



**Til** Folketingets Enerkipolitiske Udvalg og Miljø- og Planlægningsudvalget

Fjordvejen 1-11  
7000 Fredericia  
Tlf. 70 10 22 44  
Fax 76 24 51 80

info@energinet.dk  
www.energinet.dk  
cvr-nr. 28 98 06 71

## **Besvarelse af spørgsmål vedrørende luftledninger og kabler i transmissionsnettet**

11. maj 2007  
DVI/DGR

I forbindelse med forårets drøftelser omkring ilandføringsanlægget for havmøllepark Horns Rev 2 og senest Energinet.dk's gennemgang af problemstillingen vedrørende kabler og luftledninger på fælles møde den 12. april for Folketingets Enerkipolitiske Udvalg samt Miljø- og Planlægningsudvalg er der stillet en række spørgsmål til Energinet.dk, som ønskes uddybet.

På mødet den 12. april har Energinet.dk lovet en skriftlig uddybning af en række spørgsmål. Besvarelse af disse spørgsmål er vedlagt i notat:

1. Hvor stor en del af Energinet.dk's 400 kV luftledninger udnyttes ikke fuldt ud, og hvad vil det reelle behov være ved kabellægning?
2. Hvorledes håndteres sikkerheden omkring 400 kV jordkabler: hvor dybt ligger de, hvor bredt er bæltet, hvordan er de afmærkede, hvordan ser det ud, og hvilke begrænsninger er der for udnyttelsen af bæltet?
3. Hvad er baggrunden for de angivne prisniveauer for kabellægning (interval-lerne er meget store)?
4. Hvorledes kommer Energinet.dk frem til 30-50 mia. kr. for en kabellægning af hele transmissionsnettet?

Derudover vedlægges yderligere to redegørelser for spørgsmål, som er rejst i forbindelse med forårets drøftelser omkring ilandføringsanlægget for havmølleparken Horns Rev 2.

5. Ilandføringsanlægget for Horns Rev 2 i forhold til planerne om naturgenopretning af Varde å.
6. Anvendelse af 300 kV-jævnstrømskabler

### **1. Hvor stor en del af Energinet.dk's 400 kV-luftledninger udnyttes ikke fuldt ud, og hvad vil det reelle behov være ved kabellægning?**

Belastningen af 400 kV-nettet indgår som en vigtig parameter i netplanlægning. Energinet.dk lægger vægt på, at udbygning sker ud fra en samfundsøkonomisk optimering, og at der ikke "overinvesteres" i overflødig kapacitet.

På tilsvarende måde ville en øget kabellægning af transmissionsnettet indgå i planlægningen, sådan at en samfundsøkonomisk optimering af det samlede system sikres. Ved ønske om en øget kabellægning af transmissionsnettet vil strukturen i det overordnede transmissionsnet skulle revurderes, så kablernes egenskaber og deres overføringsevne (jf. nedenfor) udnyttes fuldt ud.

Udbygningen af transmissionsnettet er historisk sket med henblik på at fremtidssikre systemet, sådan at det har kunnet klare de ændringer i elproduktions- og forbrugsmønstre, der har kunnet forudses på planlægningstidspunktet. Det 400 kV-net, vi har i dag, afspejler de forventninger, der har været til udviklingen på det tidspunkt, hvor de enkelte strækninger blev etableret.

Udnyttelsen af det danske transmissionsnet varierer meget – både geografisk og tidsmæssigt, og det er derfor vanskeligt at angive et generelt billede af udnyttelsen af 400 kV-luftledningerne. Udnyttelsen og dermed belastningen af nettet afhænger af det aktuelle elforbrug, produktionssammensætningen (forholdet mellem central og decentral produktion, herunder vindmøller samt øvrig VE) samt transitten via forbindelserne til udlandet. For nogle områder, fx Fyn og Vendsyssel, er udnyttelsen i dag relativt lav. I Vestjylland og på Lolland er udnyttelsen af nettet (132-150 kV) derimod høj på grund af produktionsoverskuddet fra decentrale kraftvarmeværker og vindmøller. I disse områder overstiger produktionen det regionale forbrug, og energien skal derfor transporteres mod de større forbrugscentre, fx fra Vestjylland til den jyske Østkyst.

Ved dimensionering af 400 kV-luftledninger indgår dels det faktiske overførselsbehov samt en række elektrotekniske bindinger omkring den fysiske udformning af selve luftledningen. Ofte er det de elektrotekniske bindinger, der er afgørende for valget af et ledertværsnit/-konfiguration, der giver en større overføringsevne end det aktuelle overførselsbehov. Dette medfører en vis rummelighed og robusthed i transmissionsnettet. Meromkostningen ved at bygge 400 kV-luftledninger med en større overføringsevne er marginal.

En alternativ 400 kV-kabelløsning vil i mange tilfælde kunne etableres med en mindre overføringsevne end den tilsvarende luftledning, idet der ved dimensioneringen af kablet kan tages udgangspunkt i det faktiske overførselsbehov. Det skyldes, at overførselskapaciteten for ét 400 kV-kabelsystem er væsentligt mindre, og etableringsomkostningen pr. MW er væsentlig større end for luftledninger. Meromkostningen ved at bygge et 400 kV-kabelanlæg med en større overføringsevne er derfor betydelig. En samfundsøkonomisk optimal dimensionering af 400 kV-kabelanlæg vil således ikke medføre samme rummelighed og robusthed i transmissionsnettet, som det er tilfældet med luftledninger.

En økonomisk sammenligning mellem 400 kV-luftledninger og 400 kV-kabler fremgår af svaret på spm. 3.

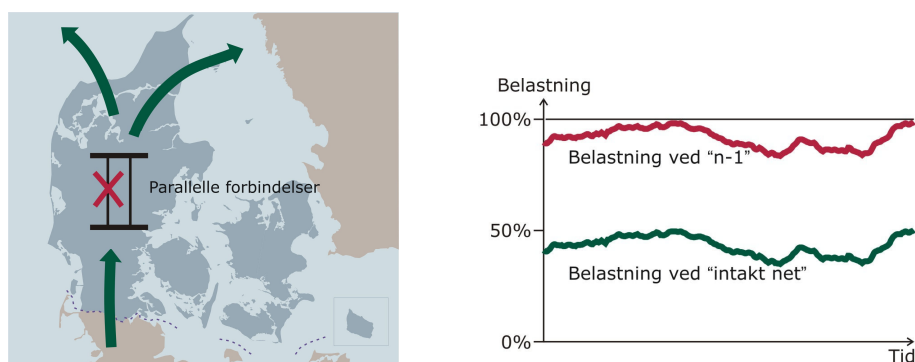
### N-1 princippet

I det følgende beskrives, hvilke overordnede principper Energinet.dk anvender ved dimensionering og drift af det danske transmissionsnet, og hvordan udnyttelsen af transmissionsnettet indgår i den forbindelse.

Det danske transmissionsnet dimensioneres og drives efter det såkaldte *n-1 princip*, der betyder, at driften af elsystemet skal kunne opretholdes ved et udfald af en vilkårlig netkomponent (ledning, transformator eller generator). I praksis betyder dette, at udfald af en enkelt netkomponent ikke må medføre overbelastning af netkomponenter eller give anledning til ustabilitet i elsystemet. N-1 princippet er det mest udbredte dimensionerings- og driftskriterium og anvendes fx i Norden (Nordel-samarbejdet) samt i Europa via UCTE-samarbejdet<sup>1</sup>.

Da et transmissionsnet normalt er opbygget som et sammenmasket netværk, bestående af flere parallelle forbindelser, vil den elektriske strøm løbe, "hvor det er nemmest". Det betyder, at en overvejende del af strømmen vil transporteres i det kraftige 400 kV-net og 132/150 kV-nettet, især hvor der lokalt sker stor effektindfødnings, fx i nærheden af kraftværker og havmølleparker.

I et sammenmasket elsystem, bestående af flere parallelle forbindelser, vil der ved "intakt net", dvs. driftssituationer, hvor alle ledninger er til rådighed, ske en naturlig fordeling på alle ledninger. I tilfælde af fejl og dermed udkobling af en ledning, vil den samme elektriske strøm fortsat skulle løbe i systemet, men da der mangler en forbindelse, skal de intakte forbindelser overføre en større strøm. Forbindelserne er dermed højere belastet. Dette er illustreret i **Figur 1**.



**Figur 1** Eksempel på belastningsforhold ved "intakt net" og "n-1".

I praksis betyder n-1 princippet, at der ikke må opstå overbelastninger i transmissionsnettet, hvis der sker udkobling af en vilkårlig netkomponent. En over-

<sup>1</sup> Union for the Co-ordination of Transmission of Electricity.

belastning vil dels kunne medføre permanente skader på højspændingsanlæg og vil dels true forsynings sikkerheden.<sup>2</sup>

For den daglige drift af transmissionsnettet betyder dette, at højspændingskomponenter under normal drift ikke må belastes med 100 % af den nominelle overføringskapacitet. Der skal efterlades en tilstrækkelig sikkerhedsmargen, sådan at der ved udfald ikke opstår overbelastning.

For at kunne forhindre overbelastninger sker der dagligt time for time planlægning af driften af elsystemet, idet der løbende foretages beregninger af konsekvensen ved tabet af en vilkårlig netkomponent. Påvises der risiko for overbelastning, søges denne fjernet fx ved reduceret udveksling med udlandet eller omfordeling af produktionen. En konstateret overbelastning er et udtryk for en *flaskehals* i transmissionsnettet, der forhindrer en optimal udnyttelse af udlandsforbindelserne og de indenlandske elproduktionsanlæg.

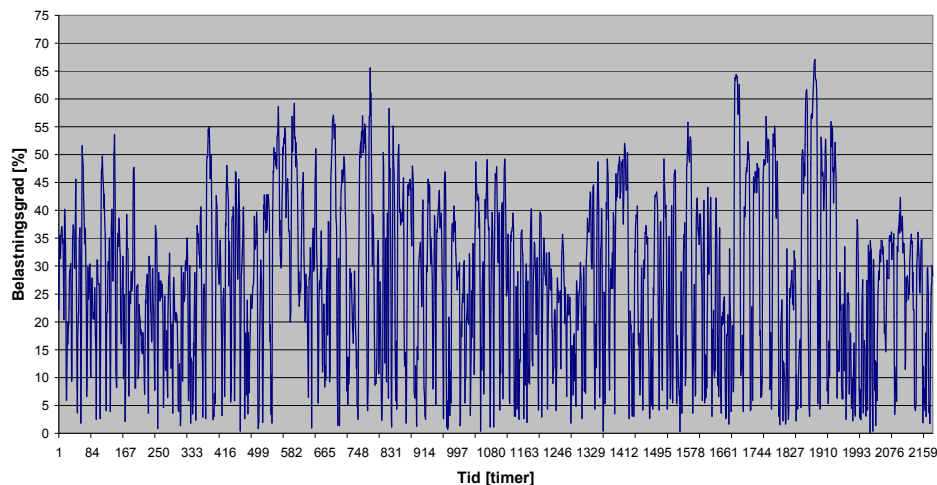
### **Belastningen af de eksisterende 400 kV-luftledninger**

Med en stor vindkraftandel og en betydelig transit gennem systemet vil belastningen af transmissionsnettet være meget varierende.

**Figur 2** viser belastningsvariationen for den eksisterende 400 kV-forbindelse på strækningen mellem Askær (ved Brande) og Tjele (ved Viborg). 400 kV-forbindelsen udgør "rygraden" i eltransmissionsnettet i Jylland og på Fyn. Det bemærkes, at belastningsgraden aldrig overstiger 100 % af luftledningens overføringskapacitet. Belastningsgraden er tilpasset, sådan at 400 kV-forbindelsen og øvrige højspændingskomponenter ikke overbelastes ved et udfald af en vilkårlig komponent (ledning, transformer eller generator).

<sup>2</sup> Den omfattende driftsforstyrrelse i Europa den 4. november er et eksempel på vigtigheden af korrekt anvendelse af n-1 kriteriet. Årsagen til driftsforstyrrelsen var overbelastning og efterfølgende momentant udkobling af én tysk 400 kV-forbindelse. Udfaldet førte til kaskadeudkobling af transmissionslinjer ned igennem Europa, og nettet blev opdelt i 3 isolerede områder.

Driftsforstyrrelsen betød, at mere end 15 mio. mennesker var uden strøm i Europa. Organisationen for systemansvarlige virksomheder i Europa, UCTE, anser driftsforstyrrelsen som den værste i organisationens historie.



**Figur 2** Belastningsvariation for 400 kV-forbindelsen Askær-Tjele. (1. januar 2007 – 1. april 2007).

Nedenstående **figur 3** viser belastningen og dermed udnyttelsen for udvalgte 400 kV-forbindelser for perioden 1. januar 2007 til 1. april 2007. Det bemærkes, at der er forholdsvis stor variation i udnyttelsen af de pågældende forbindelser. Endvidere viser forholdet mellem middelværdier og maksimalværdier, at der er forholdsvis stor varians i belastningsforholdene i transmissionsnettet. Dette understreger behovet for, at der stilles krav til rummeligheden i overføringskapacitet for vitale 400 kV-forbindelser i et elsystem som det danske med et varierende produktionsbidrag fra vindmøller overlejret med transit via udvekslingsforbindelser til udlandet.

Belastning %	Askær-Tjele	Ferslev-Trige	Audorf-Kassø	Kassø-Revsing	Fraugde-Landerupgård
Minimum	0	0	0	0	0
Middel	23	17	25	24	5
Maksimum	67	52	60	71	23

**Figur 3** Belastningsvariationer for 400 kV-forbindelser.

Det skal her bemærkes, at det ved en mere omfattende kabellægning ikke vil være hensigtsmæssigt "strækning for strækning" blot at erstatte fx lavt belastede 400 kV-luftledninger med kabler med tilsvarende kapacitet.

Herudover bør det bemærkes, at visse strækninger i det eksisterende 132- og 150 kV-net i dag er meget hårdt belastede, fx mellem Endrup og Idomlund i Vestjylland samt på Lolland. Ændringer i produktionssammensætningen, fx yderligere udbygning med havmølleparker, vil udløse et behov for forstærkning af disse strækninger.

### Reelt behov for overføringsevne ved kabellægning

Et mere detaljeret svar på spørgsmålet om det reelle behov for overføringsevne ved en kabellægning af 400 kV-nettet kan ikke præsenteres på nuværende tids-

punkt. Et ønske om kabellægning af transmissionsnettet vil ændre massivt på de hidtil anvendte principper for udbygning og vil derfor stille krav om en re-vurdering af den nuværende netstruktur, herunder samspillet mellem 400 kV og de underliggende spændingsniveauer.

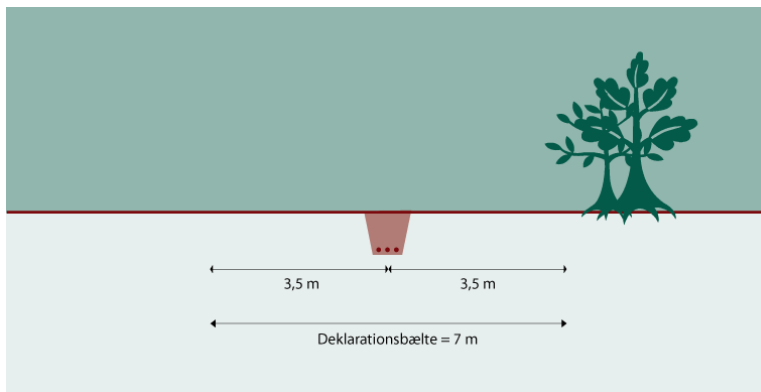
Den forventede udbygning med havmølleparker samt øget udveksling via samarbejdsforbindelserne til udlandet vil øge belastningsgraden og kravet til fleksibilitet i eltransmissionsnettet. Det er et vigtigt led i Energinet.dk's planlægning at kunne pege på de netudbygninger, der bliver nødvendige, for at n-1 princippet også i fremtiden kan efterleves. Detaljerede analyser af netstrukturen på 132 kV-, 150 kV- og 400 kV-niveau ved en forudsætning om øget kabellægning vil blive gennemført for at fastlægge behovet for overføringsevne – set i relation til den nyligt offentliggjorte rapport "Fremtidens havmølleplaceringer – 2025" og forventningen om et politisk forlig om regeringens "En visionær dansk energipolitik 2025".

**2. Hvorledes håndteres sikkerheden omkring 400 kV-jordkabler, hvor dybt ligger de, hvor bredt er bæltet, hvordan er de afmærkede, og hvilke begrænsninger er der for udnyttelsen af bæltet?**

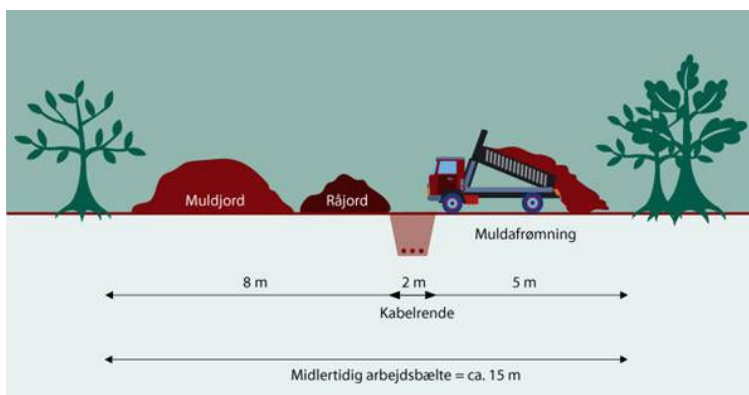
Sikkerheden omkring 400 kV-kabler håndteres som andre elforsyningsanlæg efter reglerne i Stærkstrømsbekendtgørelsen, herunder bekendtgørelsens afsnit 5A.

Hvert kabelsystem består af 3 enkeltkabler, som nedlægges i en dybde af ca. 1,3 m som vist på skitse 1. Ved flere parallelle kabelsystemer påvirker systemerne hinanden elektrisk, så de enkelte systemers overføringsevne nedsættes. Det er derfor nødvendigt med en afstand på typisk 5-10 m mellem systemerne.

Kabelgraven for ét system har en bredde på ca. 2 m. For at etablere ét kabelsystem behøves et midlertidigt arbejdsbælte på ca. 15 m langs i hele kablets længde. Kablerne samles med muffen for hver ca. 800 m. Ved hvert muffested udgraves en ca. 2,5 m dyb grav på 4 x 15 m. Heri støbes en betonplade som fundament for muffen. Arbejdsarealet for hver muffe er ca. 15 x 20 m.



**Skitse 1** Kabelgrav og servitutbælte.



**Skitse 2** Arbejdsbælte.

Kablerne afmærkes i jorden med et advarselsnet i ca. 75 cm dybde og et plastbånd umiddelbart over kablerne. Over jorden afmærkes med røde pæle af plast, svarende til de gule pæle der kendes fra naturgasledningerne.

Der tinglyses servitutter for et bælte på typisk 3,5 m på hver side af kablet. I dette område må der ikke foregå aktiviteter, som kan skade kablet eller forhindre adgang til reparation. Der må bl.a. ikke opføres bygninger og andre større anlæg. Derimod er der ikke begrænsninger for normal landsbrugsaktivitet, og området kan anvendes til friarealer, stier og lignende.



### **3. Hvad er baggrunden for de angivne prisniveauer for kabellægning (intervallerne er store)?**

Prisniveauerne er udregnet på grundlag af prisforudsætninger, som er baseret på erfaringer fra tidligere gennemførte projekter, opdateret med tilgængelig viden og fremskrevet til 2007 prisniveau. Især prisen for 400 kV-kabler vurderes til at være behæftet med stor usikkerhed, idet der kun findes få leverandører af 400 kV-kabler og et meget begrænset marked.

Ledningstype	Overføringsevne	Pris 2007 prisniveau
Luftledning		
1-system 772 mm <sup>2</sup> St/Al	ca. 2.760 A	5,0 mio. kr./km
2-systemer 772 mm <sup>2</sup> St/Al	ca. 5.520 A	5,8 mio. kr./km
Kabel		
2 systemer 1.200 mm <sup>2</sup> Al	ca. 1.600 A	17 mio. kr./km

**Table 1** Prisforudsætninger for 400 kV.

Hvis ledertværsnittet på et højspændingskabel øges, opnås ikke en tilsvarende forøgelse i kablets overføringsevne. Det betyder, at der for 400 kV-kabler ikke er nogen væsentlig – og i nogle tilfælde ingen – økonomisk fordel ved at anvende større kabeltyper.

Når en 400 kV-luftledning designes, er det typisk andre forhold end overførringsbehovet, der i sidste ende kommer til at bestemme, hvor stor overførrings- evnen rent faktisk bliver. Det betyder, at luftledningers overførringsevne ofte vil være større end det, der reelt er behov for. En alternativ kabelløsning vil såle- des i nogle situationer være en løsning med lavere overførringsevne end luftled- ningens (jf. ovenstående svar på spørgsmål 1).

Det er således ikke muligt at angive et præcist tal for forholdet mellem prisen for 400 kV-kabler og -luftledninger. Hvis der fx er behov for den fulde overfø- ringsevne i en tosystemsluftledning, skal der alternativt anvendes i alt 7 kabel- systemer, hvorved forholdet, jf. ovenstående tabel, bliver næsten 10:1. Hvis det derimod er den fulde overførringsevne i en ét-systems luftledning, der skal danne grundlag for dimensioneringen, bliver forholdet 7:1. Endelig, hvis overfø- ringsevnen i blot et enkelt kabelsystem kan opfylde overførringsbehovet, kan forholdet blive så lavt som ca. 2:1. Oftest vil de to yderpunkter ikke være reali- stiske scenarier. Energinet.dk angiver derfor normalt, at prisen for en 400 kV- kabelforbindelse er 3 til 7 gange dyrere end en tilsvarende luftledning.

#### **4. *Hvorledes kommer Energinet.dk frem til 30-50 mia. kr. for en kabellægning af hele transmissionsnettet?***

Der er i dag i Danmark omkring 1.200 km (system km) 400 kV-luftledning. Derudover er der omkring 70 km 400 kV-kabel i Danmark, hvilket udgør ca. 1/3 af den samlede mængde 400 kV-PEX-kabler på verdensplan.

En kabellægning af alle eksisterende 400 kV luftledninger vil ikke umiddelbart kunne gennemføres med den nuværende tekniske viden om emnet. Såfremt de tekniske problemstillinger løses, vurderes en kabellægning af det eksisterende 400 kV-net at kunne gennemføres for mellem 20-35 mia. kr. – dog uden samme ækvivalente overføringsevne. Ønskes samme rummelighed i transmissionsnettet som i dag, vil investeringen være væsentligt højere.

Energinet.dk's minimumspris på 17 mio. kr./km for 2 x 600 MW er her anvendt. Erfaringer viser, at denne kabelpris kan variere med op til +50%. Verdensmarkedet for 400 kV PEX-kabler er yderst begrænset, hvilket afspejles i det forholdsvist store prisinterval for kabellægning.

Såfremt de forventede fremtidige 400 kV-netudbygninger (omkring 360 system km) udelukkende etableres som kabler, er investeringen vurderet til at ligge i størrelsesordenen 6-10 mia. kr. (anvendt minimumspris på 17 mio. kr./km).

Til sammenligning kan det oplyses, at en kabellægning af de eksisterende 2.600 km 132-150 kV luftledninger vil koste 5-10 mia. kr.

Som beskrevet i spørgsmål 1 ovenfor, er belastningen af 400 kV-nettet meget varierende. Dette forhold vil indgå ved dimensioneringen af 400 kV-kabelanlæg. Ved kabellægning af vitale 400 kV-forbindelser vil der skulle anvendes kabelanlæg med en meget stor overføringskapacitet. I disse tilfælde vil det være nødvendigt at etablere flere parallelle kabelsystemer for at kunne opnå den ønskede overføringskapacitet. Tilsvarende vil der være 400 kV-luftledningsforbindelser, hvor der kan anvendes et 400 kV-kabelanlæg med en mindre overføringsevne, end den der er til rådighed i dag.

Detaljerede analyser af overføringsbehovet og dermed omkostningsniveauet ved en kabellægning af hele 400 kV-nettet kan ikke præsenteres på nuværende tidspunkt. Et ønske om kabellægning af transmissionsnettet vil ændre massivt på de hidtil anvendte principper for udbygning. Den nuværende netstruktur, herunder samspillet mellem 400 kV og de underliggende spændingsniveauer, bør derfor revurderes.

## **5. Ilandføringsanlægget for Horns Rev 2 i forhold til planerne om naturgenopretning af Varde Å**

I forbindelse med forårets drøftelser omkring udbygning og forstærkning af det vestjyske transmissionsnet er der spurgt til ilandføringsanlæggets relation og hensyntagen til planerne om naturgenopretning af Varde Å. Disse forhold er kort beskrevet nedenfor.

### **Naturgenopretning af Varde Å**

Skov- og Naturstyrelsen, Ribe og Sønderjyllands amter har udarbejdet en national forvaltningsplan for snæbel for at forbedre bestandens levevilkår for at sikre artens beståen (Jensen m.fl. 2003).

Et af de konkrete genopretningsprojekter omfatter Varde Å, hvor der er planer om genopretning af 16 km af Varde Å på strækningen fra Ansager Stemmeværk til afløbet fra Karlsgårde Sø.

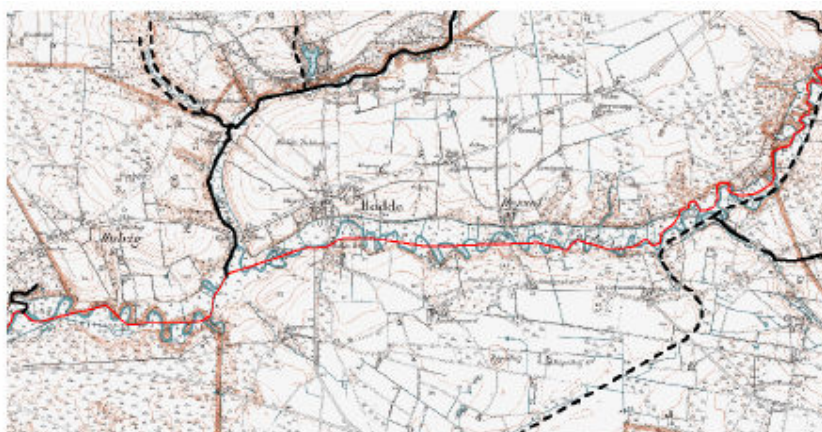
Genopretningen omfatter:

- Vandet, der i dag løber fra Ansager Stemmeværk gennem Ansager Kanal til Karlsgårde Sø, skal fremover ledes gennem den oprindelige Varde Å.
- Varde Å udvides og bliver gensnoet på strækningen fra Ansager Stemmeværk til afløbet af Karlsgårde Sø (se **figur 1**).
- På den strækning af Varde Å, der ikke genslynges, skal åen gøres bredere og dybere, så den bliver i stand til at aflede vandet uden væsentlige ændringer af de bestående afvandings- og dyrkningsforhold i ådalen.
- Der skabes fri passage forbi Sig Fiskeri.
- Ansager Kanal kastes til.

Den detaljerede udformning af vandløbet vil ikke komme til at svare præcist til det oprindelige forløb (se **figur 2**), da fastlæggelsen af åens forløb blandt andet beror på en afvejning af mange forskellige interesser, bl.a. de enkelte lodsejeres ønsker. Der er på nuværende tidspunkt ikke udarbejdet et detailprojekt. Naturgenopretningen vil foregå i 2007-2009.



**Figur 1** Foreløbigt skitseprojekt for genslyngning af Varde Å.



*Varde Å før regulering i 1950'erne. Nuværende forløb er vist med rødt. Ansvær Kanal vist med stiplede sort.*

**Figur 2** Varde Å før reguleringen i 1950'erne.

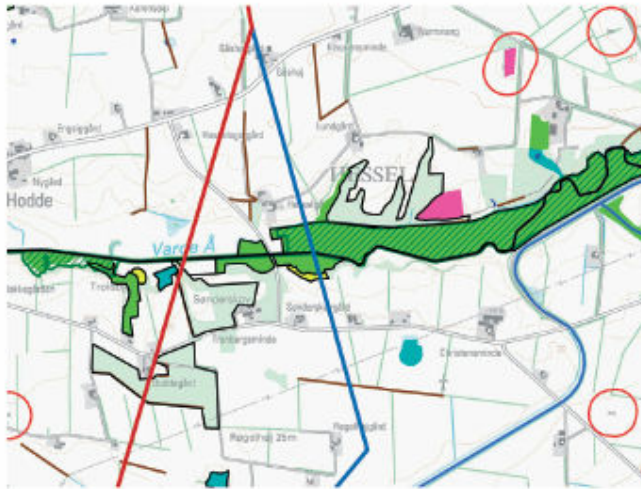
### **Horns Rev 2 projektet ved Varde Å**

Linjeføringen for det nye højspændingsanlæg mellem Galtho og Endrup vil gå direkte igennem projektområdet for genopretningen af Varde Å. For infrastrukturanlæg gælder, at disse ved placering i vådområder ikke må forhindre fremtidig naturgenopretning (jf. statens udmelding til regionplanrevision). Det samme står nævnt vedrørende højspændingsanlæg i Miljø- og Energiministeriets "Principper for etablering og sanering af højspændingsanlæg" fra 1995.

Ved udførelse som luftledning vurderes det, at selve masteplaceringen ville kunne ske oven for ådalen, da mastespændet kan være op mod 300 m. Masterne ville således ikke stå i de nygenoprettede vådområder eller tæt på det genslyngede vandløb.

Ved udførelse som jordkabel vil der ske en underboring under hele Varde Å, inklusive ådal. Ved krydsning af Gudenåen ved Randers med et højspændings-

anlæg viste det sig muligt at lave styret underboring på 1 km. Dette vil fint kunne friholde Varde Å, også i fremtidig genslynget tilstand. Der skal selvfølgelig sikres, at koten for det nye vandløbs bund og placeringen af det underborede kabel ikke kolliderer.



**Figur 3** To mulige linjeføringer for luftledningsanlæg over Varde Å ved Hessel.

Dette vil ske ved, at Energinet.dk kontakter Skov- og Naturstyrelsen, så snart tracéet for Varde Å's genslynkning er detailprojekteret. Derved kan der ske en hensigtsmæssig koordinering af projekterne, så der tages størst muligt hensyn til Varde Å, der desuden er EF-habitatområde.

## **6. Anvendelse af 300 kV-jævnstrømskabler**

I forbindelse med forårets drøftelser omkring behovet for udbygning og forstærkning af det vestjyske transmissionsnet er der spurgt til mulighederne for anvendelse af 300 kV-kabler på den planlagte strækning mellem Endrup og Idomlund. Energinet.dk har kigget nærmere på materialet udleveret fra Eyvind Vesselbo. Der er tale om 300 kV-jævnstrømskabler baseret på en relativt nyudviklet teknologi, populært kaldt HVDC Light (High Voltage Direct Current).

Energinet.dk betragter generelt HVDC Light som en interessant teknologi i forbindelse med etablering af ilandføringsanlæg for havmølleparker langt fra land, dvs. den elektriske sø- og landforbindelse mellem havmølleparker og tilslutningspunktet på land.

Energinet.dk har ikke beskrevet en jævnstrømsløsning i forbindelse med strækningen mellem Endrup og Idomlund, da denne løsning efter Energinet.dk's vurdering ikke lever op til de gældende principper for etablering og sanering af højspændingsanlæg.

Dette uddybes nærmere nedenfor.

ABB har indtil i dag været den eneste udbyder af HVDC Light teknologien, og der findes kun et begrænset antal installerede enheder. Den største eksisterende HVDC Light forbindelse har en overføringsevne på 350 MW (Estlink, mellem Finland og Estland). Erfaringsgrundlaget for anvendelse af større HVDC Light forbindelser er særdeles begrænset, og der er i dag ikke leveret anlæg, der kan håndtere det fremtidige overføringsbehov i Vestjylland. HVDC Light teknologien er således ikke afprøvet for anlæg med en overføringsevne svarende til behovet i Vestjylland. Dette er især kritisk, når teknologien som i dette tilfælde skal indgå som en vital del af elinfrastrukturen.

ABB har annonceret, at de i 2007 vil kunne indgå aftaler om levering af en HVDC Light forbindelse med en overføringsevne på 1.100 MW til levering i 2009. Den planlagte vestjyske 400 kV-luftledningsforbindelse vil få en overføringsevne på ca. 2.000 MW, og der vil således skulle etableres 2 x 1.100 MW HVDC Light forbindelser for at opnå samme overføringskapacitet.

ABB har oplyst en foreløbig budgetpris for et 1.100 MW HVDC Light anlæg til ca. 1,450 mia. kr. Anlægsbudgettet for den planlagte 400 kV-luftledning udgør ca. 500 mio. kr. En HVDC Light jævnstrømsforbindelse (2 x 1.100 MW) vil således være 5-6 gange dyrere end en 400 kV-luftledning.

Siemens har netop (primo maj 2007) annonceret en lignende jævnstrømsløsning, således at der nu er to udbydere på markedet.

I sammenhæng med HVDC Light teknologien er det endvidere vigtigt at understrege, at teknologien medfører et væsentligt større energitab (ca. 4 %) end det energitab, der optræder i en 400 kV-luftledning (under 1 %).

Endvidere vil der i hver ende af jævnstrømskablet skulle etableres et konverteranlæg, der kan omforme jævnstrøm til vekselstrøm og omvendt. Dette anlæg fylder væsentligt mere i landskabet end de normale 400/150 kV-transformerstationer til vekselstrøm. Et konverteranlæg svarer til et stort industrielt procesanlæg.

Energinet.dk har i forbindelse med planlægning af nettilslutningen af Horns Rev 2 havmøllepark og de afledte netforstærkninger mellem Endrup og Tistrup taget udgangspunkt i *Principper for etablering og sanering af højspændingsanlæg* fra 1995. Principperne er senest bekræftet i Regeringens Energistrategi 2025 fra juni 2005. Principperne fastslår, at nye 400 kV-forbindelser normalt kan fremføres som luftledninger, og at det i særlige tilfælde bør overvejes at kabellægge i kortere stræk. Disse principper muliggør en sammenhængende sanering og restrukturering af hele vekselstrømsnettet fra 50 kV til 400 kV, så man på sigt får fjernet flest mulige luftledninger. 400 kV-vekselstrømsforbindelser vil derfor i mange tilfælde helt kunne erstatte eksisterende 150 kV-forbindelser.

Anvendelse af jævnstrømsteknologi til forstærkning af transmissionsnettet i Vestjylland vil efter Energinet.dk's opfattelse forudsætte en revision af de gældende principper.