dyrt.

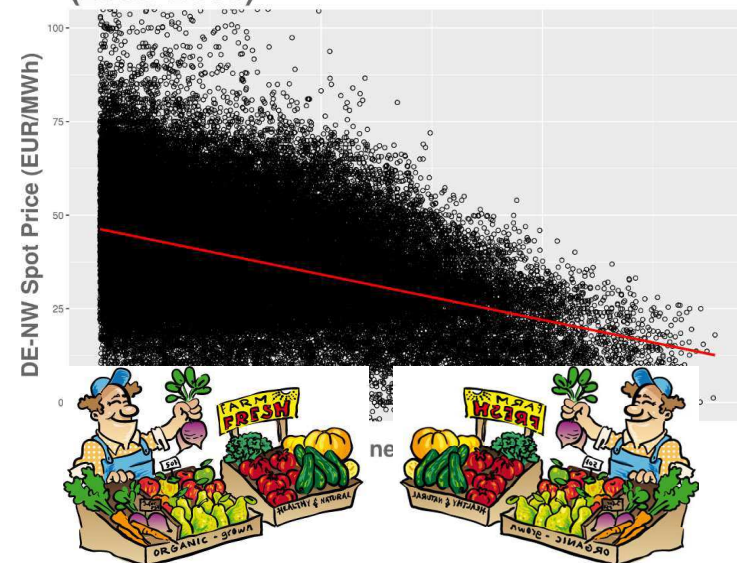
The European Union is a world leader in the deployment of renewable energy.
2020 Renewable Electricity Targets
Across the EU



Danish Elspot Price by Danish Wind Power Penetration (2009-2016)



North-western Germany Elspot Price by Danish Wind Power Penetration (2009-2016)



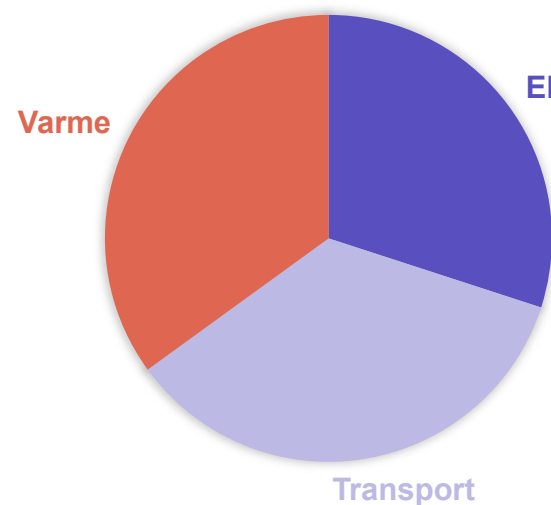
Strategier for integration af vind/sol – og behovet for elforbindelser på tværs af landet

• Tre strategier:

1. Eksport når vi har for meget (udlandsforbindelser)
2. Integration i elsystemet (smart grid)
3. Smart Energy Systems (alle energivektorer)

Ad 2

- At integrere el i det eksisterende elsystem med de eksisterende forbrug har en grænse teknisk i elsystemet på 40-60%, og fjerner ikke de fossile brændsler i andre sektorer.
- Det vil være uforholdsmæssigt dyrt, da sådan en strategi typisk baserer sig på energilagring i batterier.



Strategier for integration af vind/sol – og behovet for elforbindelser på tværs af landet

• Tre strategier:

1. Eksport når vi har for meget (udlandsforbindelser)
2. Integration i elsystemet (smart grid)
3. Smart Energy Systems (alle energivektorer)

Ad 3

- Nogenlunde enighed om denne vej nu i DK
- Elforbrug 2 eller 3 dobles – derfor skal vi have mere VE
- Derfor stiger elkapacitet på forbrug og produktion til fra 10.000 MW til 18.000 – 25.000 MW men den er fleksibel
- Vi skal ikke transportere de samlede produktioner hele vejen rundt – det skal i høj grad bruges lokalt

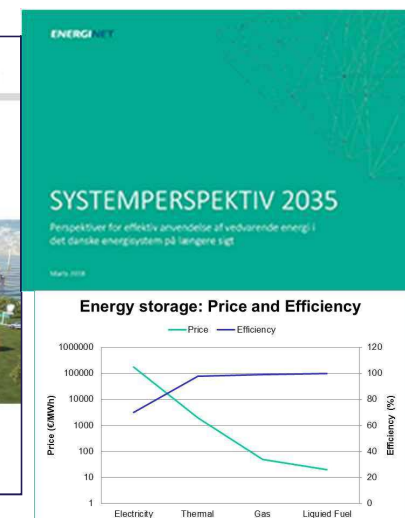
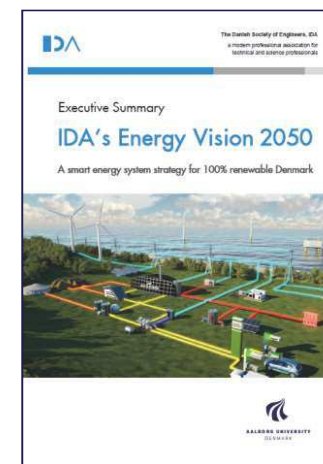


Figure 12: Electricity production for the 2015 reference, the 2035 and the 2050 DEA and IDA scenarios



Overblik over alternativer

Yderligere alternativer der hverken er belyst på kort eller lang sigt mht. betydning for eltransmission og elinfrastruktur i nogle offentlige analyser fra Energinet. (Smart Energy System)

Bedre placeringer af nye forbrug (datacentre, store varmepumper, electrolyser m.fl.)

Placeringer af VE tættere på nye fleksible eller eksisterende ikke fleksible forbrug

Alternativer i Vestjylland med Viking Link ifølge Energinet og ministeriet

2 X 700

1000 MW

Alternativer til hvad der er teknisk muligt at kabellægge ifht. det konkrete (400 kV) projekt.

Kun luftledninger

Få dele kabellagt

En HVDC løsning i samme trace

Energinet, 2009

- Kæmpe gevinst fra Store varmepumper og elbiler

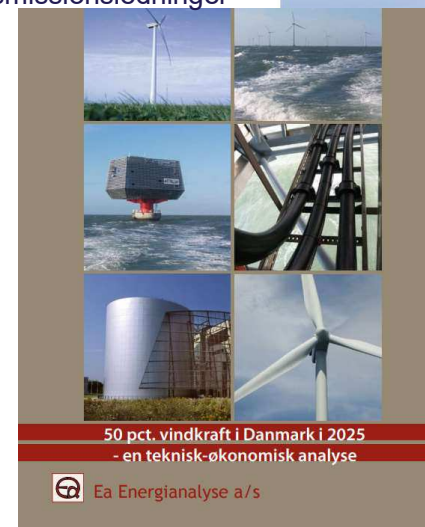
Det Energetiske Udvalg
EPU afn. del - Bilag 227
Oversigt

Effektiv anvendelse af vindkraft-baseret el i Danmark

Samspil mellem vindkraft, varmepumper og elbiler

ENERGINET/DK

Vindmølleindustrien (EA), 2007
- 50% vindmøllestrøm uden nye transmissionsledninger



Energinet (EA), 2015

- Kæmpe gevinst fra Store varmepumper og elbiler

Ea Energianalyse

Integration af vindkraft

Viking Link og andre tiltag for integration af vind



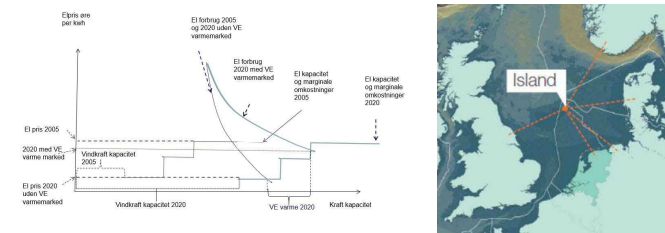
Konklusioner

På kort sigt:

- ➊ Med det nuværende vidensgrundlag kan man ikke kabellægge mere end foreslået.
- ➋ Hvis man ikke kan/vil lave noget om i Viking Link, Vestkystforbindelsen eller Idomlund-Emdrup, bør man informere borgere og virksomheder med det samme.
- ➌ Hvis man vil kabellægge yderligere (og ikke kan ændre på beslutningen om Viking link) bør man:

Sætte hele eller dele af projekterne i bero og sætte tekniske analyser i gang der undersøger elementer som:

- Viking Link med 1400/1000 MW kapacitet midlertidigt med 2 ekstra 150 kV forbindelser Idomlund-Emdrup (tilstrækkeligt til VE). Undersøge alternativer til hvor nye vindmølleparker/solceller kan opføres/føres i land tættere på Viking Links ilandføring - Især i lyset af debatten om eksport af vind fra Nordsøen og en evt. Energiø. Se på Idomlund-Emdrup og Emdrup til grænsen separat i disse analyser



På Mellemlang sigt bør man udvikle én samlet agil plan for eltransmission mod et klimaneutralt Danmark og EU med nye tekniske og økonomiske analyser med følgende hovedspørgsmål:

- ➊ Hvordan planlægger vi fremtidens elnet og hvad er balancen mellem eksport mellem lande og mellem sektorer? (Lavere og lavere marginale priser)
- ➋ Hvordan sikrer vi indenlandsk, at nye behov placeres tæt på VE anlæg, og er fleksible i forhold til VE så denne udnyttes og vi undgår behov på mere elnetkapacitet eller kraftværker – f.eks. Power2X i elektrolyse og store varmepumper? (ny tarifstruktur – mest muligt værdiskabelse af vindstrøm) Det skal evt. sikres, at disse også placeres tæt på fjernvarmenet og gasnet.
- ➌ Hvordan sikrer vi at nye vind- og solanlæg placeres tæt på eksisterende store behov? (f.eks. solceller på store industritage omkring Aarhus og København)
- ➍ Hvordan sikrer vi omkostningseffektivt ilandføring af vindmøllestrøm tæt på store forbrugscentre i Danmark og Nordeuropa, uden strømmen unødigt skal indover landområder, hvor der i forvejen er flaskehalse? Det "grønne bacon" eller en Energiø er IKKE nemt at gennemføre – det er en vision!

Processen vedr. Viking Link, og de to forbindelser skal ikke gentages. Derfor bør der etableres en bedre mere transparent og demokratisk beslutningsproces.

Overvej at nedsætte en kommission, som skal revidere Energinets rolle og formålsparagraf – også i lyset af, at den grønne omstilling skal være omkostningseffektiv.



AALBORG UNIVERSITET