

***Principper for
etablering og sanering
af højspændingsanlæg***

Titel

Principper for etablering og sanering af højspændingsanlæg
Udarbejdet af
Miljø og Energiministeriet, Landsplanafdelingen i samarbejde med
Energistyrelsen, Skov og Naturstyrelsen, Boligministeriet,
Amtsrådsforeningen, ELSAM, og ELKRAFT
Danske Elværkers Forening

Omslag

Lars Nilsson
Illustrationer
ELSAM og ELKRAFT
Papirkvalitet
115 g Cameron
100% genbrugspapir
omslag 240 g White Card Super, miljøvenligt papir

Tryk

Stougaard Jensen/ Scantryk A/S, København

Oplag

1.200 eksemplarer, 1. oplag
Henvendelse angående publikationen
Miljø og Energiministeriet
Departementet, Landsplanafdelingen
Højbro Plads 4
1200 København K.
Telefon 33 92 76 00

Pris

Kr. 155,00 inkl. moms i boghandelen eller ved henvendelse til
Statens Information
Postboks 1103
1009 København K.
Telefon 33 37 92 28
Kan også købes i Miljøbutikken
Læderstræde 1
1201 København K.
Telefon 33 93 92 92
Telefax **33 92 76 90**

ISBN 8760154616

Publikationen kan citeres med kildeangivelse

Juni 1995

Forord

I august 1993 tog miljøministeren initiativ til at nedsætte en arbejdsgruppe, der skulle klarlægge nogle principper for valget mellem luftledninger og kabellægning af højspændingsanlæg. Energiministeren, boligministeren og formanden for Danske Elværkers Forening blev samtidig orienteret om miljøministerens initiativ.

Arbejdsgruppen fik til opgave at udarbejde et notat om reovering af gamle og anlæg af nye højspændingsforbindelser, der belyser det landskabelige grundlag for valget mellem luftledninger og jordkabler, de tekniske muligheder for kabellægning på forskellige spændingsniveauer, og hvad kabellægning koster sammenlignet med luftledninger. Notatet skulle danne grundlag for fastlæggelse af principper for valg mellem luftledninger og jordkabler, og for hvordan de kan gennemføres.

Arbejdsgruppen afsluttede sit arbejde med notat af februar 1995, der indeholder arbejdsgruppens anbefalinger. Herudover sammenfattes opgavens forudsætninger og præmisserne for valget mellem luftledninger og jordkabler. I et baggrundsnotat er myndighedsbehandlingen af højspændingsanlæg i stat, amter og kommuner uddybet, og en række tekniske forhold m. v. omkring højspændingsnettet er beskrevet nærmere. Baggrundsnotatet henvender sig især til de teknikere og planlæggere hos elselskaberne og i amterne, som i et samarbejde skal udmønte principperne i praksis.

Hovedvægten er lagt på højspændingsanlæg på 50 kV og derover.

Boligministeren og miljø og energiministeren godkendte notatet i februar 1995. Notatet har endvidere været forelagt de kommunale organisationer og elselskaberne, som har tiltrådt dets principper og anbefalinger.

Denne rapport indeholder det godkendte notat og baggrundsnotat om principper for etablering og sanering af højspændingsanlæg.

Arbejdsgruppens sammensætning fremgår af bilag 8.1 til rapporten.

Det bemærkes, at Energiministeriet og Miljøministeriet d. 27. september 1994 er sammenlagt til Miljø og Energiministeriet.

Miljø og Energiministeriet, Landsplanafdelingen, juni 1995

Indhold

Notat om principper for etablering og sanering af højspændingsanlæg	9
1. Sammenfatning.....	11
2. Rammer for planlægningen af nettet.....	14
2.1 Myndighedsbehandling af højspændingsanlæg.....	14
2.2 Særskilte aftaler mellem lodsejere og elselskaber.....	15
2.3 Sundhedsmæssige forhold.....	16
3. Status for etablering af nye og reovering af gamle højspændingsanlæg	17
3.1 Højspændingsnettets opgaver.....	17
3.2 Et historisk tilbageblik.....	17
3.3 Netstruktur.....	18
3.4 Netudbygningsplanlægning.....	19
3.5 ELSAM's planer om netudbygning.....	19
3.6 ELKRAFT's planer om netudbygning	20
3.7 Decentral kraftvarme	20
3.8 Vedligeholdelse, reovering og sanering	21
4. Tekniske og økonomiske muligheder for kabellægning	22
4.1 Udvikling mod øget kabellægning	22
4.2 Tekniske muligheder for kabellægning	23
4.3 Økonomiske forhold ved kabellægning	
af vekselstrømsforbindelser.....	24
5. Landskabelige præmisser for valget mellem luftledninger og kabler.....	26

Baggrundsnotat om principper for etablering og sanering af højspændingsanlæg	29
1. Indledning	31
2. Myndighedsbehandling af højspændingsanlæg	32
2.1 Lov om planlægning	32
2.1.1 Landsplanlægning	32
2.1.2 Regionplanlægning	33
2.1.3 Vurdering af højspændingsledningers virkning på miljøet (VVM)	35
2.1.4 Kommuneplanlægning	35
2.1.5 Lokalplanlægning	36
2.1.6 Højspændingsanlæg i kommune- og lokalplanlægningen	37
2.1.7 Landzoneadministration	38
2.2 Lov om elforsyning	38
2.3 Lov om naturbeskyttelse	39
2.3.1 Tilladelse til højspændingsanlæg	39
2.3.2 Dispensation	40
2.3.3 Fredsskov	40
2.4 Lov om elektriske stærkstrømsanlæg	40
2.4.1 Sikkerhedsbestemmelser	41
2.4.2 Erhvervelse af rettigheder over fast ejendom	41
2.5 Lov om miljøbeskyttelse	43
2.6 Statens højhedsret over søterritoriet	43
3. Tekniske forhold omkring højspændingsnettet	44
3.1 Anvendelse af jævnstrøm og vekselstrøm	44
3.1.1 Højspændingsnettes opgaver	44
3.1.2 Et historisk tilbageblik	44
3.1.3 Fordele ved vekselstrøm	45
3.1.4 Hvornår anvendes jævnstrøm	45
3.2. Netstruktur	46
3.2.1 Netudbygningsplanlægning	47
3.2.2 Netudbygning i ELSAM-området	49
3.2.3 Netudbygning i ELKRAFT-området	50
3.2.4 Samarbejdsforbindelser med naboområder	51

3.2.5	Decentral kraftvarme	52
3.2.6	Vedligeholdelse, renovering og sanering	52
3.3.	Principper for fremføring af ledningsanlæg	53
3.3.1	Luftledninger	53
3.3.2	Stationer	54
3.3.3	Jordkabler	54
3.4.	Tekniske og miljømæssige påvirkninger m. v.	55
3.4.1	Luftledninger	55
3.4.2	Stationer	56
3.4.3	Nærføring og berøringsspænding	56
3.4.4	Sundhedsmæssige forhold	56
4.	<i>Landskabelige hensyn ved linieføring og udformning af luftledninger og jordkabler</i>	58
4.1	Luftledninger	58
4.2	Jordkabler	60
5.	<i>Teknisk og økonomisk sammenligning mellem luftledninger og jordkabler</i>	61
5.1	Vekselstrøm	61
5.1.1	Udvikling mod øget kabellægning	61
5.1.2	Tekniske muligheder for kabellægning	62
5.1.3	Økonomisk sammenligning	64
5.2	Jævnstrøm	65
5.3	Anlægspriser	66
6.	<i>Scenarier</i>	67
7.	<i>English Summary</i>	70
7.1	Introduction	70
7.2	Summary	71
8.	<i>Bilag</i>	74
8.1	Arbejdsgruppens sammensætning	74
8.2	ELSAM: Eksisterende transmissionsnet - ultimo 1993	75
8.3	ELSAM: Planlagt langsigtet netudbygning	76
8.4	ELKRAFT: Eksisterende transmissionsnet - ultimo 1993	77

8.5	ELKRAFT: Planlagt langsigtet netudbygning	78
-----	---	----

***Notat om principper for etablering
og sanering af højspændingsanlæg***

1. Sammenfatning

Konflikterne i forbindelse med højspændingsanlæg er blevet forstærket i de senere år. Der er et stigende ønske om at undgå, at luftledninger placeres i nærheden af bebyggede områder. Men højspændingsmaster er i kraft af deres fysiske dimensioner og synlighed over lange afstande meget vanskelige at indpasse i landskabet. En voksende miljøbevidsthed har derfor ført til ønsker om, at også det åbne land friholdes mest muligt for luftledninger.

Det vil ikke være muligt generelt at afgrænse de landskabstyper og områder, hvor luftledninger vil kunne accepteres. Der må ved ethvert større ledningsanlæg foretages en konkret vurdering, hvori indgår dels en afvejning af forsyningssikkerhed og økonomi i lyset af højspændingsnettets opgaver, dels en sammenvejning af de forskellige naturinteresser m. v. og en afvejning af disse i forhold til alternative muligheder og de dermed forbundne udgifter. Ved denne vurdering har det tillige væsentlig betydning, hvorledes anlægget udformes og indpasses i landskabet.

Luftledninger bør først og fremmest undgås i tættere bebyggede områder samt i fredede områder, særligt værdifulde landskaber, områder omfattet af naturbeskyttelseslovens strandbeskyttelseslinie og omkring fortidsminder og kirker og i EF-fuglebeskyttelsesområder. Herudover bør luftledninger såvidt muligt - undgås i værdifulde landskaber, skove, potentielle naturgenopretningsområder, områder omfattet af naturbeskyttelseslovens generelle beskyttelsesbestemmelser og i landskaber, der er uberørte af større tekniske anlæg. Hvis luftledninger vil få væsentlige konsekvenser for de nævnte områder, og der ikke findes acceptable alternative ledningsføringer, må kabellægning overvejes.

Omkostningerne ved luftledninger er relativt uafhængige af overføringsbehovet i modsætning til kabellægning, hvor omkostningerne stiger væsentligt i takt med, at spændingsniveauet og kravet til overføringsevne øges. Det er for eksempel i dag 6-20 gange dyrere at kabellægge 400 kV vekselstrømsforbindelser, der er det højst anvendte spændingsniveau i Danmark, medens det er 4-6 gange dyrere at kabellægge 150/132 kV vekselstrømsforbindelser.

Den øvre grænse for meromkostningerne forudsætter, at kablet etableres med samme kapacitet som luftledningen. I praksis vil man ofte af økonomiske grunde vælge en lavere kapacitet ved kabellægning end ved luftledninger.

Samtidig varierer meromkostningerne på de enkelte spændingsniveauer betydeligt, afhængigt af de lokale forhold. For eksempel er det dyrest at kabellægge i tæt bymæssig bebyggelse som følge af bl. a. de større nedgravningsomkostninger.

Der er herudover i forbindelse med vekselstrømskabler til forskel fra luftledninger en øvre grænse for, hvor lange kabelstrækninger der kan drives på de høje spændingsniveauer, uden at det af tekniske årsager er nødvendigt at indskyde reaktorstationer. Ved 400 kV kabler er reaktorstationer nødvendige for hver 15 - 20 km og ved 150/132 kV kabler for hver 30 - 40 km.

Det er ikke i samme grad forbundet med meromkostninger at kabellægge eksempelvis nye 60/50 kV vekselstrømsforbindelser. Kabellægning af eksisterende 60/50 kV luftledninger er dog væsentligt dyrere end fortsat vedligeholdelse.

400 kV er valgt som det overordnede spændingsniveau, idet bl. a. transmissionsstabet er mindre ved høje spændinger. Anvendelse af høje spændinger gør det endvidere alt andet lige muligt at mindske elnettets udbredelse i antal km væsentligt. En udbygning af 400 kV transmissionsnettet kan således give en samlet reduktion af højspændingsnettets længde, hovedsageligt på 150/132 kV niveauet. Udbygning af 400 kV nettet og kabellægning eller fjernelse af 150/132 kV luftledninger må derfor ses i en nøje sammenhæng.

Der er på denne baggrund enighed mellem Danske Elværkers Forening, Amtsrådsforeningen, Boligministeriet og Miljø og Energiministeriet om, at elskaberne i samarbejde med de regionale myndigheder bør tilrettelægge en samlet langsigtet planlægning med en nærmere prioritering af ændringerne i det eksisterende højspændingsnet og af den kommende udbygning med henblik på at nedbringe generne fra luftledninger mest muligt.

Følgende principper bør danne grundlag for denne prioritering, for så vidt angår vekselstrømsforbindelser:

- Der skal tilstræbes en reduktion af det samlede luftledningsnet over 100 kV. Nye 400 kV og 150/132 kV ledningsanlæg planlægges under hensyn hertil.
- 400 kV ledningsanlæg kan normalt fremføres som luftledninger. Det bør dog i særlige tilfælde overvejes at kabellægge 400 kV ledningsanlæg i kortere stræk, f. eks. i forbindelse med indføddning til større byer, eller hvor en luftledning vil få væsentlige konsekvenser for nationale naturinteresser, og der ikke findes acceptable alternative ledningsføringer.
- 150/132 kV ledningsanlæg kan etableres som luftledninger, hvor det kan ske uden væsentlige konsekvenser i forhold til bymæssig bebyggelse eller

væsentlige naturinteresser, eksempelvis som kombineret 400 og 150/132 kV luftledning.

- I forbindelse med reduktionen af luftledningsnettet tilstræbes det at fjerne eller kabellægge eksisterende 150/132 kV luftledninger, hvor ledningernes placering er uhensigtsmæssig i forhold til bymæssig bebyggelse eller væsentlige naturinteresser.
- Nye ledningsanlæg under 100 kV kabellægges.
- Eksisterende 60/50 kV luftledninger kabellægges, når ledningerne er uheldige i forhold til bymæssig bebyggelse eller væsentlige naturinteresser.
- Ved større saneringsarbejder behandles eksisterende ledningsanlæg på lige fod med nyanlæg.

For så vidt angår jævnstrømsforbindelser, bør følgende principper danne grundlag for prioriteringen:

- Ledningsanlæg søges altid kabellagt uanset spændingsniveau i forbindelse med nyanlæg og større saneringsarbejder.

ELSAM har vurderet, at såfremt disse principper følges i praksis, vil meromkostningerne i forhold til den nugældende politik være af størrelsesordenen 3,2 mia. kr. over en 20 års periode. Det svarer til knap 1 øre pr. kWh i de 20 år. ELSAM har oplyst, at man arbejder på en ny handlingsplan for oprydning i elnettet. Handlingsplanen forventes vedtaget, når der er opnået enighed om principperne mellem parterne, og er derfor ikke sammenholdt hermed.

ELKRAFT har oplyst, at man i december 1993 har besluttet at renovere elnettet i hovedstadsområdet baseret på ny politik, som bl. a. tilsigter at reducere luftledningsmængden i især tæt bymæssig bebyggelse. ELKRAFT har vurderet, at principperne næppe vil udløse meromkostninger i forhold til denne politik, hvor netinvesteringerne skønnes at være af størrelsesordenen 2,7 mia. kr. over en 20 års periode.

Disse skøn rummer dog mange usikkerheder, da de realiserede omkostninger vil blive et resultat af vanskeligt forudsigelige forhandlingsforløb, hvori indgår afvejninger af investeringer, forsyningssikkerhed og naturinteresser m. v.

2. Rammer for planlægningen af elnettet

2.1 *Myndighedsbehandling af højspændingsanlæg*

Etablering af højspændingsanlæg finder sted gennem en proces, som bygger på en arbejdsdeling mellem en række love, først og fremmest planloven, elforsyningsloven, naturbeskyttelsesloven og stærkstrømsloven.

Udlæg af arealer til højspændingsanlæg fastlægges gennem *planloven* på grundlag af en afvejning i forhold til de øvrige arealinteresser.

Ledningsanlæg på 100 kV og derover skal behandles af amtsrådet i regionplanlægningen. Det vil ofte være en fordel også at medtage mindre ledningsanlæg i regionplanlægningen. For eksempel er det væsentligt for varetagelsen af naturbeskyttelsesinteresserne, at planerne for elnettet kan ses i en sammenhæng, således at der ikke tages stilling til en enkelt del af nettet, uden at konsekvenserne for udbygningen af andre dele af nettet er kendt.

Amtsrådene har hidtil stort set kun reserveret tracéer til højspændingsanlægene i regionplanerne. Men ofte kan eventuelle efterfølgende konflikter i forbindelse med detailprojekteringen forebygges, hvis der foretages en nøjere interesseafvejning gennem regionplanlægningen. Endvidere har den senere tids diskussioner om luftledninger versus jordkabler vist, at der også kan være behov for at tage stilling til dette spørgsmål i forbindelse med regionplanlægningen.

Miljø og energiministeren udsender hvert fjerde år en statslig udmelding til amtsrådene om de synspunkter, der vil blive lagt til grund for den statslige behandling af regionplanrevisionerne. Udmeldingen vil også kunne oplyse amtsrådene om de statslige interesser på elforsyningsområdet.

Regionplanprocessen giver offentligheden mulighed for at få indsigt i elselskabernes netudbygningsplanlægning og de hensyn, den skal varetage, set i sammenhæng med andre, eventuelt modstridende hensyn. Disse muligheder er blevet styrket ved gennemførelsen af den nedenfor beskrevne ændring i VVM-bekendtgørelsen.

Der er normalt ikke pligt til at optage ledningsanlæg i det åbne land i kommune og lokalplanlægningen. Men efter planloven har en kommunalbestyrelse ret til at udarbejde lokalplaner for ledningsanlæg, hvis det er planlægningsmæssigt begrundet.

Miljø og Energiministeriet har i september 1994 udsendt *bekendtgørelse nr. 847 om supplerende regler i medfør af planloven*, hvorefter reglerne om vurdering af større anlægs virkning på miljøet (VVM) også gælder for luftled-

ninger på mindst 2 km med tilhørende stationer, der er bygget til spændinger over 100 kV.

Amtsrådene skal herefter i forbindelse med tilvejebringelsen af regionplanretningslinier for luftledninger på 150/132 kV og 400 kV redegøre for påvirkningen af omgivelserne. Derudover skal amtsrådene bl. a. give en oversigt over de væsentligste alternativer, der har været undersøgt, samt beskrive konsekvenserne af, at et anlæg ikke gennemføres. Endelig skal amtsrådene oplyse om de vigtigste grunde til valget af løsningsmodel under hensyn til virkningerne på miljøet.

Jordkabler og stationer i øvrigt er ikke omfattet af kravet om en vurdering af virkningerne på miljøet.

Projekter til ledningsanlæg på 100 kV og derover skal godkendes af Energistyrelsen i henhold til *elforsyningsloven*. Ved godkendelsen af de enkelte projekter vurderer Energistyrelsen deres sammenhæng med det øvrige elsystem og herunder deres betydning for forsyningssikkerhed og økonomi. Godkendelsen vil normalt forudsætte, at projekterne forinden er belyst i en plan.

Efter ændring af elforsyningsloven i 1994 skal de forskellige dele af elforsyningen samarbejde om at gennemføre en integreret ressourceplanlægning. De nærmere procedurer herfor er endnu ikke fastlagt, men hovedprincippet er, at der skal vurderes alternativer på såvel forsyningssiden som forbrugersiden.

Vurderingen af et højspændingsanlægs nærmere udformning og dets forhold til landskabs og naturinteresserne finder sted i medfør af *naturbeskyttelsesloven*. Luftledninger over 150 kV skal godkendes af Skov og Naturstyrelsen, medens luftledninger til og med 150 kV skal godkendes af amtsrådet. Jordkabler og transformerstationer skal ikke godkendes efter naturbeskyttelsesloven, med mindre lovens særlige beskyttelsesområder berøres.

Elselskaberne kan med hjemmel i *stærkstrømsloven* erhverve rettigheder over fast ejendom ved aftale med de berørte lodsejere med henblik på etablering af højspændingsanlæg.

Hvis et elselskab ikke kan gennemføre etableringen af et ledningsanlæg ved frivillige aftaler med de berørte lodsejere, er der hjemmel i stærkstrømsloven til ekspropriation til anlægget. Ansøgning herom indgives til Elektrizitetsrådet under Boligministeriet. Elektrizitetsrådet afgiver indstilling til Boligministeriet, som tager endelig stilling til ekspropriationen. Herefter følges reglerne i *lov om fremgangsmåden ved ekspropriation vedrørende fast ejendom*. Fremgangsmåden er den samme, hvad enten det drejer sig om en luftledning eller om et jordkabel.

Stærkstrømsloven indeholder desuden bestemmelser om de sikkerhedsmæssige forhold i forbindelse med højspændingsanlæg. Der er således i *stærkstrømsreglementet* fastsat detaljerede afstandskrav for ledningsanlæg i forhold til f. eks. bebyggelser, ligesom der efter reglementet skal holdes en passende afstand til træer.

2.2 Særskilte aftaler mellem odsejere og elselskaber

Der har mellem landbrugsorganisationerne og Danske Elværkers Forening igennem mange år eksisteret en aftale om vilkår og erstatningsniveauer, som elselskaberne kan henholde sig til, når et erstatningstilbud skal beregnes til den enkelte lodsejer. Landsaftalen er baseret på en række tidligere højesteretsdomme på området, og erstatningsniveauet svarer således nogenlunde til, hvad en ekspropriationskommission ville nå frem til. Landsaftalen er netop genforhandlet. Den nye aftale trådte i kraft d. 1. januar 1995.

I de tilfælde, hvor luftledninger fremover ønskes placeret tæt på beboelser, det vil sige 35 m fra 150/132 kV ledningers tracémidte og 50 m fra 400 kV ledningers tracémidte, tilbyder elselskabet at købe hele ejendommen. Hvis lodsejeren ikke ønsker at sælge, gives der erstatningstilbud efter landsaftalens takster.

2.3 Sundhedsmæssige forhold

De senere års opmærksomhed omkring højspændingsanlæg har bl. a. været rettet mod de eventuelle sundhedsmæssige påvirkninger ved at bo eller opholde sig inden for de magnetfelter, der omgiver anlæggene. Kun vekselstrøm er under mistanke for at udgøre en eventuel sundhedsrisiko, men efter 15 års forskning er der ikke afgørende videnskabeligt bevis for en sammenhæng imellem sundhedsrisiko og magnetfelter.

Som opfølgning på den såkaldte "Wandelrapport" om risiko for kræft hos børn med bopæl eller ophold tæt på højspændingsanlæg, der blev offentliggjort i maj 1993, gav de berørte ministre sundhedsministeren, energiministeren, miljøministeren, boligministeren og socialministeren i enighed udtryk for, at der på nuværende tidspunkt ikke var grundlag for at gå ind i overvejelser om at fastsætte minimumsgrænser for afstanden mellem eksisterende højspændingsanlæg og boliger.

Amterne og kommunerne blev dog gjort opmærksom på, at man ved planlægning og godkendelse af nybyggeri bør tilstræbe at undgå, at nyt byggeri placeres tæt på højspændingsanlæg, hvis man ønsker at opnå den under alle om-

stændigheder mest holdbare løsning. Elselskaberne blev samtidig gjort opmærksom på, at nye ledningsanlæg bør placeres i passende afstand fra byggeri.

Kabellægning fjerner ikke de magnetiske felter, men felterne er koncentreret tæt omkring kablerne.

.3. Status for etablering af nye og reovering af gamle højspændingsanlæg

3.1 Højspændingsnettets opgaver

Højspændingsnettet skal udføre en række forskellige opgaver inden for elforsyningen:

- Levering af el til forbrugsknudepunkter.
- Flytning af el fra områder med overskud af kraftværkskapacitet til områder med havarerede kraft og kraftvarmeværker.
- Løsning af internationale opgaver vedr. elimport, eksport, transit og gensidig effektstøtte.
- Sikring af stabil elkvalitet.

Behov for nye ledninger optræder, når det eksisterende net ikke med en tilstrækkelig grad af sikkerhed kan varetage disse opgaver. Ved den elmæssige vurdering af højspændingsnettet skal forsyningssikkerhed og økonomi således afvejes over for hinanden i lyset af disse opgaver.

3.2 Et historisk tilbageblik

Elforsyningens historiske udvikling begyndte med jævnstrøm, hvor lokale jævnstrømsværker producerede 220/440 Volt, som blev sendt ud til mindre byområder.

I takt med en voksende efterspørgsel på elektricitet opstod der fordele i form af større driftssikkerhed, mindre brændselsforbrug og dermed lavere elpriser ved at samkøre de lokale netområder. Der blev derfor iværksat en omfattende udbygning af elnettene mellem produktionsstederne.

Transport af elektricitet over større afstande gav imidlertid store energitab. Men ved at skifte til vekselstrøm blev det muligt at anvende højere spændingsniveauer og dermed at reducere energitabet markant. Det medførte, at man i Danmark som i mange andre lande i årene før og lige efter 2. verdenskrig omstillede elforsyningen til vekselstrøm på alle spændingsniveauer.

Resultatet af denne udvikling er, at elektricitet i dag transporteres, fordeles og forbruges ved følgende spændingsniveauer:

- **Transmissionsniveauet** (“elnettets motorveje”) er 400 kV og 150/132 kV.
- **Distributionsniveauet** (“elnettets landeveje”) er 60/50 kV og 20/10 kV.

- **Forsyningsniveauet** (“elnettets boligveje”) er 0,4 kV (230/400 Volt).

400 kV og 150/132 kV transmissionsnettene har som hovedformål at transportere el mellem kraftværksområderne og fra kraftværkerne til 60/50 kV og 20/10 kV nettene, som igen har til formål at lede strømmen til forbrugsstederne. Herudover anvendes transmissionsnettene til transit og udveksling af el med naboerområder. Samarbejdsforbindelser til nabolande opererer ligeledes på disse spændingsniveauer samt på 220 kV niveauet.

I de sidste 20-30 år har højspændt jævnstrøm fået betydning i forbindelse med sammenkobling af større, teknisk uafhængige vekselstrømssystemer som f.eks. det nordiske og det vesteuropæiske system. Jævnstrømsforbindelser kan derimod af økonomiske og tekniske årsager ikke anses som alternativer til vekselstrømsforbindelser i et givet net.

3.3 Netstruktur

Elnettet i Danmark består af to teknisk uafhængige vekselstrømssystemer, som er delt af Storebælt.

Området vest for Storebælt (ELSAM-området) er forbundet med Tyskland med vekselstrømsforbindelser og er en del af det store vesteuropæiske elsystem. ELSAM-området er således helt afhængigt af frekvensen og af eventuelle fejl-situationer i dette system. Tilsvarende er området øst for Storebælt (ELKRAFT-området) forbundet med Sverige med vekselstrømsforbindelser og er således en del af det selvstændige nordiske elsystem.

De to danske elsystemer vil blive sammenkoblet i 1998 med Storebæltsforbindelsen, der bygges som et jævnstrømskabel ligesom de øvrige forbindelser mellem ELSAM-området og Norden og som KONTEK-forbindelsen mellem Sjælland og Tyskland.

De grundlæggende transportmønstre for el er forskellige i de to områder. ELSAM-området er karakteriseret ved syv belastningscentre med hver sit tilknyttede kraftværk med kraftvarmelevering. I modsætning hertil har ELKRAFT-området ét større belastningscenter, nemlig hovedstadsområdet, mens en væsentlig del af de større kraftværker er placeret på den vestlige del af Sjælland. En fortsat udbygning med kraftvarme eksempelvis i hovedstadsområdet vil dog ændre dette transportmønster.

400 kV er valgt som det overordnede spændingsniveau for at fremtidssikre elnettet og for at tilgodese det aktuelle elforbrug, da ledningstabene er mindre ved højere spænding. Der er ikke planer om at indføre højere spændingsniveau end 400 kV.

400 kV nettet er i dag kun delvis udbygget. På spændingsniveauet 150/132 kV er nettet udført som ringstrukturer, således at der altid vil være sikret elforsyning, selvom en forbindelse skulle falde ud ved fejl eller ombygningsarbejder. Nettet er gradvis forstærket i takt med udviklingen i belastning og de øgede krav til overføringsevne.

3.4 Netudbygningsplanlægning

De to elsammenslutninger udarbejder løbende planer for elnettets udbygning. Planerne skal ikke godkendes af myndighederne, men udgør grundlaget for den myndighedsbehandling af konkrete projekter, som er forudsat i lovgivningen.

Det indgår i både ELSAM's og ELKRAFT's netudbygningsplaner, at de overordnede 400 kV net på sigt skal opbygges i ringstrukturer og overtage den rolle, 150/132 kV nettet havde i 1960'erne og 1970'erne til større energitransporter mellem kraftværksområder og udveksling med naboområderne.

Udbygges 400 kV nettet i overensstemmelse med netudbygningsplanerne, vil nogle af de eksisterende 150/132 kV luftledninger kunne overgå til distributionsformål, medens andre vil kunne fjernes.

3.5 ELSAM's planer om netudbygning

Den strategisk vigtigste transitvej i ELSAM-området er 400 kV forbindelsen mellem Kassø og Tjele fra 1965. Den sydligste strækning op til Vejen er planlagt ombygget til en tosystems 400 kV luftledning for at udnytte tracéet optimalt. Forbindelsen forventes idriftsat i 1998.

ELSAM har endvidere planlagt at bygge en 400 kV forbindelse fra Nordjyllandsværket til Trige ved Århus som led i færdiggørelsen af den østjyske 400 kV ring. Forbindelsen, der bygges som en kombineret 400/150 kV luftledning, forventes tidligst idriftsat i 1997. Der påregnes samtidig fjernet lige så mange km 150 kV luftledning, det vil sige ca. 100 km.

Omkring år 2000 forventes der bygget en kombineret 400/150 kV luftledning fra Vejen til Esbjerg. På længere sigt er det planen at etablere den resterende del af 400 kV ringforbindelsen, ved at der bygges en luftledning mellem Esbjerg og Holstebro.

Endelig påregnes de gamle 220 kV forbindelser til Flensborg på længere sigt erstattet af en eller flere 400 kV forbindelser.

I Nordjylland er det planlagt at ombygge 150 kV luftledningen fra Vendsysselværket til Hjørring. Den nye luftledningen forventes idriftsat i 1996.

Renoveringsbehovet på 150 kV luftledningerne mellem Århus og Horsens har ført til, at ELSAM har valgt at sanere ledningsnettet. Luftledningen mellem Hatting og Hørning ombygges således til en stærk 150 kV luftledning med større overføringskapacitet i det eksisterende tracée, medens der ophænges to 150 kV luftledninger på den eksisterende 400 kV masterække mellem Trige og Ormslev.

Med disse anlæg vil 150 kV luftledningen mellem Hasle og Trige, der går gennem boligområder i Århus, kunne fjernes. Desuden vil en tidligere planlagt 150 kV luftledning mellem Hørning og 400 kV stationen Malling helt kunne undværes.

Gennemførelsen af saneringsarbejdet vil afhænge af, at den planlagte udbygning af 400 kV nettet kan gennemføres.

Der forventes desuden inden for en 20 års periode at være behov for ca. 310 km 150 kV luftledning til forsyning i områder, der i dag forsynes via 60 kV nettet.

3.6 ELKRAFT's planer om netudbygning

ELKRAFT har planlagt at bygge to nye 400 kV forbindelser ind mod hovedstadsområdet. Den ene forbindelse udføres som et ca. 20 km kabel mellem Ishøj og H. C. Ørstedværket. Den anden forbindelse går mellem Hovegård i LedøjeSmørum Kommune og Glentegård i Gladsaxe Kommune. Forbindelsen kabellægges over en strækning på ca. 10 km fra Hareskoven til Glentegård. Anlæggene forventes idriftsat i 1997, henholdsvis 1999.

Etableringen af de to nye forbindelser vil medføre, at ca. 100 km eksisterende 132 kV luftledning kan tages ned. Hermed vil næsten alle transmissionsluftledninger i tæt bymæssig bebyggelse i hovedstadsområdet være fjernet.

ELKRAFT har endvidere planlagt at ombygge nogle eksisterende 132 kV luftledninger til 400 kV luftledninger som led i etableringen af ringstrukturer for 400 kV nettet. Det drejer sig dels om strækningen mellem Kyndbyværket og Asnæsværket, dels om strækningen mellem Bjæverskov ved Køge og Rislev ved Næstved. Disse saneringsarbejder vil ligeledes reducere den samlede mængde luftledning.

Med de nævnte anlæg vil 400 kV forbindelserne i den nordlige del af Sjælland opnå den ønskede ringstruktur. På længere sigt er der skitseret en udbygning i det sydsjællandske område, hvorved ringen kan tilføjes en sydlig bue.

Tidspunkterne for de enkelte anlægsarbejder kan ikke fastlægges, før den europæiske udvikling på eltransmissionsområdet samt planerne for afgang og tilgang af kraftværker kendes.

3.7 Decentral kraftvarme

Der sker i disse år en betydelig udbygning med decentrale kraftvarmeværker i fjernvarmeforsyning, industri, institutioner og blokbebyggelse m. m. Omkring år 2000 forventes disse decentrale værker at stå for op mod 25 % af elproduktionen i Danmark.

De decentrale kraftvarmeværker tilsluttes elnettet på 60/50 kV niveauet og derunder. Værkernes elproduktion følger til dels variationen i elforbruget som følge af styring efter eltariffen (tretidstariffen). Den decentrale kraftvarmeudbygning medfører derfor en vis aflastning af elnettet.

Aflastningen i transmissionsnettet vurderes først og fremmest at ligge på 150/132 kV niveauet, hvor de decentrale kraftvarmeværker har været med til at udskyde forstærkning af nettet. 400 kV nettet skal foruden at levere el til forbrug også udføre opgaver, der ikke er direkte forbrugsafhængige (transit af strøm fra for eksempel Norge til Tyskland, fordeling af importeret effekt og flytning af effekt til områder med havarede kraftværker og ledninger).

3.8 Vedligeholdelse, reovering og sanering

Hvad angår arbejder på det eksisterende elnet, skelnes der mellem vedligeholdelse, reovering og sanering.

Vedligeholdelse omfatter løbende reparationer og udskiftning af enkelte dele, medens reovering omfatter større udskiftninger med henblik på at forlænge det samlede anlægs levetid. Efter reovering fremtræder anlægget visuelt og teknisk uændret.

Sanering omfatter projekter, hvor nye anlæg bygges til erstatning af gamle anlæg, som fjernes. Ofte vil sådanne projekter føre til en reduktion af det samlede luftledningsnets længde.

4. Tekniske og økonomiske muligheder for kabellægning

4.1 *Udvikling mod øget kabellægning*

Det samlede transmissions, distributions og forsyningsnet i Danmark består i dag af ca. 159.000 km (tracée kilometer), fordelt på ca. 65.000 km luftledning og ca. 94.000 km jordkabel. I ELSAM-området består nettet af ca. 45.000 km luftledning og ca. 66.000 km kabel, mens der i ELKRAFT-området er ca. 20.000 km luftledning og ca. 28.000 km kabel.

På de lavere spændingsniveauer er elnettet gennem de sidste årtier systematisk blevet kabellagt på grund af disse kablernes overlegenhed, for så vidt angår totaløkonomi. Godt 60 % af nettet på niveauerne 0,4 kV og 20/10 kV er kabellagt. ELSAM har procentuelt kabellagt mere end ELKRAFT på 0,4 kV niveauet, medens ELKRAFT procentuelt har kabellagt mest på 20/10 kV niveauet.

På 60/50 kV niveauet er kabellægning ikke så udpræget, da det hidtil især har været tekniske og økonomiske overvejelser, som har været afgørende for valget. Der er på dette niveau kabellagt knap 15% i ELSAM-området og ca. 45% i ELKRAFT-området, svarende til godt 20% på landsplan. Kabellægning er dog generelt tiltagende på dette spændingsniveau.

Vekselsstrømskabler på de højere spændingsniveauer er i dag meget lidt udbredte på grund af økonomien og tekniske vanskeligheder. De anvendes hovedsageligt til specielle formål som forsyning og energitransporter i tæt bymæssig bebyggelse og ved krydsning af sunde og bæltter af begrænset bredde.

På 150/132 kV niveauet er der kun kabellagt godt 280 km ud af ca. 3.100 km. Heraf er de 230 km kabellagt i ELKRAFT-området, og der ses alene i ELKRAFT-området en øget tendens til kabellægning på dette spændingsniveau.

På 400 kV niveauet er der i dag ca. 700 km luftledning i ELSAM-området og ca. 190 km luftledning i ELKRAFT-området. Hvad angår kabellægning, findes der endnu kun få længere kabelstrækninger i verden, i Danmark kun i forbindelse med Sjælland-Sverigesforbindelsens krydsning af Øresund (10 km), hvor en luftledning ikke er en aktuel mulighed.

At der på de højere spændingsniveauer er kabellagt forholdsvis mere på Sjælland end i Jylland og på Fyn, skyldes bl.a. den større bykoncentration i hovedstadsområdet.

ELSAM og ELKRAFT har i 1993 revideret retningslinierne for netudbygningen på baggrund af den voksende offentlige modstand mod højspændingsluftledninger. I begge elsammenslutninger er principperne for netudbygningen

baseret på helhedsvurderinger, hvori indgår tekniske, økonomiske, landskabelige og æstetiske betragtninger. Desuden har elselskaberne indregnet Sundhedsstyrelsens udmelding om at holde afstand ved nye vekselsstrømsledninger, ligesom den voksende miljøbevidsthed har haft en væsentlig indflydelse.

Principperne for netudbygningen i de to systemer er for nærværende ikke de samme. ELSAM arbejder for tiden på en handlingsplan for oprydning i elnettet, som forventes vedtaget, når der er opnået enighed mellem parterne om anbefalingerne. ELKRAFT vedtog i 1993 at ændre den hidtidige praksis med henblik på at reducere luftledningsmængden især i tæt bymæssig bebyggelse. ELKRAFT's program repræsenterer således foreløbig de mest vidtgående ændringer i prioriteringen mellem luftledninger og kabellægning.

4.2 Tekniske muligheder for kabellægning

Det er i dag muligt at fremstille driftssikre jordkabler på alle spændingsniveauer. Fejlhyppigheden for kabler er normalt ikke større end for luftledninger, men der er længere udetider i tilfælde af kablefejl.

Jordkablers overføringsevne er relativt mindre end luftledningers. Typisk skal der 2 kabelsystemer til at erstatte ét luftledningssystem. Disse kabler kan dog ikke tåle samme overbelastning, som tilsvarende luftledninger kan.

Herudover er der ved vekselstrømskabler en øvre grænse for, hvor lange strækninger der kan drives, uden at det af tekniske årsager er nødvendigt at indskyde et antal reaktorstationer langs kablet. En reaktorstation ligner en almindelig friluftstation og har et arealbehov som et parcelhus. Ved 400 kV kabler vil reaktorstationer være nødvendige for hver 1520 km og ved 150/132 kV kabler for hver ca. 3040 km. Disse problemer eksisterer ikke ved luftledninger.

Elsystemet sætter også en grænse for den acceptable mængde kabler, idet der kan forventes fysiske problemer som f. eks. resonanser. Disse problemer har været studeret i udlandet, og der er ingen umiddelbar løsning herpå.

De tekniske egenskaber ved de traditionelle oliefyldte kabler, der i dag anvendes til 400 kV, betyder bl. a., at der kræves forholdsvis mange reaktorstationer. Når der er driftssikre kunststofisolerede kabler til rådighed, vil det rent teknisk blive mere acceptabelt at introducere kabler i 400 kV nettene. Udvikling af kunststofisolerede 400 kV kabler søges fremmet gennem et samarbejdsprojekt mellem danske elselskaber og kabelfabrik.

For jævnstrømskabler er der ikke behov for reaktorstationer, og der kan derfor lægges lange kabler.

Der forskes meget i nye materialer og teknikker til kabellægning samt teknologier til drift og overvågning af kabler. Nye forskningsresultater må antages på sigt at medføre mulighed for en prisreduktion på jordkabler.

4.3 Økonomiske forhold ved kabellægning af vekselstrømsforbindelser

Det har som nævnt i mange år været almindeligt at kabellægge vekselstrømsforbindelser på 0,4 kV og 20/1020 kV på grund af disse kablernes overlegenhed, for så vidt angår totaløkonomi. Den tekniske udvikling har i de seneste år medført, at merprisen for kabellægning i forhold til luftledninger på 60/50 kV er blevet betydeligt indskrænket. Danske Elværkers Forening anbefaler derfor i dag sine medlemmer at etablere nye 60/50 kV forbindelser som jordkabler.

For de højere spændingsniveauer på 150/132 kV og 400 kV er det stadig forbundet med betydelige meromkostninger at etablere kabelanlæg frem for luftledninger.

Meromkostningerne varierer dog betydeligt. Dels er den samlede pris ved kabellægning meget afhængig af de lokale forhold. For eksempel er kabler i tæt bymæssig bebyggelse dyrest, blandt andet som følge af de større nedgravningsomkostninger. På grund af pladsforhold og den større belastningstæthed er det dog ikke mindst i byområder, at kabellægning hidtil har været aktuel.

Dels er omkostningerne ved kabellægning meget afhængige af den nødvendige overføringsevne, mens omkostningerne ved luftledninger er relativt uafhængige af overføringsbehovet. Man får derfor en større overføringsevne uden væsentlige meromkostninger ved anvendelse af luftledninger. Da både kabler og luftledninger har lang levetid, rummer luftledninger en fordel, hvis der senere opstår et behov for større overføringsevne på grund af for eksempel omlægninger i nettet eller forbrugsstigninger.

I områder med stor belastningstæthed er tabene i kabler generelt mindre på grund af større ledertværsnit, og tabsudgifterne er derfor lavere i kabelnet end i luftledningsnet. Værdien af tabsforskellene afhænger af driftsmønstret og af, hvor i nettet kablet lægges. Tabsforhold vil dog sjældent være afgørende for valg mellem kabel og luftledning.

Jordkabler er praktisk taget vedligeholdelsesfri til forskel fra luftledninger, der kræver regelmæssige eftersyn af isolatorer og andre komponenter samt afhjælpning af skader efter væltede træer m. v.

En sammenstilling af de totale omkostninger, det vil sige anlægsomkostninger og kapitaliserede tabs og vedligeholdelsesomkostninger, for jordkabler og luft-

ledninger kan således føre til meget forskellige resultater, afhængig af overføringsbehov og driftsmønstre for den pågældende del af nettet.

For 400 kV transmissionsledningsanlæg er de totale omkostninger f. eks. 3-4 mio. kr pr. km for luftledninger med 2.000-4.000 MW overføringsevne, mens totalomkostningerne for jordkabler vil være i størrelsesordenen 20 mio. kr pr. km pr. kabelsystem med 1.000 MW overføringsevne. Kabellægning på dette spændingsniveau vil således være op til 20 gange dyrere pr. km end luftledninger med samme overføringsevne.

For 150/132 kV ledningsanlæg er de totale omkostninger 2-3 mio. kr pr. km for luftledninger med 500-1.000 MW overføringsevne, men i størrelsesordenen 6 mio. kr pr. km pr. kabelsystem for jordkabler med 300 MW overføringsevne. Kabellægning på dette spændingsniveau vil således være fra 4 til 6 gange dyrere end luftledninger, afhængigt af overføringsbehovet. I områder med begrænset overføringsbehov er der normalt også en lav belastningsgrad, og prisen for kabel vil i disse områder typisk ligge på 4 gange. Et kabel, der indgår i transmissionsnettet (masket net), vil typisk have en større udnyttelsesgrad, men normalt også et større overføringsbehov. Prisen vil her være af størrelsesordenen 6 gange.

Det er op til 2 gange så dyrt at kabellægge nye 60/50 kV vekselstrømsforbindelser, men kabellægning af eksisterende 60/50 kV luftledninger er væsentligt dyrere end fortsat vedligeholdelse.

5. Landskabelige præmisses for valget mellem luftledninger og kabler

Luftledninger til højspænding er i kraft af deres fysiske dimensioner og synlighed over lange afstande meget vanskelige at indpasse i landskabet.

Den voksende miljøbevidsthed har øget interessen for hensynet til landskab og natur i forbindelse med større anlægsarbejder. Men samtidig er der et stigende ønske om at undgå, at luftledninger placeres i nærheden af ikke blot byer, men også spredt bebyggelse i det åbne land. Det fører til ønsker om, at ledningerne placeres i de mest ubebyggede områder, hvilket meget ofte er områder med store naturværdier og områder, der ikke i forvejen er berørt af større tekniske anlæg. Ønsket om at undgå nærhed til bebyggelse kan desuden gøre det vanskeligt at opnå en landskabeligt acceptabel udformning af ledningsanlægget.

Konflikterne i forbindelse med højspændingsanlæg er således blevet forstærket.

Det havde været ønskeligt, om man kunne afgrænse de områder, hvor luftledninger kan accepteres af hensyn til naturbeskyttelsesinteresserne, og hvor de ikke kan. Det vil imidlertid i praksis være stort set umuligt at opføre luftledninger, hvis alle områder med specifikke naturbeskyttelsesinteresser skulle respekteres fuldt ud, bl. a. fordi områderne også omfatter økologiske forbindelser m. v., som binder de øvrige områder sammen til et net. Desuden er der også udenfor de egentlige naturområder væsentlige landskabelige interesser forbundet med et ledningsanlægs placering og udformning.

Der må derfor ved ethvert større ledningsanlæg foretages en konkret vurdering, hvori indgår en sammenvejning af naturbeskyttelsesinteresserne og en afvejning af disse i forhold til alternative muligheder og de dermed forbundne ekstraudgifter, jf. naturbeskyttelseslovens § 20 (se Vejledning om naturbeskyttelsesloven, kapitel 8).

De værdifulde naturområder omfatter ikke blot de efter naturbeskyttelsesloven beskyttede naturtyper samt fredede områder og skove, men derudover bl. a. områder, der i regionplanerne med baggrund i fredningsplanlægningen er udpeget som beskyttelsesområder eller værdifulde naturområder. Områderne omfatter således fredede områder, særligt værdifulde landskaber, områder omfattet af strandbeskyttelseslinien og områder omkring fortidsminder og kirker i det åbne land samt EF-fuglebeskyttelsesområder.

Endvidere omfatter områderne værdifulde landskaber, skove, potentielle naturgenopretningsområder (jf. regionplanernes retningslinier vedr. lavbunds-

realer) og områder omfattet af naturbeskyttelseslovens generelle beskyttelsesbestemmelser så som heder, moser, enge og overdrev samt områder (udover EF-fuglebeskyttelses-områderne), hvor luftledninger kan indebære en væsentlig kollisionsrisiko for større fugle (først og fremmest vådområder og områder på tværs af fuglenes naturlige trækruter, f. eks. gennem moseområder, over fjorde og lavvandede områder eller på dæmninger).

Dertil kommer områder omfattet af skovbyggelinie eller sø eller åbeskyttelseslinie, som der dog efter en konkret vurdering ofte vil kunne dispenseres fra.

Luftledninger gennem disse områder må som udgangspunkt undgås.

Også uden for områder med specifikke naturbeskyttelsesinteresser er der væsentlige landskabelige hensyn, som må tilgodeses i forbindelse med placering af luftledninger.

Det bør så vidt muligt undgås at placere luftledninger gennem de efterhånden få landskaber, der er uberørt af større tekniske anlæg. Uanset områdernes indhold af naturværdier i øvrigt er det en væsentlig kvalitet, at et landskab er uforstyrret af større veje, ledninger, industrianlæg, vindmøller o. lign. Betydningen heraf er blevet forstærket i takt med, at de uforstyrrede landskabers omfang er reduceret kraftigt gennem de seneste årtier, jf. Skov og Naturstyrelsens rapport herom fra 1992.

Endelig er det af væsentlig betydning, hvorledes et ledningsanlæg udformes og indpasses i landskabet. Visuelt vil det være en fordel at placere luftledningstracéer gennem lavtliggende områder. Men i et landskab som det danske med små højdeforskelle vil både mastetoppe og ledninger ofte synes mod himlen.

Luftledninger bør have et roligt forløb både vertikalt og horisontalt og bør fremføres med så få og små knæk som muligt. Jo højere masterne er, desto større afstande ses de over, og jo længere må afstanden mellem knækkene være. Hensyntagen til bebyggelse og lokale naturinteresser m. v. gør det ofte vanskeligt at tilgodese dette.

Ønsket om så få knæk som muligt medfører bl. a., at en ledningsføring umiddelbart langs en motorvej som oftest vil være landskabeligt uheldig, da man af landskabelige og trafiksikkerhedsmæssige grunde søger at undgå lange, lige vejstrækninger og i stedet udformer vejene som en sammenstykning af kurvestrækninger.

Hvor flere luftledninger fremføres nær hinanden, evt. i en "transportkorridor", er det væsentligt, at ledningerne forløber parallelt og på ensartede mastetyper med samme spænd.

Ved den konkrete vurdering af et samlet ledningsanlæg er det afgørende, hvor indgribende anlægget vil være overfor naturbeskyttelsesinteresserne. Hvis luft-

ledninger vil få væsentlige konsekvenser, og der ikke findes acceptable alternative linieføringer, må der ske en kabellægning.

Kabellægning bør undgås gennem skove og vådområder (moser o. lign.). Derudover vil kabellægning normalt være uproblematisk i forhold til naturbeskyttelsesinteresserne. Det vil i almindelighed være muligt uden væsentlige meromkostninger at føre et kabel uden om de ret begrænsede områder med arkæologiske og geologiske interesser samt visse fredede områder, hvor en kabellægning vil være uheldig.

***Baggrundsnotat om principper
for etablering og sanering af
højspændingsanlæg***

1. Indledning

I dette baggrundsnotat gennemgås de formelle regler og den administrative praksis i forbindelse med behandlingen af højspændingsanlæg. Endvidere gennemgås en række tekniske forhold omkring højspændingsanlæg.

Notatet henvender sig især til de teknikere og planlæggere hos elselskaberne og i amterne, som i et samarbejde skal udmønte principperne i praksis. Der er alene medtaget den behandling, som foregår hos de primære interessenter, nemlig Miljø og Energiministeriets Landsplanafdeling, Energistyrelsen, Skov og Naturstyrelsen, Boligministeriet og Elektricitetsrådet samt amtsrådene og kommunalbestyrelserne. En række andre myndigheder og interesseorganisationer vil dog ofte blive involveret i sagsgangen via partshøring eller som ankeinstans.

Notatet omfatter de dele af elforsyningen, der anvendes til transport og transformering af stærkstrøm, det vil sige luftledninger og jordkabler med hovedvægt på spændinger på 50 kV og derover og transformerstationer.

2. Myndighedsbehandling af højspændingsanlæg

2.1 Lov om planlægning

Udlæg af arealer til højspændingsanlæg finder sted på grundlag af *lov om planlægning* (planloven. Indtil 1. januar 1992: Lands og regionplanlovene, kommuneplanloven og by og landzoneloven).

Planloven har som formål at sikre, at den sammenfattende planlægning forener de samfundsmæssige interesser i arealanvendelsen og medvirker til at værne landets natur og miljø. Loven tilsigter især, at der ud fra en planmæssig og samfundsøkonomisk helhedsvurdering sker en hensigtsmæssig udvikling i hele landet og i de enkelte amtskommuner og kommuner, at der skabes og bevares værdifulde bebyggelser, bymiljøer og landskaber, at forurening af luft, vand og jord samt støjulemper forebygges, samt at offentligheden i videst muligt omfang inddrages i planlægningsarbejdet.

Planloven bygger på et princip om decentralisering af planlægningskompetencen til amtsråd og kommunalbestyrelser og på et rammestyringssystem, hvor den underordnede planlægning ikke må stride mod den overordnede planlægning.

Med planlovens ikrafttrædelse d. 1. januar 1992 er fordelingen af planlægningsopgaverne mellem amter og kommuner blevet præciseret nærmere. Amterne varetager således først og fremmest den fysiske planlægning i det åbne land, mens kommunerne især står for planlægningen i byerne.

2.1.1 Landsplanlægning

Den landsdækkende fysiske planlægning udarbejdes ikke på statsligt niveau, men tilvejebringes af amtsrådene i form af regionplaner for de enkelte amtskommuner. De statslige interesser varetages dels gennem udmeldinger til amtsrådene om regionplanernes indhold, dels gennem cirkulærer (landsplan-direktiver) og vejledninger.

Statslig udmelding

Miljø og energiministeren udsender hvert fjerde år en koordineret udmelding om de statslige interesser til amtsrådene til brug for regionplanernes revision. Udmeldingen fastsætter ikke i sig selv bindende forskrifter, men de statslige

interesser varetages i forbindelse med den efterfølgende myndighedsbehandling af regionplanerne.

Landsplandirektiver

Miljø og energiministeren kan fastsætte nærmere regler for indholdet af planlægningen i medfør af lovens § 3 (landsplandirektiver).

Landsplandirektiver kan have en generel karakter som f.eks. det nedenfor nævnte cirkulære om planlægning og administration af kystområderne, der fastlagde nogle retningslinier for planlægningen i kystområderne. Men de kan også være yderst konkrete og fastlægge nogle nærmere angivne arealer til et bestemt formål som f. eks. cirkulæret om "KONTEKforbindelsen" (jævnstrømsforbindelse mellem Sjælland og Tyskland).

Landsplandirektiver kan endvidere erstatte såvel regionplanlægning som kommune og lokalplanlægning, ligesom de kan overflødiggøre landzonetilladelser.

Et landsplandirektiv tilvejebringes i et samspil mellem de direkte involverede parter. Der er normalt ikke som ved amternes og kommunernes planlægning krav om at høre offentligheden. Men i KONTEK-sagen valgte Miljøministeriet at gå i en frivillig dialog med offentligheden, før landsplandirektivet blev endeligt fastlagt. Landsplandirektiver for anlæg, der må antages at påvirke miljøet i væsentlig grad (VVM-landsplandirektiver) skal altid fremlægges offentligt.

Landsplandirektiver forelægges altid for Folketingets Miljø og Planlægningsudvalg til orientering, før de udstedes.

Nye bestemmelser i planloven om beskyttelse af kystområderne

Under de statslige interesser, som amternes og kommunernes planlægning skal tage højde for, hører en ca. 3 km bred kystnærhedszone, der er udlagt langs hele Danmarks kyst. I denne zone vil der kun kunne opstilles højspændingsanlæg, hvis der er en planlægningsmæssig og/eller funktionel begrundelse for, at anlæggene ikke kan placeres uden for zonen.

Der er således ikke tale om et forbud mod højspændingsanlæg i kystnærhedszonen. Men hovedreglen vil være, at luftledninger bør placeres uden for kystområderne. Ved kabellægning forudsættes landskabet retableret, og kabelanlæg vil derfor ikke medføre nogen væsentlig visuel påvirkning af kystlandskabet.

Reglerne for planlægning indenfor kystnærhedszonen var tidligere fastlagt i Miljøministeriets cirkulære om planlægning og administration af kystom-

råder, men er d. 1. juni 1994 indføjet i planloven ved *lov om ændring af lov om planlægning og lov om naturbeskyttelse*.

2.1.2 Regionplanlægning

I følge planlovens § 6 skal der tilvejebringes en regionplan for hvert amt. Regionplanerne skal revideres hvert fjerde år, og der kan om nødvendigt udarbejdes tillæg til regionplanerne i tiden mellem revisionerne. Regionplanrevision 1993 er netop gennemført for alle landets amter.

Tilvejebringelse af regionplaner/regionplantillæg

Regionplanrevisioner og regionplantillæg tilvejebringes gennem følgende faser:

Amtsrådet indkalder ideer og forslag til den nye regionplan i en forudgående offentlighedsperiode på mindst 8 uger. Ved regionplantillæg kan fristen reduceres under hensyn til tillæggets karakter, men er forudsat at være mindst 14 dage, jf. Miljøministeriets *Vejledning om planloven*, april 1992.

Indkaldelsen, der skal bekendtgøres offentligt, skal indeholde en kort beskrivelse af hovedspørgsmålene i den forestående planlægning. Indkaldelsen ledsages af en beretning om den hidtidige planlægning, de påtænkte ændringer og en vurdering af udviklingen. Beretningen sendes samtidig til miljø og energiministeren og øvrige berørte statslige og kommunale myndigheder som et forvarsel om, at et planforslag er på vej. Beretningen kan dog undlades ved regionplantillæg.

Efter udløbet af den forudgående offentlighedsperiode udarbejder amtsrådet et planforslag, som fremlægges offentligt med en frist på mindst 8 uger for fremsættelse af indsigelser. Forslaget sendes samtidig til miljø og energiministeren og til de berørte statslige og kommunale myndigheder.

Miljø og energiministeren kan f. eks. efter anmodning fra en anden statslig myndighed gøre indsigelse mod forslaget inden for den fastsatte frist, hvis det strider mod statslige eller koncessionerede selskabers interesser. Forslaget vil i så fald først kunne vedtages endeligt, når der er opnået enighed om de nødvendige ændringer.

Efter udløbet af indsigelsesfristen og i tilfælde af statslig indsigelse, når der er opnået enighed om de nødvendige ændringer, kan amtsrådet vedtage forslaget endeligt. Amtsrådet kan i forbindelse hermed foretage ændringer i forslaget. Er ændringerne så omfattende, at der reelt foreligger et nyt planforslag, skal dette fremlægges igen for offentligheden.

Når forslaget er endeligt vedtaget, skal amtsrådet bekendtgøre planen offentligt og sende den til de berørte myndigheder.

Højspændingsanlæg i regionplanlægningen

Højspændingsanlæg på 100 kV og derover med tilhørende transformerstationer betragtes som større tekniske anlæg, der skal optages i regionplanerne i henhold lovens § 6., jf. Miljøministeriets ***Vejledning i Regionplanlægning nr. 3*** fra 1978. Regionplanerne kan dog også omhandle anlæg under 100 kV.

De statslige udmeldinger har ikke hidtil medtaget oplysninger om højspændingsanlæg. Det har været forudsat, at elselskaberne selv orienterer amtsrådene om deres udbygningsplaner, jf. Miljøministeriets ***Vejledning i Regionplanlægning nr. 5*** fra 1983. Hvis der er statslige interesser på elforsyningsområdet, er det imidlertid vigtigt, at amterne oplyses herom i forbindelse med udmeldingen.

Regionplanretningsliniernes detaljering afhænger først og fremmest af karakteren af de eventuelle interessekonflikter. Tidligere har amtsrådene stort set kun reserveret tracéer til højspændingsanlæggene. Men ofte kan en eventuel efterfølgende konflikt i forhold til flere berørte interesser i forbindelse med detailprojekteringen forebygges, hvis konflikterne er tilstrækkeligt afklarede gennem regionplanlægningen. Endvidere har den senere tids diskussioner om luftledninger versus kabellægning vist, at der også kan være behov for at tage stilling til dette spørgsmål i regionplanerne.

2.1.3 Vurdering af højspændingsanlægs virkninger på miljøet (VVM)

I henhold til lovens § 6 skal regionplanerne indeholde retningslinier for beliggenhed og udformning af større enkeltanlæg, som må antages at påvirke miljøet i væsentlig grad. Bestemmelsen er en følge af EU's direktiv om vurdering af visse offentlige og private projekters indvirkning på miljøet (85/337/EØF).

Bilag I til direktivet blev implementeret ved bekendtgørelse nr. 903 om supplerende regler i medfør af lov om planlægning.

Hidtil har anlæg på direktivets bilag II i Danmark været reguleret gennem miljøgodkendelser og lignende godkendelsesordninger. Europakommissionen er imidlertid af den opfattelse, at denne regulering er utilstrækkelig, da den ikke tager tilstrækkeligt hensyn til offentlighedens inddragelse og til kravet om en samlet vurdering af miljøpåvirkningerne. Miljø og Energiministeriet har derfor udsendt ***bekendtgørelse nr. 847 om supplerende regler i medfør af lov om***

planlægning af 30. september 1994, der træder i stedet for bekendtgørelse nr. 903 og implementerer bilag II efter samme princip som bilag I.

På bilag II til direktivet er bl. a. opført anlæg til transport af elektrisk energi gennem luftledninger. I bekendtgørelsen er der taget højde for Europakommis-sionens synspunkter ved, at der i forbindelse med vurderingen af større anlægs virkning på miljøet også medtages luftledningsstrækninger på mindst 2 km med tilhørende stationer til transport af elektrisk energi, bygget til spændinger over 100 kV.

Amtsrådene skal herefter fremover i forbindelse med tilvejebringelse af regionplanretningslinier for luftbårne højspændingsanlæg på 400 kV og 150/132 kV redegøre for dels de omgivelser, som i væsentlig grad kan blive berørt af luftledningerne, dels luftledningernes betydelige virkninger på om-givelserne, herunder f.eks. befolkning, fauna, flora, landskabet, den arkitekto-niske og arkæologiske kulturarv samt de på grundlag af miljøpåvirkningerne afledte socioøkonomiske forhold.

Derudover skal der følge en beskrivelse af de væsentlige alternativer og alter-native placeringer, der har været undersøgt, og af konsekvenserne af, at anlæg-get ikke gennemføres, samt oplysninger om de vigtigste grunde til valget under hensyn til virkningerne på miljøet.

Jordkabler og transformerstationer øvrigt er ikke omfattet af kravet om en vurdering af virkningerne på miljøet.

2.1.4 Kommuneplanlægning

I følge lovens § 11 skal der foreligge en kommuneplan for hver kommune. Kommuneplaner skal ligesom regionplanerne revideres hvert fjerde år, og der kan også her om nødvendigt udarbejdes tillæg kommuneplantillæg inden for fireårsperioden.

I kommuneplanen fastlægges en hovedstruktur for hele kommunen, og der fastlægges rammer for arealanvendelse og bebyggelsesforhold m. v. indenfor de enkelte dele af kommunen.

Der gælder i det store og hele de samme regler ved tilvejebringelsen af kommuneplaner, herunder regler om inddragelse af offentligheden, som for re-gionplaner.

2.1.5 Lokalplanlægning

Kommunalbestyrelsen skal, jf. lovens § 13, tilvejebringe en lokalplan, før der gennemføres større udstykninger eller større bygge og anlægsarbejder, og i

øvrigt når det er nødvendigt for at virkeliggøre kommuneplanen. Kommunalbestyrelsen har dog altid ret til at udarbejde en lokalplan, når det er planlægningsmæssigt begrundet.

En lokalplan må ikke stride mod kommuneplanen, regionplanlægningen og landsplandirektiver. Kommuneplanens rammedel er styrende for lokalplanlægningen. Lokalplanen er i modsætning til rammedelen bindende for de grundejere, som er omfattet af planen.

Tilvejebringelse af lokalplaner

Der gælder i hovedtræk de samme regler for tilvejebringelse af lokalplaner og inddragelse af offentligheden som for region og kommuneplaner. Der er dog ikke krav om forudgående offentlighed. Men kommunen har en særlig forpligtelse til at orientere de grundejere, hvis ejendomme vil blive omfattet af lokalplanen.

Et lokalplanforslag kan først vedtages endeligt af kommunalbestyrelsen 4 uger efter udløbet af offentlighedsperioden, hvis det har givet anledning til indsigelser. Hvis kommunalbestyrelsen ikke har vedtaget forslaget endeligt inden 3 år efter offentliggørelsen, bortfalder det. Endvidere bortfalder lokalplaner, hvis de ikke er offentligt bekendtgjort inden 8 uger efter den endelige vedtagelse.

Lokalplanpligt

Kommunalbestyrelsen har ligesom amtsrådet en generel pligt til at virke for gennemførelsen af den overordnede planlægning, jf. lovens § 9. I Vejledning om planloven, s. 32, anføres det om denne bestemmelse, “at de kommunale myndigheder både i deres faktiske virksomhed, f. eks.. bygge og anlægsvirksomhed, og i deres administrative virksomhed, f. eks. i kommune og lokalplanlægningen, skal arbejde for, at regionplanens retningslinier omsættes til virkelighed.”

Kommunalbestyrelsen skønner, hvorvidt der for et større bygge og anlægsarbejde skal udarbejdes en lokalplan. Skønnet er bundet af reglerne i lovens § 13, stk. 2. Der gælder generelt, at der er pligt til at udarbejde en lokalplan, når en konkret foranstaltning ud fra en byplanmæssig betragtning medfører sådanne fysiske ændringer i det bestående miljø, at offentligheden objektivt set må have interesse i at øve indflydelse. Endvidere er der pligt til at udarbejde en lokalplan, når den pågældende foranstaltning bør ses i en større planlægningsmæssig sammenhæng, og der er behov for at “afchecke” den i forhold til andre myndigheders interesser.

Hvis et lokalplanpligtigt anlæg er optaget i kommuneplanen, har kommunalbestyrelsen pligt til snarest at udarbejde den nødvendige lokalplan, når en bygherre anmoder derom. Kommunen kan forlange, at bygherren yder bistand til at udarbejde lokalplanen, jf. lovens § 13, stk. 3.

Kommunen kan dog, jf. lovens § 14, nedlægge forbud i op til et år mod et byggeri, selv om det er i overensstemmelse med kommuneplanens rammedel, forudsat det kan hindres ved en lokalplan. Skal det pågældende byggeri hindres, vil det normalt forudsætte, at den nødvendige lokalplan tilvejebringes inden fristens udløb, og at de fornødne ændringer af den overordnede planlægning ligeledes gennemføres.

2.1.6Højspændingsanlæg i kommune- og lokalplanlægningen

Kommunens pligt i medfør af lovens § 9 til at virke for gennemførelsen af den overordnede planlægning er ikke mindst vigtig, når der skal gennemføres mindre populære anlæg. Når der gennem regionplanlægningen er fastlagt retningslinier for f. eks. højspændingsanlæg, skal kommunalbestyrelsen således tage højde herfor ved at indarbejde reservationerne i kommuneplanen.

En planlægning i amtet vil dog altid foregå i tæt samarbejde med kommunerne. Er der opnået enighed om en regionplanretningslinie for forløbet af et højspændingstracée, vil der næppe opstå problemer senere i processen i forbindelse med anlæggets detailplanlægning og optagelse i kommuneplanen.

Det er som nævnt kommunalbestyrelsen, der skønner, hvorvidt et højspændingsanlæg eller dele deraf er et større bygge og anlægsarbejde, som forudsætter udarbejdelse af en lokalplan. Som en tommelfingerregel gælder, at der er lokalplanpligt for større udstykninger svarende til 810 parceller og større bygge og anlægsarbejder svarende til 5001000 m² etageareal i det åbne land. Der er endvidere lokalplanpligt for bebyggelse, som medfører betydelig trafik, eller som ved støj eller andre gener påvirker omgivelserne. Ud fra denne tommelfingerregel er større transformerstationer lokalplanpligtige.

Der er derimod normalt ikke lokalplanpligt for strækingsanlæg, herunder elmaster og luftledninger i det åbne land, som gennemløber arealer, der ikke planlægges anvendt til bymæssig bebyggelse eller rekreative formål, eller som er uden stor naturmæssig værdi. Der er ej heller lokalplanpligt for elektrostationer, olietrykstationer o. lign. i det åbne land. Kommunalbestyrelsen har dog som tidligere nævnt altid ret til at udarbejde en lokalplan, når det er planlægningsmæssigt begrundet.

2.1.7 Landzoneadministration

Hele landet er opdelt i henholdsvis byzoner, sommerhusområder og landzoner, jf. planlovens § 34. Lovens zonebestemmelser definerer, hvad der kendetegner de forskellige zoner.

I landzonen kræves der tilladelse til udstykning, opførelse af ny bebyggelse og ændret anvendelse af bestående bebyggelse og bebyggede arealer, som ikke er erhvervmæssigt nødvendigt for jordbrugs og fiskerierhvervene, jf. lovens § 35. Amtsrådet er normalt landzonemyndighed, men kommunalbestyrelsen kan overtage landzonekompetencen ved at tilvejebringe en landzonelokalplan.

Der kræves dog ikke landzonetilladelse til byggeri, som i bygningsreglementet er fritaget for krav om byggetilladelse, og som etableres til brug for offentlige forsyningsanlæg m. v., jf. lovens § 36. I følge denne bestemmelse er master til elforsyningsanlæg og transformerstationer, hvor det bebyggede areal ikke overstiger 30 m², og hvor højden ikke overstiger 5 m, undtaget fra kravet om landzonetilladelse.

2.2 Lov om elforsyning

Lov om elforsyning (elforsyningsloven) har som formål at sikre, at elforsyningen tilrettelægges og gennemføres med sigte på den mest hensigtsmæssige indpasning i landets samlede energiforsyning. Tilrettelæggelsen skal ske i overensstemmelse med miljømæssige og samfundsmæssige hensyn.

I følge elforsyningsloven skal elselskaber med højspændingsanlæg for spændinger over 100 kV have en bevilling. Selskaberne skal jf. lovens § 5, stk. 1, nr. 4 udarbejde udførlige investerings og finansieringsplaner for kapacitetsudbygningen af produktions og fordelingsanlæg. Endvidere skal selskabernes beslutning om at etablere nye anlæg eller gennemføre væsentlige ændringer af eksisterende anlæg forinden godkendes af miljø og energiministeren, jf. lovens § 5, stk. 1, nr. 5.

Elselskaberne forestår en elforsyningsplanlægning, som udmøntes i udbygningsplaner for produktions og fordelingsanlæg samt for anlæg til transport og opbevaring af brændsel og deponeringspladser til affald. Udbygningsplanerne skal ikke godkendes af energimyndighederne, men udgør grundlaget for myndighedsbehandlingen af konkrete projekter. Der kan stilles krav til hvilke emner, der skal belyses i planlægningen.

Godkendelse efter lovens § 5 er henlagt til Energistyrelsen ved en delegationsbekendtgørelse. Ved godkendelsen af de enkelte projekter vurderer Energistyrelsen projekternes sammenhæng med det øvrige energiforsyningssystem og deres betydning for forsyningssikkerhed og økonomi. Der er ikke specifikke

krav til godkendelsesproceduren i elforsyningsloven. Men godkendelsen af de enkelte projekter vil normalt forudsætte, at de forinden er belyst i en plan.

Der er i februar 1994 gennemført en ændring af elforsyningsloven, som bl.a. pålægger elselskaberne at afveje kapacitetsudbygning og energibesparelser i forbindelse med planlægningen af det fremtidige elsystem. Med denne ændring er der etableret rammer for, at de forskellige dele af elforsyningen, produktion, transmission og distribution, kan samarbejde om at gennemføre en integreret ressourceplanlægning. Som et led i denne planlægning kan miljø og energiministeren udmelde planlægningsforudsætninger. De nærmere procedurer herfor er endnu ikke fastlagt, men hovedprincippet er, at der skal vurderes alternativer på såvel forsynings siden som forbrugersiden.

2.3 Lov om naturbeskyttelse

Lov om naturbeskyttelse (naturbeskyttelsesloven) har som formål at værne landets natur og miljø. Loven tilsigter især at beskytte naturen med dens bestand af vilde dyr og planter og deres levesteder samt de landskabelige, kulturhistoriske, naturvidenskabelige og undervisningsmæssige værdier. Endvidere tilsigter loven at forbedre, genoprette eller tilvejebringe områder, der er af betydning for vilde dyr og planter og for landskabelige og kulturhistoriske interesser. Endelig tilsigter loven at give befolkningen adgang til at færdes og opholde sig i naturen.

2.3.1 Tilladelse til højspændingsanlæg

Højspændingsanlæg med mere end 150 kV, der fremføres som luftledninger i det åbne land, forudsætter Skov og Naturstyrelsens godkendelse efter lovens § 20, stk. 2, jf. *bekendtgørelse nr. 571* af 25. juni 1992. Luftledninger til og med 150 kV skal godkendes af amtsrådet, med mindre anlægget passerer EF-fuglebeskyttelsesområder. I så fald forudsætter anlægget under alle omstændigheder Skov og Naturstyrelsens godkendelse, jf. bekendtgørelsens § 6 stk. 3. Godkendelsesordningen omfatter alene luftledninger. Transformerstationer og jordkabler kræver ikke tilladelse efter denne bestemmelse.

Skov og Naturstyrelsen og amterne behandler luftledninger i relation til såvel regionplaner og eventuelle lokalplaner i medfør af planloven som gennem en myndighedsbehandling efter naturbeskyttelsesloven.

Afgrænsningen mellem de to lovområder kan variere fra sag til sag. Ofte fastlægges der kun en principlinie (tracée) i regionplanen, medens der ikke tages stilling til anlæggets nøjere placering og udformning i forhold til naturbeskyttelsesinteresserne. Men i de tilfælde, hvor der indgår mange interesser, kan det

være hensigtsmæssigt at fastlægge en luftlednings placering og udformning mere præcist gennem regionplanlægningen, således at der sker en delvis afklaring af forholdet til naturbeskyttelsesinteresserne. Den efterfølgende behandling efter naturbeskyttelsesloven vil derefter kunne indskrænkes til de mere detaljerede forhold.

Skov og Naturstyrelsen forelægger de ansøgninger, styrelsen behandler, for det eller de berørte amter, inden der træffes afgørelse. Det forudsættes, at amtet hører de berørte kommuner.

Ved behandlingen af et luftledningsanlæg vurderes først og fremmest de landskabelige konsekvenser, herunder hensynet til at friholde større, sammenhængende landskaber, der stadig er uberørt af større, tekniske anlæg m.v. Men også hensynet til andre naturbeskyttelsesinteresser indgår, herunder landskabets indhold af biologiske og kulturhistoriske værdier og befolkningens friluftsliv.

Luftledninger kan i forbindelse med godkendelsen efter en konkret vurdering helt eller delvist kræves kabellagt.

2.3.2 Dispensation

Luftledningsanlæg og transformerstationer forudsætter dispensation, hvis anlæggene berører fredede områder, beskyttede naturtyper, jf. lovens § 3 (heder, moser og lignende, strandenge og strandsumpe samt ferske enge og overdrev), sten og jorddiger, jf. lovens § 4, og registrerede fortidsminder, jf. lovens §§ 12 og 13.

Endvidere forudsættes dispensation, hvis anlæggene berører områder, der er omfattet af lovens bygge og beskyttelseslinier. Det drejer sig om strandbeskyttelseslinien, jf. lovens § 15 (100 m. Strandbeskyttelseslinien vil om 3 år blive ændret til 300 m, jf. lov om beskyttelse af kystområderne, § 2, stk. 2), sø og åbeskyttelseslinien, jf. lovens § 16 (150 m), skovbyggelinien, jf. lovens § 17 (300 m), beskyttelseslinien omkring registrerede fortidsminder, jf. lovens § 18 (100 m) og byggelinien omkring kirker i det åbne land, jf. lovens § 19 (300 m, gældende for byggeri højere end 8,5 m).

Ved kabellægning forudsættes dispensation, hvis anlæggene berører fredede områder (dog afhængigt af fredningens bestemmelser), beskyttede naturtyper, jf. lovens §§ 3 og 4, og registrerede fortidsminder, jf. lovens §§ 12 og 13.

Endvidere forudsættes dispensation, hvis anlæggene berører områder, som er omfattet af lovens beskyttelseslinie omkring registrerede fortidsminder, jf. § 18.

Amtsrådet er dispensationsmyndighed vedrørende lovens §§ 3 og 4 samt i de fleste tilfælde vedrørende bygge og beskyttelseslinierne.

2.3.3 Fredsskov

Der kræves endvidere dispensation i henhold til skovloven, hvis et højspændingsanlæg berører områder pålagt fredsskovspligt.

2.4 Lov om elektriske stærkstrømsanlæg

Lov om elektriske stærkstrømsanlæg (stærkstrømsloven) har som formål under hensyn til de tekniske muligheder, den samfundsmæssige udvikling, Danmarks internationale forpligtelser og ud fra en samfundsøkonomisk afvejning at tilvejebringe det højeste mulige sikkerhedsniveau ved produktion, transmission, distribution og forbrug af elektricitet.

Boligministeriet og Elektricitetsrådet bliver inddraget i behandlingen af højspændingsanlæg i forbindelse med den tekniske anmeldelse af anlæggene til Elektricitetsrådet og ved ekspropriation.

2.4.1 Sikkerhedsbestemmelser

I henhold til *stærkstrømsreglementet*, afsnit 1, § 3, skal ledningsanlæg på 30 kV og derover anmeldes til Elektricitetsrådet. Anmeldelsespligten gælder både for nye anlæg og for ombygning (sanering) af bestående anlæg. Anmeldelsen er beregnet på en teknisk, sikkerhedsmæssig vurdering og skal indeholde oplysninger om anlæggets placering, art, mastetyper og lignende. De fleste anlæg i dag er standardtype og giver sjældent anledning til problemer. Oplysningerne om et anlægs placering består normalt af et oversigtskort uden nærmere detaljer.

Stærkstrømsreglementet fastsætter regler for, hvor tæt luftledninger må komme på f. eks. bygninger, og der skal i følge reglementet holdes en passende afstand til træer. I henhold til reglementets afsnit 3, § 17, 2, skal de vandrette sikkerhedsafstande ved en 150/132 kV luftledning som minimum være 5 m ved masterne og 8 m midt i faget, hvor ledningen kan bevæge sig mere under vindpåvirkning. Ved en 400 kV ledning er minimumsafstandene henholdsvis 7 m og 12 m.

Luftledninger kan føres hen over bygninger bl. a. på betingelse af, at der overholdes en lodret sikkerhedsafstand. For en 150/132 kV ledning er den lodrette sikkerhedsafstand godt 3,5 m i nærheden af en mast og 7 m midt i faget, hvor ledningens nedhæng kan øges under forskellige klimatiske forhold. Minimumskravene for en 400 kV ledning er henholdsvis 5 m og 12 m.

Kravene om vandrette og lodrette sikkerhedsafstande er fastsat for at sikre, at ingen i forbindelse med den almindelige brug af en bygning eller ved almindelig vedligeholdelse og reparation på en facade og et tag kommer i farlig nærhed af en luftledning. Kravene skal herudover sikre, at luftledninger under vindpåvirkning ikke kommer for tæt på en bygning, da et overslag til bygningen, det vil sige, når der springer en kraftig gnist, vil kunne resultere i brand.

Deklarationsbælterne omkring højspændingsledninger med restriktioner for arealanvendelsen fastlægges på basis af stærkstrømsreglementet. Deklarationsbælternes bredder er 2030 m ved 150/132 kV luftledninger og 5060 m ved 400 kV luftledninger, afhængigt af mastekonstruktionen.

2.4.2 Erhvervelse af rettigheder over fast ejendom

Frivillig aftale

Et elselskab kan erhverve rettigheder over fast ejendom med henblik på etablering af elanlæg ved aftale med de berørte lodsejere, jf. stærkstrømslovens § 19. Hvis elselskabet og lodsejeren ikke kan blive enige om erstatningen, afgøres dette spørgsmål af en voldgiftsret, hvor hver af parterne har valgt en voldgiftsmand. Såfremt voldgiftsmændene heller ikke kan blive enige, bliver afgørelsen truffet ved kendelse af en opmand, som er udpeget af præsidenten for vedkommende landsret.

Hver af parterne kan inden for en frist på 4 uger indbringe opmandens kendelse for den til området hørende taksationskommission. Taksationskommissionens kendelse kan indbringes for landsretten.

Som det fremgår, er der med stærkstrømsloven åbnet mulighed for, at parterne kan træffe frivillig aftale om selve rettighedserhvervelsen, uden at der sker en forringelse af den erstatningsberettigedes mulighed for at få efterprøvet erstatningen.

Ekspropriation

Hvis et elselskab ikke kan gennemføre etableringen af et elanlæg ved frivillige aftaler med de berørte lodsejere, er der hjemmel i stærkstrømsloven til ekspropriation til anlægget.

Fremgangsmåden er her, at der sendes ansøgning til Elektricitetsrådet om ekspropriation i forhold til de lodsejere, med hvem der ikke er indgået aftale. Ved ledningsanlæg omfatter ansøgningen normalt ikke hele anlægget, men kun et mindre antal lodsejere.

Elektricitetsrådet oplyser derefter lodsejerne om, at det har modtaget ansøgningen, og beder dem sende eventuelle bemærkninger til sagen. På dette tidspunkt har Elektricitetsrådet modtaget oplysninger om dels hele ledningsanlæggets placering i form af oversigtskort, dels placeringen på den enkelte ejendom i form af et matrikelkort med anlægget indtegnet. Samtidig vil allerede eksisterende anlæg på ejendommen være indtegnet. Endvidere vil det elselskab, der forestår anlægsarbejdet, have afklaret alle andre myndighedsforhold i relation til frednings, miljø og planmyndighederne på dette tidspunkt.

Ved behandlingen af sagen skal Elektricitetsrådet tage hensyn til såvel de teknisk sikkerhedsmæssige forhold som forholdet til almenvellet.

For ledningsanlæg over 100 kV, der er godkendt af Energistyrelsen efter elforsyningsloven, har det offentlige taget foreløbig stilling til de forsyningsikkerhedsmæssige og samfundsøkonomiske forhold og dermed som udgangspunkt til almennyttens af anlægget. Elektricitetsrådets opgave bliver derfor at afveje generne for lodsejerne i forhold til den præcise placering af anlægget.

Elektricitetsrådet kan i den forbindelse bl. a. foreslå, at anlægget flyttes inden for rammerne af den fysiske planlægning, hvis generne på en bestemt ejendom bliver urimeligt store. Elektricitetsrådet har da også erfaringer for omlægning af et allerede eksisterende ledningsanlæg, fordi Elektricitetsrådet har anset den samlede belastning på en ejendom for urimelig stor.

Ved ledningsanlæg under 100 kV skal Elektricitetsrådet tillige vurdere, om der er behov for anlægget.

Elektricitetsrådet afgiver indstilling til Boligministeriet, som tager endelig stilling til ekspropriationen. Sagen ekspederes derpå videre til Trafikministeriet med henblik på videresendelse til kommissarius ved statens ekspropriationer. Det følger af stærkstrømsloven, at det er reglerne i *lov om fremgangsmåden ved ekspropriation vedrørende fast ejendom*, som følges. Trafikministeriet anmoder kommissarius om at forelægge projektet for ekspropriationskommissionen for stærkstrømsanlæg, idet han samtidig bemyndiges til under forudsætning af, at de af Boligministeriet eventuelle ønskede ændringer opfyldes at lade den pågældende ekspropriation foretage.

Under besigtigelsesforretningen foretager kommissionen en almindelig prøvelse af det foreliggende projekt. Kommissionen kan herved bestemme, at ekspropriationen kun kan gennemføres, såfremt der foretages sådanne ændringer i projektet, som kommissionen finder nødvendige af hensyn til ejere, andre rettighedshavere, almene interesser eller anlæggets hensigtsmæssige gennemførelse. Kommissionen kan ikke påbyde en bestemt projektudformning, men kan alene modsætte sig gennemførelse af et projekt.

Fremgangsmåden er den samme, hvad enten det drejer sig om en luftledning eller et jordkabel.

Særskilte aftaler mellem lodsejere og elselskaber

Der har i mange år eksisteret en landsaftale mellem landbrugsorganisationerne og Danske Elværkers Forening om vilkår og erstatningsniveauer. Elselskabernes forhandlere kan henholde sig til denne aftale, når et erstatningstilbud skal beregnes til den enkelte lodsejer. Aftalen er baseret på en række tidligere højesteretsdomme på området, og erstatningsniveauet svarer således nogenlunde til, hvad en ekspropriationskommission ville nå frem til. Landsaftalen er netop genforhandlet. Den nye aftale trådte i kraft d. 1. januar 1995.

I de tilfælde, hvor luftledninger fremover ønskes placeret tæt på beboelser, det vil sige 35 m fra 150/132 kV ledningers tracémidte og 50 m fra 400 kV ledningers tracémidte, tilbyder elselskabet at købe hele ejendommen. Hvis lodsejeren ikke ønsker at sælge, gives der erstatningstilbud efter landsaftalens takster.

2.5 Lov om miljøbeskyttelse

Højspændingsanlæg må jf. miljølovgivningen ikke påføre de omboende uacceptable støjgener. Anlæggene forudsætter ikke godkendelse efter miljøbeskyttelseslovens kap. 5.

2.6 Statens højhedsret over søterritoriet

Planloven gælder ikke for søterritoriet. I de tilfælde, hvor ledningsanlæg går over søterritoriet, f.eks. i forbindelse med havne eller krydsninger af fjorde og bæltter, skal anlæggene derfor ikke fastlægges gennem den fysiske planlægning. Men der skal indhentes tilladelse fra Energistyrelsen, som på dette område forvalter statens højhedsret over søterritoriet.

3. Tekniske forhold m. v. omkring højspændingsnettet

3.1 Anvendelse af jævnstrøm og vekselstrøm

3.1.1 Højspændingsnettets opgaver

Højspændingsnettet skal udføre en række forskellige opgaver inden for elforsyningen:

- Levering af el til forbrugsknudepunkter.
- Flytning af el fra områder med overskud af kraftværkskapacitet til områder med havarerede kraft og kraftvarmeværker.
- Løsning af internationale opgaver vedr. elimport, eksport, transit og gensidig effektstøtte.
- Sikring af stabil elkvalitet.

Behov for nye ledninger optræder, når det eksisterende net ikke med en tilstrækkelig grad af sikkerhed kan varetage disse opgaver. Ved den elmæssige vurdering af højspændingsnettet skal forsyningssikkerhed og økonomi således afvejes over for hinanden i lyset af disse opgaver.

3.1.2 Et historisk tilbageblik

Elforsyningens historiske udvikling begyndte med jævnstrøm, hvor lokale jævnstrømsværker producerede 220/440 Volt, som blev sendt ud til mindre byområder. I takt med en voksende efterspørgsel på elektricitet opstod der fordele i form af større driftssikkerhed, mindre brændselsforbrug og dermed lavere priser ved at samkøre de lokale netområder. Der blev derfor iværksat en omfattende udbygning af nettene mellem produktionsstederne.

Transporten af elektricitet over større afstande gav imidlertid store energitab. Men ved at skifte til vekselstrøm blev det muligt at anvende højere spændinger og dermed at reducere energitabet markant. Det medførte, at man i Danmark i årene før og lige efter 2. verdenskrig omstillede elforsyningen fra jævnstrøm til vekselstrøm på alle spændingsniveauer. Så sent som i midten af 1950'erne var der i Danmark stadig ca. 300 små jævnstrømsværker tilbage, som dog kun producerede ca. 4% af elforsyningen.

Vekselstrøm er i dag totalt dominerende i forhold til jævnstrøm i hele verdens elforsyning.

Resultatet af udviklingen er, at elektricitet transporteres, fordeles og forbruges ved følgende spændingsniveauer:

- **Transmissionsniveau** (transportniveau): 400 kV, 220 kV og 150/132 kV.
- **Distributionsniveau** (fordelingsniveau): 60/50 kV og 20/10 kV.
- **Forsyningsniveau** 0,4 kV (230/400 Volt).

Transmissionsniveauet har som hovedformål at transportere el mellem kraftværksområderne og fra kraftværkerne frem til distributionsnettene, som igen har til formål at lede strømmen frem til forbrugsstederne. Herudover tjener transmissionsniveauet til transit og udveksling af el med naboer. Samarbejdsforbindelser opererer ligeledes på disse spændingsniveauer.

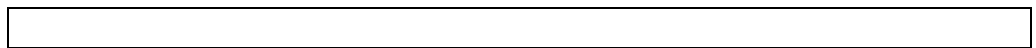


Figure Fejl! Ukendt argument for parameter. Elnettetsopbygning

3.1.3 Fordele ved vekselstrøm

De vigtigste fordele ved vekselstrøm er, at den i modsætning til jævnstrøm kan transformeres op og ned imellem spændingsniveauerne. Det muliggør, at der så at sige kan “tappes” strøm fra en ledning på transmissionsniveauet til distributionsniveauet og videre fra distributionsniveauet til forsyningsniveauet. Dette kan ikke lade sig gøre med jævnstrøm, som i modsætning hertil er et “lukket” system.

Endvidere er det både kompliceret og kostbart at producere afbrydere for større jævnstrømme, hvorimod vekselstrømsafbrydere er langt enklere. Det har betydning i tilfælde af fejl på nettet, hvor det er nødvendigt at kunne afbryde de fejlramte netdele. Endelig er motoren for trefaset vekselstrøm den simpleste og den mest robuste og driftssikre elmotor, der eksisterer.

3.1.4 Hvornår anvendes jævnstrøm?

Jævnstrømsanlæg anvendes bl.a. til sammenkobling af elsystemer, der ikke følges ad frekvensmæssigt. En indkoblet jævnstrømsforbindelse tillader, at systemerne kan veksle uafhængigt af hinanden. Højspændt jævnstrøm har derfor fået betydning i forbindelse med sammenkobling af større vekselstrømsnet som det nordiske og det vesteuropæiske system.

Herudover er jævnstrøm fordelagtig ved længere kabelstrækninger, da jævnstrømskabler i modsætning til vekselstrømskabler ikke er begrænset af en kritisk kabellængde, jf. afsnit 5.1.2 Jævnstrømsforbindelser kan dog af økonomiske og tekniske årsager ikke anses som alternativer til vekselstrømsforbindelser i et givet net.

3.2 Netstruktur

Eltransmissionsnettet i Danmark består af to teknisk uafhængige vekselstrømsystemer, som er delt af Storebælt.

Området vest for Storebælt ELSAM-området er forbundet med Tyskland med vekselstrømsforbindelser og er en del af det store vesteuropæiske system. ELSAM-området er derfor helt afhængigt af frekvensen og af eventuelle fejlsituationer i dette system. Tilsvarende er området øst for Storebælt ELKRAFT-området forbundet til Sverige med vekselstrømsforbindelser. ELKRAFT-området er således en del af det selvstændige nordiske system og er dermed afhængigt af dette.

De grundlæggende transportmønstre for el er forskellige i de to danske elsystemer. ELSAM-området er karakteriseret ved syv belastningscentre med hver sit tilknyttede kraftværk med kraftvarmelevering. I modsætning hertil har ELKRAFT-området ét større belastningscenter, nemlig hovedstadsområdet, medens en væsentlig del af de større kraftværker er placeret på den vestlige del af Sjælland. Fortsat udbygning med kraftvarme i eksempelvis hovedstadsområdet vil ændre transportmønstret.

400 kV er i begge elsystemer valgt som det overordnede spændingsniveau for at fremtidssikre nettet af hensyn til såvel elsystemet som den landskabelige påvirkning. Valget er endvidere foretaget for at tilgodese det aktuelle elforbrug, da ledningstabene er mindre ved højere spænding. Der er ikke planer om at indføre højere spændingsniveau end 400 kV.

ELSAM anvender tillige 150 kV på transmissionsniveauet, medens ELKRAFT anvender 132 kV på transmissionsniveauet. På distributionsniveauet anvender ELSAM henholdsvis 60 kV, 20 kV og 10 kV, medens ELKRAFT anvender 50 kV, 30 kV, 10 kV og 6 kV. 400 kV nettene er i dag kun delvis udbyggede. Nettet er overvejende opbygget nordsyd i ELSAM-området og østvest i ELKRAFT-området.

På spændingsniveauet 150/132 kV er nettene i dag udført som ringstrukturer, således at der altid vil være sikret elforsyning, selv om en forbindelse skulle falde ud. Disse net er gradvis forstærket i takt med udviklingen i belastning og øgede krav til overføringsevne. Fra 1998 er der planlagt en 400 kV jævn-

strømskabelforbindelse under Storebælt, som skal sammenkoble ELSAM-området med ELKRAFT-området.

Endvidere vil ELKRAFT-området i 1996 blive sammenkoblet med det vesteuropæiske system via "Kontek"forbindelsen, som er under udførelse til Rostock i Tyskland. Forbindelsen bygges ligeledes som et 400 kV jævnstrømskabel.

Figur 2 400 kV og 150/132 kV nettet i Danmark

3.2.1 Netudbygningsplanlægning

ELSAM og ELKRAFT tilsigter med den i afsnit 2.2 nævnte planlægning at opretholde et effektivt, robust og pålideligt transmissionssystem indenfor de vedtagne tekniske og økonomiske rammer. Nettet udbygges under hensyn hertil, når der opstår behov for forstærkninger.

Transmissionsnetten dimensioneres med henblik på at sikre, at de hyppigste fejl, som f. eks. fejl i forbindelse med lynnedslag og saltstorme, ikke får alvorlige konsekvenser. Desuden skal dimensioneringen medvirke til, at mere sjældne og til dels usandsynlige fejltypen og kombinationer af fejl kun får begrænsede, lokale konsekvenser. De to elsystemer anvender grundlæggende samme praksis for dimensionering.

Der er flere fordele ved at etablere fleksible ringstrukturer med stærke forbindelser mellem kraftværker, centrale transformerstationer og samarbejdsforbindelser. Bl. a. vil elforsyningen kunne opretholdes i tilfælde af fejl og i forbindelse med renoverings og saneringsarbejder. 400 kV transmissionsnetten er derfor planlagt for ringstrukturer i både ELSAMs og ELKRAFTs område, således at nettet på sigt kan overtage den rolle, 150/132 kV nettet havde i 1960'erne og 1970'erne. Udbygges 400 kV nettet i overensstemmelse med netudbygningsplanerne, vil nogle af de eksisterende 150/132 kV ledninger kunne overgå fra transmissionsformål til distributionsformål og vil til daglig blive drevet som et såkaldt Ønet med en eller flere 400 kV stationer pr. Ø. Samtidig er der mulighed for hensigtsmæssige omlægninger af 150/132 kV nettet, hvorved et antal luftledninger kan fjernes.

Mens udbygningen af 400 kV nettet gennemføres, vil de planlagte 400 kV ledningsanlæg blive drevet sammen med de underliggende nets 150/132 kV ledningsanlæg. Transmissionsnettet er med andre ord planlagt til i endnu en årrække at bestå af både 400 kV ledningsanlæg og 150/132 kV ledningsanlæg.

Ved at vælge 400 kV luftledninger får man tillige store overføringskapaciteter, op til ca. 2000 MW pr. system. Normalt anvendes tosystems ledninger for at udnytte tracéet maksimalt. Hvor stor en del af denne overføringskapacitet på op mod 4000 MW, der kan udnyttes i praksis, bestemmes dog af det øvrige system og af udbygningsgraden. Normalt vil det være en mindre del, typisk 500-1500 MW. I det omfang, det er hensigtsmæssigt for udnyttelse af luftledningstracéerne, bygges maste rækkerne således, at der kan hænges flere systemer op på samme mast (*figur 3*



Figur 3 På en 400 kV tosystems mast kan ophænges to 400 kV systemer eller et 400 kV system og et eller to 150/132 kV systemer

3.2.2 Netudbygning i ELSAM-området

Udbygningen af 400 og 150 kV nettet i ELSAM-området beskrives i årlige udbygningsplaner, senest *Netudvidelsesplan 1993*.

Som led i færdiggørelsen af den fynske 400 kV ring mellem Fraugde og Landerupgård idriftsattes den sidste delstrækning på 7 km over Elbodalen til Landerupgård i 1994.

Den strategisk vigtigste transitvej i ELSAM-området er 400 kV forbindelsen fra Kassø til Tjele fra 1965. Den sydligste strækning op til Vejen er planlagt ombygget til en tosystems 400 kV luftledning for at udnytte tracéet optimalt. Den nye forbindelse påregnes idriftsat i 1998.

Endvidere har ELSAM som led i færdiggørelsen af den østjyske 400 kV ring planlagt at bygge en 400 kV forbindelse fra Vendsysselværket til Trige ved Århus. Forbindelsen er for hele strækningen på 100 km gennem Østhimmerland planlagt opført som en kombineret 400/150 kV luftledning, som på en del af strækningen fremføres i det gamle tracé. Omfattende myndighedsbehandling og interesse fra offentligheden har medført, at anlægget er forsinket ca. 2 år og tidligst kan være i drift i 1997.

Omkring år 2000 forventes der opført en kombineret 400/150 kV luftledning fra Vejen til Esbjergområdet. På længere sigt er det planen at etablere den resterende del af 400 kV ringforbindelsen, ved at der bygges en luftledning mellem Esbjerg og Holstebro.

På længere sigt påregnes de gamle 220 kV forbindelser til Flensborg erstattet af en eller flere 400 kV forbindelser. Om de nye ledningsanlæg skal føres ind i station Kassø eller af hensyn til driftsikkerheden til en anden 400 kV station, afhænger blandt andet af produktionsapparatet. Tidspunktet for afviklingen af 220 kV forbindelserne afhænger dels af produktionsapparat, dels af den tyske elsammenslutning Preussen Elektras planer og af de fremtidige transitforhold.

Der er et omfattende renoveringsbehov i ELSAM-området i 1990'erne af 400 kV og 150 kV luftledninger, som er bygget i 1950'erne og 1960'erne, og som har meget små overføringskapaciteter.

I Nordjylland er det planlagt at ombygge den gamle 150 kV luftledning fra 1963 fra Vendsysselværket til Hjørring. Den nye forbindelse fremføres på en del af strækningen i det eksisterende tracé, men en vurdering af de landskabelige forhold og nærheden til boliger har ført til en regulering af tracéet undervejs. Ledningen er forsinket på grund af krav om kabellægning fra nogle af de berørte kommuner.

Renoveringsbehovet på 150 kV luftledningerne mellem Århus og Horsens har ført til, at ELSAM har valgt at sanere ledningsnettet. ELSAM har besluttet dels at ombygge forbindelsen mellem Hatting og Hørning til en stærk 150 kV luftledning med større overføringskapacitet i det eksisterende tracée, dels at ophænge to 150 kV luftledninger på den eksisterende 400 kV masterække mellem Trige og Ormslev.

Med disse anlæg kan den gamle 150 kV luftledning mellem Hasle og Trige, der går gennem et boligområde i Århus, fjernes. Desuden kan en tidligere planlagt 150 kV luftledning mellem Hørning og 400 kV stationen Malling helt undværes.

Gennemførelsen af disse arbejder vil afhænge af, at den planlagte udbygning af 400 kV nettet kan gennemføres.

I følge Netudvidelsesplan 1993 forventes der desuden indenfor en 20 års periode at være behov for ca. 310 km 150 kV luftledning til forsyning i områder, der i dag forsynes via 60 kV net.

3.2.3 Netudbygning i ELKRAFT-området

Netudbygningen i ELKRAFT-området er beskrevet i *Generelle retningslinier for planlægning og udbygning af det primære transmissionsnet på 132 og 400 kV*, april 1993.

ELKRAFT har planlagt at bygge to nye 400 kV forbindelser ind mod hovedstadsområdet og en 400 kV transformerstation i Nordsjælland. Den ene forbindelse udføres som et ca. 20 km jordkabel til ind og udføring mellem transformerstation Ishøj og H. C. Ørstedværket i Københavns Kommune. Den anden forbindelse går mellem Hovegård i LedøjeSmørum Kommune og Glentegård i Gladsaxe Kommune. På delstrækningen mellem Hovegård og Egebjerg udføres forbindelsen som luftledning ved ombygning af en eksisterende 132 kV ledning, der føres uden om bymæssige områder. Forbindelsen

kabellægges på en strækning over ca. 10 km fra Hareskoven og til Glentegård. Forbindelserne påregnes idriftsat i 1997, henholdsvis 1999.

Etableringen af de to nye 400 kV forbindelser vil medføre, at ca. 100 km eksisterende 132 kV luftledning kan tages ned. Herved vil næsten alle transmissionsluftledninger i tæt bymæssig bebyggelse i hovedstadsområdet være fjernet.

Ud over de nævnte nye 400 kV forbindelser er det som led i etableringen af 400 kV ringstrukturen planlagt at ombygge nogle eksisterende 132 kV luftledninger til 400 kV luftledninger. Det drejer sig om strækningen mellem Kyndbyværket og Asnæsværket og om strækningen mellem Bjæverskov ved Køge og Rislev ved Næstved. Også som følge af disse ombygninger vil den samlede mængde luftledning blive reduceret, hvorved den samlede påvirkning af landskabet vil blive mindre.

Med de nævnte ny og ombygninger vil 400 kV nettet i den nordlige del af Sjælland opnå den ønskede ringstruktur. På længere sigt er der skitseret en udbygning i det sydsjællandske område, hvorved ringen kan tilføjes en sydlig bue. Dette vil kunne opnås ved, at eksisterende luftledninger ombygges til 400 kV luftledning på strækningen fra Rislev via Stigsnæsværket til Herslev.

Tidspunkterne for de enkelte ombygninger og saneringer vil være stærkt afhængige af den europæiske udvikling på eltransmissionsområdet samt af planer for afgang og tilgang af kraftværker.

3.2.4 Samarbejdsforbindelser med naboområder

Samarbejdsforbindelser til naboområderne er økonomisk attraktive og giver høj forsyningssikkerhed. Et stærkt eltransmissionsnet er en forudsætning for, at der kan opnås samkørfordelen mellem forskellige elsystemer som f.eks. norsk og svensk vandkraft, dansk kraftvarme og traditionelle kraftværker. Samkørfordelen ved import og eksport af el er bl.a. bedre elkvalitet med stabil frekvens og færre afbrydelser, færre kraftværker og mindre luftforurening som følge af en bedre udnyttelse af værkerne.

De eksisterende samarbejdsforbindelser er bygget og udbygget siden 1961 (figur 4). De eksisterende og planlagte netstrukturer er opbygget således, at samarbejdsforbindelserne kan indpasses og udnyttes sammen med produktionsapparatet.

Med nye samarbejdsforbindelser mellem det nordiske og det vesteuropæiske elsystem vil de forskellige elproduktionsformer kunne udnyttes endnu bedre. Større konkurrence falder i tråd med intentionerne for det kommende indre energimarked i EU. I følge *EF's transitdirektiv* skal ledig kapacitet stilles til

rådighed på "ikke diskriminerende vilkår". Desuden vil den kommende forbindelse under Storebælt mellem ELSAM-området og ELKRAFTområdet skærpe den internationale konkurrence.

Tendensen for samarbejdet mellem naboer er i øvrigt, at langtidsaftaler erstatter den tidligere løbende udveksling af el. Endvidere indgår produktionsselskaber aftaler med selskaber i naboer om fælles ejerskab og bedre udnyttelse af kraftværkerne.



Signaturer:

— jævnstrøm
— vekselstrøm

- eksisterende/
under bygning
- planlagt/under
overvejelse

Figure 4 Højspændingsforbindelser mellem Nordellandene og mod Tyskland

3.2.5 Decentral kraftvarme

Der sker i disse år en betydelig udbygning med decentrale kraftvarmeværker i fjernvarmeforsyning, industri, institutioner og blokbebyggelse m. m. Omkring år 2000 forventes disse decentrale værker at stå for op mod 25 % af elproduktionen i Danmark.

Decentrale kraftvarmeværker tilsluttes elnettet på 60/50 kV niveauet og derunder. Værkernes elproduktion følger til dels variationen i elforbruget som følge af styring efter eltariffen (tretidstariffen). Den decentrale kraftvarmeudbygning medfører derfor en vis aflastning af elnettet.

Aflastningen i transmissionsnettet vurderes først og fremmest at ligge på 150/132 kV niveauet, hvor de decentrale kraftvarmeværker har været med til at udskyde forstærkning af nettet. 400 kV nettet skal foruden at levere el til forbrug også udføre opgaver, der ikke er direkte forbrugsafhængige (transit af strøm fra for eksempel Norge til Tyskland, fordeling af importeret effekt og flytning af effekt til områder med havarede kraftværker og ledninger).

3.2.6 Vedligeholdelse, reovering og sanering

Hvad angår arbejder på det eksisterende elnet, skelnes der mellem vedligeholdelse, reovering og sanering.

Vedligeholdelsesarbejder omfatter løbende reparationer, periodiske eftersyn og forebyggende vedligeholdelse (udskiftning af enkelte dele) med begrænset udetid. Vedligeholdelse har alene til formål at opretholde anlægget i en driftssikkerhedsmæssig forsvarlig stand.

Renovering omfatter arbejder med større udskiftninger af anlægsdele, eksempelvis ny tråd, med henblik på at forlænge det samlede anlægs levetid. Der er betydeligt længere udetider end ved vedligeholdelsesarbejder. Efter renovering fremtræder anlægget visuelt og teknisk uændret.

Sanering omfatter projekter, hvor nye anlæg bygges til erstatning af gamle anlæg, som fjernes. Det dækker for eksempel totalombygning af en luftledning i eksisterende eller nyt tracé. Der er tale om varierende udetider, ved ombygning i eksisterende tracé kan der være store udetider. Ofte vil sådanne projekter reducere den samlede tracé længde.

3.3 Principper for fremføring af ledningsanlæg

Elselskaberne har gennem årene gjort flere forsøg på at give vejledning og opstille retningslinier for indpasning af ledningsanlæg og stationer i landskabet, baseret på egne erfaringer samt bidrag fra biologer, landskabsarkitekter og arkitekter.

Skov og Naturstyrelsen har i 1993 udgivet *Vejledning om naturbeskyttelsesloven*, som blandt andet beskriver principper for placering af elanlæg i landskabet. Der henvises øvrigt til afsnit 4.1.

3.3.1 Luftledninger

Ved placering af luftledninger tilstræbes den bedst mulige tilpasning til byområderne, de landskabelige og kulturhistoriske interesser og landbrugsinteresserne. Luftledningers nærmere linieføring udformes derfor i et samarbejde mellem de involverede parter, ofte med bistand fra en landskabsarkitekt.

I bymæssige bebyggelser er der kun få luftledninger på de højere spændingsniveauer, da højspændingsforbindelserne normalt vil være enten kabellagt eller ført uden om byerne.

Luftledninger er meget synlige i det åbne land, som er præget af et bølgende, kuperet landskab, men uden de store højdeforskelle. Det har derfor i mange år været fast praksis ved etablering af nye luftledninger at tage et særligt hensyn til landskabet ved valg af linieføring og indpasning af anlæggene.

Gennemløb af skovområder med luftledninger søges så vidt muligt undgået. Dels kan de påvirke skovklimaet og skovens stabilitet i et langt bredere bælte

end det deklarationsbælte, der skal friholdes for træer, jf. afsnit 2.4.1. Dels kan det forstyrre landskabsoplevelsen og den rekreative oplevelse ved færdsel og ophold i skoven.

Kystområderne er i vid udstrækning beskyttet mod luftledninger på nær forbindelser til kraftværker samt krydsninger af bælte og fjorde.

Elmasternes højde skal sikre, at luftledningerne overholder stærkstrømsreglementets sikkerhedsafstande. 400 kV vekselstrømsmaster er ca. 50 meter høje, mens 150/132 kV master er ca. 35 meter høje. Jo større afstand, der er mellem masterne, desto færre master skal der opstilles, men desto højere bliver masterne. Ved typiske projekter benyttes afstande på 3400 meter mellem masterne, men i visse tilfælde kan det landskabeligt være en fordel at vælge løsninger med mange master for til gengæld at reducere mastehøjden.

Ved at vælge master med enkel geometri og en let konstruktion tilstræbes det, at de virker så lidt forstyrrende i landskabsbilledet som muligt. En tosystems luftledning er mere dominerende i landskabet end en etsystems luftledning, men er dog langt at foretrække frem for to etsystems luftledninger på samme sted.

Anvendelse af kombimaster, hvorpå der hænges ledninger med forskellig spænding, er som regel en fordel, da det begrænser den samlede tracéelængde. Kombimaster kan dog virke meget voldsomme, hvis de bærer mange ledningssystemer, ligesom de kan virke uharmoniske på grund af forskellige ledningstykkelser og isolatorstørrelser.

Fremføres flere luftledninger nær hinanden, tilstræbes det, at de forløber parallelt med samme spænd. Ofte er der dog tale om ledningsanlæg med forskellige spændinger, opført på forskellige tidspunkter og med forskelligt endepunkt. Det kan især ved større knudepunkter i højspændingsnettet føre til et forvirret billede.

3.3.2 Stationer

På de højeste spændingsniveauer anvendes normalt udendørs stationer. Stationerne tilstræbes i samråd med lokale myndigheder placeret på lavtliggende steder i landskabet, bl. a. for at undgå en dominerende indvirkning. Luftledningers indføring i en station tilpasses ligeledes landskabet og de omliggende ejendomme, i særlige tilfælde ved anvendelse af kabelløsninger.

Der etableres afskærmende beplantning rundt om stationerne i en bredde af minimum 5 m, og når det er foreneligt med områdets anvendelse, medvirker elselskaberne tillige med beplantning ved masterne. Endelig kan jordvolde

komme på tale, både for at dæmpe støjen og for at mindske udsynet til særligt dominerende anlæg.

I lokalplaner for større stationer vil der kunne indsættes bestemmelser om beplantning til beskyttelse mod anlæggets dominerende indvirkning på landskabet.

I bymæssig bebyggelse anvendes indendørs stationer. Disse anlæg kræver bl. a., at der anvendes særlig isolationsteknik.

3.3.3 Jordkabler

Kabelanlægs linieføring planlægges med henblik på at opnå den kortest mulige strækning af hensyn til anlægsomkostningerne.

Herudover skal lokalplanbindinger m. v. overholdes, og der skal tages hensyn til anvendelige transportveje til de tunge kabeltransporter og eventuelle nærføringsproblemer samt færrest mulige krydsninger med specielt større veje, vandløb og jernbaner. Endvidere skal der tages hensyn til adgangsforhold og strømforsyning til overvågningsanlæg m. v.

Endelig kan jordbundsforhold, herunder jordens termiske egenskaber, og terrænforhold spille en væsentlig rolle, ligesom også miljømæssige forhold som vandindvinding og råstofindvinding samt historiske steder, bygninger, fortidsminder og skove skal tilgodeses.

Valg af kabeldimension og antal kabler afhænger af tracéforhold og træffes under detailprojekteringen. I praksis vil man tilstræbe uafhængige tracéer og undgå at samle kablerne i ét bredt bælte. Ved de højere spændingsniveauer anvendes et enlederkabel for hver fase. Afhængig af overføringsbehovet lægges der således et multiplum af 3 kabler, f. eks. 12 enlederkabler på 400 kV, hvis man ønsker samme overføring som en tosystems luftledning på 2 x 2.000 MW. På de lave spændingsniveauer anvendes kabler, der indeholder alle tre faser.

Belastbarheden af kabler afhænger bl. a. af afstanden mellem kablerne. Kablerne lægges enten i flad forlægning, det vil sige ved siden af hinanden med en vis afstand, eller i tæt trekant. Overføringsevnen ved tæt trekant er mindre end ved flad forlægning på grund af den større gensidige varmepåvirkning.

Nedgravningsdybden varierer efter forholdene og holdes på 11,5 m til overkanten af kablet. De kraftigste kabelsystemer omstøbes med en svag beton for at sikre en bestemt og ensartet temperaturafgivelse til jorden. Af hensyn til gravearbejder ved kabelreparation er det nødvendigt at deklarerer begrænsninger i form af friholdelse for træer, større buske og faste bygninger m. v. over kabel-

tracéerne. Kabeltracéerne vil derfor kunne ses som bæltter i landskabet med lav eller ingen beplantning.

I bymæssig bebyggelse med snævre tracéforhold anvendes normalt tæt trekant. Kablerne lægges sædvanligvis i offentlige vejarealer. Ved bedre pladsforhold som i grønne områder m. v. tilstræbes der deklarationsbredder på 67 m, afhængig af lægningsform. Ved to systemer i samme tracée tilstræbes en afstand på 5 m mellem kabelsystemerne. I det åbne land separeres kabelsystemerne normalt ved, at der vælges forskellige linieføringer, hvor det er praktisk muligt.

3.4 Tekniske og miljømæssige påvirkninger m. v.

Der er omkring alle strømførende elektriske ledere både et elektrisk felt og et magnetfelt. Det elektriske felts styrke vokser med spændingen, medens magnetfeltets styrke vokser med strømstyrken. Felternes styrke afhænger endvidere af ledernes udformning.

3.4.1 Luftledninger

Det elektriske felt omkring luftledninger kan give anledning til “koronafænomenet”, som opstår ved ionisering af luften og optræder ved høje feltstyrker. Det elektriske felt koncentrerer ved ujævnheder, udragende metaldele, ridser eller døde insekter på lederne. Korona er derfor stærkest i fugtigt vejr, når vanddråberne danner ujævnheder i feltet. Snavs og eventuelt salt på lederne har ligeledes betydelig indflydelse på koronaniveauet.

Korona kan dels medføre støj fra luftledninger, dels forstyrre radio og TVmodtagelsen.

Normalt høres støj fra 400 kV luftledninger kun som en svag knitren, medens ledninger på lavere spændingsniveauer ikke kan høres. Men i regn og tåge øges støjen fra korona så meget, at 150/132 kV luftledninger også kan høres.

Hvis korona bliver for voldsom eller forekommer for hyppigt, kan den opfattes som generende af naboerne. Der gøres derfor meget for at begrænse korona gennem luftledningernes design, især ved de højere spændingsniveauer. For eksempel udføres de elektriske ledere ved 400 kV som standard med to parallelle ledere med 40 cm indbyrdes afstand for at undgå for stor feltstyrke.

Når de ovenfor nævnte midler til begrænsning af korona anvendes, er forstyrrelserne af radio og TVmodtagelsen uden praktisk betydning. Hvis der er problemer med radio og TVmodtagelsen på grund af elektriske anlæg, har elselskaberne pligt til at sørge for, at de udbedres efter fastlagte retningslinier.

Ved ionisering af luften opstår der endvidere ozon og kvælstofforbindelser i meget små mængder. Dette betragtes dog ikke som et miljøproblem fra videnskabeligt hold.

3.4.2 Stationer

Den hørbare støj fra stationer stammer primært fra de større anlægskomponenter som transformere og reaktorer. Der er dels tale om "brum" fra transformernes jern, dels om støj fra kølernes blæsere, når disse er i drift. Ved koblinger og ved fejl høres endvidere en kortvarig støj fra afbryderne.

Stationer udformes i overensstemmelse med Miljøstyrelsens *Vejledning nr. 5/1984*. Der tages betydelige hensyn til støjkravene ved placering af anlægskomponenterne på stationsarealerne, og det vurderes i hvert enkelt tilfælde, om den bedste/billigste løsning er at fjerne støjen fra kilden eller afskærme støjkilden. Ved den geografiske placering af stationer kan der tages hensyn til støjen ved at undgå områder med lav baggrundsstøj.

3.4.3 Nærføring og berøringsspænding

Det magnetiske felt omkring strømførende ledere kan inducere farlige elektriske berøringsspændinger i nærførte telefonkabler og i isolerede gas og fjernvarmeledninger. Der udføres derfor permanente beskyttelsesforanstaltninger på de nærførte anlæg, som kan nedbringe berøringsspændingerne, således at de overholder stærkstrømsreglementets krav.

Nærføringsforhold behandles af et særligt nærføringsudvalg med deltagelse af elselskaberne, gasselskaberne, teleselskaberne og DSB samt i nær fremtid også fjernvarmeselskaberne. Der er udgivet en vejledning vedrørende nærføring af gas og elledninger i 1993.

3.4.4 Sundhedsmæssige forhold

De senere års opmærksomhed omkring højspændingsanlæg har bl. a. været rettet mod de eventuelle sundhedsmæssige påvirkninger ved at bo eller opholde sig inden for de magnetfelter, der omgiver anlæggene.

Kun vekselstrøm er under mistanke for at udgøre en eventuel sundhedsrisiko. Men efter 15 års forskning er der stadig ikke afgørende videnskabeligt bevis for en sammenhæng imellem sundhedsrisiko og magnetfelter.

Som opfølgning på den såkaldte "Wandelrapport" om risiko for kræft hos børn med bopæl eller ophold tæt på højspændingsanlæg, der blev offentliggjort i maj 1993, gav de berørte ministre sundhedsministeren, energiministeren, mil-

jøministeren, boligministeren og socialministeren i enighed udtryk for, at der på nuværende tidspunkt ikke var grundlag for at gå ind i overvejelser om at fastsætte minimumsgrænser for afstanden mellem eksisterende højspændingsanlæg og boliger.

Amterne og kommunerne blev dog gjort opmærksom på, at man ved planlægning og godkendelse af nybyggeri bør tilstræbe at undgå, at nyt byggeri placeres tæt på højspændingsanlæg, hvis man ønsker at opnå den under alle omstændigheder mest holdbare løsning.

Ved luftledninger med flere systemer kan magnetfeltet reduceres ved passende valg af faseorden. Dette princip anvendes overalt i Danmark.

Kabellægning fjerner ikke de magnetiske felter, men felterne er koncentreret tæt omkring kablerne.

4. Landskabelige hensyn ved linieføring og udformning af luftledninger og jordkabler

4.1 *Luftledninger*

Luftledninger for de meget høje spændinger er i kraft af deres fysiske dimensioner og synlighed over lange afstande meget vanskelige at indpasse i landskabet.

Den voksende miljøbevidsthed har øget interessen for hensynet til landskab og natur i forbindelse med større anlægsarbejder. Men samtidig er der et stigende ønske om at undgå, at luftledninger placeres i nærheden af ikke blot byer, men også spredt bebyggelse i det åbne land. Det fører til ønsker om, at luftledninger placeres i de mest ubebyggede områder.

I det danske landskab er der kun få områder, som ikke er tæt bebyggede: skovene, herregårdslandskaberne og områder, der er uegnede til opdyrkning, først og fremmest moser, ådale og kystområder. Det vil sige netop områder, der rummer meget store naturværdier.

Ønsket om at gå fri af bebyggelse m. v. og ønsket om lange, lige ledningsstræk fører ofte til, at der ved store, nye luftledninger vælges helt nye linieføringer. Dette har sammen med store, nye vejanlæg og vindmølleparker m.v. gennem de seneste årtier ført til en voldsom påvirkning af landskabet, således at der i dag kun er få større, uforstyrrede landskabsområder tilbage. Ønsket om at undgå nærhed til bebyggelse kan desuden gøre det vanskeligt at opnå en landskabeligt acceptabel udformning af ledningsanlægget.

Konflikterne i forbindelse med ledningsanlæg er således blevet forstærket.

Det havde været ønskeligt, om man kunne afgrænse de områder, hvor luftledninger kan accepteres af hensyn til naturbeskyttelsesinteresserne, og hvor de ikke kan. Men i praksis ville det stort set være umuligt at opføre luftledninger, hvis alle områder med specifikke naturbeskyttelsesinteresser skulle respekteres fuldt ud, bl. a. fordi områderne også omfatter økologiske forbindelser m. v., som binder de øvrige områder sammen til et net af områder. Endvidere er der også uden for de egentlige naturområder væsentlige landskabelige interesser forbundet med et ledningsanlægs placering og udformning.

Der må derfor ved ethvert større ledningsanlæg foretages en konkret vurdering, hvori indgår en sammenvejning af naturbeskyttelsesinteresserne og en afvejning af disse i forhold til alternative muligheder og de hermed forbundne ekstraudgifter, jf. naturbeskyttelseslovens § 20 (se Vejledning om naturbeskyttelsesloven, kapitel 8).

De værdifulde naturområder omfatter ikke blot de efter naturbeskyttelsesloven beskyttede naturtyper samt fredede områder og skove, jf. afsnit 2.3, men derudover bl. a. områder, der med baggrund i fredningsplanlægningen er udpeget som beskyttelsesområde eller værdifuldt naturområde i regionplanerne. Luftledninger gennem disse områder må som udgangspunkt undgås.

Områderne omfatter således fredede områder, særligt værdifulde landskaber, områder omfattet af strandbeskyttelseslinien og områder omkring fortidsminder og kirker i det åbne land samt EF-fuglebeskyttelsesområder. Endvidere værdifulde landskaber og områder omfattet af naturbeskyttelseslovens generelle beskyttelsesbestemmelser så som heder, moser, enge og overdrev.

Luftledninger bør også undgås gennem skove, da deklaraionsbæltet er så bredt, at det vil danne et skår gennem skoven med uheldige konsekvenser for skovens stabilitet og skovklimaet i et langt bredere bælte.

Luftledninger bør føres uden om potentielle naturgenopretningsområder, først og fremmest de såkaldte lavbundsarealer, det vil sige kunstigt afvandede og drænedede arealer, som tidligere har været enge, moser, søer eller fjordarme, og som en dag kan tænkes genskabt som vådområder, jf. regionplanernes retningslinier vedr. lavbundsarealer.

Risikoen for kollision med luftledninger er især et problem for større fugle som f.eks. svaner. Luftledninger bør derfor undgås ikke blot i EF-fuglebeskyttelsesområder, men også i andre områder, hvor de kan indebære en væsentlig kollisionsrisiko for større fugle. Det drejer sig først og fremmest om vådområder og områder på tværs af fuglenes naturlige trækruter, f. eks. gennem mooseområder, over fjorde og lavvandede områder eller på dæmninger.

Dertil kommer områder omfattet af skovbyggelinie eller sø og åbeskyttelseslinie, hvorfra der dog ofte vil kunne dispenseres efter en konkret vurdering.

Også uden for de områder, hvor der gør sig specifikke naturbeskyttelsesinteresser gældende, er der væsentlige landskabelige hensyn, som må tilgodeses i forbindelse med placering og udformning af større anlæg, herunder luftledninger.

Det bør så vidt muligt undgås at placere luftledninger gennem de efterhånden få landskaber, der er uberørte af større tekniske anlæg m.v. Uanset områdernes indhold af naturværdier øvrigt er det en væsentlig kvalitet, at et landskab er uforstyrret af større veje, luftledninger, industrianlæg, vindmøller o. lign. Betydningen heraf er blevet forstærket i takt med, at de uforstyrrede landskabers omfang er reduceret kraftigt gennem de seneste årtier. Dette er belyst i Skov og Naturstyrelsens rapport *Større uforstyrrede landskaber* fra 1992.

Endelig er det af væsentlig betydning, hvorledes et ledningsanlæg udformes og indpasses i landskabet. Visuelt vil det være en fordel at placere luftlednings-

tracéer gennem lavtliggende områder. Men i et landskab som det danske med små højdeforskelle vil mastetoppe og ledninger ofte synes mod himlen. Når mastehøjden overskrider højdeforskellene i landskabet og danner en silhuet, der rager op over horisonten, opstår det væsentligste problem for landskabstilpasningen, da ledningen på disse steder er svær at underordne landskabet.

Luftledninger bør have et roligt forløb både vertikalt og horisontalt og fremføres med så få og små knæk som muligt. Jo højere masterne er, desto større afstande ses de over, og jo længere må afstanden være mellem knækkene. Hensyntagen til bebyggelse og lokale naturinteresser m.v. gør det imidlertid ofte vanskeligt at tilgodese dette.

Ønsket om så få knæk som muligt medfører bl. a., at en linieføring umiddelbart langs en motorvej som oftest vil være landskabeligt uheldig, da man af landskabelige og trafiksikkerhedsmæssige grunde søger at undgå lange, lige vejstrækninger og i stedet udformer vejene som en sammenstykning af kurvestrækninger.

Hvor flere luftledninger fremføres nær hinanden f. eks. i en "transportkorridor", er det væsentligt, at ledningerne forløber parallelt og på ensartede mastetyper med samme spænd.

4.2 Jordkabler

Ved den konkrete vurdering af et samlet ledningsanlæg er det afgørende, hvor indgribende anlægget vil være overfor naturbeskyttelsesinteresserne. Hvis ledningsanlægget vil få væsentlige konsekvenser, og der ikke findes acceptable alternative linieføringer, må der ske en kabellægning.

Kabellægning vil normalt være uproblematisk i forhold til naturbeskyttelsesinteresserne, da det i almindelighed vil være muligt uden væsentlige meromkostninger at føre et kabel uden om de ret begrænsede områder, hvor en kabellægning vil være uheldig. Det drejer sig først og fremmest om områder med arkæologiske og geologiske interesser samt visse fredede områder. Jordkabler bør således føres uden om registrerede fortidsminder og det beskyttede område omkring disse. Derudover bør der ved større kabelanlæg gives mulighed for en arkæologisk sondering og eventuelle udgravninger forud for anlæggets påbegyndelse.

Endvidere bør man undgå kabellægning gennem skove og vådområder (moser o. lign.). Hvis det er nødvendigt at føre et kabel gennem en skov, bør det placeres i en skovvej eller et brandbælte, hvis et sådant findes. Store kabelanlæg har dog en deklarationsbredde, der er større end bredden på en almindelig skovvej.

På lavbundsarealer forudsættes kabelanlæg undgået eller udformet således, at de ikke er til hinder for en eventuel kommende naturgenopretning.

5. Teknisk og økonomisk sammenligning mellem luftledninger og jordkabler

5.1 Vekselstrøm

5.1.1 Udvikling mod øget kabellægning

Det samlede transmissions, distributions og forsyningsnet i Danmark består i dag af ca. 159.000 km (tracée kilometer), fordelt på ca. 65.000 km luftledning og ca. 94.000 km kabel. I ELSAM-området består nettet af ca. 46.000 km luftledning og ca. 65.000 km kabel, mens der i ELKRAFT-området er ca. 21.000 km luftledning og ca. 28.000 km kabel.

På de lavere spændingsniveauer er elnettet gennem de sidste årtier systematisk blevet kabellagt på grund af disse kablernes overlegenhed, for så vidt angår totaløkonomi. Godt 60 % af nettet er kabellagt på niveauerne 0,4 kV og 20/10 kV. ELSAM har procentuelt kabellagt mere end ELKRAFT på 0,4 kV niveauet, medens ELKRAFT procentuelt har kabellagt mest på 20/10 kV niveauet.

På 60/50 kV niveauet er kabellægning ikke så udpræget, da det hidtil især har været tekniske og økonomiske overvejelser, som har været afgørende for valget. Der er på dette niveau kabellagt knap 15 % i ELSAM-området og ca. 45 % i ELKRAFT-området, svarende til godt 20 % på landsplan. Kabellægning er dog generelt tiltagende på dette spændingsniveau.

Vekselsstrømskabler på de højere spændingsniveauer er i dag meget lidt udbredte på grund af økonomien og tekniske vanskeligheder. De anvendes hovedsageligt til specielle formål som forsyning og energitransporter i tæt bymæssig bebyggelse og ved krydsning af sunde og bæltter af begrænset bredde. På 150/132 kV niveauet er der kun kabellagt godt 280 km ud af ca. 3.100 km. Heraf er de 230 km kabellagt i ELKRAFT-området, og der ses alene i ELKRAFT-området en øget tendens til kabellægning på dette spændingsniveau.

På 400 kV niveauet er der i dag ca. 700 km luftledning i ELSAM-området og ca. 190 km luftledning ELKRAFT-området. Hvad angår kabellægning, findes der endnu kun få længere kabelstrækninger i verden, i Danmark kun i forbindelse med SjællandSverigesforbindelsens krydsning af Øresund (10 km), hvor en luftledning ikke er en aktuel mulighed.

At der på de højere spændingsniveauer er kabellagt forholdsvis mere på Sjælland end i Jylland og på Fyn, skyldes bl.a. den større bykoncentration i hovedstadsområdet.

ELSAM og ELKRAFT har i 1993 revideret retningslinierne for netudbygningen på baggrund af den voksende offentlige modstand mod højspændingsluftledninger. I begge elsammenslutninger baseres principperne for netudbygning

gen på helhedsvurderinger, hvori indgår tekniske, økonomiske, landskabelige og æstetiske betragtninger. Desuden har elselskaberne indregnet Sundhedsstyrelsens udmelding om at holde afstand, ligesom den voksende miljøbevidsthed har haft en væsentlig indflydelse.

Principperne for netudbygningen er dog for nærværende ikke de samme i de to elsammenslutninger. ELSAM arbejder for tiden på en handlingsplan for oprydning i elnettet, som forventes vedtaget, når der er enighed mellem parterne om anbefalingerne. ELKRAFT vedtog i 1993 at ændre den hidtidige praksis med henblik på at reducere den samlede mængde luftledning især i tættere bymæssig bebyggelse. ELKRAFT's program repræsenterer således foreløbig de mest vidtgående ændringer i prioriteringen mellem luftledninger og kabellægning.

	400 kV	150/132 kV	60 30 kV	20 6 kV	0,4 kV
Luftledning					
ELSAM	700	1.800	5.300	18.000	19.000
ELKRAFT	190	1.000	1.100	4.000	14.000
Danmark	890	2.800	6.400	22.000	33.000
Kabel					
ELSAM	0	50	800	21.000	44.000
ELKRAFT	10	230	900	12.000	15.000
Danmark	10	280	1.700	33.000	59.000

Tabel 1 Oversigt over kabel og luftledningslængder i Danmark 1993 (tracée kilometer afrundet)

5.1.2 Tekniske muligheder for kabellægning

Det er i dag muligt at fremstille driftssikre jordkabler til vekselstrøm på alle spændingsniveauer. Fejlhyppigheden for kabler er normalt ikke større end for luftledninger, men der er længere udetider i tilfælde af kabelfejl.

Et vekselstrømskabel fungerer som en stor kondensator. For at holde et kabel i drift kræves der en ladestrøm, som skal være begrænset af hensyn til nyttestrømmen, men som stiger med kablets længde. Der er derfor en øvre grænse for, hvor lange kabelstrækninger der kan drives, uden at det af tekniske årsager er nødvendigt at indskyde et antal reaktorstationer langs kablet. Ved 400 kV

kabler vil reaktorstationer være nødvendige for hver 1520 km og ved 150/132 kV kabler for hver 3040 km. Disse problemer eksisterer ikke ved luftledninger. En reaktorstation ligner en traditionel friluftstation og har et arealbehov som et parcelhus.

Elsystemet sætter også en øvre grænse for den acceptable mængde kabler, idet der kan forventes fysiske problemer som f. eks. resonanser. Disse problemer har været studeret i udlandet, og der er ingen umiddelbar løsning herpå.

Jordkablers overføringsevne er relativt mindre end luftledningers, og kabellægning af højspændingsforbindelser vil derfor kræve flere kabelsystemer end en tilsvarende luftledning. Typisk skal der to kabelsystemer til at erstatte ét luftledningssystem. Disse kabler kan ikke tåle de samme overbelastninger, som tilsvarende luftledninger kan.

På de høje spændingsniveauer anvendes der på grund af såvel størrelsen som varmeudviklingen altid et enlederkabel for hver fase (figur 5), og afhængig af overføringsbehovet lægges der således et multiplum af 3 kabler. På de lave spændingsniveauer anvendes kabler, der indeholder alle tre faser.

Kablernes fremstillingslængde er af transporthensyn begrænset til 6001000 m, afhængigt af spændingsniveauet. Hvert af et kabelsystems enkeltkabler skal samles med muffe for hver del længde. Disse samlemuffer udgør kabelsystemernes svageste led.

Hvor kabler indgår som en delstrækning i et luftledningsanlæg, er det nødvendigt med særlige overgangsstationer, hvor der placeres forskelligt overgangs- og beskyttelsesudstyr. Overgangsstationer optager typisk et areal på 100400 m². Kabler, som indgår i et luftledningsanlæg, er teknisk set uønskede, da et kabel normalt vil være bestemmende og dermed begrænsende for ledningsanlæggets overføringsevne. Endvidere vil indføring af flere led give flere fejlkilder.

I dag lægges 400 kV vekselstrømskabler som oliefyldte kabler. Disse kabler kræver etablering af særlige olietrykanlæg for hver ca. 8 km, hvor det vil være nødvendigt med et mindre bygningsanlæg. De tekniske egenskaber ved oliefyldte kabler betyder endvidere, at der kræves forholdsvis mange reaktorstationer.

Kunststofisolerede kabler (PEX) for 400 kV kabler er stadig er på udviklingsstadiet. Mufferne udgør også her den største tekniske udfordring. Når der er driftssikre PEX kabler til rådighed, vil det rent teknisk blive mere acceptabelt at introducere kabler i 400 kV nettet og måske også mere udbredt. Udviklingen af PEX kabler for 400 kV søges fremmet gennem et samarbejdsprojekt mellem danske elselskaber og kabelfabrik. 150/132 kV kabler udføres i dag som PEX kabler, men der findes en del ældre olie/papirisolerede kabler.

Der forskes meget i nye materialer og teknikker til kabellægning samt teknologier til drift og overvågning af kabler. Nye forskningsresultater må antages på sigt at medføre mulighed for en prisreduktion på jordkabler.



Figur 5 Hvert af de 3 kabler, som indgår i et 150/132 kV system, er 3 gange så tykke som et lavspændingskabel med alle 3 faser.

5.1.3 Økonomisk sammenligning

Det har som nævnt i mange år været almindeligt at kabellægge vekselstrømsforbindelser på 0,4 kV og 20/10 kV på grund af disse kablernes overlegenhed, for såvidt angår totaløkonomi. En stor del luftledninger på de disse spændingsniveauer udskiftes rutinemæssigt med kabler som et led i reoveringen af elsystemet, og over halvdelen er i dag kabellagt.

Udviklingen af PEX kabler har også givet bedre tekniske egenskaber og en bedre økonomi på de højere spændingsniveauer. Merprisen for kabellægning af 60/50 kV forbindelser i forhold til luftledninger er således blevet betydeligt indskrænket i de seneste år, og Danske Elværkers Forening anbefaler i dag sine medlemmer at etablere nye 60/50 kV forbindelser som jordkabler.

For 400 kV og 150/132 kV spændingsniveauerne er det fortsat forbundet med betydelige meromkostninger at etablere kabelanlæg frem for luftledninger, selv om prisydelsesforholdet på 150/132 kV niveauet er blevet forbedret inden for de seneste 20 år.

Meromkostningerne varierer betydeligt. For det første er den samlede pris ved kabellægning meget afhængig af de lokale forhold. For eksempel er kabellægning i tæt bymæssig bebyggelse dyrest, blandt andet som følge af de større nedgravningsomkostninger. Men på grund af pladsforhold og den større belastningstæthed er det først og fremmest i byområder, at kabellægning hidtil har været aktuel.

For det andet er omkostningerne ved kabellægning meget afhængige af den nødvendige overføringsevne, medens omkostningerne ved luftledninger er relativt uafhængige af overføringsbehovet. Man får derfor en større overføringsevne uden væsentlige meromkostninger ved at anvende luftledninger. Da både kabler og luftledninger har lang levetid, rummer luftledninger en fordel, hvis der senere opstår et behov for større overføringsevne på grund af for eksempel omlægninger i nettet eller forbrugsstigninger.

I områder med stor belastningstæthed er tabene i kabler generelt mindre på grund af større ledertværsnit, og tabsudgifterne er følgelig lavere i kabelnet end i luftledningsnet. Værdien af tabsforskellene afhænger af driftsmønsteret og af, hvor i nettet kablet lægges. Tabsforhold vil dog sjældent være afgørende for valg mellem kabel og luftledning.

Jordkabler er praktisk taget vedligeholdelsesfri til forskel fra luftledninger, der kræver regelmæssige eftersyn af isolatorer og andre komponenter samt afhjælpning af skader efter væltede træer m. v.

En sammenstilling af de totale omkostninger, det vil sige anlægsomkostninger og kapitaliserede tabs og vedligeholdelsesomkostninger, for kabler og luftledninger kan således føre til meget forskellige resultater, afhængigt af overførselsbehov og driftsmønster for den pågældende del af nettet.

For 400 kV transmissionsledningsanlæg er de totale omkostninger f. eks. 3-4 mio. kr pr. km for luftledninger med 2.000-4.000 MW overføringsevne, mens totalomkostningerne for jordkabler vil være i størrelsesordenen 20 mio. kr pr. km pr. system med 1.000 MW overføringsevne. Kabellægning på dette spændingsniveau vil således være op til 20 gange dyrere end luftledninger med samme overføringsevne. 400 kV ledninger er ud fra de for nævnte tekniske problemer dog kun egnede til relativt korte strækninger.

For 150/132 kV ledningsanlæg er de totale omkostninger 2-3 mio. kr pr. km for luftledninger med 500-1.000 MW overføringsevne, men i størrelsesordenen 6 mio. kr pr. km pr. system for jordkabler med 300 MW overføringsevne. Kabellægning på dette spændingsniveau vil således være fra 4 til 6 gange dyrere end luftledninger, afhængig af overførselsbehovet. I områder med begrænset overførselsbehov er der normalt også en lavere belastningsgrad, og prisen for kabel vil i disse områder typisk ligge på 4 gange. Et kabel, der indgår i transmissionsnettet vil typisk have en større udnyttelsesgrad, men normalt også et større overførselsbehov, og prisen vil her være i størrelsesordenen 6 gange. Afhængig af et kables funktion i nettet gennemføres der altid en konkret vurdering ved dimensioneringen.

Det er ikke i samme grad forbundet med meromkostninger at etablere nye 60/50 kV vekselstrømsforbindelser som kabel i stedet for som luftledning. Kabellægning af eksisterende 60/50 kV luftledninger er dog væsentligt dyrere end fortsat vedligeholdelse.

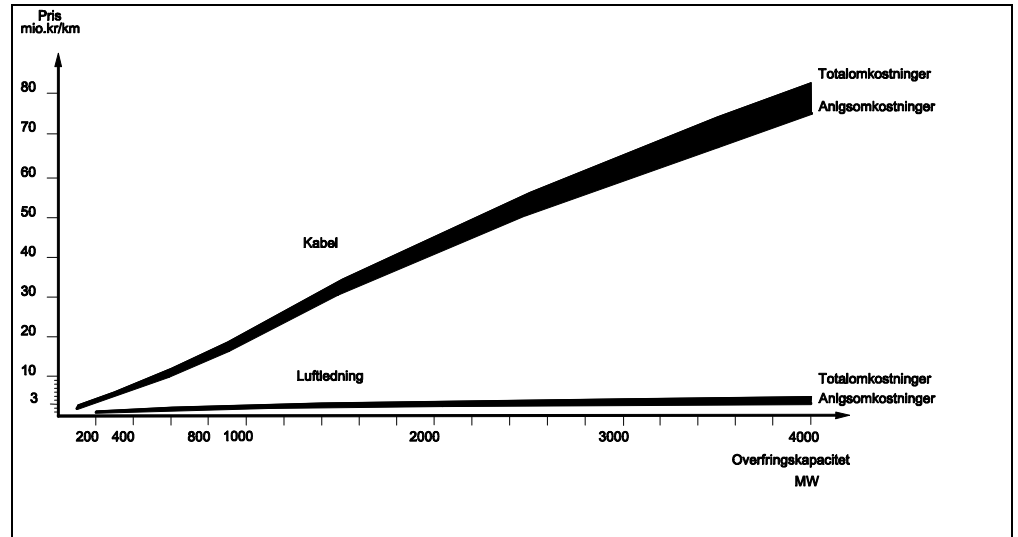


Figure 6 Sammenligning mellem priser for luftledninger og kabler i åbent land på 400 kV og 150/132 kV

5.2 Jævnstrøm

Når det gælder jævnstrøm, er en sammenligning mellem luftledninger og kabler enkel, både teknisk og økonomisk.

Da der ikke er nogen ladestrøm på et spændingsstat kabel, er der tale om en veldefineret overføringskapacitet. Endvidere overføres der ingen reaktiv effekt, og der er derfor ikke behov for reaktorstationer. Desuden er der kun 2 ledere, nemlig frem og retur. I nogle tilfælde anvendes en egentlig returleder, medens jorden i andre tilfælde anvendes som returvej for strømmen. Anvendes jorden som returleder, skal der etableres elektrodestationer, som kan opfange returstrømmen.

Kunststofisolerede kabler er på grund af tekniske vanskeligheder ikke anvendelige til jævnstrøm. Disse udføres fortsat som olie/papirisolerede kabler, og der skal også her bygges særlige olietryksanlæg.

For 400 kV jævnstrømsforbindelser op til 1200 MW koster kabellægning ca. 5 gange så meget som en luftledning, nemlig 910 mio.kr. pr. km kabel.

5.3 Anlægspriser

Anlægspriserne for luftledninger og jordkabler afhænger primært af, om der er tale om vekselstrøm eller jævnstrøm, hvilke overføringsevner forbindelserne er dimensioneret til, og især for så vidt angår kabler, tillige om der er tale om åbent land eller bymæssig bebyggelse.

Nedenfor er vist nogle eksempler på anlægspriser for ledningsanlæg. Der er tale om gennemsnitlige cirkapriser, da anlægspriserne vil kunne variere betydeligt, afhængigt lokale forhold m. v.

Stationer er vanskeligere at prissætte. Anlægsprisen vil bl. a. afhænge af, hvilken type station der er tale om, ligesom udbygningsgraden og lokale forhold vil have betydning for anlægsarbejdet. En typisk 400/150 kV eller 400/132 kV vekselstrømsstation koster i størrelsesordenen 75-80 mio.

Anlæg	Overføring (MW)		Mio. kr/km
Vekselstrøm, luftledninger			
400 kV	2 system	2 x 2.000	3,5
400/150/132 kV	Kombi	2.000 + 500	3,0
150/132 kV	2 system	2 x 500	2,5
Vekselstrøm, jordkabler			
400 kV	1 system	1.000	15,0
150/132 kV	1 system	300	5,0
Jævnstrøm			
400 kV	Luftledning	1.200	2,0
400 kV	Jordkabel	1.200	8,5
400 kV	Søkabel	1.200	9,0

Tabel 2 Oversigt over anlægspriser

6. Scenarier

Til belysning af de økonomiske konsekvenser af større eller mindre grader af kabellægning har arbejdsgruppen bedt ELSAM og ELKRAFT foretage nogle skøn over investeringerne ud fra tre scenarier.

De tre scenarier, der er grove overslag og ikke kan betragtes som planer, kan beskrives således:

Scenario A: 400 kV nettet udbygges som luftledninger i eksisterende tracéer, evt. kombineret med 150/132 kV ledninger. Nye ledningsanlæg under 400 kV kabellægges. Eksisterende ledningsanlæg under 400 kV bibeholdes og renoveres.

Scenario B: 400 kV nettet udbygges som luftledninger, evt kombineret med 150/132 kV ledninger. Udbygningen fremskyndes. Hele luftledningsnettet under 400 kV afvikles over en periode på 20 år. 150/132 kV og 60/50 kV nettene omstruktureres gennemgribende.

Scenario C: 400 kV luftledningsnettet udbygges ikke som oprindeligt planlagt. Nye 400 kV anlæg kabellægges. Hele luftledningsnettet under 400 kV afvikles over en periode på 20 år. Det samlede net har ringere forsyningssikkerhed end nettene i scenario A og B.

De tre scenarier er vist i tabel 3 sammen med elselskabernes hidtidige praksis og nugældende politik. I tabel 4 og tabel 5 er vist henholdsvis luftledningsnetets længde og investeringerne i de tre scenarier.

Beregningerne viser, at investeringerne bliver meget omfattende ved kabellægning i det omfang, som er forudsat i scenario B og C, hvor investeringsniveauet er henholdsvis 28 og 39 mia. kr. Fordeles disse over 20 år, bliver der tale om elprisstigninger af størrelsesordenen 4 henholdsvis 5 øre/kWh i en 20 års periode. For disse penge fås en reduktion af den samlede luftledningslængde på omkring 8090 %, men i scenario C også en reduceret forsyningssikkerhed.

Investeringsniveauet i scenario A er 6 mia. kr. Scenario A viser noget højere investeringer hos ELSAM end den nugældende politik, medens investeringerne hos ELKRAFT vil være noget lavere end den nugældende politik. Elprisstigningen i ELSAM-området svarer til mellem ½ og 1 øre/kWh. Scenariet fører til en svag forøgelse af den samlede luftledningslængde i ELKRAFT-området og må derfor umiddelbart vurderes som ringere end den nugældende politik, der indebærer en stabilisering af luftledningslængden i

Danmark som helhed, men således at den samlede ledningslængde i Jylland øges med ca. 425 km, medens den reduceres med ca. 450 km på Sjælland.

Det bemærkes, at ELKRAFT i december 1993 har vedtaget at ændre den hidtige praksis med henblik på at reducere den samlede mængde luftledning i især tættere bymæssig bebyggelse. ELSAM arbejder tilsvarende på en handlingsplan for oprydning i elnettet, som påregnes vedtaget, når der er opnået enighed mellem parterne om anbefalingerne. Handlingsplanen vil kunne føre til ændringer i forhold til ELSAMs nugældende politik.

Udover aktiviteterne på de høje spændingsniveauer ligger de store kabelinvesteringer på lavspænding og 20/10 kV. På disse niveauer kabellægges der alene i ELSAM-området for ca. 0,6 mia. kr/år i forbindelse med almindelige vedligeholdelsesarbejder.

Betegnelse	Hidtidig praksis	Nugældende politik	Scenario A	Scenario B	Scenario C
Indhold/ Spændingsniveau	Maksimal luftledningsandel	Reduktion af samlet ledningslængde (ELKRAFT) Maksimal tracéudnyttelse (ELSAM) Ombygning til højere spænding	Nyanlæg under 400 kV i kabel	Maksimal kabelandel	Ingen ny 400 kV luftledning ²⁾ Maksimal kabelandel
400 kV, nyt	Luftledning ¹⁾	Luftledning	Luftledning ¹⁾	Luftledning ¹⁾	Kabel
Eksisterende	Bibeholdes	¹⁾ Kabel i by Bibeholdes	Kabel i by Bibeholdes	Kabel i by Bibeholdes	Bibeholdes
150/132 kV, nyt	Luftledning på land, delvis kabel i by	Luftledning på land, kabel i by	Kabel	Kabel	Kabel
Eksisterende	Bibeholdes (renoveres)	Bibeholdes, men reduceres (tilbageværende renoveres)	Bibeholdes (renoveres)	Afvikles over 1020 år	Afvikles over 1020 år
60/50 kV, nyt	Luftledning/-kabel	Kabel	Kabel	Kabel	Kabel
Eksisterende	Bibeholdes (renoveres)	Bibeholdes, men reduceres (tilbageværende renoveres)	Bibeholdes (renoveres)	Afvikles over 1020 år	Afvikles over 1020 år

Tabel 3 Elselskabernes hidtidige praksis, nugældende politik og scenario A, B og C.

¹⁾ Fremføres som luftledning evt. kombineret med 132 kV eller 150 kV system. 400 kV kabel anvendes: a) i byer, b) ved stik tilslutning, c) ved kort vandkrydsning.

²⁾ Påbygning af andet system og ombygning af eksisterende 400 kV luftledning til tosystem forudsættes mulig.

e	Spændings-niveau	Nuvær. net	Nugæld. politik	Scenar. A	Scenar. B	Scenar. C
ELSAM	400 kV	696	956	956	1.086	733
	150 kV	2.086	2.250	2.005	0	0
	60 kV	5.300	5.300	5.300	0	0
ELSAM	i alt	8.082	8.506	8.261	1.086	733
ELKRAFT	400 kV	191	390	398	480	381
	132 kV	1.020	756	857	0	0
	50 kV	1.061	676	1.028	0	0
ELKRAFT	i alt	2.272	1.822	2.283	480	381
Danmark	400 kV	887	1.346	1.354	1.566	1.114
	150/132 kV	3.106	3.006	2.862	0	0
	60/50 kV	6.361	5.976	6.328	0	0
Danmark	i alt	10.354	10.328	10.544	1.566	1.114

Tabel 4 Luftledningslængder i km (tracéekilometer)

Område	Spændings-niveau	Nugældende politik	Scenario A	Scenario B	Scenario C
ELSAM	400 kV	1,3	1,4	2,3	6,7
	150 kV	0,5	1,3	11,2	13,7
	60 kV	0,6	1,8	7,1	7,1
ELSAM	i alt	2,4	4,5	20,6	27,5
ELKRAFT	400 kV	1,6	0,9	2,0	0,0
	132 kV	0,8	0,4	3,8	9,0
	50 kV	0,3	0,0	1,6	3,0
ELKRAFT	i alt	2,7	1,3	7,4	12,0
Danmark	400 kV	2,9	2,3	4,3	6,7
	150/132 kV	1,3	1,7	15,0	22,7
	60/50 kV	0,9	1,8	8,7	10,1
Danmark	i alt	5,1	5,8	28,0	39,5

Tabel 5 Investeringer i mia. kr over en 20 års periode. En række investeringer fælles for alle beregninger er dog ikke medregnet i tabellen, f. eks. kabelforbindelsen under Storebælt.

7. English Summary

7.1 Introduction

In August 1993 the Minister of Environment took the initiative to appoint a working group which was to clarify some principles for choosing between overhead lines and underground cables of high voltage systems. At the same time, the Minister of Energy, the Minister of Housing and Building and the chairman of "Association of Danish Electric Utilities" were informed about the initiative of the Minister of Environment.

The working group was given the assignment of preparing a minute about reconstruction of old and construction of new high voltage connections which illuminates the basis of the choice between overhead lines and underground cables as regards the landscape, the technical opportunities for undergrounding at various voltage levels, and what underground cables cost compared with overhead lines. The minute should form the basis of laying down of principles for choosing between overhead lines and underground cables, and how these can be carried through.

The working group finished its work with a minute of February 1995 which contains the recommendations of the working group. Apart from this, the premises of the assignment are summarized regarding the choice between overhead lines and underground cables. In a background paper the administrative approval of high voltage systems in state, county and municipalities is described more detailed. The background paper appeals especially to the technicians and planners in the utilities and counties who have to put the principles into practice.

The main stress is laid on high voltage systems of 50 kV and above.

The Minister of Housing and Building and the Minister for Environment and Energy both approved the minute in February 1995. Further, the minute has been submitted to the regional organizations and the electric utilities who have adopted the principles and recommendations of the minute.

This report contains the approved minute and the background paper about principles for construction and upgrading of high voltage systems.

The composition of the working group appears from appendix 1 to the report.

It should be noted that on 27 September 1994 the Ministry of Energy and the Ministry of Environment were united to Ministry of Environment and Energy.

The Ministry of Environment and Energy,

Spatial Planning Department, Juni 1995

7.2 Summary

The conflicts in connection with the high voltage systems have been intensified during the past years. It is a growing wish to avoid that overhead lines are placed in the vicinity of builtup areas. Still, due to their physical dimensions and visibility over longer distances it is very difficult to fit the high voltage towers into the landscape. Therefore, a growing concern for environmental protection has led to wishes that the open country is kept free of overhead lines as far as possible.

Generally, it will not be possible clearly to define the landscape types and areas in where the overhead lines are likely to be accepted. A specific assessment must be made whenever a major line is to be established. In this assessment partly a weighting of electric supply reliability and economy in the light of the assignments of the high voltage system, and partly a weighting of various nature interests, etc. and a weighting of these conditions against alternative possibilities and the expenses connected hereto must be included. By this assessment it is also of essential importance how the electric plants are formed, and how it is fitted into the landscape.

First of all, overhead lines should be avoided in densely builtup areas and in protected areas, especially valuable landscapes, areas included in the shore protection line of the Nature Protection Act, around monuments of the past, churches and EU bird protection areas. Apart from this overhead lines should be avoided as far as possible in valuable landscapes, forests, potential nature rebuilding areas included in the Nature Protection Act, and in landscapes that are unaffected by major technical constructions. In cases where overhead lines will have a considerable impact on the above areas, and no other acceptable alternative right of way can be found, underground cables must be considered.

The expenses of overhead lines are relatively independent of the need of the transmission capacity contrary to underground cables, in which the expenses increase substantially when the voltage level and the demand for transmission capacity are increased. Today, it is e.g. 6-20 times more expensive to use underground 400 kV alternating current (AC) connections which is the highest voltage level used in Denmark whereas it is 4-6 times more expensive to use underground 150/132 kV AC connections.

The upper limit to the additional costs implies that the cable is constructed with the same capacity as the overhead line. In practice, you often chose a lower capacity of underground cables than by overhead lines for economical reasons.

At the same time the additional costs vary substantial within the separate voltage levels, dependant on the local conditions. E.g. it is more expensive to

underground in builtup areas due to, among other things, heavier excavation expenses.

In addition to this, an upper limit as regards AC cables exists as to how long cable lengths can be operated on high voltage levels without being necessary to insert reactor stations due to technical reasons, contrary to AC overhead lines. At 400 kV cables reactor stations are necessary for every 15–20 km and at 150/132 kV cables for every 30–40 km.

The undergrounding of e.g. new 60/50 kV AC connections does not involve additional costs to the same extent. The undergrounding of existing 60/50 kV overhead lines is, however, considerably more expensive than continuous maintenance.

400 kV has been chosen as the superior voltage level, as the transmission loss, among other things, is smaller at high voltages. Moreover, other things being equal the use of high voltages makes it possible to reduce the extent of the electricity network in number of km considerably. An extension of the 400 kV transmission network can thus give a total reduction of the length of the high voltage network, primarily at the 150/132 kV level. An extension of the 400 kV network, and undergrounding or removal of 150/132 kV overhead lines should thus be coherently considered.

On the above basis, the Association of Danish Electric Utilities, the Association of County Councils in Denmark, the Ministry of Housing and Building, and the Ministry of Environment and Energy have agreed that the electricity utilities and the regional authorities should cooperate on organising an overall longterm planning comprising a detailed prioritisation of the changes of the existing high voltage network and the future extension, with a view to reducing the inconveniences caused by the overhead lines as much as possible.

The following principles should constitute the basis of this prioritisation as far as regards AC connections:

- A reduction of the total network of overhead lines of above 100 kV should be aimed at. New 400 kV and 150/132 kV lines should be planned in consideration of that aim.
- 400 kV lines can normally be established as overhead lines. However, in special cases an undergrounding of 400 kV connections over short distances should be considered, for example in connection with the feeding of large cities, or in cases where the establishment of an overhead line would affect national nature interests seriously, and no other acceptable alternative route can be found.

- 150/132 kV lines can be established as overhead lines, where this can be done without affecting builtup areas substantial or nature interests considerably, for example as a combined 400 and 150/132 kV overhead line.
- In connection with the reduction of the network of overhead lines, the removal or undergrounding of existing 150/132 kV overhead lines is aimed at, where the placing is inconvenient in relation to builtup areas or substantial nature interests.
- New lines under 100 kV are established as underground cables.
- Existing 60/50 kV overhead lines are established as underground cables if the lines are disadvantageous in relation to builtup areas or substantial nature interests.
- In connection with major reconstruction works, the existing lines are considered equally with new lines.

As far as high voltage direct current (HVDC) connections are concerned, the following principles should constitute the basis of the prioritisation:

- It should always be attempted to establish lines as underground cables, regardless of voltage level, in connection with new lines or major reconstruction works.

ELSAM has assessed that if the above principles are followed in practice, the additional costs, in relation to the present policy, will be in the order of 3.2 billion Danish Kroner over a period of 20 years corresponding to just under 1/100 Danish Krone per kWh over the 20 years. ELSAM has notified that the company is preparing a new action plan for reconstruction of the electricity network. The action plan is expected to be adopted, when the parties have agreed on the principles for which reason the plan has not been related to the assessment.

ELKRAFT has notified that in December 1993 the company decided to modernize the electricity network in the metropolitan area on the basis of a new policy which, among other things, aim at reducing the number of overhead lines, especially in densely builtup areas. ELKRAFT has assessed that the principles will hardly cause additional costs in relation to the new policy which includes investments in the network of about 2.7 billion Danish Kroner over a period of 20 years.

The above assessments are, however, rather uncertain as the realized costs will be the result of a course of negotiations that is difficult to predict and which will include the weighting of investments, security of supply, nature interests etc.

8. Bilag

8.1 Arbejdsgruppens sammensætning

Kontorchef Solveig Øster (formand)

Underdirektør Lars Lorensen

Fuldmægtig Rud Johansen (sekretær)

(den 1. marts 1994 afløst af)

Akademiingeniør Skjold R. Nielsen

Fuldmægtig Hanne Rådeker

Civilingeniør Poul Henriksen

Fuldmægtig Torben Schulze

Kontorchef Inga Thorup Madsen

Civilingeniør Kaj Stærkind
(den 5. april 1994 afløst af)

Spec.kons. Sigurd Lauge Petersen

Fuldmægtig Gurli Bonde

Afdelingsingeniør Niels Rotne

Fuldmægtig Susanne Krigslund
(den 25. maj 1994 afløst af)

Civilingeniør Niels Peter Jensen

Overingeniør Ulla Röttger
(den 26. oktober 1994 afløst af)

Civilingeniør Flemming Wyrzt

Afdelingsingeniør Jytte Kaad Jensen

Miljø og Energiministeriet/ Landsplanafdelingen

Landsplanafdelingen

Landsplanafdelingen

Landsplanafdelingen

Skov og Naturstyrelsen

Tidl. Energiministeriet,

nu

Energistyrelsen

Energistyrelsen

Energistyrelsen

Energistyrelsen

Boligministeriet

Elektricitetsrådet

Amtsrådsforeningen

Amtsrådsforeningen (Nordjyll. Amt)

Danske Elværkers Forening

Danske Elværkers Forening

ELSAM

ELKRAFT (*NESA A/S*)

8.2 ELSAM: Eksisterende transmissionsnet - ultimo 1993

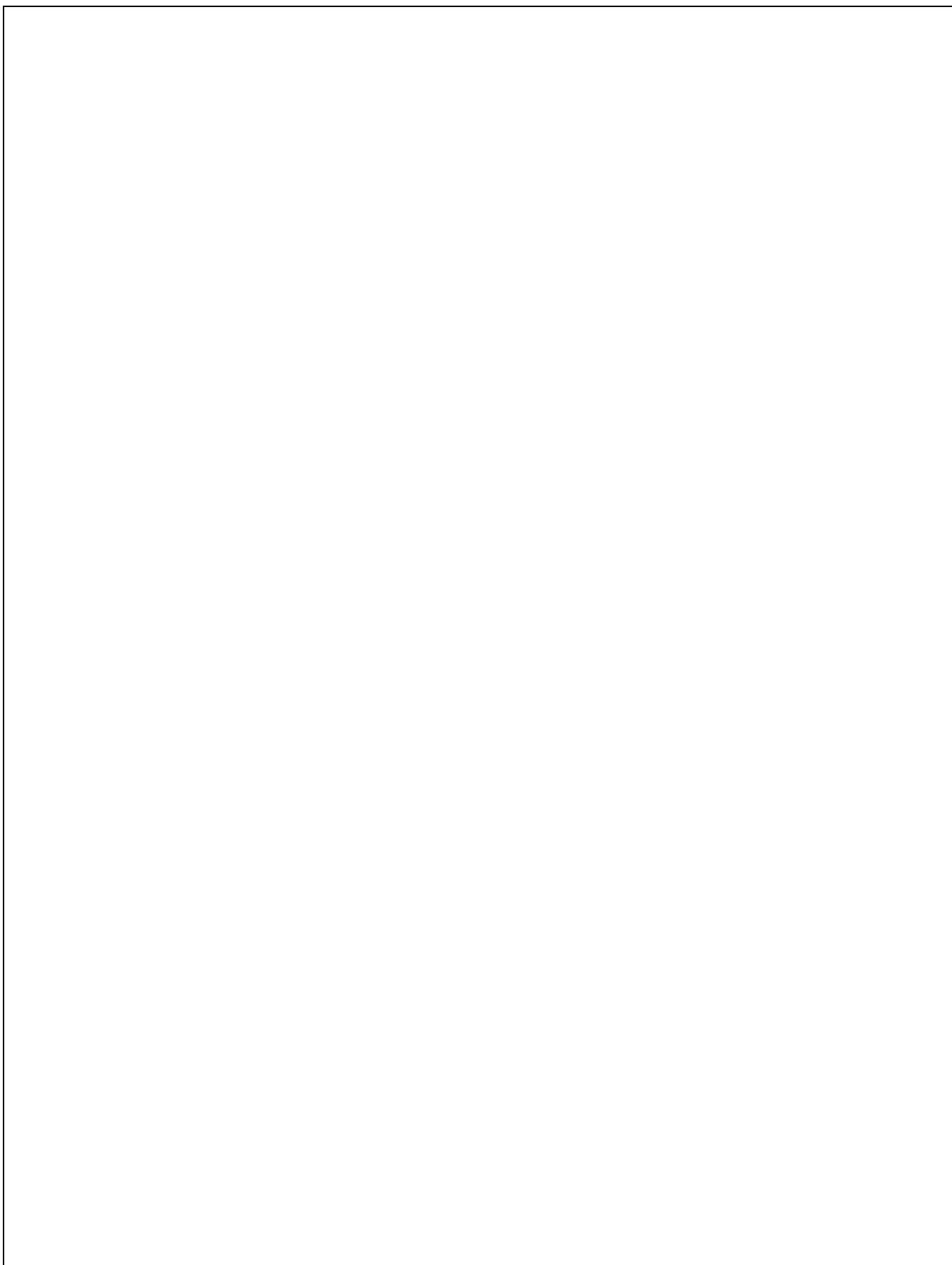
Fejl! Ukendt

argument for parameter.

8.3 ELSAM: Planlagt langsigtet netudbygning
(tidligste idriftsættelsestidspunkt)

Fejl! Ukendt argument
for parameter.

8.4 ELKRAFT: Eksisterendetransmissionsnet ultimo 1993



Fejl! Ukendt argument for parameter.

8.5 ELKRAFT: Planlagt langsigtet netudbygning

Fejl! Ukendt argument for parameter.

Miljø og energiministeren nedsatte i august 1993 en arbejdsgruppe med repræsentanter fra elselskaberne, Amtsrådsforeningen, Boligministeriet og Miljø og Energiministeriet. Arbejdsgruppen fik til opgave at belyse det landskabelige grundlag for valget mellem luftledninger og jordkabler, de tekniske muligheder for kabellægning på forskellige spændingsniveauer, og hvad kabellægning koster sammenlignet med luftledninger.

Boligministeren og miljø og energiministeren godkendte arbejdsgruppens anbefalinger i februar 1995.

Endvidere har elselskaberne og de kommunale organisationer tiltrådt arbejdsgruppens anbefalinger.

Denne rapport indeholder de godkendte principper for etablering og sanering af højspændingsanlæg.