

ENERGINET

Energinet
Tonne Kjærvej 65
DK-7000 Fredericia

+45 70 10 22 44
info@energinet.dk
CVR-nr. 28 98 06 71

Dato:
30. maj 2018

NOTAT

REDEGØRELSE FRA ENERGINET OM OMKOSTNINGER TIL NETTILSLUTNING AF ANHOLT, HORNS REV 3 OG KRIEGERS FLAK HAVVINDMØLLEPARKER

INDHOLD

1. Baggrund	2
2. Kort teknisk beskrivelse af nettilslutningerne	2
3. Omkostninger til etablering og drift af nettilslutninger	3
3.1 Anlægsomkostninger	3
3.2 Driftsomkostninger	4
3.2.1 Drift og vedligeholdelsesomkostninger	4
3.2.2 Omkostninger til nettab	4
3.2.3 Kompensation for tabt produktion	4
3.3 Samlede omkostninger og udvikling	4
3.4 Enhedspris i forhold til elproduktion og elforbrug (tarif)	5
4. Cost drivere og sammenlignelighed.....	6
5. Bilag: Kortudsnit af nettilslutninger, kabellængder og type.....	7

1. Baggrund

Den 8. maj 2018 har Martin Lidegaard (RV) i Energi- Forsynings- og Klimaudvalget stillet energi-, forsynings- og klimaklimaministeren følgende spørgsmål:

Spørgsmål 253

"Vil ministeren bede Energinet udarbejde en redegørelse for omkostningerne til etablering og drift af nettilslutningen af havmølleparkerne Anholt, Horns Rev 3 og Kriegers Flak? Redegørelsen bedes indeholde omkostningselementerne: anlægsomkostninger (mio. kr.), drifts- og vedligeholdelsesomkostninger (årlige omkostninger over parkens levetid), omkostninger til nettab (årlige omkostninger over parkens levetid) samt kompensation ved udetid (årlige omkostninger over parkens levetid). Desuden bedes omkostningerne opgjort i øre pr. kWh-elproduktion fra parkerne samt i øre pr. kWh af samlet dansk elforbrug i tilfælde af, at dækning af udgifter opkræves via eltariffen over 20 år."

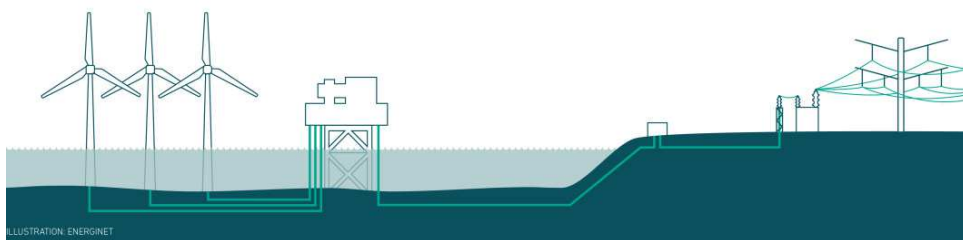
Nedenfor følger en redegørelse fra Energinet til besvarelse af spørgsmålet.

2. Kort teknisk beskrivelse af nettilslutningerne

De seneste tre nettilslutningsanlæg bygger på det samme princip for tilslutning af elproduktion fra havvindmøller, jf. Figur 1:

- Elproduktionen fra havvindmøllerne samles på en **platform** (transformerstation) ude ved havvindmølleparken
- Strømmen føres ind til land gennem et **søkabel** (220 kV-system)
- Søkablet kobles sammen med landkablet, evt. gennem en såkaldt '**kompensationsstation**' ved kysten
- **Landkablet** føres ind til en ny eller eksisterende **station** på land, og strømmen ledes herfra ud i transmissionssystemet (400 kV-systemet)

Figur 1 Principskitse for nettilslutning af havvind.



For Anholt (AH) og Horns Rev 3 (HR3) er der benyttet ét kabelsystem, og til Kriegers Flak (KF) er der benyttet to parallelle kabelsystemer. Det skyldes, at overføringsevnen med ét 220 kV-søkabelsystem ligger på ca. 400 MW, og at møllerne på Kriegers Flak er fordelt på to parker på hhv. 200 og 400 MW.

Sammen med platformen udgør kabler klart den største andel af anlægsomkostningen for nettilslutning til en havvindmøllepark. Afstand fra park til kyst samt afstand fra kyst til tilslutningspunktet i eksisterende transmissionssystem er dermed væsentlige faktorer i forhold til prisen for nettilslutning.

Ud over selve nettilslutningen kan det være nødvendigt at forstærke det kollektive transmissionssystem. For HR3 og KF har det været nødvendigt at lave forstærkninger af transmissionssystemet. Anlægsomkostningerne hertil fremgår særskilt nedenfor i Tabel 1.

Ikke bare en nettilslutning af havvind

To af nettilslutningerne benyttes til andet formål end ilandføring af produktionen fra havvindmølleparkerne. Forsyningen af Anholt ø benytter sig af nettilslutningen til Anholt havvindmøllepark, og Kriegeres Flak nettilslutningen bliver del af en udlandsforbindelse til Tyskland, jf. kortudsnit i Bilag 1. Tilslutningen af Kriegers flak betjener endvidere to forskellige havvindoperatører.

Det samme gør sig gældende for Rødsand og Horns Rev 2, hvor der er mulighed for at få tilsluttet op til 15 MW forsøgsmøller ud over de ved koncession etablerede parker, og dermed vil flere forskellige aktører kunne få adgang til at benytte anlægget.

Nettilslutningen af kystnær møllepark Vesterhav Nord benyttes også til opsamling af landbase-ret vindproduktion fra området omkring Lemvig og Thyborøn. Dette resulterer i lavere samlede etableringsomkostninger, højere lokal forsyningsikkerhed samt reduktion af nettab i det underliggende net til gavn for det lokale netselskab.

3. Omkostninger til etablering og drift af nettilslutninger

Omkostninger til etablering og drift af nettilslutningen for havmølleparkerne Anholt, Horns Rev 3 og Kriegers Flak afholdes af elforbrugerne via Energinets transmissionstarif (nettarif). De omkostninger, der indregnes i transmissionstariffen, skal dække afskrivninger og forrentning af anlægsinvesteringen (inkl. reetablering) og driftsomkostninger, som består af almindelig drift og vedligehold, nettab og kompensationsbetaling ved udetid. Nettilslutningerne afskrives over 25 år, som er den forventelige årrække, finansieringen skal omfatte¹. Tilskud til havmølleproducenterne (forskellen mellem markedsprisen og den garanterede afregningspris), som dækkes delvist af elforbrugerne via PSO-betaling, er ikke en del af omkostninger til etablering og drift af nettilslutningen. Nedenfor er der opstillet en kort redegørelse for størrelsen af omkostninger til etablering og drift af de tre nettilslutninger.

3.1 Anlægsomkostninger

Anlægsomkostninger til nettilslutning for de tre havmølleparker Anholt, Horns Rev 3 og Kriegers Flak er angivet i Tabel 1².

Tabel 1 Anlægsomkostning (etablering af nettilslutning) for AH, HR3 og KF.

Anlægsomkostning (løbende priser DKK mio.)	Anholt	HR3	KF AC
Offshore platform	436	495	829
Søkabler	212	255	775
Landkabler	199	142	338
Stationsanlæg	121	98	114
Byggherreakomkostninger	97	136	245
I alt	1.065	1.126	2.302
Interne netforstærkninger	-	112	259
I alt inkl. interne netforstærkninger	1.065	1.238	2.561
Andel af anlægsomkostning konkurrenceudsat via udbud¹⁾	94%	93%	94%

- 1) Samlede anlægsomkostninger korrigeret for byggerenter og erstatninger til lodsejere. Af de øvrige anlægsomkostninger er interne ressourcer ikke konkurrenceudsat via udbud.

¹ Nettilslutningerne afskrives over 25 år og ikke 20 år, som antaget i spørgsmål 253.

² De realiserede omkostninger er i årets faktiske priser (løbende priser), og er identisk med de omkostninger elforbrugerne skal betale via transmissionstariffen.

Anholt blev idriftsat i 2012 med en samlet anlægsinvestering på DKK 1.065 mio. Horns Rev 3 blev idriftsat i 2017 (ultimo 2016) med en samlet anlægsinvestering på DKK 1.238 mio. Begge ilandsføringsanlæg blev realiseret indenfor de godkendte anlægsbudgetter. Kriegers Flak forventes i drift i 2019 med en samlet forventet anlægsinvestering på DKK 2.561 mio. og dermed betydeligt under det oprindelige budget på DKK 3,5 mia. Den forventede anlægsinvestering for Kriegers Flak er baseret på seneste gældende prognose for april 2018. Det bemærkes, at omkring 90-95 pct. af de samlede anlægsinvesteringer for tilslutning af de tre parker er konkurrenceudsat via udbud, hvilket understøtter, at anlægget bygges til markedsprisen.

I Horns Rev 3 og Kriegers Flak etableringen er der indeholdt afledte investeringer i interne netforstærkninger, der er direkte afledt af nettilslutningen af havmølleparken.

3.2 Driftsomkostninger

De samlede driftsomkostninger til transmissionsaktiviteterne for havmølleparkerne vedrører drift og vedligeholdelsesomkostninger inkl. indirekte omkostninger (IT, support etc.). Derudover er omkostninger til nettab på nettilslutningen og kompensation til havmølleproducenterne ved udetid opgjort for perioden. I afsnit 3.3 nedenfor er udviklingen i driftsomkostningerne vist.

3.2.1 Drift og vedligeholdelsesomkostninger

Omkostninger til drift og vedligehold inkl. IT og support etc. til nettilslutning er beregnet på baggrund af anlægsstørrelse (MW) og længder på sø- og landkabler³. De samlede drift- og vedligeholdelsesomkostninger for Anholt og Horns Rev 3, der begge er anlæg på 400 MW, er estimeret til DKK 6 mio. pr. anlæg pr. år. Drift og vedligehold for Kriegers Flak er estimeret til DKK 9 mio. pr. år⁴.

3.2.2 Omkostninger til nettab

Omkostninger til nettab omfatter nettab fra offshore-plattformen frem til tilslutningen i landstationen. De årlige forventede nettab er beregnet på baggrund af det fysiske nettab (MWh) og de forventede elpriser. Udviklingen i omkostningerne til nettab er stigende, da der forventes fortsat stigende elpriser⁵ (jf. Energinets analyseforudsætninger 2017). For Anholt forventes der i 2020 omkostninger til nettab på DKK 8 mio. stigende til DKK 18 mio. i 2035 udelukkende pga. forudsætningerne omkring udviklingen i elpriserne.

3.2.3 Kompensation for tabt produktion

Kompensation ved udetid er de forventede gennemsnitlige betalinger til havmølleproducenterne (koncessionshaver) for mistet produktion, hvis der opstår fejl, havari eller behov for udetid til vedligehold på ilandsføringsanlæggene. Kompensationen for Anholt og Horns Rev 3 er baseret på en forudsætning om, at anlæggene er ude af drift 1,5 pct. årligt i gennemsnit. Kompensationen til Kriegers Flak som følge af udetid er baseret på en forventning om en udetid på 1 pct. årligt. Dette er en gennemsnitlig betragtning, da udetiden i realiteten vil variere fra år til år. Kompensationen af producenterens tabte elproduktion sker til de elpriser, som er gældende på den nordiske elbørs i den pågældende periode.

3.3 Samlede omkostninger og udvikling

De samlede omkostninger for nettilslutning af havmølleparkerne er sammenstillet i ne-

³ Der er ikke indregnet ekstraordinære omkostninger ved havari.

⁴ Beregningerne af de årlige drifts- og vedligeholdelsesomkostninger er baseret på statens ejerskabsdokument for Energinet.

⁵ Energinets omkostninger til nettab afregnes til elpriserne på den nordiske elbørs.

denstående tabeller. De årlige omkostninger til afskrivninger og forrentning af anlægsinvesteringen og reetableringsforpligtelsen er baseret på baggrund af en afskrivningsperiode på 25 år og en nominel rente på 4 pct. Beregning af driftsomkostningerne – her defineret som omkostninger til drift og vedligehold, nettab og kompensation ved udetid – er beskrevet i afsnit 3.2.

Tabel 2 Anholt (i drift 2012) – forventede årlige omkostninger.

2018 priser (DKK mio.)	2020	2025	2030	2035	2040
Afskrivning	53	53	53	53	-
Forrentning	36	25	15	4	-
I alt forrentning og afskrivning	88	78	67	57	
Drift og vedligehold	6	6	7	7	-
Nettab	8	13	17	18	-
Kompensation udetid	6	9	12	13	-
I alt driftsomkostninger	20	28	35	38	
I alt	109	105	102	95	-

Tabel 3 Horns Rev 3 (i drift 2017) – forventede årlige omkostninger.

2018 priser (DKK mio.)	2020	2025	2030	2035	2040
Afskrivning	60	60	60	60	60
Forrentning	53	41	29	17	5
I alt forrentning og afskrivning	113	101	89	77	65
Drift og vedligehold	6	6	7	7	8
Nettab	8	12	16	17	19
Kompensation udetid	6	9	12	13	14
I alt driftsomkostninger	20	28	35	37	40
I alt	133	129	124	114	105

Tabel 4 AC Kriegers Flak (i drift 2019) – forventede årlige omkostninger.

2018 priser (DKK mio.)	2020	2025	2030	2035	2040
Afskrivning	117	117	117	117	117
Forrentning	113	89	66	42	19
I alt forrentning og afskrivning	230	207	183	160	136
Drift og vedligehold	9	9	10	10	11
Nettab	8	12	16	17	19
Kompensation udetid	6	9	12	13	14
I alt driftsomkostninger	23	30	38	41	43
I alt	253	237	221	200	180

De årlige omkostninger dækkes af elforbrugerne via transmissionstariffen. Det er forudsat, at nettilslutningerne, ud fra et økonomisk synspunkt, er fuldt afskrevet i 2036 (Anholt), 2041 (Horn Rev 3) og 2043 (Kriegers Flak).

3.4 Enhedspris i forhold til elproduktion og elforbrug (tarif)

På baggrund af de årlige samlede omkostninger til etablering og drift mv. af nettilslutning af havvindmølleparkerne er der i Tabel 5 vist en oversigt over omkostninger opgjort pr. kWh elproduktion fra parkerne fra 2020 til 2040.

Tabel 5 *Omkostninger målt i forhold til parkens elproduktion.*

(øre/kWh.)	2020	2025	2030	2035	2040
Anholt	6,1	5,9	5,8	5,3	-
Horns Rev	7,3	7,0	6,8	6,3	5,7
AC Kriegers Flak	9,9	9,3	8,7	7,9	7,0

Den faktiske elforbrugsbetaling er vist i Tabel 6, hvor tarifpåvirkningen for de tre ilandsføringsanlæg er angivet. Faldet i tariffen frem mod 2040 skyldes faldende renteomkostninger i takt med indfrielse af den rentebærende gæld og forventning om en stigende elforbrugsudvikling.

Tabel 6 *Omkostninger målt i forhold til elforbrug (faktisk tarifeffekt).*

(øre/kWh.)	2020	2025	2030	2035	2040
Anholt	0,31	0,27	0,24	0,20	-
Horns Rev	0,38	0,33	0,29	0,25	0,21
AC Kriegers Flak	0,72	0,60	0,52	0,43	0,36

Det bemærkes, at enhedsprisen i øre/kWh i Tabel 5 og Tabel 6 (angivet i 2018 priser) ikke uden videre kan sammenlignes på tværs af de tre projekter. Udover normal prisudvikling er omkostningerne påvirket af individuelle forhold for de tre anlæg, jf. beskrivelsen af de tekniske løsninger i afsnit 2 samt afsnit 4 om cost drivere og sammenlignelighed. Eksempelvis er der for Kriegers Flak etableret to platforme og to kabelsystemer, da forbindelsen håndterer to parker med en samlet kapacitet over 400 MW.⁶

4. Cost drivere og sammenlignelighed

For en typisk dansk nettilslutning udgøres de væsentligste cost drivere af kabler og platform:

- For **platformen(e)** påvirkes omkostningerne af størrelse, antal, hvor meget vægt platformen skal bære, og hvor dybt vand den skal stå på afgørende for prisen.
- For **kablerne** påvirkes omkostningerne af afstanden til nærmeste tilslutningspunkt, forhold mellem længden af land- og søkabel samt størrelse og type af kabel. Køb og installation af landkabel er billigere end søkabel, herunder er installationsomkostninger til udlægning og nedspuling/nedgravning af søkabel i havbunden er påvirket af bundforhold og vanddybde.
- **Udbud og efterspørgsel på tidspunktet for gennemførelse af udbuddet**, kan have stor indflydelse på priserne. Energinet vælger ikke selv en optimal timing for gennemførelse af et udbud, da tidsplanen for etablering af et nettilslutningsanlæg vil være givet af det pålæg, Energinet har fået af energi-, forsynings- og klimaklimaministeren, og som er givet af krav i koncessionsaftalen for mølleparkens etableringstidspunkt.

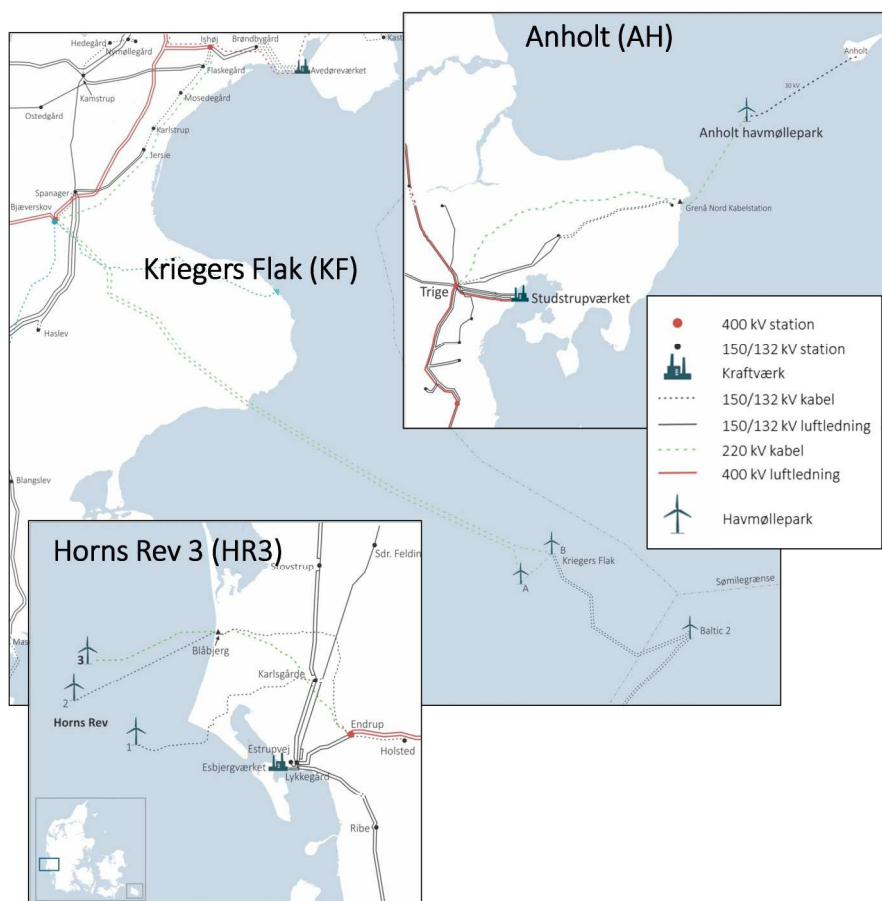
Udover omkostninger til nettilslutning er der variationer i behov for interne netforstærkninger, jf. Tabel 1.

Der er gjort mange forsøg på at sammenligne og benchmarke CAPEX på tværs af forskellige nettilslutninger, men variationerne i projekterne gør dette til en vanskelig opgave og vil være behæftet med mange usikkerheder. Det er derfor også vanskeligt at sammenligne omkostninger til tidligere tilslutningsprojekter med tilslutning af fremtidige havvindmølleparker, der aftales som led i en ny energiaftale.

⁶ Kriegers Flak på 600 MW kræver to kabler, da kapaciteten for ét 220 kV søkabel er ca. 400 MW. Omkostningen til installation af kabler er stort set den samme, uanset om kablet har en kapacitet på 400 MW eller 300 MW. Dette påvirker enhedsprisen målt i øre/kWh for Kriegers Flak negativt, da installationen af to kabler på samlet 600 MW vil koste det samme som to kabler på tilsammen 800 MW.

5. Bilag: Kortudsnit af nettilslutninger, kabellængder og type

Figur 2 Kortudsnit af de tre nettilslutninger Anholt, Horns Rev 3 og Kriegers Flak. Bemærk at der fra Anholt-plattformen er etableret et kabel til forsyning af Anholt ø, og ved Kriegers Flak platform B er lavet et tillæg til platformen med transformering til 150 kV, for at kunne forbinde nettilslutningen med de tyske nettilslutninger for Baltic-parkerne.



Tabel 7 Tekniske specifikationer for kabeldelene af tilslutningen af AH, HR3 og KF.

Park	Søkabel km	Søkabel Type	Landkabel km	Landkabel Type
Anholt (400 MW) Én platform	24,5	3-leder 1.600 mm ² Al-ledere, 220 kV	59,8	3 x 1-leder 2.000 mm ² Al-leder, 220 kV
Horns Rev 3 (400 MW) Én platform	35,0	3-leder 1.600 mm ² Al-ledere, 220 kV	44,8	3 x 1-leder 2.000 mm ² Al-leder, 220 kV
Kriegers Flak (600 MW, fordelt på to parker af 200 og 400 MW) To platforme	94,6¹⁾	3-leder 1.200 mm ² Al-ledere, 220 kV	104,2¹⁾	3 x 1-leder 2.000 mm ² Al-leder, 220 kV

- 1) Kabellængden for Kriegers Flak angiver den samlede længde for de to parallelle kabelsystemer til transmissionssystemet på land samt søkabler mellem parkerne.