

RUS-plan 2016
(Reinvesterings-, Udbygnings- og Saneringsplan)
- Gældende for Energinet.dk's elanlæg

RUS-plan 2016

Udgivet af Energinet.dk
Tonne Kjærvej 65
7000 Fredericia
Tlf. 70 10 22 44

Rapporten kan downloades på: www.energinet.dk

Indhold

1.	Indledning	5
2.	Sammenfatning	8
2.1	Planens rammer	8
2.2	Netstrukturen på det mellemlange sigte	9
2.3	Projekter i anlægsfasen	13
2.4	Projekter i planlægningsfasen til beslutning	13
2.5	Projekter i screeningsfasen til opstart i planlægningsfasen	14
3.	Politiske planlægningsrammer	17
3.1	Lovgivning	17
3.2	Retningslinjer for kabellægning og udbygning af elnettet	18
4.	National netplanlægning	21
4.1	Plankoncept	21
4.2	Analyseforudsætninger	22
4.3	Planlægningsbalancer og -kriterier	23
4.4	Asset management	24
5.	Koordinering til europæisk netplanlægning	25
5.1	Europæisk tilsyn	25
5.2	Planlægningsgrundlag	27
5.3	Forudsætninger	27
6.	Status på transmissionsnettets udvikling	29
6.1	Reinvesteringer	31
6.2	Udbygninger	34
6.3	Sanering og omlægninger	37
6.4	Øvrige projekter	41
7.	Reinvesteringsbehov	42
7.1	Stationer	42
7.2	Transformere	44
7.3	Ledningsanlæg	45
7.4	Øvrige reinvesteringer	47
8.	Behov for udbygninger og saneringer	48
8.1	Svage steder	48
8.2	Behov for netudbygninger	49
8.3	Variationsstudier	56
8.4	Behov for saneringer	56
8.5	Behov for statiske spændingsregulerende komponenter	57
8.6	Behov for systembærende egenskaber	58
9.	Projektkoordinering	59
9.1	Samlet plan for mulige projekter	60
9.2	Koordinering med projekter i planlægnings- og anlægsfasen	62
9.3	Koordinering mellem mulige projekter	62
10.	Opsummering af netændringer	65
10.1	Reinvesteringer	65

10.2	Udbygninger og sanering	67
11.	Økonomi	68
11.1	Mulige projekter	68
11.2	Igangværende, planlagte og mulige projekter	69
12.	Belastningsgrad og nettab	72
12.1	Nettets fremtidige belastningsgrad	72
12.2	Udvikling i nettab	73
13.	Referenceliste	75

1. Indledning

Energinet.dk's Reinvesterings-, Udbygnings- og Saneringsplan 2016 (RUS-plan 2016) beskriver og illustrerer Energinet.dk's planer for eltransmissionsnettet for den kommende 10-årige periode.

RUS-planen forventes opdateret én gang om året. Den er en del af Energinet.dk's samlede plankoncept for udvikling af eltransmissionsnettet, der også indeholder en perspektivplan. RUS-planen og perspektivplanen udgør tilsammen Energinet.dk's langsigtede sammenhængende netudviklingsplan. Plankonceptet beskrives nærmere i afsnit 4.1. Perspektivplanen udgives hvert andet år og beskriver mulige langsigtede netstrukturer. Energinet.dk's plankoncept udvikles kontinuert, så det altid er i overensstemmelse med gældende lovgivning og understøtter Energinet.dk's strategiske målsætninger og øvrige forudsætnings- og planlægningsarbejde.

Formålet med RUS-planen er at etablere en sammenhængende planlægning, der bidrager til at sikre en rettidig igangsætning af detailplanlægning og etablering af kommende konkrete projekter i transmissionsnettet. Derudover bidrager planen til opfyldelse af lovgivningen om udarbejdelse af planer, giver input til Energinet.dk's budget og danner grundlag for planlægningssamarbejdet med netselskaberne. Mere konkret indeholder planen følgende:

- Status over det aktuelle transmissionssystem.
- Et geografisk, økonomisk og tidsmæssigt overblik over reinvesteringsbehovet i transmissionsnettet.
- Kortlægning af transmissionsnettets begrænsninger og årsagerne hertil (øget forbrug, indpassning af vedvarende energi og øvrig produktion samt udnyttelse af udlandsforbindelser).
- Forslag til netudbygninger der fjerner begrænsningerne og opgørelse af deres omkostninger. De endelige løsninger fastlægges i planlægningsfasen, hvor også drifts- og markedsbaserede løsninger kan indgå i vurderingen. Valg af endelig løsning sker i planlægningsfasen ved udarbejdelse af en business case baseret på tekniske/samfundsøkonomiske kriterier.
- Et bud på koordinering af reinvesterings-, udbygnings- og saneringsprojekter baseret på kriterier om idriftsættelsestidspunkt og geografi for at optimere økonomi, ressourcer og udetid.
- Behovet for systembærende egenskaber.
- En samlet status for Energinet.dk's projekter i anlægsfasen, planlægningsfasen og screeningsfasen pr. 1. december 2016.

Behovet for ændringer i transmissionsnettet er fastlagt på baggrund af den udvikling i forbrug, produktionskapacitet og udlandsforbindelser, der er beskrevet i Energinet.dk's analyseforudsætninger og de eksisterende anlægs aktuelle tilstand.

Som en del af regeringens PSO-aftale fra den 17. november 2016 er der fastlagt nye politiske rammer for kabellægning og etablering af nye transmissionsanlæg. Disse er grundlag for RUS-plan 2016 og omfatter overordnet set, at nye 400 kV-forbindelser etableres som luftledninger, at eksisterende 132-150 kV-net opretholdes som luftledninger, og at nye 132-150 kV-forbindelser etableres som kabler. Med PSO-aftalen er der dermed truffet en politisk beslutning om at annullere ka-

behandlingsplanen for 132-150 kV-nettene fra 2009, og i stedet give mulighed for kabellægning af udvalgte strækninger gennem naturområder og bymæssig bebyggelse.

RUS-plan 2016 fokuserer på behovet for udvikling af det interne danske transmissionsnet for de kommende 10 år. Den langsigtede netstruktur og mulige nye udvekslingsforbindelser vurderes i Energinet.dk's nye perspektivplan, der forventes offentliggjort som en pilotudgave medio 2017 medio 2017. Perspektivplanen koordineres tæt med den europæiske planlægning i ENTSO-E, der beskrives via Ten Year Network Development Plan, TYNDP.

Resultaterne fra RUS-planen indarbejdes i Energinet.dk's projektportefølje, og efterhånden som projekterne bliver aktuelle, igangsættes den konkrete projektplanlægning. Der gennemføres detailanalyser og udarbejdes beslutningsgrundlag til videre behandling og godkendelse i Energinet.dk og hos myndighederne.

RUS-planens mulige projekter er således ikke besluttede projekter, men viser nettets optimale udvikling under de gældende rammer og forudsætninger. I praksis kan det besluttes, at et konkret projekt, som er beskrevet i RUS-planen, ikke skal gennemføres, eller at det skal ændres som følge af, at planens rammer og forudsætninger ændres.

Målgruppen for RUS-plan 2016 er Energinet.dk's egne beslutningstagere, Energistyrelsen, Energitilsynet, netselskaber i Danmark, Dansk Energi, systemansvarlige transmissionsvirksomheder i udlandet (TSO'er), den europæiske sammenslutning af TSO'er (ENTSO-E) samt øvrige nationale og internationale interessenter.

Anvendte definitioner

I RUS-planen anvendes følgende definitioner:

Reinvesteringer (og levetidsforlængelser)	Omfatter investeringer, som foretages for at imødekomme et behov, som udspringer af en komponents tilstand eller alder. Foruden det viste reinvesteringsbehov, vil der være behov for løbende vedligehold i mindre dele af nettet (<5 mio. kr.). Dette er ikke behandlet nærmere i RUS-planen.
Udbygninger	Omfatter investeringer, som foretages for at løse et teknisk behov, som udspringer af ændringer i forudsætninger for forbrug, produktion og udvekslingskapacitet.
Saneringer	Omfatter investeringer, som foretages af hensyn til forskønnelse eller omlægninger. Forskønnelse omfatter kabellægninger eller ændringer af luftledningstracéer baseret på politiske ønsker. Omlægninger omfatter kabellægning eller ændringer af luftledningstracéer initieret af tredjepart.
Igangværende projekt (anlægsfasen)	Omfatter projekter i anlægsfasen, hvor der er opnået de nødvendige interne og myndighedsmæssige godkendelser for at gennemføre projekter.

Planlagt projekt (planlægningsfasen)	Omfatter projekter i planlægningsfasen, hvor Energinet.dk's beslutningstagere har godkendt nærmere analyser for at identificere og indstille den teknisk/samfundsøkonomiske optimale løsning til at imødekomme et givent behov.
Muligt projekt (screeningsfasen)	Omfatter projekter i screeningsfasen, som potentielt skal gennemføres for at løse et givent behov. Gennemførelse og løsningsvalg i et muligt projekt er forholdsvis usikker, da det ofte bygger på forventede behov, ligesom løsningsvalg bliver gransket nærmere i planlægningsfasen.
Projektnavne	<p>Projektnavne for mulige projekter beskrives så vidt muligt i forhold til det behov, som projektet skal løse, fx:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aflastning af 150/60 kV-skillemuren i Kærbybro Dette projekt navn fortæller, at der er behov for at sænke belastningerne på den eksisterende 150/60 kV-transformer i Kærbybro. Til at løse behovet kan der være flere forskellige løsninger, fx: <ul style="list-style-type: none"> - Ny parallel transformer i Kærbybro. - Udskiftning af eksisterende transformer i Kærbybro. - Omkobling af 60 kV-nettet og eventuelt udskiftning af en transformer i en anden station. • Reinvestering af 150 kV-luftledningen mellem Åstrup og Trige (sydlig tracé) Dette projekt navn fortæller, at der er et reinvesteringsbehov på 150 kV-luftledningen. Navnet fortæller ikke, hvilke dele af luftledningen der har et reinvesteringsbehov. Dette beskrives nærmere i bilagsrapporten med projektbeskrivelser. Til at løse behovet kan der være flere forskellige løsninger, fx: <ul style="list-style-type: none"> - Udskiftning af de dele der har reinvesteringsbehov inden for kortere tidshorisont. - Udskiftning af de dele der har reinvesteringsbehov inden for både kortere og længere tidshorisont. - Etablering af en ny kabelforbindelse og demontering af luftledningen. <p>Ved at anvende overordnede behovsbeskrivelser frem for løsninger i projektnavnet, er det i højere grad muligt at anvende samme projekt navn i både screenings-, planlægnings- og anlægsfasen, selv om løsning eller omfang ændres.</p> <p>I RUS-planen er der forudsat en løsning for at kunne opføre den samlede økonomi. Den forudsatte løsning er beskrevet i bilagsrapporten med projektbeskrivelser.</p>

2. Sammenfatning

Energinet.dk's RUS-plan er den første samlede plan for eltransmissionsnettet, hvor både behovet for reinvesteringer, udbygninger, saneringer og omlægninger er sammenstillet og koordineret i forhold til hinanden. Planen dækker det mellemlange sigte og rækker 10 år frem i tiden.

Planen leverer en sammenhængende planlægning, der bidrager til at sikre en rettidig igangsætning af detailplanlægning og etablering af kommende konkrete projekter i transmissionsnettet. Planen er også et vigtigt input til Energinet.dk's opfyldelse af lovgivningen om udarbejdelse af planer, og danner et betydeligt grundlag for planlægnings Samarbejdet med netselskaberne.

RUS-planen er en del af Energinet.dk's samlede plankoncept, som desuden består af en perspektivplan. RUS-planen og perspektivplanen udgør tilsammen Energinet.dk's langsigtede sammenhængende netudviklingsplan. Plankonceptet beskrives nærmere i afsnit 4.1. Perspektivplanen giver et bud på en langsigtet netstruktur, som reference for de løsninger der vælges i RUS-planen. Den første perspektivplan forventes offentliggjort som en pilot-udgave medio 2017, og der er således ikke en langsigtet referencestruktur for RUS-plan 2016. Dette vil være tilfældet med næste års RUS-plan 2017.

RUS-planen viser en samlet status for Energinet.dk's projekter i anlægsfasen, planlægningsfasen og screeningsfasen pr. 1. december 2016. Med mindre andet er beskrevet, opgøres alle priser i RUS-planen i faste 2016-priser.

2.1 Planens rammer

Energinet.dk's RUS-plan 2016 er udarbejdet under de gældende politiske retningslinjer for kabel-lægning og udbygning af transmissionsnettet i Danmark, som senest er blevet revideret i forbindelse med den politiske aftale om afskaffelse af PSO-afgiften fra den 17. november 2016.

De nye principper betyder, at nye 400 kV-forbindelser etableres med luftledninger med mulighed for kompenserende kabellægning på udvalgte strækninger og med mulighed for kabellægning af 132-150 kV-net i nærheden af 400 kV-luftledninger.

Herudover betyder de nye principper, at kabelhandlingsplanen fra 2009 annulleres og i stedet erstattes af en mulighed for at kabellægge udvalgte 132-150 kV-strækninger gennem naturområder og bymæssig bebyggelse. De konkrete rammer for udmøntningen af dette er ved at blive klarlagt, hvormed kabellægning af udvalgte strækninger i 132-150 kV-nettet ikke behandles i detaljer i forbindelse med RUS-plan 2016. I fremtidige udgaver af RUS-planen forventes dette inkluderet med en status og angivelse af mulige projekter.

Eltransmissionsnettet 2016

Det overordnede vekselstrømsnet består af samlet ca. 4.200 tracé-km luftledninger og kabler. Da der på nogle tracéer hænger flere systemer på samme masterække svarer dette til ca. 6.000 system-km. Fordelingen mellem de forskellige spændingsniveauer er vist nedenfor.

Tracé-km	Luftledninger	Kabler	I alt
132 kV	753	476	1.228
150 kV	1.216	605	1.822
220 kV	40	84	124
400 kV	946	114	1.061
I alt	2.956	1.279	4.235

Foruden vekselstrømsnettet er der jævnstrømsforbindelser til Tyskland, Sverige og Norge samt mellem Fyn og Sjælland.

Der er i alt ca. 250 transformere fordelt på 184 stationer som vist nedenfor.

Antal	Stationer	Transformere
132 kV	75	112
150 kV	78	107
220 kV	5	5
400 kV	26	30
I alt	184	254

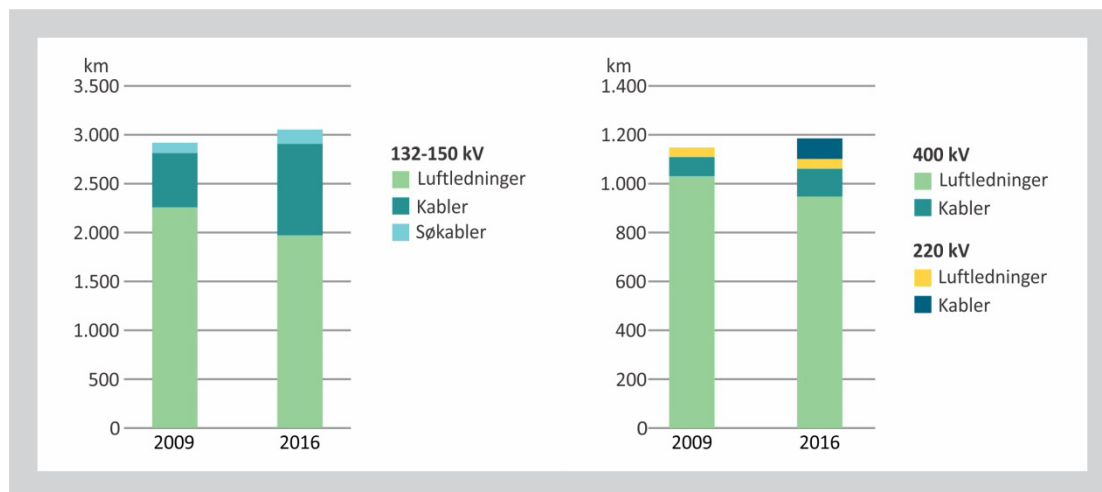
Ovenstående opgørelse omfatter udelukkede selvstændige effektransformere, som er en del af transmissionsnettet. Herudover ejer Energinet.dk en række øvrige transformere, som fx egenforsynings-, pol- og maskintransformere. Disse behandles, som en del af det anlæg de

Status på kabelhandlings- for forskønnelsesplanerne fra 2009

Energinet.dk's forskønnelsesrapport fra 2009 præsenterede seks forskønnelsesprojekter i 400 kV-højspændingsnettet med henblik på at gøre landskabet mere harmonisk.

På nuværende tidspunkt er forskønnelsesprojekterne Lillebælt og Aggersund afsluttede i henholdsvis 2014 og 2015. Forskønnelsen omkring Vejle Ådal forventes afsluttet i løbet af 2017. De tre øvrige projekter ved Kongernes Nordsjælland, Roskilde Fjord og Årslev Engsø genoptages og planlægges gennemført efter 2020. Det endelige tidspunkt er endnu uafklaret.

De sidste kabelhandlingsplansprojekter blev igangsat efter Netudviklingsplan 2013, som er den seneste opfølgning på kabelhandlingsplanen fra 2009. Kabelhandlingsplanens projekter lukkes på et tidspunkt, hvor der er demonteret ca. 25 % af det samlede luftledningsnet. Af det samlede budget for gennemførelse af kabelhandlingsplanen vil ca. 20 % blive realiseret. De sidste projekter relateret til kabelhandlingsplanen afsluttes i 2019, da disse var påbegyndt inden PSO-aftalen blev vedtaget.



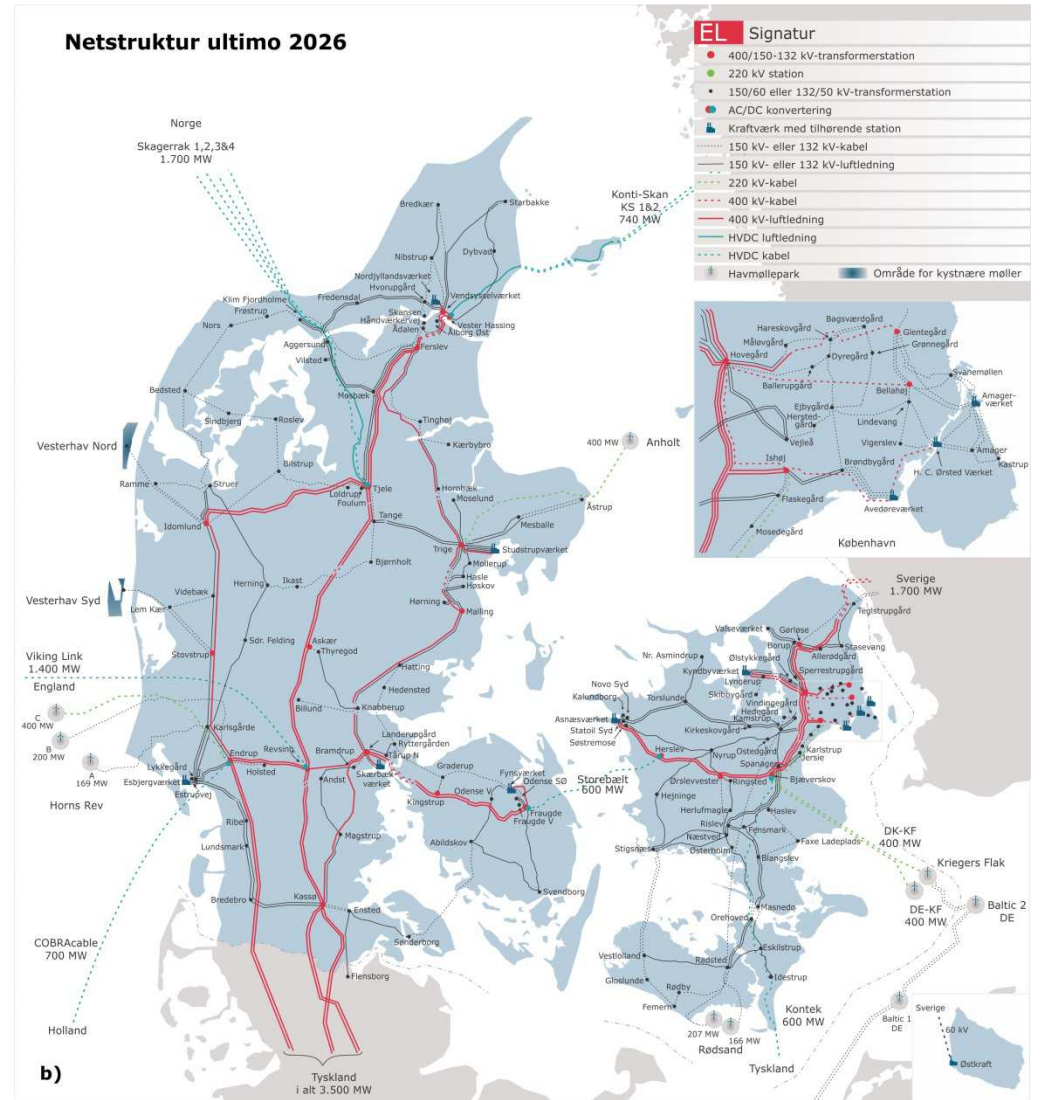
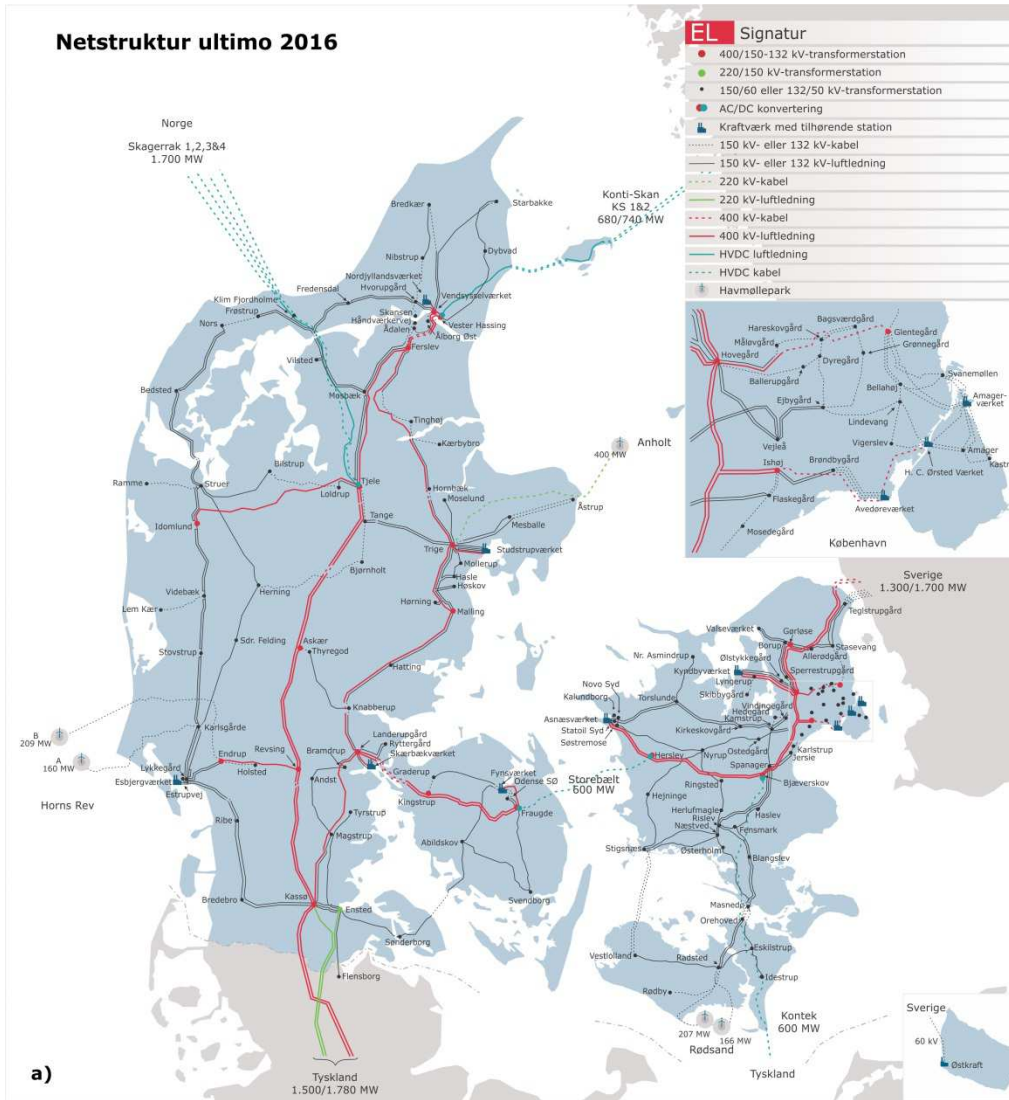
Figur 1 Omfang af kabler og luftledninger i tracé-km inden igangsætning af kabelhandlings- og forskønnelsesplanerne i 2009 og primo 2016.

2.2 Netstrukturen på det mellemlange sigte

Netudviklingen for de kommende 10 år er præget af udbygninger, der primært er udløst for at sikre udnyttelsen af nye udlandsforbindelser til Tyskland, Holland og England samt indpasningen af konkrete vindkraftsprojekter både off- og onshore.

Herudover udløser den forudsatte generelle udviklingen i forbrug og vedvarende energi behov for forstærkninger. Dette skyldes særligt, at produktionen omlægges fra centrale og decentrale kraftværker til vedvarende energi. Da produktionen fra vedvarende energi ofte er placeret geografisk langt fra de store forbrugsområder, kan dette give behov for netforstærkninger for at kunne transportere effekten væk fra produktionsenhederne og hen til forbrugerne.

Det eksisterende transmissionsnet og den mulige netstruktur i 2026 fremgår af Figur 2. Nettet for 2026 er baseret på løsninger ved anvendelse af netudbygninger. De endelige løsninger fastlægges i forbindelse med detailplanlægningen, hvor også drifts- og markedsbaserede løsninger kan indgå i vurderingen, efterhånden som de bliver til rådighed.



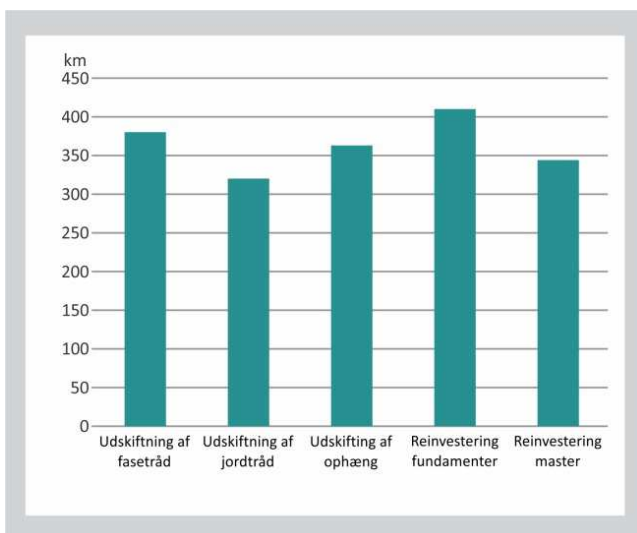
Figur 2 a) Det eksisterende transmissionsnet i Danmark og b) den mellemlange netstruktur for transmissionsnettet i Danmark.

400 kV-netudvikling

I perioden er der ca. 300 km nye 400 kV-forbindelser i planlægningsfasen, der som udgangspunkt etableres med luftledninger. Disse forbindelser er nødvendige for at kunne indpasse nye udlandsforbindelser til Holland, Tyskland og England samt de store mængder af vindkraft, der kommer.

Foruden projekterne i planlægningsfasen medfører særligt indpasning af store mængder vedvarende energi, at der er behov for yderligere forstærkninger i 400 kV-nettet frem mod 2026. Der er blandt andet behov for etablering af en ca. 70 km lang 400 kV-forbindelse mellem Ferslev og Tjele af hensyn til indpasningen vindkraft i Nordjylland. Herudover er der behov for udbygning af eksisterende stationer med samlet set 15 nye felter, 5 transformere og 1 reaktor.

Samlet set forventes et øget omfang af 400 kV-forbindelser på 370 km i perioden indtil 2026, der som følge af de nye principper for udbygning af elinfrastrukturen som udgangspunkt forventes etableret med luftledninger. I forbindelse med detailplanlægningen fastlægges eventuelle kompenserende kabellægninger på forbindelserne og på 132-150 kV-forbindelser i nærheden. I detailplanlægningen fastlægges også det endelige behov for alle 400 kV-forbindelser. Den samlede nettotilgang af luftledninger over 100 kV forventes derfor at være lavere end bruttotilgangen på 370 km.



Figur 3 Reinvesteringsomfanget på 400 kV-ledningsanlæg for mulige projekter.

Foruden de nye forbindelser står flere dele af 400 kV-nettet over for et reinvesteringsbehov inden for de kommende 10 år, hvilket både gælder ledningsnettet og stationer.

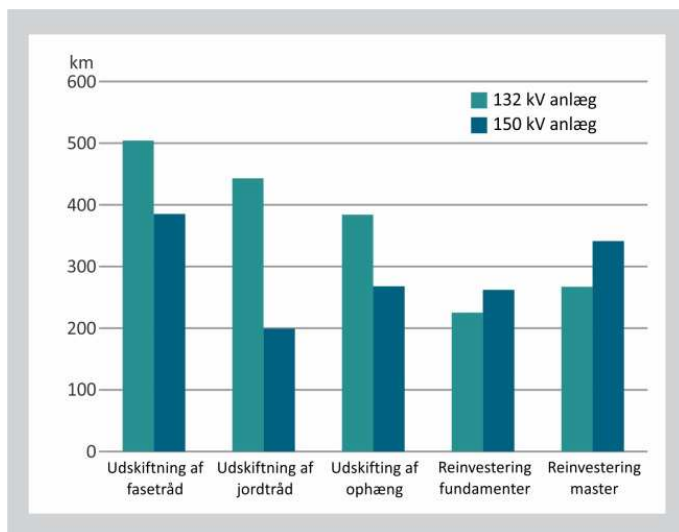
For ledningsnettet er der behov for reinvesteringer i både fundamenter, ophæng, jordtråd, fasetråd og master, Figur 3. Omfanget svarer til, at der skal gennemføres reinvesteringsarbejde på ca. en tredjedel af det eksisterende 400 kV-luftledningsnet inden for de kommende 10 år.

For 400 kV-stationer er der et begrænset reinvesteringsbehov i 7 felter fordelt på to stationer.

132-150 kV-netudvikling

På 132-150 kV-niveau er der en række projekter i anlægsfasen, som gennemføres som en del af den tidligere kabelhandlingsplan.

Foruden projekterne i anlægsfasen medfører særligt indpasning af store mængder vedvarende energi, at der er behov for yderligere forstærkninger i 132-150 kV-nettet frem mod 2026. Samlet set er der behov for etablering af omkring 700 km nye 132-150 kV-kabelforbindelser. Herudover er der behov for udbygning af eksisterende stationer med samlet set ca. 100 nye felter, 25 nye transformere og 30 reaktorer.



Figur 4 Omfanget af reinvesteringer i 132-150 kV-ledningsanlæg for mulige projekter.

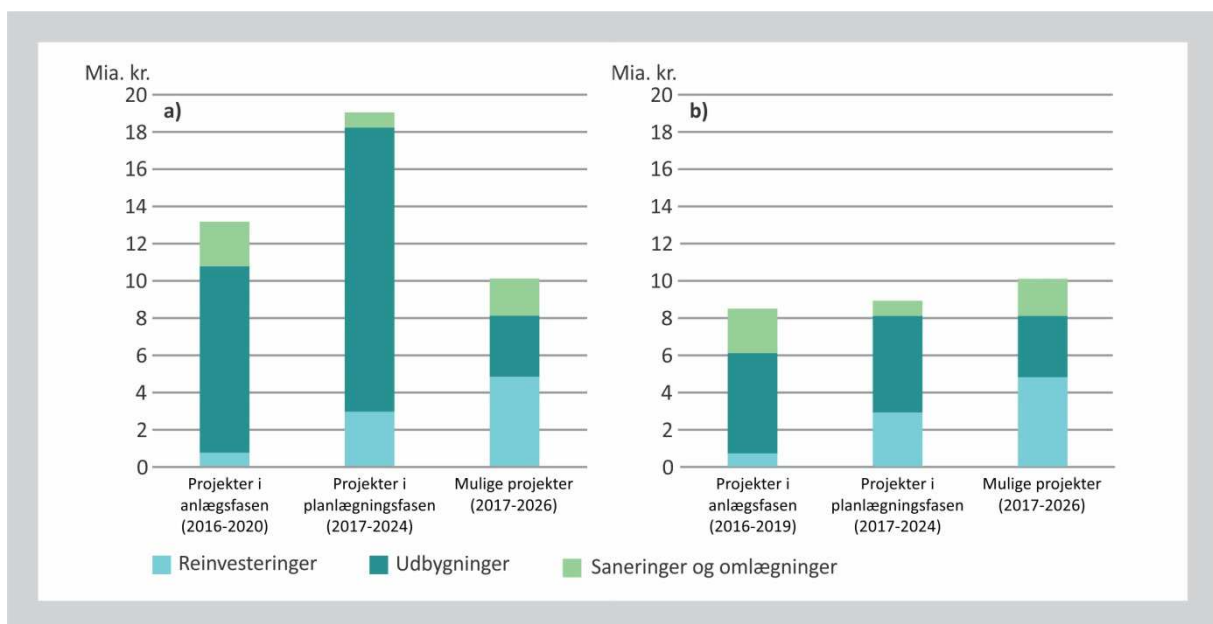
Store dele af 132-150 kV-nettet har et reinvesteringsbehov inden for de kommende 10 år, hvilket gælder både for ledningsnettet og stationer.

For ledningsnettet er der behov for reinvesteringer i både fundamenter, op-hæng, jordtråd, fasestråd og master. Omfanget fremgår af Figur 4, og svarer til, at der skal gennemføres reinvesteringssarbejde på ca. halvdelen af det eksisterende 132-150 kV-luftledningsnet inden for de kommende 10 år.

For 132-150 kV-stationer er der et reinvesteringsbehov i ca. 300 felter fordelt på ca. 70 stationer. Omfanget svarer til, at der skal gennemføres reinvesteringssarbejde i ca. halvdelen af de eksisterende 132-150 kV-stationer.

Investeringsomfang

I Energinet.dk's tidligere netudviklingsplaner har hovedfokus ligget på behovet for netudbygninger. Med RUS-plan 2016 præsenteres den første samlede plan for eltransmissionsnettet, hvor både reinvesteringer, udbygninger, saneringer og omlægninger er sammenstillet og koordineret. Den samlede anlægssum for projekter med forventet idriftsættelse i perioden 2016-2026 er ca. 42 mia. kr., hvoraf ca. 14 mia. kr. udgør omkostninger til udlandsforbindelser, som vist i Figur 5. Projekterne er opdelt i igangværende, planlagte og mulige projekter i forhold til deres status pr. 1. december 2016.



Figur 5 Anlægssum for igangværende, planlagte og mulige projekter med forventet idriftsættelse i perioden 2016-2026. a) er inklusive omkostninger til udlandsforbindelser og b) er uden. Anlægssummen for et projekt er angivet i det forventede idriftsættelsesår og repræsenterer den anlægssum, som skal afskrives og finansieres over nettarriffen.

2.3 Projekter i anlægsfasen

Af Figur 5 fremgår det, at Energinet.dk har projekter i anlægsfasen for en samlet anlægssum på ca. 13 mia. kr. Disse projekter er endeligt besluttede og har opnået relevante myndighedsgodkendelser.

2.4 Projekter i planlægningsfasen til beslutning

I planlægningsfasen er der en række projekter, der endnu ikke er endeligt besluttede. Disse projekter skal, når detailplanlægningen er afsluttet, godkendes hos de rette instanser i Energinet.dk og hos myndighederne. Om et projekt skal godkendes af myndighederne afhænger af projekternes karakter i forhold til omkostningernes størrelse og deres eltekniske betydning.

Energinet.dk og Energistyrelsen gennemgår årligt projekternes behov for godkendelser i henhold til retningslinjer givet af myndighederne. Disse omfatter en vurdering i forhold til en vejledende økonomisk grænse på udbygninger på 30-40 mio. kr. og for reinvesteringer på 80-100 mio. kr. Hvis projekterne indkaldes til godkendelse hos myndighederne, indsender Energinet.dk en ansøgning i takt med, at beslutningsgrundlagene afsluttes.

I det følgende er projekterne i planlægningsfasen kort opsummeret.

Reinvesteringer

De forventede idriftsættelsestidspunkter for reinvesteringsprojekterne i planlægningsfasen er i perioden 2017-2024. Projekter med omkostninger mindre end 80 mio. kr. pr. projekt omfatter:

- 132/150 kV-transmissionsforbindelserne mellem Mesballe-Trige, Ensted-Sønderborg, Borup-Valseværket og Mosbæk-Klim Fjordholme.
- Stationerne Herning, Amagerværket, Avedøreværket og Kastrup koblingsstation.

Projekter med omkostninger større end 80 mio. kr. pr. projekt omfatter:

- 132 kV-kabelnettet i København og 400 kV-forbindelsen Landerupgård-Odense.
- Station Asnæsværket og transformerprojektet, som omfatter reinvestering af transformere i det danske transmissionsnet.

Udbygninger

De forventede idriftsættelsestidspunkter for udbygningsprojekterne i planlægningsfasen er i perioden 2018-2022. Følgende udbygningsprojekter har omkostninger større end ca. 30 mio. kr. pr. projekt og omfatter:

- Tiltag som kan bidrage til sikring af effektbalancen på Sjælland på længere sigt. Den endelige løsning fastlægges i planlægningsprojektet, og kan eventuelt omfatte en ny forbindelse til Sjælland, fx fra Jylland/Fyn, Polen eller Tyskland.
- Tiltag til sikring af forsyning af København. Den endelige løsning fastlægges i planlægningsprojektet, og kan blandt andet omfatte etablering af en ny 400 kV-forbindelse til København.

- Etablering af en tilstrækkelig netstruktur for indpasning af vind og/eller udlandsforbindelser. De endelige løsninger fastlægges i planlægningsprojekterne, og kan blandt andet omfatte etablering af en ny 400 kV-tværforbinding i Jylland, eventuelt mellem Revsing-Landerupgård, en ny 400 kV-forbinding i Jylland mellem Idomlund og Tjele samt en ny 400 kV-forbinding på Sjælland mellem Bjæverskov og Hovegård.
- Tilslutning af produktion fra vedvarende energi på Vestlolland og ved Aggersund.

Derudover er der tre projekter, alle under 15 mio. kr., der vedrører tilslutning af forbrug fra Bannedanmark i H.C. Ørstedsværket og i Ringsted samt tilslutning af en ny biomassefyret blok på Amagerværket.

Saneringer og omlægninger

De tre forskønnelsesprojekter ved Årslev Eng sø, Roskilde Fjord og Kongernes Nordsjælland genoptages, og der vil i den forbindelse blive fastlagt et tidspunkt for forventet idriftsættelse.

Der er tre omlægningsprojekter af hensyn til tredjepart med omkostninger på mellem ca. 2 og ca. 50 mio. kr.:

- Omlægning af Kontek-forbindelsen af hensyn til Femern-projektet
- Omlægninger i København af hensyn til letbaneringen
- Omlægninger på Fyn af hensyn til jernbanen.

Øvrige projekter

Derudover er der to øvrige projekter, der primært har betydning for driftssikkerheden. Projekternes omkostninger ligger under ca. 30 mio. kr.:

- Beskyttelse af Bornholmskablerne
- Sikring af den reaktive effektbalance i Tjele.

2.5 Projekter i screeningsfasen til opstart i planlægningsfasen

I RUS-planen er der identificeret en række mulige projekter. Disse er fastlagte på baggrund af behovsvurderinger set i relation til tilstandsanalyser og analyser af begrænsninger i transmissionsnettet, som følge af ændrede forhold i forbrug, produktions- og udvekslingskapacitet.

Afhængig af projekternes forventede idriftsættelsestidspunkt og størrelse, skal de overføres til planlægningsfasen, hvor detailplanlægningen gennemføres, og endelige godkendelser indhentes.

Det forventes derfor, at der skal igangsættes planlægningsprojekter for en række reinvesterings-, udbygnings- og saneringsprojekter med idriftsættelse i perioden indtil 2021. Projekterne er nærmere beskrevet i bilagsrapporten for projektbeskrivelser, hvor det pågældende projekt kan identificeres ved ID-nummeret. I RUS-planen er der endvidere beskrevet en række projekter, som forventes at skulle etableres i perioden efter 2021. Disse forventes dog ikke at starte op som planlægningsprojekter foreløbigt.

Foruden de oplistede projekter, kan der komme projekter til, fx som følge af tredjepartshenvendelser eller nyopståede behov.

Reinvesteringsprojekter

Følgende reinvesteringsprojekter er igangsat i detailplanlægning medio december 2016:

- Reinvestering af 150 kV-luftledningen mellem Åstrup og Trige (sydlig tracé) (ID330)
- Reinvestering af 150 kV-station Enstedværket og Sønderborg (ID135, ID136).

Følgende konkrete reinvesteringsprojekter forventes at blive igangsat i detailplanlægningen:

- Reinvesteringsprogram for 132 kV- og 150 kV-stationer 2017-2021 (ID470)
- Reinvesteringsprogrammet inkluderer også relæ- og tavlerenoveringer (ID81, ID82, ID254)
- Reinvestering af 400-150 kV-kombiluftledningen fra Kassø til Malling (ID331, ID332, ID348)
- Reinvestering af en række 400 kV-luftledninger (ID432, ID474, ID333, ID334, ID347)
- Reinvestering af en række 150 kV-luftledninger (ID335, ID336, ID339, ID340, ID390, ID342, ID343, ID345, ID394, ID430)
- Reinvestering af en række 132 kV-luftledninger (ID386, ID433, ID434, ID392, ID393, ID467)
- Reinvestering af 400 kV-station Idomlund, Vester Hassing og Hovegård (ID147, ID480, ID157).

Konkrete udbygningsprojekter

Følgende konkrete projekter igangsættes i detailplanlægningen:

- Spændingsvariationer ved 60 kV-forbindelsen til Bornholm (ID84)
- Sikring af tilstrækkelig overføringsevne i 132 kV-nettet mod Sverige (ID383)
- Sikring af tilstrækkelige reaktive ressourcer i 400 kV-nettet i Nordjylland (ID458)
- Sikring af acceptabel spændingsregulering i 150 kV Bredkær og 150 kV Mesballe (ID459, ID460)
- Systemintegration af Dynamic Line Rating (ID473)
- Tilslutning af kompressorstation ved Faxe Ladeplads (ID384)
- Indpasning af vindkraft i Vestjylland indtil 400-150 kV-kombiledningen mellem Endrup-Idomlund idriftsættes (ID429)
- Tilslutning af konkrete vindmølleprojekter ved Lundsmark/Haved mellem Ribe og Bredebro (ID83)
- Tilslutning af elkedel ved Grønnegård (ID468).

Indpasning af produktion fra vedvarende energi på transmissionsnettet

Detailplanlægning af tilslutning af kystnære vindmøller ved Vesterhav Syd og Vesterhav Nord (ID425, ID426).

Generel fremskrivning af forbrug og vind

På grund af den generelle fremskrivning af forbrug og vindkraft er der behov for aflastninger i skillefladen mellem 400 kV- og 132/150 kV-nettet i Tjele og på Midtsjælland (ID119, ID17, ID385).

Generel indpasning af produktion fra vedvarende energi i distributionsnettet

I perioden indtil 2021 er der en række udbygningsprojekter, der vedrører indpasning af produktion fra vedvarende energi, der tilsluttes distributionsnettet. Projekterne omfatter typisk en forstærkning af transformerkapaciteten mellem transmission og distribution. Udbygningsprojekterne er udløst af den generelle forventede tilgang af vedvarende energi på det korte sigte, og dermed ikke nødvendigvis baseret på konkrete besluttede projekter for tilslutning af vedvarende energi.

Behovet for forstærkninger skal detailanalyseres og løsningsmulighederne kortlægges set i relation til det igangværende planlægningsprojekt vedrørende transformer reinvesteringsbehovet i Danmark (ID456, ID27, ID85, ID89, ID116, ID118, ID26, ID96, ID148).

Der er også en række 132/150 kV-forbindelser, hvor løsninger til aflastning skal fastlægges:

- 150 kV-fjordkrydsning ved Aggersund (ID117)
- 150 kV-nettet mellem Klim Fjordholme og Mosbæk/Ferslev (ID120)
- 132 kV-kabelforbindelsen Vestlolland-Stignæsværket (ID149).

Saneringer og omlægninger

Af hensyn til Femern-projektet skal der igangsættes detailplanlægning af omlægninger ved opskamling på strækningerne Ringsted-Rødby Havn og Næstved-Køge (D103, ID104).

Der skal igangsættes et arbejde med at planlægge kabellægninger af 132/150 kV-nettet i bynære områder og i naturområder i henhold til politiske retningslinjer (ID228).

Kompenserende 132-150 kV-kabellægning i forbindelse med etablering af nye 400 kV-luftledninger skal fastlægges jf. henhold de politiske retningslinjer (ID229, ID230, ID231, ID483).

3. Politiske planlægningsrammer

Energinet.dk er ansvarlig for den langsigtede planlægning af eltransmissionsnettet og udarbejder derfor jævnligt planer for udviklingen i transmissionsanlæg. Disse opfylder den til enhver tid gældende lovgivning og politiske aftaler vedrørende planlægning.

3.1 Lovgivning

De lovgivningsmæssige rammer vedrørende planlægning af transmissionsnettet udspringer blandt andet af den europæiske lovgivning og er udmøntet i Systemansvarsbekendtgørelse, Elforsyningsloven og i lov om Energinet.dk. Lovgivningen vedrører blandt andet udarbejdelse af planer, planlægningsgrundlag, planer og projektgodkendelser samt tilsyn med planer. Dette beskrives nærmere i det følgende.

Udarbejdelse af planer

Den lovgivningsmæssige ramme for udarbejdelse af planer er beskrevet i [Systemansvarsbekendtgørelsen](#) § 12, Ref. 1. Heraf fremgår, at Energinet.dk skal gennemføre en sammenhængende helhedsorienteret planlægning, som kan danne grundlag for en vurdering af:

- De aktuelle og fremtidige markedsforhold, forsynings sikkerhed og systemdrift.
- Forsknings- og udviklingsaktiviteter, som er nødvendige for en fremtidig miljøvenlig og energieffektiv transmission og distribution af elektricitet.
- Behovet for ændringer, demontering og nyanlæg af elforsyningsnet over 100 kV og alle udlandsforbindelser.

Mere konkret skal planlægningen udmøntes i én eller flere årlige planer, der offentliggøres. Udover de årlige planer skal der udarbejdes 10-årige netudviklingsplaner hvert andet år. Planerne skal indsendes til Energistyrelsen og -tilsynet.

Energinet.dk udmønter denne lovgivningsmæssige forpligtigelse gennem en række periodiske rapporter og planer, der blandt andet omfatter analyseforudsætninger, planer og strategi for forskning og udvikling. Se yderligere beskrivelser i [Energinet.dk's Systemplan 2016](#), Ref. 2.

Hvad angår udviklingen af eltransmissionsnettet understøtter Energinet.dk's plankoncept (afsnit 4.1) de lovgivningsmæssige rammer. Konceptet omfatter en årlig 10-årsplan med reinvesteringer, udbygninger og saneringer og en perspektivplan hvert andet år, der omfatter netudviklingen under alternative udviklingsforløb.

Planlægningsgrundlag

Af Systemansvarsbekendtgørelsen § 12 fremgår det, at planlægningen:

- skal udføres for en tidshorisont på mindst 10 år
- kan omfatte flere udviklingsforløb (scenarier)
- skal foregå efter offentliggjorte netdimensioneringskriterier.

Det fremgår endvidere, at netdimensioneringskriterierne blandt andet skal omfatte en afvejning mellem samfundsøkonomi, niveau af forsyningssikkerhed, størrelse af elforbrug i forsyningsområder, landskabelige hensyn, indpasning af vedvarende energi, elmarkedsfunktion etc.

Planlægningen i Energinet.dk bygger på analyseforudsætninger, der beskriver et basisforløb og fire alternative udviklingsscenarier for de kommende 20 år samt offentliggjorte netdimensioneringskriterier. Tilsammen er dette grundlaget for kortlægning af behov for ændringer i nettet argumenteret ved niveau af forsyningssikkerhed, indpasning af vedvarende energi, markedsfunktion og beredskab. De konkrete løsninger der vælges, er derudover baseret på kriterier om samfundsøkonomi, landskabelige hensyn, m.m.

Planer og projektgodkendelser

Ifølge [Lov om Energinet.dk](#) § 4, Ref. 3, skal et projekt, inden det kan godkendes af myndighederne, være beskrevet i en plan, der også skitserer den langsigtede udvikling. Planen skal indsendes til ministeren, inden udbygning kan påbegyndes, og udbygning kan tidligst påbegyndes 6 uger efter indsendelse.

Dette udmønter Energinet.dk via den årlige RUS-plan. Ved afslutning af RUS-planen fastlægger Energistyrelsen i samarbejde med Energinet.dk, hvilke projekter der skal indkaldes til godkendelse.

Den egentlige godkendelsesproces foregår i planlægningsfasen, hvor valg af endelig løsning sker med udgangspunkt i en business case, som er baseret på tekniske/samfundsøkonomiske kriterier. Business casen forelægges først internt godkendelse i Energinet.dk, hvorefter der fremsendes relevante ansøgninger om godkendelse til myndighederne.

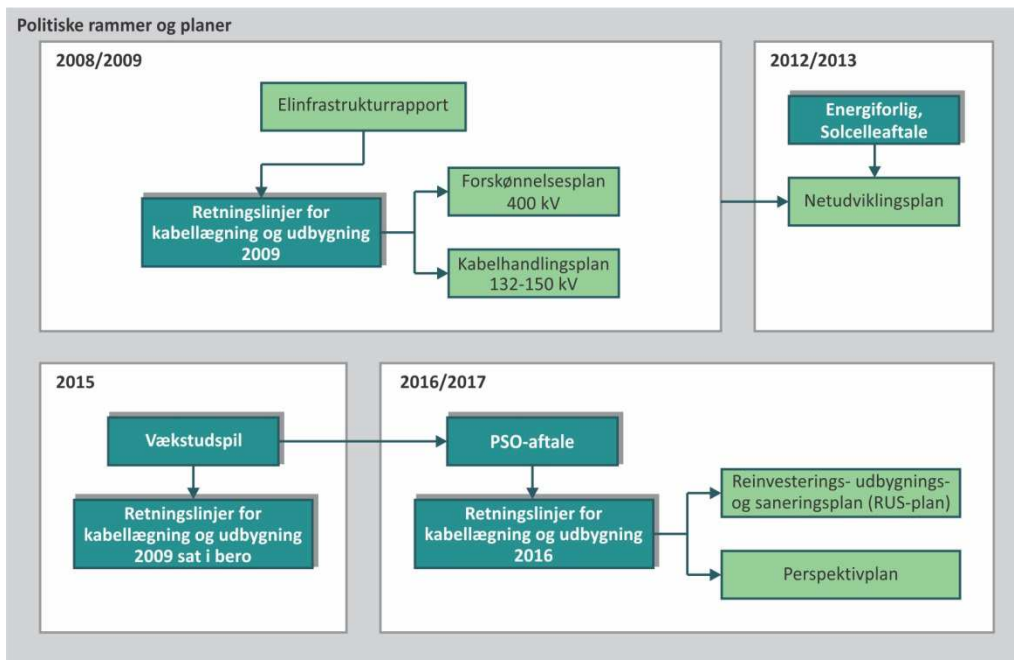
Tilsyn med planer

Jævnfør Systemansvarsbekendtgørelsen § 15 skal Energitilsynet overvåge Energinet.dk's 10-årige netudviklingsplaner og deres forenelighed med de europæiske netudviklingsplaner. Tilsvarende skal ACER føre tilsyn med ENTSO-E's 10-årsplan og foreneligheden med de nationale planer, se afsnit 5.1.

Udover tilsynet af de nationale og europæiske planers forenelighed fører Energi-, forsynings- og klimaministeren tilsyn med den virksomhed, som Energinet.dk udøver jævnfør [Elforsyningsloven](#) § 51, Ref. 4. Hvad angår planlægning af transmissionsnettet, administreres denne forpligtelse via tilsynsmøder, hvor Energistyrelsen fører tilsyn med, at de nødvendige planer udarbejdes.

3.2 Retningslinjer for kabellægning og udbygning af elnettet

Myndighederne udstikker retningslinjer for, hvorledes planlægningen af det danske elnet skal gennemføres med luftledninger og kabler. Retningslinjerne for kabellægning og udbygning af transmissionsnettet har løbende udviklet sig over de seneste tre årtier, hvilket er illustreret i Figur 6.



Figur 6 Lovgivningen og rammer fastlægger grundlaget for Energinet.dk's netudviklingsplaner.

3.2.1 Politiske retningslinjer 2008/2009

Siden 1990'erne har de politiske retningslinjer haft fokus på at reducere luftledningsnettet over 100 kV.

I 2008 blev Elinfrastrukturrapporten udarbejdet til Klima- og Energiministeren. Rapporten beskrev forskellige scenarier for kabellægning af transmissionsnettet og dannede grundlag for politisk enighed om de fremtidige retningslinjer. De nye retningslinjer indebærer en principiel beslutning om at gennemføre en sammenhængende kabelhandlingsplan for det eksisterende 132-150 kV-net, og en forskønnelsesplan for udvalgte strækninger i 400 kV-nettet. Der var samtidig et ønske om, at fremtidige 400 kV-forbindelser anlægges i jorden frem for på master i takt med, at udviklingen i forsyningssikkerhed, teknologi og samfundsøkonomi tilsiger det.

Retningslinjerne blev udmøntet i Energinet.dk's [forskønnelsesplan for 400 kV-nettet](#), Ref. 5, og [kabelhandlingsplanen for 132-150 kV-nettet](#), Ref. 6, begge fra 2009. Der var bred opbakning blandt partierne, med undtagelse af Enhedslisten, om gennemførelse af planerne, og det blev fastlagt, at slutmålet for kabellægning af det eksisterende 132-150 kV-transmissionsnet skulle være 2030, og at luftledninger med nærhed til bebyggelse skulle prioriteres inden 2020.

3.2.2 Energiforlig og Solcelleaftale 2012

I 2012 blev der indgået to energipolitiske aftaler med betydning for gennemførelse af 132-150 kV-kabelhandlingsplanen:

- Energifaften 22. marts 2012, hvis finansiering delvist skulle komme fra udskydelser af 132-150 kV-kabellægninger til efter 2020. Kabellægninger, relateret til tilslutning af vedvarende energianlæg og fjernelse af luftledninger med nærhed til bebyggelse, skulle fortsat prioriteres.
- Solcelleaftalen 15. november 2012, hvis finansiering delvist skulle komme fra en justering af principperne for udbygning af 400 kV-forbindelser samt udskydelser af 400 kV-forskønnelses-

projekter og tilhørende 132-150 kV-kabellægninger. De forskønnelsesprojekter der blev besluttet udskudt, var Kongernes Nordsjælland, Roskilde Fjord og Årslev Engso.

Solcelleaftalen muliggjorde etablering af et ekstra 400 kV-luftledningssystem mellem Tjele og Idomlund ved at udbygge den eksisterende masterække med en top til ophængning af det ekstra system.

Principperne fra 2009 og besparelsesinitiativerne fra energiforliget og solcelleaftalen blev udmøntet i [Energinet.dk's Netudviklingsplan 2013](#), Ref. 7.

3.2.3 PSO-aftale 2016

I foråret 2015 lagde den daværende SR-regering i sit vækstudspil op til en revurdering af kabelhandlings- og forskønnelsesplanerne med henblik på at reducere investeringsomfanget og dermed tarifniveauet for forbrugere og erhvervsliv. Konsekvenserne heraf var, at nye kabelhandlingsprojekter blev sat i bero, indtil der ville være en politisk afklaring.

I september 2015 nedsatte den daværende V-regering en arbejdsgruppe, som skulle foretage en analyse af mulighederne for at tilpasse kabelhandlings- og forskønnelsesplanerne. Med baggrund i dette arbejde er de politiske retningslinjer for kabellægning og udbygning af transmissionsnettet blevet ændret, som en del af den politiske [aftale om afskaffelse af PSO-afgiften](#) fra den 17. november 2016, Ref. 8. Af aftalen fremgår følgende:

- Det eksisterende transmissionsnet på 132 kV og 150 kV bevares som udgangspunkt som luftledninger. Der kabellægges på udvalgte strækninger gennem naturområder og bymæssig bebyggelse.
- De seks konkrete projekter beskrevet i rapporten "Forskønnelse af 400 kV-nettet" fastholdes. Heraf er tre projekter allerede gennemført.
- Nye 400 kV-forbindelser etableres med luftledninger med mulighed for kompenserende kabellægning på udvalgte strækninger og med mulighed for kabellægning af 132-150 kV-net i nærheden af 400 kV-luftledninger.
- Nye 132-150 kV-forbindelser etableres med kabler.

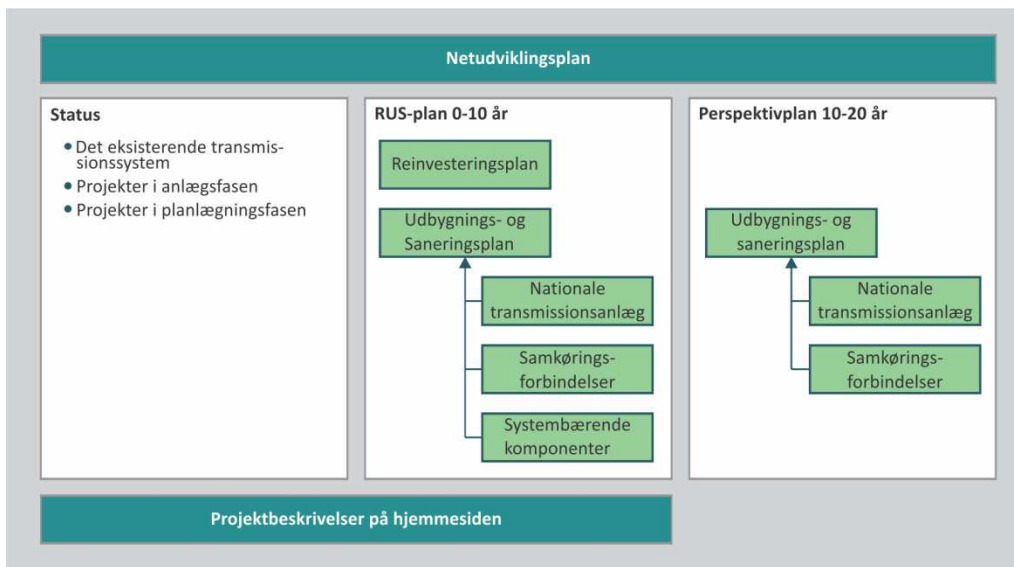
Disse principper vil fremadrettet danne grundlag for valg af løsninger på konkrete anlægsprojekter og for Energinet.dk's planer, herunder denne RUS-plan 2016.

4. National netplanlægning

Den nationale planlægning af eltransmissionsnettet foregår efter Energinet.dk's nye plankoncept, hvoraf RUS-planen er en del. Planerne udarbejdes på baggrund af tilstandsanalyser på eksisterende anlæg og analyser af det fremtidige behov for transmissionskapacitet via fastlagte forudsætninger om forbrug, produktions- og udvekslingskapacitet, planlægningsbalancer og-kriterier.

4.1 Plankoncept

Energinet.dk's koncept for planlægning af eltransmissionsnettet omfatter den årlige RUS-plan, der dækker 10-års sigtet samt en perspektivplan, der dækker 20-års sigtet hvert andet år. Konceptet sikrer en sammenhængende planlægning og koordinering af udbygninger og det nødvendige reinvesteringsbehov. Det nuværende plankoncept er illustreret i Figur 7. Plankonceptet er ændret siden den seneste offentliggjorte Netudviklingsplan 2013.



Figur 7 Energinet.dk's nye plankoncept.

RUS-planen og perspektivplanen udgør tilsammen Energinet.dk's langsigtede sammenhængende netudviklingsplan. Der vil løbende blive gjort status på, hvilke dele af planerne der igangsættes og afsluttes via Energinet.dk's hjemmeside, hvor alle projekterne for de kommende 10 år beskrives og opdateres. Overordnet indeholder planerne:

- Perspektivplanen viser mulige udviklinger af eltransmissionsnettet under alternative udviklingsforløb. Der gives bud på de alternative langsigtede transmissionsbehov. Perspektivplanen bidrager til at kunne forberede robuste løsninger til en vanskeligt forudsigelig fremtid og til igangsætning af studier af potentielle udlandsforbindelser. Den første perspektivplan forventes offentliggjort som en pilotudgave medio 2017.
- RUS-planen viser behovet for udbygninger og reinvesteringer for de kommende 10 år. RUS-planen er baseret på den udvikling, der er givet i Energinet.dk's analyseforudsætninger, reinvesteringsanalyser på det eksisterende transmissionsnet samt øvrige forhold, som for eksempel tilslutning af konkrete projekter vedrørende tilslutning af vedvarende energi og forbrugere samt nye pålæg fra myndighederne. RUS-planen bidrager til Energinet.dk's porteføljeoverblik samt til rettidig igangsætning af kommende planlægnings- og anlægsprojekter.

En årlig plan, hvor fokus i større grad end tidligere er på det korte og mellemlange sigte, forventes bedre at kunne håndtere de uventede ændringer, der måtte komme mellem planerne.

Hvor det er relevant, koordineres netudbygninger og reinvesteringer i transmissionsnettet med de netselskaber, der ejer de underliggende distributionsnet. Dette foregår via samarbejdsgrupper mellem det enkelte netselskab og Energinet.dk. Resultater fra samarbejdsgrupperne medtages i arbejdet med RUS-planen.

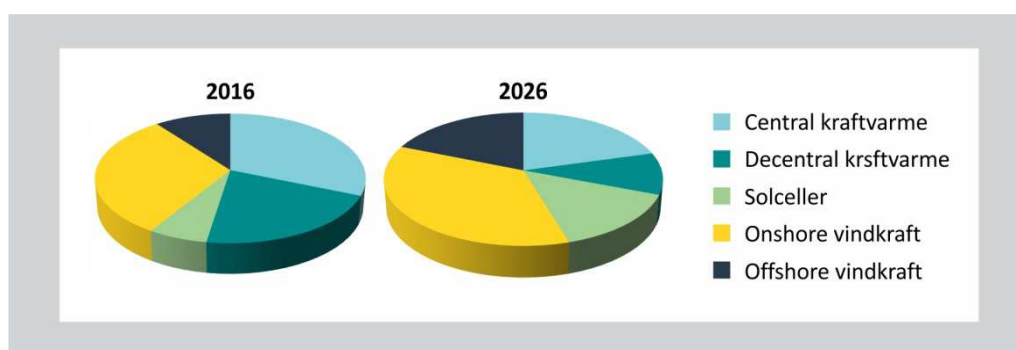
Energinet.dk's plankoncept udvikles kontinuert, så det altid er i overensstemmelse med gældende lovgivning, og så det understøtter Energinet.dk's strategiske målsætninger og øvrige forudsætnings- og planlægningsarbejde.

4.2 Analyseforudsætninger

Nettet udlægges efter [Energinet.dk's analyseforudsætninger](#) fra juni 2016, Ref. 9. Gældende og tidligere versioner af Energinet.dk's analyseforudsætninger kan findes på Energinet.dk's hjemmeside.

Udviklingen indebærer for de kommende 10 år en forventning om, at produktionskapaciteten reduceres på kraftvarmeanheder og øges for vedvarende energi. Det betyder konkret en markant anderledes fordeling af produktionskapacitet, hvor der med tiden bliver store andele af vindkraft på den jyske vestkyst og i det sydsjællandske, hvor vindpotentialet er størst. Det får betydelige konsekvenser for det fremtidige behov for transmissionsnet.

Produktionskapaciteten på kraftvarmeanheder udvikler sig fra at udgøre ca. halvdelen af den samlede produktionskapacitet i dag til ca. en tredjedel i 2026, Figur 8. Andelen af produktionskapacitet tilsluttet transmissionsnettet er stort set uændret i perioden gående fra 42 % i 2016 til 39 % i 2026.



Figur 8 Fordeling af produktionskapacitet i analyseforudsætninger 2016.

I analyseforudsætningerne er kapaciteten på kystnære havmøller forudsat delt ligeligt mellem Jylland/Fyn og Sjælland. I september 2016 blev udbuddet for de kystnære havmøller afgjort med Vattenfall som vinder og i forbindelse med den politiske PSO-aftale, blev det besluttet at realisere projekterne. Vattenfall ønsker at opstille samlet 350 MW fordelt på lokaliteterne Vesterhav Nord og Vesterhav Syd. I forbindelse med RUS-planen medtages de kystnære havmøller derfor som udgangspunkt med 350 MW fordelt på disse lokaliteter og uden udbygning på Sjælland.

Analyseforudsætningerne indeholder en generel energiforbrugstilvækst på 20 % i den kommende 10-årsperiode, hvoraf ca. halvdelen sker på baggrund af tilslutning af store forbrugere på mere end 100 MW pr. stk.

De forudsatte udlandsforbindelser omfatter både de projekter, der allerede er godkendte og i anlægsfasen, og de projekter der i bilateralt samarbejde detailanalyseres med henblik på investeringsbeslutning. Udlandsforbindelserne omfatter anlægsprojekterne Kriegers Flak Combined Grid Solution, COBRACable og forøgelse af kapaciteten mellem Jylland og Tyskland (Østkystopgraderingen) samt planlægningsprojekterne Viking Link og forøgelse af kapaciteten mellem Jylland og Tyskland (Vestkystforbindelsen).

Der er gennemført variationsstudier for henholdsvis en større tilvækst i elforbrug, tilslutning af yderligere store forbrugere og en mere aggressiv udbygning med vedvarende energi.

4.3 Planlægningsbalancer og -kriterier

Overordnet set bygger netplanlægningen på at analysere konsekvenserne ved fejl og mangler i transmissionsnettet i givne driftssituationer. Der opbygges en række planlægningsbalancer på baggrund af analyseforudsætningerne, der beskriver sandsynlige og repræsentative driftssituationer.

De fejl og mangler der skal analyseres, og deres tilladelige konsekvenser er beskrevet i [Energinet.dk's netdimensioneringskriterier](http://Energinet.dk's-netdimensioneringskriterier), Ref. 10. Det danske eltransmissionsnet drives og planlægges efter det internationale (n-1)-kriterium, som stiller krav til, at en enkelt fejl i det nationale transmissionsnet ikke må lede til uacceptable konsekvenser for forsyningssikkerheden, markedsfunktionen og aftag af produktion. (n-1)-kriteriet omfatter også forberedelse til fejl nummer to, således det sikres, at en efterfølgende fejl ikke leder til større forsyningsmæssige konsekvenser.

Det fremtidige net udlægges i forbindelse med RUS-plan 2016 med kriterierne beskrevet i Tabel 1 og Tabel 2. Energinet.dk forventer, at starte op på en revision af Energinet.dk's netdimensioneringskriterier i løbet af 2017. Såfremt dette opdateringsarbejde leder til væsentlige ændringer i netdimensioneringskriterierne, kan dette lede til et ændret investeringsomfang i forbindelse med udarbejdelse af fremtidige planer.

Kriterier for forsyningssikkerhed

Mindre forbrugsområde i distributionsnettet	Større forbrugsområder eller forbrug tilsluttet transmissionsnettet med fuld netadgang	Forbrug tilsluttet transmissionsnettet med begrænset netadgang
<i>Ved udfald af to vilkårlige netkomponenter på transmissionsnettet kan der bortkobles op til 40 MW af det maksimale forbrug. Hvis det er udfald af to transformere, kan der bortkobles op til 80 MW af det maksimale forbrug.</i>	<i>Ved udfald af to vilkårlige netkomponenter skal det maksimale forbrug i området kunne forsynes kontinuert. Efter anden fejl medtages driftsmæssige muligheder.</i>	<i>Forbruget kan udkobles i henhold til tilslutningsaftaler.</i>

Tabel 1 Summarisk oversigt over kriterier for forsyningssikkerhed.

Kriterier for aftag af produktion		Kriterier for markedsfunktion
<p>Produktion i distributionsnettet og produktion fra vedvarende energi i transmissionsnettet</p> <p><i>Ved udfald af en vilkårlig netkomponent skal produktionen som udgangspunkt kunne aftages i 40 timer.</i></p>	<p>Produktion fra central kraftvarme enheder og systembærende komponenter</p> <p><i>Ved udfald af en vilkårlig netkomponent, med undtagelse af generatorledninger, skal produktionen/ydelsen som udgangspunkt kunne aftages uden begrænsninger.</i></p>	<p>Udnyttelse af udlandsforbindelser</p> <p><i>Ved udfald af en vilkårlig netkomponent skal udvekslingen med naboområdet kunne oprettholdes i 40 timer, hvorefter der eventuelt kan indføres markedsbegrænsninger.</i></p> <p><i>Efter udfald af første netkomponent skal der forberedes for udfald af endnu en komponent. Her skal det blandt andet sikres, at andet udfald kan håndteres i en kortere periode uden større forsyningsmæssige konsekvenser.</i></p> <p><i>I praksis betyder dette, at nettet skal kunne håndtere udfald af to vilkårlige netkomponenter i 1 time.</i></p>

Tabel 2 Summarisk oversigt over kriterier for indpasning af produktion og samkøringsforbindelser.

Eventuelle begrænsninger identificeret ved afprøvning af netdimensioneringskriterierne på planlægningsbalancerne håndteres i RUS-planen som udgangspunkt med netudbygninger. I forbindelse med den konkrete projektplanlægning fastlægges de endelige løsninger, som eksempelvis kan være en markedsbaseret løsning, som alternativ til netudbygning.

4.4 Asset management

Asset Management er en metodik udviklet til virksomheder, der er meget afhængige af sine anlæg og aktiver, f.eks. infrastrukturvirksomheder som lufthavne, energiselskaber, transportvirksomheder og lignende.

Energinet.dk er certificeret efter ISO 55001-standarderne, og anvender således Asset Management som et konkret værktøj til at styre aktiverne på den mest optimale og bæredygtige måde.

Den risiko- og tilstandsbaserede Asset Management-metode medfører, at Energinet.dk optimerer brugen af komponenterne og dermed forsvarligt forsøger at optimere omkostningseffektiviteten med hensyn til reinvesteringer.

5. Koordinering til europæisk netplanlægning

Den europæiske organisation for transmissionssystemoperatører på elområdet, ENTSO-E, udgiver hvert andet år en 10-års netudviklingsplan (**Ten Year Network Development Plan**, TYNDP). 10-årsplanen udarbejdes i henhold til [EU regulering 714/2009 og TEN-E regulering 347/2013](#), Ref. 11. Den seneste plan er fra december 2016.

Den europæiske 10-årsplan er udarbejdet på baggrund af investeringsplaner for seks europæiske regioner, og den sammenstiller de vigtigste elinfrastrukturprojekter med paneuropæisk betydning. Projekterne er typisk udvekslingsforbindelser mellem landene eller mellem forskellige prisområder samt nationale forbindelser med fællesregional eller fælleseuropæisk betydning. Danmark bidrager til regionale investeringsplaner i Nordsø- og Østersøregionen og således også til den fælleseuropæiske 10-årsplan.

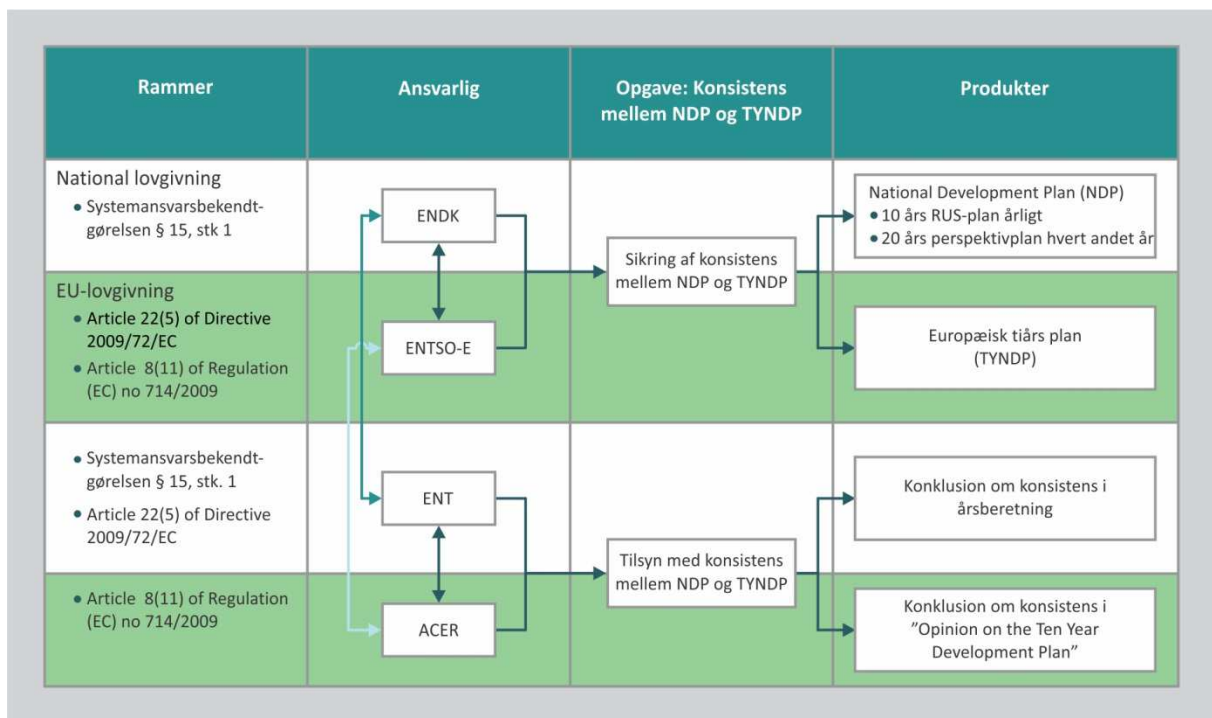
5.1 Europæisk tilsyn

Ligesom at Energitilsynet fører tilsyn med de nationale 10-årsplaners konsistens med den europæiske TYNDP, skal ACER (Agency for Cooperation of Energy Regulators) føre tilsyn med ENTSO-E's 10-årsplan og foreneligheden med de nationale planer. Tilsynet vedrører grænseoverskridende forbindelser og konsistens primært i forhold til:

- Investeringsbehov
- Anvendelse af TYNDP-kode system
- Idriftsættelsesdatoer
- Projektstatus
- Forøgelse af overføringskapacitet
- Omkostninger.

Afviigelser mellem den nationale og den europæiske plan skal forklares i de nationale planer.

Energinet.dk sikrer i processen med udarbejdelse af den nationale plan at koordinere med ENTSO-E's TYNDP samt at holde Energitilsynet orienteret om planens indhold. Efter offentliggørelse af planen understøtter Energinet.dk efter behov Energitilsynet i deres tilsynsforpligtelse. Overblik over tilsynsprocessen fremgår af Figur 9.



Figur 9 Overblik over rammer for tilsyn af konsistens mellem nationale og europæiske planer.

Den seneste [Opinion on the National Ten Year Network Development Plan](#) fra ACER er fra den 30. marts 2016, Ref. 12. Heri fremgår at de områder, hvor der som oftest er inkonsistens mellem planerne er følgende:

- Tidsforskydninger i udgivelser
- Brugen af CBA og scenarier
- Tidshorisonter
- Værdier for gevinster og omkostninger
- Ændret overføringskapacitet
- Status, idriftsættelsesdato og fremdrift.

Endvidere anbefales, at de nationale netudviklingsplaner bør inkludere:

- Markedsstudier for grænseoverskridende forbindelser og brug af europæiske netmodeller.
- Bedre identifikation af omkostninger til infrastruktur ved at vurdere alle omkostningselementer – specielt driftsomkostninger.

Med Energinet.dk's perspektivplan arbejdes der på en tættere koordinering mellem de nationale og europæiske planer. Her vil der komme fokus på ACER's konklusioner og anbefalinger.

5.2 Planlægningsgrundlag

Den gældende [ENTSO-E Guideline for cost benefit analysis](#), Ref. 14, fra februar 2015 omfatter retningslinjer for opstilling af forudsætninger, tekniske kriterier og analyser for fastlæggelse af behov og for fastlæggelse af løsninger. Vejledningen skal godkendes af myndighederne (Energikommissionen), anvendes ved udarbejdelse af den europæiske 10-årsplan og er glædende for:

- Udbygning af nye grænseforbindelser inklusive PCI – projekter (Project of Common Interest)
- Nationale netforstærkninger, der sikrer udnyttelsen af nye grænseforbindelser
- Nationale netforstærkninger, der øger udnyttelsen af eksisterende grænseforbindelser.

Den Europæiske vejledning omfatter blandt andet brugen af scenarier, n-1 planlægningskriteriet og samfundsøkonomiske kriterier, ligesom Energinet.dk's metoder gør. De to metoder til netplanlægning er i overensstemmelse med hinanden, hvad angår grænseoverskridende forbindelser og nationale forstærkninger med betydning for overføringskapaciteten mellem landene.

5.3 Forudsætninger

De udlandsforbindelser og nationale forstærkninger med betydning for udnyttelsen af udvekslingen som fremgår af [TYNDP16](#), Ref. 15, for de kommende 10 år, er i overensstemmelse med de forbindelser, der fremgår af Energinet.dk's analyseforudsætninger 2016, Tabel 3.

TYNDP-kode	Projekt	Idriftsættelsesår		Delta kapacitet i MW	
		TYNDP	AF16	TYNDP	AF16
998	Viking Link	2022	2023	1.400	1.400
436	400 kV Endrup-Idomlund	2022			
427	COBRACable*	2019	2020	700	700
1018	Vestkystforbindelse	2022	2023	500/500	1.000/1.000
144	Østkystforbindelse*	2020	2021	720/1.000	860/1.000
141	Kriegers Flak Combined Grid Solution*	2018	2019	400/150	400/400

Tabel 3 Grænseforbindelser og nationale projekter med betydning for udvekslingskapaciteten. Ved angivelse af flere tal i "Delta kapacitet" er der tale om import/eksport.* Angiver allerede godkendte projekter.

Idriftsættelsesåret fra Energinet.dk's analyseforudsætninger er givet som det første hele år, hvor forbindelsen er i drift, også selvom den reelle idriftsættelsesdato er året før. Der er således overensstemmelse med alle projekternes idriftsættelsesår.

Opgraderingen af udvekslingskapaciteten mellem Jylland og Tyskland, som følge af vestkystopgraderingen, er i TYNDP på en forøgelse på ± 500 MW mod ± 1.000 MW i Energinet.dk's analyseforudsætninger 2016. Efter vestkystopgraderingen er den samlede udvekslingskapacitet mellem Jylland og Tyskland aftalt med Tennet TSO til 3.500 MW, hvilket også er den kapacitet, der er ansøgt hos myndighederne. Dette er indarbejdet med en bemærkning på projektsiden i TYNDP 2016.

I løbet af 2020 planlægges udvekslingskapaciteten mellem Jylland og Tyskland øget til ± 2.500 MW i både TYNDP16 og i Energinet.dk's analyseforudsætninger. I årene indtil udbygningen er der en forskel i eksportkapaciteten mod Tyskland, hvor der i TYNDP regnes med 1.780 MW, mens analyseforudsætningerne regner med 1.640 MW. Dette skyldes, at handelskapaciteten mod Tyskland er justeret fra 1.780 MW til 1.640 MW den 1. januar 2015 jævnfør markedsinformation, Ref. 13.

I TYNDP16 studierne er Kriegers Flak indarbejdet alene som en udlandsforbindelse. Det vil sige, at vindkraften er modregnet importkapaciteten ud fra en gennemsnitsbetragtning. Hvis der ses på den rene kapacitet, når der ikke er vindkraftsproduktion, er denne 400 MW i begge retninger i både TYNDP og Energinet.dk's analyseforudsætninger. Denne begrænsning er beskrevet på projektsiden i TYNDP16.

Samlet set kan det konstateres, at der grundlæggende er overensstemmelse mellem de udlandsforbindelser der forudsættes i Energinet.dk's analyseforudsætninger og forudsætningerne fra TYNDP for perioden frem mod 2026. De enkelte afvigelser i kapacitet korrigeres i forbindelse med den kommende TYNDP.

6. Status på transmissionsnettets udvikling

Samlet set udgør transmissionsnettet i dag ca. 4.200 tracé-km. Heraf er ca. 30 % etableret som kabler i jorden.

Siden igangsætningen af 132-150 kV-kabelhandlingsplanen fra 2009 er andelen af kabelanlæg vokset fra at udgøre ca. 20 % af transmissionsnettet på 132-150 kV-niveau i 2009 til ca. 35 % i dag. Ændringen i omfanget af kabler og luftledninger siden 2009 fremgår af Figur 10.


På 132-150 kV-niveau er der siden starten af 2009 demonteret ca. 290 tracé-km luftledning, svarende til 330 system-km, mens der er etableret ca. 420 tracé-km kabler. De nye kabler er etableret både som erstatning for luftledningerne, men også som udbygninger af hensyn til tilslutninger af ny produktion og forbrug.

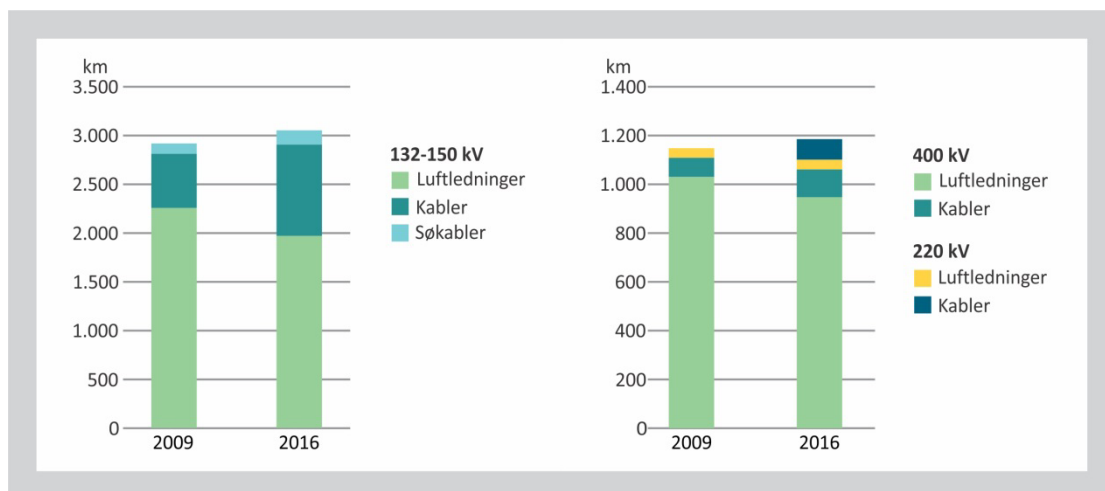
Definition af tracé- og system-km

Omfanget af transmissionsforbindelser kan opgøres enten ved tracé-km eller ved system-km:

- Opgøres tracé-km, udtrykker det masterækkernes længde.
- Opgøres system-km, udtrykker det den samlede ledningsmængde.

Nogle steder deler to luftledningssystemer fælles master, hvorfor opgørelsen med system-km vil blive større end opgørelsen med tracé-km.

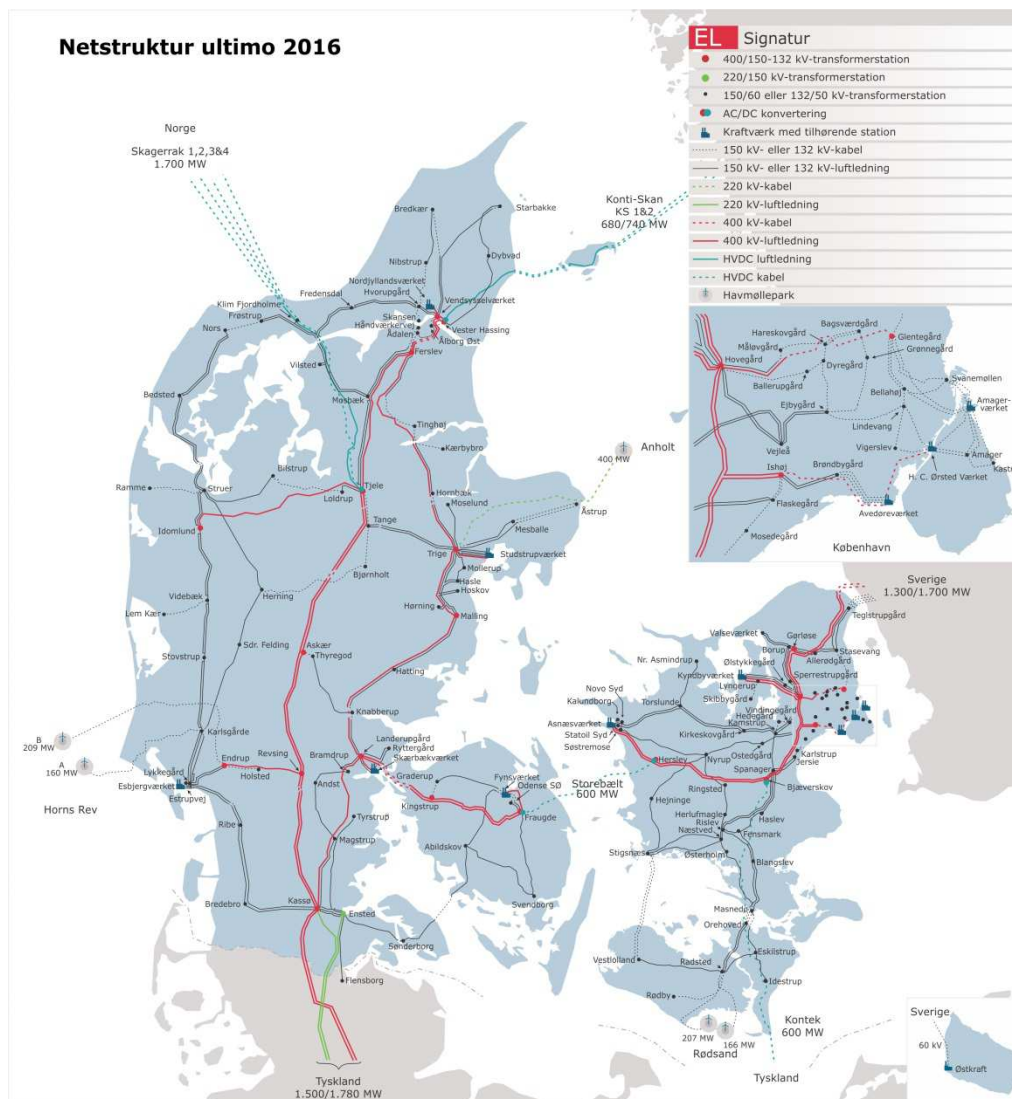
Luftledning	System-km	Tracé-km
	20	10



Figur 10 Omfang af kabler og luftledninger i tracé-km inden igangsætning af kabelhandlingsplanen i 2009 og primo 2016.

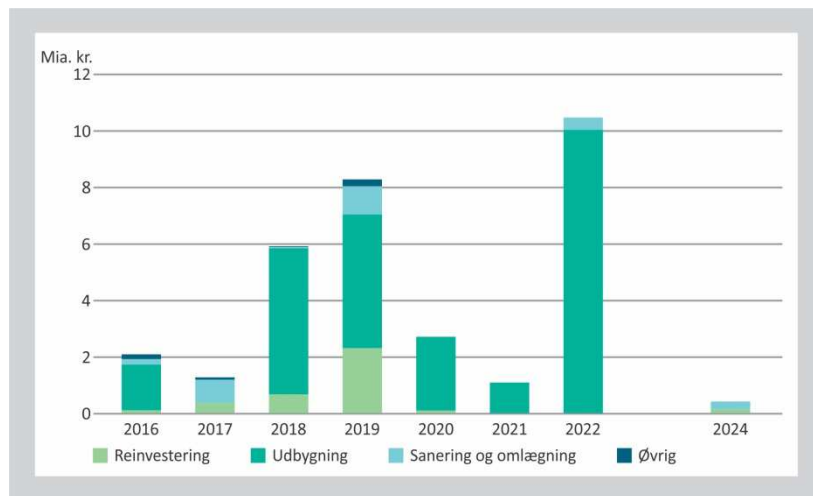
På 400 kV-niveau er luftledningsandelen reduceret med ca. 85 tracé-km og kabelandelen øget med ca. 35 km. Dette er primært på grund af forskønnelsesprojekterne ved Aggersund og Lillebælt. 220 kV-kablerne er etableret i forbindelse med tilslutning af Anholt Havvindmøllepark.

Det eksisterende transmissionsnet fremgår af Figur 11.



Figur 11 Det eksisterende transmissionsnet.

Energinet.dk har i øjeblikket en række projekter i anlægs- og planlægningsfaserne. Disse omfatter samlede anlægssummer på ca. 32 mia. kr., hvoraf udbygninger udgør ca. 79 %, reinvesteringer ca. 11 % og saneringer, omlægninger og øvrige projekter tilsvarende ca. 10 %, Figur 12.



Figur 12 Anlægssum for projekter i anlægs- og planlægningsfasen med forventet idriftsættelse inden for de kommende ti år. Anlægssummen for et projekt er angivet i det forventede idriftsættelsesår og repræsenterer den anlægssum, som skal afskrives og finansieres over nettarriffen.

De projekter der er i planlægningsfasen er godkendte for planlægning af Energinet.dk, men er endnu ikke godkendte for etablering. Det vil sige, at de planlagte projekter, som er præsenteret her kan ændre karakter eller lukkes i planlægningsforløbet og den følgende godkendelsesproces. Hvis dette sker, kan det have betydning for de mulige projekter, der fastlægges i RUS-planen.

I det følgende gives en status for de projekter der er i henholdsvis planlægnings- og anlægsfasen, samt for de projekter der er idriftsatte inden for seneste år (1. december 2015 til 1. december 2016). Opgørelsen er opdelt på reinvesteringer, udbygninger, saneringer og omlægninger.

6.1 Reinvesteringer

Der er ingen afsluttede reinvesteringer i perioden. I planlægningsfasen er der pt. 13 projekter, og i anlægsfasen er der 12. De samlede omkostninger udgør ca. 3,6 mia. kr., hvoraf igangværende reinvesteringer udgør 20 %. Reinvesteringsprojekternes samlede anlægsomkostninger fremgår af Figur 13 og deres placering i transmissionsnettet i Figur 13. Reinvesteringsprojekterne omfatter reinvesteringer i luftledninger, kabler og stationer.



Figur 13 Anlægssum for igangværende og planlagte reinvesteringer med forventet idriftsættelse inden for de kommende ti år.

De største igangværende reinvesteringsprojekter omfatter:

- Reinvestering i luftledningen mellem Tjele og Bulbjerg, som bærer jævnstrømsforbindelserne Skagerrak 1, 2 og 3. Her gennemgås både fundamenter, fasestråd og isolatorer.
- Reinvestering i 400 kV-luftledningen mellem Ferslev og Tjele (udskiftning af fasestråd).
- Reinvestering i 132 kV-kablet og udskiftning af 400 kV-kablet til Sverige under Øresund.

Derudover er der en række mindre reinvesteringer med omkostninger under 60 mio. kr. pr. projekt. Disse omfatter stationerne H.C. Ørstedsværket, Hovegård, Teglstupgård og Struer, synkronkompensatorer i Tjele og Vester Hassing samt Limfjordforbindelsen og mindre levetidsforlængelser i 132-150 kV-luftledninger.

De største reinvesteringsprojekter der er under planlægning er:

- Reinvestering i 132 kV-kabelnettet i København. Der skal inden for en årrække gennemføres en omfattende restrukturering og reinvestering. Det eksisterende kabelnet består af 19 kabler med i alt en samlet længde på 130 km. Reinvesteringsprojektet koordineres med projektet forsyning til København og etablering af Københavns letbane. Anlæggsdelen af reinvesteringsprojektet forventes at køre over en periode på ca. 10 år med opstart 2017.
- Reinvestering i transformere. Der udarbejdes en samlet plan for reinvestering i transformere for de kommende ca. 5 år i de enkelte stationer i Danmark. Planen omfatter dels en opgørelse af reinvesteringsbehovet og koordineres op imod udbygningsbehovet jævnfør RUS-planen.
- Reinvestering af 400 kV-forbindelsen mellem Landerupgård og Fraugde, hvor levetiden for fasestråden og galvaniseringen på masterne er ved at være opbrugt.
- GIS-anlægget på 400 kV Asnæsværket. GIS-anlægget er etableret i 1978 og udbygget i 1989. Anlægget er ved at have opbrugt sin levetid og skal enten levetidsforlænges eller erstattes med et nyt anlæg.

Derudover er der en række mindre reinvesteringsprojekter under planlægning med omkostninger under 60 mio. kr. pr. projekt. Disse omfatter reinvesteringer i:

- Forbindelserne 150 kV Mesballe-Trige, Ensted-Sønderborg og Mosbæk-Klim Fjordholme samt 132 kV Borup-Valseværket.
- Stationerne 132 kV Avedøre, Kastrup Kobling, Amagerværket samt 150 kV-station Herning.



Figur 14 Den geografiske placering af de igangværende og planlagte reinvesteringsprojekter. Det samlede reinvesteringsprojekt, der omfatter flere 132/150 kV-transformerne i Danmark fremgår ikke af figuren.

6.2 Udbygninger

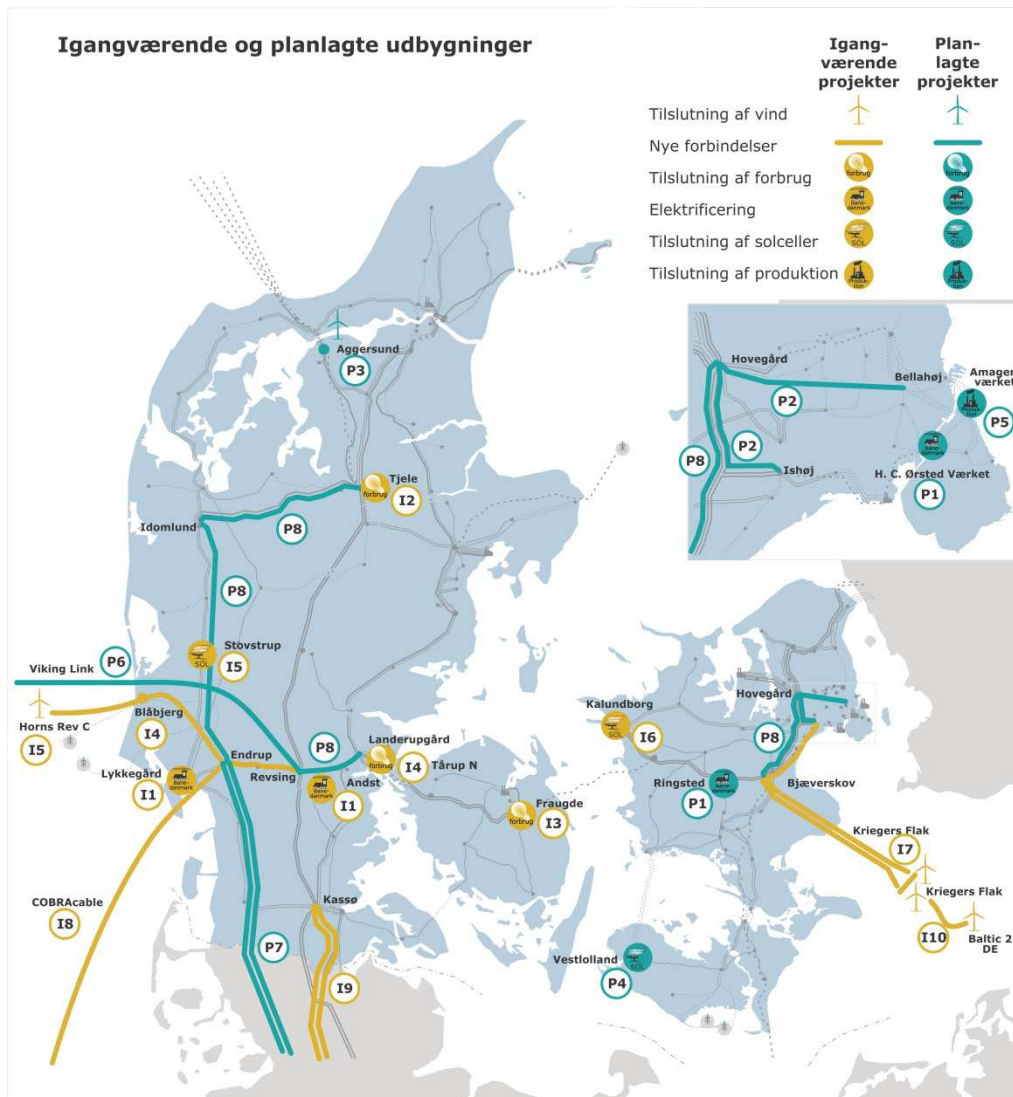
Der er ingen idriftsatte udbygninger i perioden. I planlægningsfasen er der pt. 12 projekter, og i anlægsfasen er der 10. De samlede omkostninger udgør ca. 25 mia. kr., hvoraf etablering af udlandsforbindelserne udgør 58 %. Omkostningerne fremgår af Figur 15.



Figur 15 Anlægssum for igangværende og planlagte udbygning med forventet idriftsættelse inden for de kommende ti år.

Alle projekterne i planlægnings- og anlægsfasen fremgår af Figur 16 og er kort beskrevet i Tabel 4.

Der pågår desuden et planlægningsprojekt, der undersøger en række løsningsmuligheder for at sikre effekttilstrækkeligheden på Sjælland jævnfør Energinet.dk's [Redegørelse om elforsyningsikkerhed 2016](#), Ref. 16. Det løsningsrum der undersøges i projektet omfatter blandt andet driftsmæssige tiltag, strategiske reserver og forskellige udvekslingsforbindelser fra Sjælland til fx Jylland, Polen og Tyskland. Det endelige løsningsalternativ og tidspunkt for etablering er ikke besluttet, og indgår ikke her i den samlede oversigt. Når der er fastlagt en løsning, vil denne blive indarbejdet i analyseforudsætningerne og herefter indgå i den tilhørende RUS-plan.



Figur 16 Igangværende og planlagte udbygninger i transmissionsnettet. Numrene henviser til beskrivelser i Tabel 4.

Status	Projekter for tilslutning af forbrug	Projekter for tilslutning af produktionsanlæg	Udlandsforbindelser
Anlægsfasen	<p>I1. Tilslutning af forbrug fra Banedanmark i Andst og Lykkegård ultimo 2016. Projektet omfatter ombygninger i stationerne, så banetransformerne kan tilsluttes.</p> <p>I2. Tilslutning af Apple datacenter i 2017. Der etableres en ny 150 kV-station Foulum, der forbindes til den eksisterende station Tjele.</p> <p>I3. Tilslutning af Facebook datacenter i 2018. Der etableres en ny 150 kV-station Fraugde Vest, der forbindes til de eksisterende stationer Fraugde og Fynsværket.</p> <p>I4. Tilslutning af fremtidig forbruger i en ny 150 kV-højspændingsstation Tårup mellem Landerupgård og Ryttergården.</p>	<p>I5. Tilslutning af 400 MW vindkraft ved Horns Rev med idriftsættelse ultimo 2016. Projektet omfatter et 220 kV-ilandføringsanlæg og tilslutning i en kabelstation ved Blåbjerg samt et 220 kV-landkabel videre til Endrup. Endvidere ombygges 400 kV-forbindelsen mellem Endrup og Revsing til to systemer.</p> <p>I6. Tilslutning af solceller ved Kalundborg med idriftsættelse primo 2017. Projektet omfatter udskiftning af én af de eksisterende transformere til en større tre-viklingstransformer.</p> <p>I7. Tilslutning af 600 MW vindkraft fra Kriegers Flak parken i 2018. Projektet omfatter 220 kV-ilandføringsanlæg til Bjæverskov og Ishøj og en 400 kV-kabelforbindelse mellem Ishøj og Hovegård.</p>	<p>I8. COBRACable i 2019. Der etableres en HVDC forbindelse med en kapacitet på 700 MW mellem Holland og Jylland.</p> <p>I9. Østkyst forbindelsen mellem Tyskland og Jylland i 2020. De eksisterende 220 kV-forbindelser mellem Kassø/Ensted og Flensburg opgraderes til et nyt 400 kV dobbelt luftledningssystem mellem Kassø og Handewitt i Tyskland. Opgraderingen vil øge overføringskapaciteten mellem Tyskland og Jylland med 800-1.000 MW.</p> <p>I10. En ny 400 MW udlandsforbindelse mellem Tyskland og Sjælland via Kriegers Flak i 2018. Forbindelsen etableres mellem Kriegers Flak og Baltic 2 offshore stationerne og etableres med HVDC BtB VSC konverter placeret i Bentwisch.</p>
Planlægningsfasen	<p>P1. Tilslutning af forbrug fra Banedanmark i H.C. Ørstedsværket og Ringsted i 2019. Projektet omfatter ombygninger i stationerne, så banetransformerne kan tilsluttes.</p> <p>P2. Af hensyn til den generelle forbrugsudvikling i Københavnsområdet planlægges med nye 400 kV-luftledninger ind til området for sikring af forsyningen i 2019.</p>	<p>P3. Tilslutning af 160 MW vindkraft ved Aggersund 2019. Der skal etableres en ny 150 kV-station med transformering til 60 kV-niveau.</p> <p>P4. Tilslutning af solceller på Lolland ved station Vestlolland i 2020. Den samlede kapacitet vokser til 75 MW i løbet af 2017, og der er derfor behov for at udvide transformerkapaciteten i stationen.</p> <p>P5. Tilslutning af biomassefyret værk i 132 kV-station Amagerværket i 2018. Projektet omfatter ombygninger i stationen, så værket kan tilsluttes.</p>	<p>P6. Viking Link i 2022. Der planlægges med at etablere en 1.400 MW HVDC forbindelse mellem England og Jylland.</p> <p>P7. Vestkystforbindelse mellem Tyskland og Jylland i 2022. Det planlægges med at øge overføringskapaciteten mellem Tyskland og Jylland ved at etablere 400 kV-luftlednings forbindelse fra Endrup til Niebüll. Forbindelsen vil øge overføringskapaciteten yderligere med ca. 1.000 MW.</p>
		<p>P8. For at kunne indpasse igangværende og planlagt tilslutning af vedvarende energi- og/eller udlandsforbindelser planlægges der med udbygning af det nationale transmissionsnet på følgende områder:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 400 kV Bjæverskov-Hovegård 2019 • 400 kV-luftledning mellem Endrup og Idomlund i 2020 • 400 kV-luftledning mellem Revsing og Landerupgård i 2020 • 400 kV-luftledning mellem Idomlund og Tjele i 2021. <p>For 400 kV Bjæverskov-Hovegård, 400 kV-luftledningen mellem Revsing og Landerupgård og 400 kV-luftledning mellem Idomlund og Tjele omfatter planlægningsprojektet en nærmere undersøgelse af løsningvalg og -behov, da der er sket større ændringer i analyseforudsætningerne siden disse forbindelser blev foreslået.</p>	

Tabel 4 Igangværende og planlagte udbygningsprojekter i transmissionsnettet.

6.3 Sanering og omlægninger

Saneringerne i transmissionsnettet omfatter de projekter, der blev fastlagt i forskønnelsesplanen fra 2009 og de 132-150 kV-kabellægningsprojekter, der blev igangsat efter Netudviklingsplan 2013.

Derudover er der en række omlægningsprojekter som følge af tredjeparts behov.

Forskønnelsesplanen

Energinet.dk's forskønnelsesrapport fra 2009 præsenterede seks forskønnelsesprojekter i 400 kV-højspændingsnettet med henblik på at gøre landskabet mere harmonisk.



Forskønnelserne skulle gennemføres ved enten at erstatte eksisterende luftledninger med kabler i jorden over kortere strækninger ved naturområder af national betydning eller ved at justere den eksisterende linjeføring over kortere afstande. De områder der indgik i forskønnelsesplanen var:

- Aggersund
- Årslev Engsø
- Vejle Ådal
- Lillebælt
- Roskilde Fjord
- Kongernes Nordsjælland

Figur 17 Seks områder blev i 2009 udpeget til forskønnelse.

Forskønnelserne blev i 2009 planlagt gennemført over en periode på 5 år. Forskønnelsesprojekt Lillebælt er afsluttet i 2014, Aggersund i 2015, og Vejle Ådal er et igangværende projekt, der forventes afsluttet i 2017.

De tre øvrige projekter blev, som en del af solcelleaftalen fra 2012, udsat til efter 2020. Disse tre projekter genoptages i anlægsfasen og planlægges gennemført efter 2020. De endelige tidspunkter skal afklares. Da projekterne har stået stille i en længere periode, skal der foretages en teknisk vurdering af blandt andet løsningsdesign.

Kabelhandlingsplanen

I 2015 blev de sidste 132-150 kV-kabellægningsprojekter igangsat, hvorefter kabelhandlingsplanen af politiske årsager blev sat i bero. De sidste kabelhandlingsplansprojekter er planlagt afsluttede i 2019.

Energinet.dk har siden starten af arbejdet i 2009 fokuseret på at standardisere og effektivisere gennemførelsen af kabelhandlingsplanen, hvilket har medført en reduktion i det oprindelige omkostningsniveau. Ifølge kabelhandlingsplanen skulle der inden 2030 demonteres i alt 3.200 system-km luftledninger og i stedet etableres ca. 2.800 km kabler. Kabelhandlingsplanen er nu luk-

ket i sin oprindelige form, og når de sidste projekter fra planen er gennemført, er ca. 25 % af de omfattede luftledninger demonteret. Ud af de samlede omkostninger på 14 mia. kr., som blev budgetteret i netudviklingsplan 2013, forventes der at blive realiseret ca. 20 %. Det samlede billede ses i Tabel 5.

	Nye kabler	Nedtagning af luftledninger	Nye stationer	Samlede omkostninger
	km	system-km	stk.	mia.kr.
Afsluttede 2009-2016	267	389	2	1,1
Igangværende kabel-handlingsplan	356	365	1	1,8
I alt	623	754	3	2,9

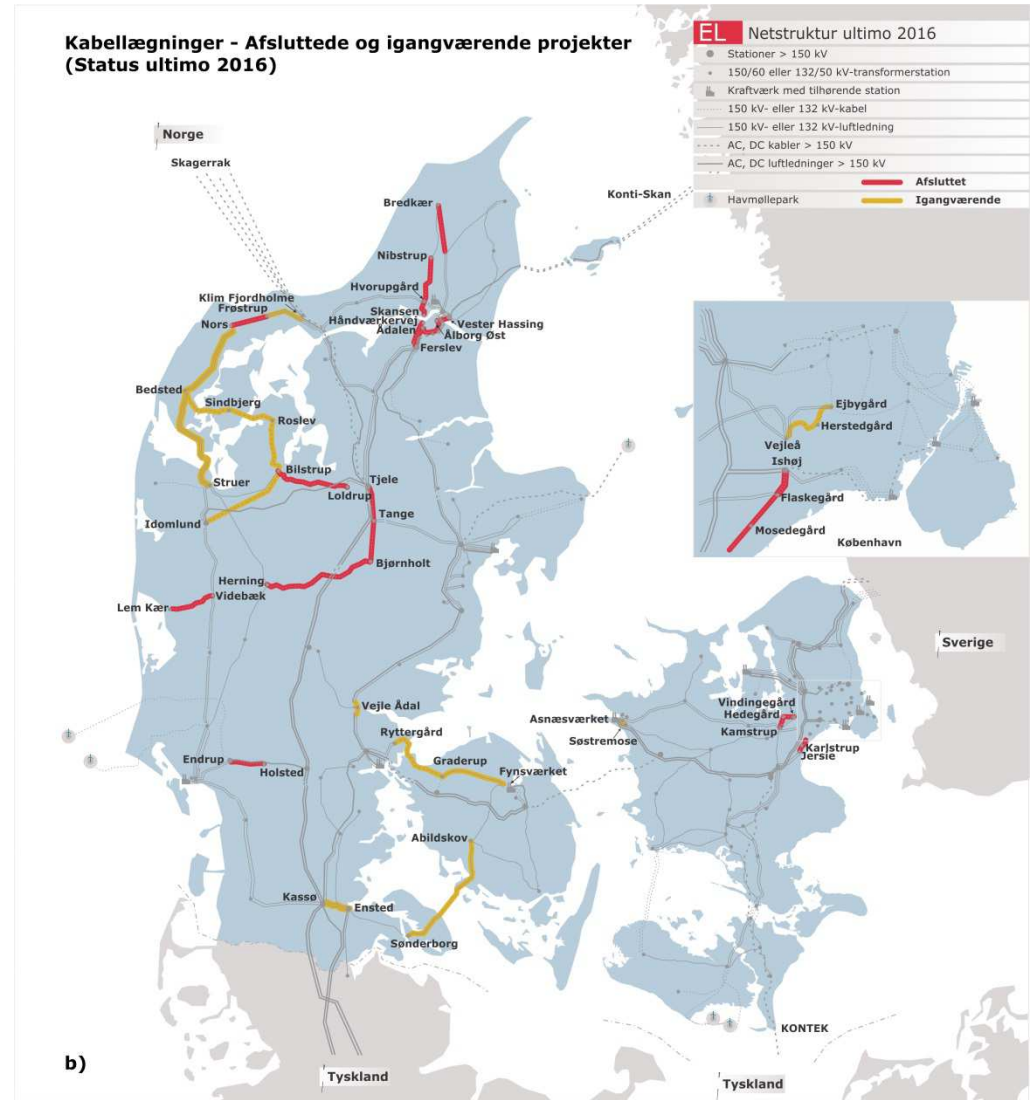
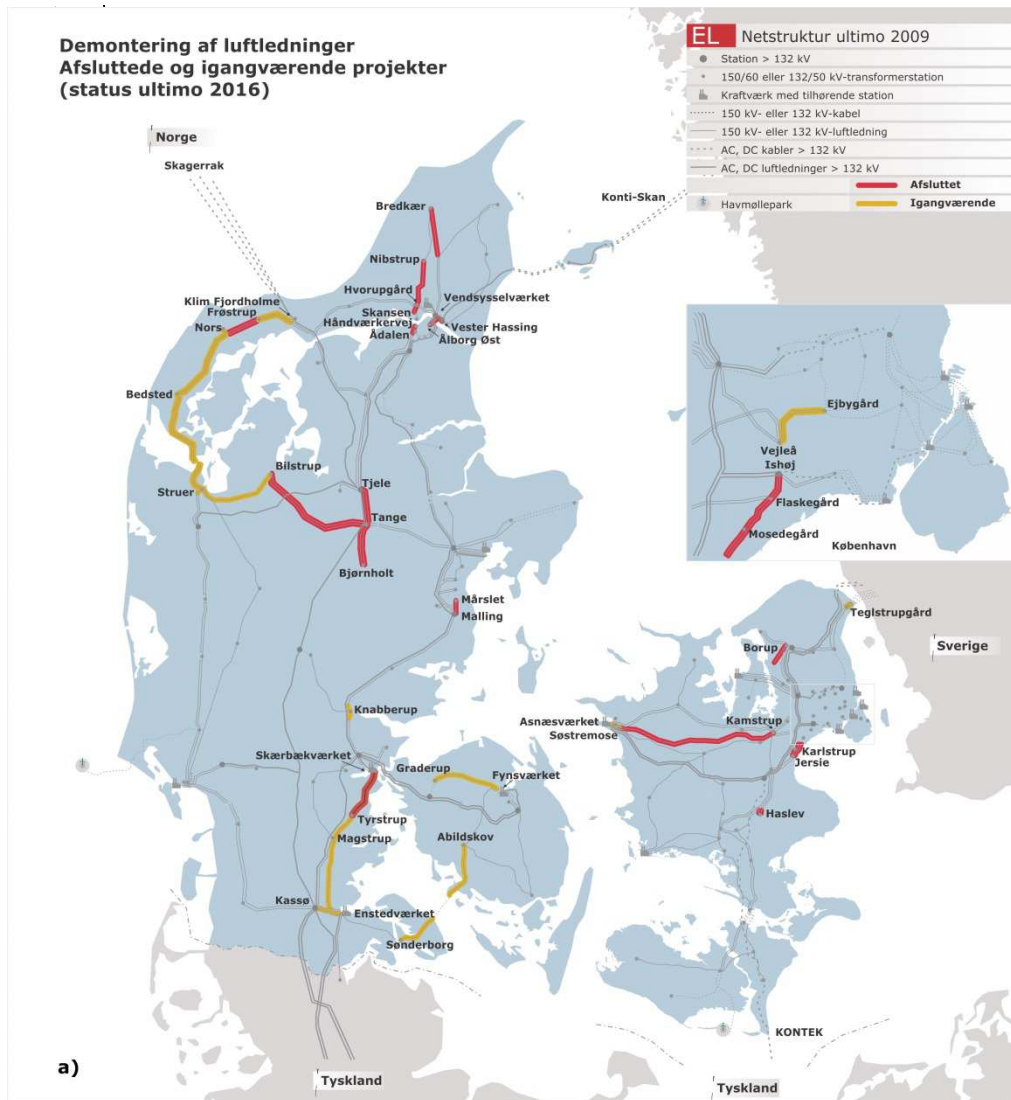
Tabel 5 Gennemførte og igangværende projekter siden kabelhandlingsplan 2009.

De luftledninger, der siden 2009 er demonteret, eller er ved at blive det, fremgår af Figur 18a, og de kabellægningsprojekter der erstatter luftledningerne og udbygger nettet, fremgår af Figur 18b.

På grund af annulleringen af kabelhandlingsplanen blev følgende projekter lukket, selvom de oprindeligt var godkendte til gennemførelse:

- Kabellægning af 150 kV-luftledninger omkring Esbjerg og 132 kV-luftledninger omkring Næstved af hensyn til bebyggelse. Disse områder vil indgå i den kommende prioritering af kabellægningsprojekter bynært og i naturområder.
- Kabellægning af 150 kV Bredkær-Nibstrup og 150 kV Mesballe-Trige. Disse forbindelser vil blive reinvesteret i takt med, at behovet for dette opstår. For 150 kV Mesballe-Trige er der allerede igangsat et planlægningsprojekt.

På Lolland har der været planlagt et projekt med kabellægning og demontering af luftledningen mellem Vestlolland og Radsted som følge af kabelhandlingsplanen og i tidsmæssig koordinering med etablering af Femern-forbindelsen. Da Femern-forbindelsen er forsinket, har Energinet.dk haft kabellægningsprojektet sat i bero. Med annulleringen af kabelhandlingsplanen forventes denne forbindelse ikke længere kabellagt, hvormed luftledningen mellem Vestlolland og Radsted reinvesteres i takt med, at behovet opstår.



Figur 18 Afsluttede og igangværende projekter fra kabelhandlingsplanen fra 2009. a) viser demontering af luftledninger og b) viser etablering af nye kabelanlæg.

Projekterne er en blanding af kabellægninger som følge af nedtagning af luftledninger og den generelle udvikling i produktion og forbrug. Derudover er der også projekter udløst af konkret udbygning, især med landvind.

Omlægninger af hensyn til tredjepart

I perioden fra den 1. december 2015 til den 1. december 2016 er der idriftsat et projekt, der vedrører 132 kV-kablerne i Storstrømmen og Masnedsund.

Projektet er oprindeligt initieret af Folketingets aftale om at anlægge en ny kombineret vej- og dobbeltsporet jernbanebro med cykel- og gangsti over Storstrømmen. Det forventes, at broen kan åbnes for trafik i 2022, hvorefter den gamle eksisterende Storstrømsbro fjernes.

Tre af Energinet.dk's 132 kV-kabler over Storstrømmen er i den forbindelse omlagt og reinvesteret for at give plads til etablering af den nye bro. Derudover er de to vestligste 132 kV-kabler i Masnedsund fjernet af hensyn til en planlagt udvidelse af erhvervshavnen og uddybning af sejlrenden ind til havnen på Masnedø.

Omlægninger af såvel elkabler som gasledninger i Sydhavnen, København, som følge af byudviklingsområdet Enghave Brygge pågår.

Der er følgende omlægningsprojekter under planlægning:

- Ny jernbane over Fyn. Hvis der vedtages en anlægslov, skal der etableres ca. 35 km ny jernbane fra Blommenslyst lige vest for Odense til Kauslunde øst for Middelfart. Vejdirektoratet har arbejdet med tre ligeværdige forslag til linjeføring. Der er blevet indstillet en løsning, hvor den nye jernbane etableres langs E20-motorvejen på den sydlige side. Hvis dette forslag vedtages, skal de to 400 kV-luftledninger over Fyn flyttes to steder over en samlet længde på ca. 4 km (ved Blommenslyst og Grønnemose). Derudover skal der flyttes en enkelt 150 kV-mast og eventuel en sænkning af et 150 kV-kabel.
- Københavns letbane. Region Hovedstaden og kommunerne i det vestlige København har besluttet at bygge en 29 km lang elektrisk letbane i Ringvej O3 mellem Lundtofte og Ishøj via Lyngby, Buddinge, Herlev, Glostrup og Vallensbæk. Energinet.dk bliver i den forbindelse berørt flere steder langs med letbanens tracé, hvor ledningerne enten krydser eller ligger parallelt med den kommende letbanes tracé, og omlægninger bliver nødvendige.
- Favrskov kommune ønsker partiel kabellægning af 150 kV-luftledningen mellem Tange og Trige nord for Hinnerup, da kommunen her vil udvikle et nyt boligområde. Senere blev området udvidet mod øst, da en privat investor også ønskede at byggemodne et boligområde.
- Banedanmark anlægger ny dobbeltsporet elektrificeret jernbane til Femern. Projektet indeholder et nyt ekstra spor langs den eksisterende bane mellem Vordingborg og ned til Rødby, hvor banen kobles på den faste forbindelse over Femern Bælt. Projektet indebærer for Energinet.dk; omlægge/sænke/beskytte berørte kabler, som krydser jernbanen, samt hæve master for berørte luftledninger, som krydser jernbanen.

6.4 Øvrige projekter

Udover reinvesterings-, udbygnings- samt sanerings- og omlægningsprojekterne er der en række øvrige projekter med en samlet anlægssum på 347 mio. kr. Projekterne omfatter anlæg, der ikke direkte vedrører transmissionsforbindelser og stationskomponenter, men som alligevel har betydning for udnyttelsesgraden og driftssikkerheden.

Afsluttede projekter	Ændring af importkapacitet over Øresund. <i>Projektet er afsluttet, da der er blevet implementeret relevante driftsmæssige tiltag, der gør, at forbindelserne til Sverige kan udnyttes bedre.</i>
	Kontroludrustningen på Kontek er udskiftet
Projekter i anlægsfasen	Renovering af relæbeskyttelser og -felter på Sjælland
	Udskiftning af kontroludrustningen på Konti-Skan 1+2
Projekter i planlægningsfasen	Beskyttelse af Bornholmskablerne. <i>Der arbejdes på at sikre beskyttelse af de eksisterende 60 kV-søkabler mellem Bornholm og Sverige for at undgå kabelfejl, som følge af ydre påvirkninger. Kablerne ligger i dag ubeskyttet oven på havbunden og er derved eksponeret for påvirkning fra tredjepart, herunder sætligt skibsankre.</i>
	Sikring af den reaktive balance i Tjele. <i>Der er et underskud af reaktiv effekt i Tjele til at kompensere for Norgesforbindelsens forbrug. Der arbejdes med optimeringspotentialer i station Tjele med henblik på at begrænse tab, øge tilgængeligheden af kapaciteten på Norgesforbindelsen og til at øge tilgængeligheden af systembærende egenskaber fra den synkronkompensator, der er placeret i Tjele.</i>

7. Reinvesteringsbehov

Hovedparten af det danske eltransmissionsnet er etableret i anden halvdel af 1900-tallet. I perioden 1950-1970 var det overordnede spændingsniveau 132-150 kV, hvilket siden hen er blevet erstattet af 400 kV. Basislevetiden på stationskomponenter er ca. 40 år, hvorfor det er naturligt, at store dele af særligt 132 kV- og 150 kV-nettene står over for et større reinvesteringsbehov.

Som tidligere nævnt i afsnit 4.4 anvender Energinet.dk Asset Management til at forsøge at optimere brugen af komponenter og dermed omkostningseffektiviteten med hensyn til investeringer.

Reinvesteringsbehovet i stationer, transformere og ledninger er i de følgende afsnit vist baseret på konkrete tilstandsvurderinger for de enkelte komponenter. Foruden det viste reinvesteringsbehov, vil der være behov for løbende vedligehold i mindre dele af nettet (<5 mio. kr.). Dette er ikke behandlet nærmere i RUS-planen.

7.1 Stationer

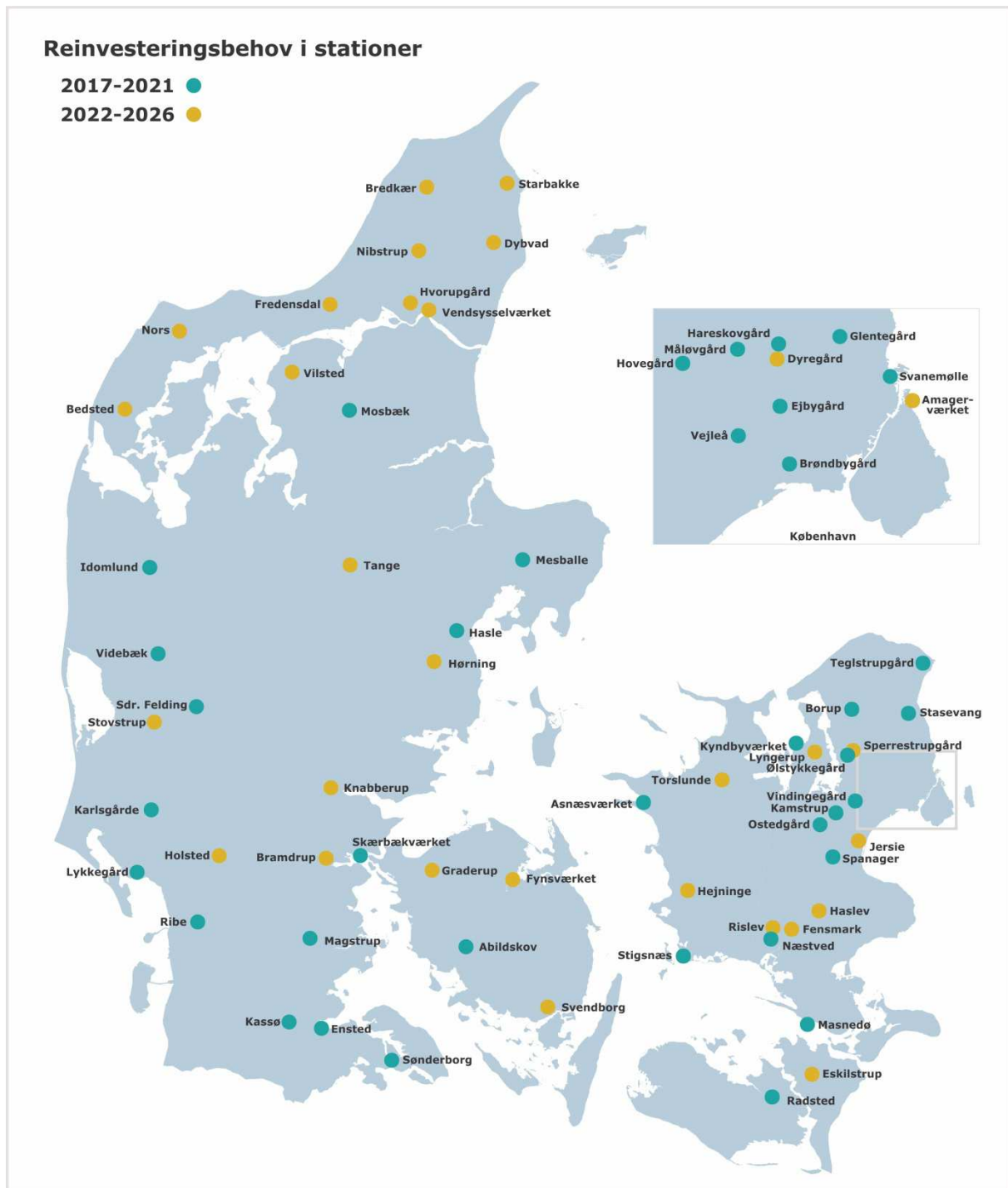
Reinvesteringsbehovet i stationer er vurderet ud fra de tilstandsanalyser, der løbende gennemføres. I Figur 19 er der vist en oversigt over de stationer, hvor der er identificeret et potentielt reinvesteringsbehov i felter inden for de kommende 10 år. Som vist i Figur 19 er der ca. 40 stationer, hvor der er behov for større eller mindre investeringer inden for de kommende 5 år og yderligere ca. 30 stationer i den efterfølgende 5-årige periode. Foruden det viste reinvesteringsbehov er der allerede flere planlagte og igangværende projekter, som tidligere beskrevet i afsnit 6.1. Herunder investering i 132 kV-stationerne Avedøre, Kastrup Koblingsstation, Amagerværket¹, 150 kV-station Herning og 400 kV-stationen ved Asnæsværket.

Figuren viser, på hvilke stationer der er et investeringsbehov inden for den kommende 10-årige periode. Figuren viser ikke omfanget af investeringsbehovet på de pågældende stationer. Dette defineres nærmere i forbindelse med planlægningen af investeringerne.

Udover de fremhævede stationer i Figur 19, er der et generelt behov for investering i tavler, relæer og beskyttelse på en række stationer.

Der igangsættes derfor et stationsreinvesteringsprogram, som skal fastlægge det endelige behov for investering i stationer, herunder felter, tavler, relæer og beskyttelse. Programmet skal sørge for at prioritere og koordinere dette investeringsbehov for de kommende år. Den allerede planlagte investering i 150 kV-station Herning inkluderes i stationsreinvesteringsprogrammet.

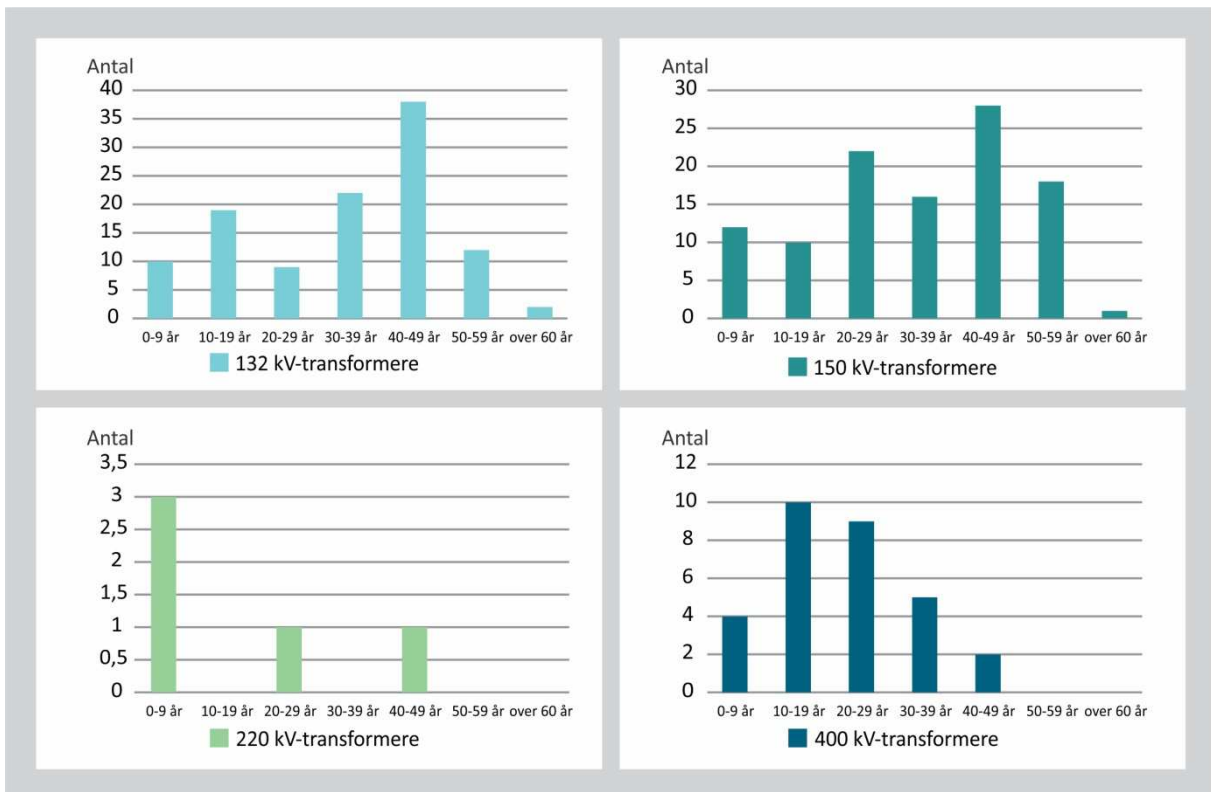
¹ Planlægningsprojektet for Amagerværket har til formål at investere GIS-delen af 132 kV-stationen. I Figur 19 er vist et investeringsbehov i stationen i perioden 2022-2026, hvilket omfatter AIS-delen af stationen (friluftstationen).



Figur 19 Højspændingsstationer med reinvesteringsbehov i felter i de kommende 10 år.

7.2 Transformere

Basislevetiden for en transformer afhænger i høj grad af, hvordan transformeren er blevet drevet og vedligeholdt i sin levetid. Reinvesteringstidspunktet bygger derfor på en konkret vurdering af de enkeltes transformere tilstand. I Figur 20 er der vist en opgørelse over alderen af Energinet.dk's transformere fordelt på de forskellige spændingsniveauer. Opgørelsen omfatter udelukkede selvstændige effekttransformere, som er en del af transmissionsnettet. Herudover ejer Energinet.dk en række øvrige transformere, som fx egenforsynings-, pol- og maskintransformere. Disse behandles, som en del af det anlæg de indgår i.



Figur 20 Opgørelse over alderen af Energinet.dk's transformere fordelt på de forskellige spændingsniveauer.

Som vist i opgørelsen ovenfor er der særligt på 132-150 kV-niveau flere gamle transformere. Der er således i alt 33 transformere, som er mere end 50 år, mens der yderligere er 66 transformere, som har rundet 40 år. Baseret på tilstandsvurderinger af de enkelte 132-150 kV-transformere er det vurderet, at der bør udskiftes ca. 30 transformere inden for de kommende år. Der er derfor igangsat et transformerudskiftningsprojekt på 132-150 kV, som skal kortlægge og koordinere reinvesteringerne i 132-150 kV-transformere for de kommende år.

På 220 kV-niveau er der kun to ældre transformere. Begge transformere udgår i forbindelse med det igangværende projekt vedrørende opgraderinger af 220 kV-forbindelserne til Tyskland, og der forventes dermed ingen reinvesteringsbehov i 220 kV-transformere i de kommende år.

På 400 kV-niveau er der enkelte transformere, som har rundet 40 år (begge 43 år). Baseret på tilstandsvurderinger af de enkelte 400 kV-transformere forventes der p.t. ikke at være behov for reinvestering inden for de kommende år.

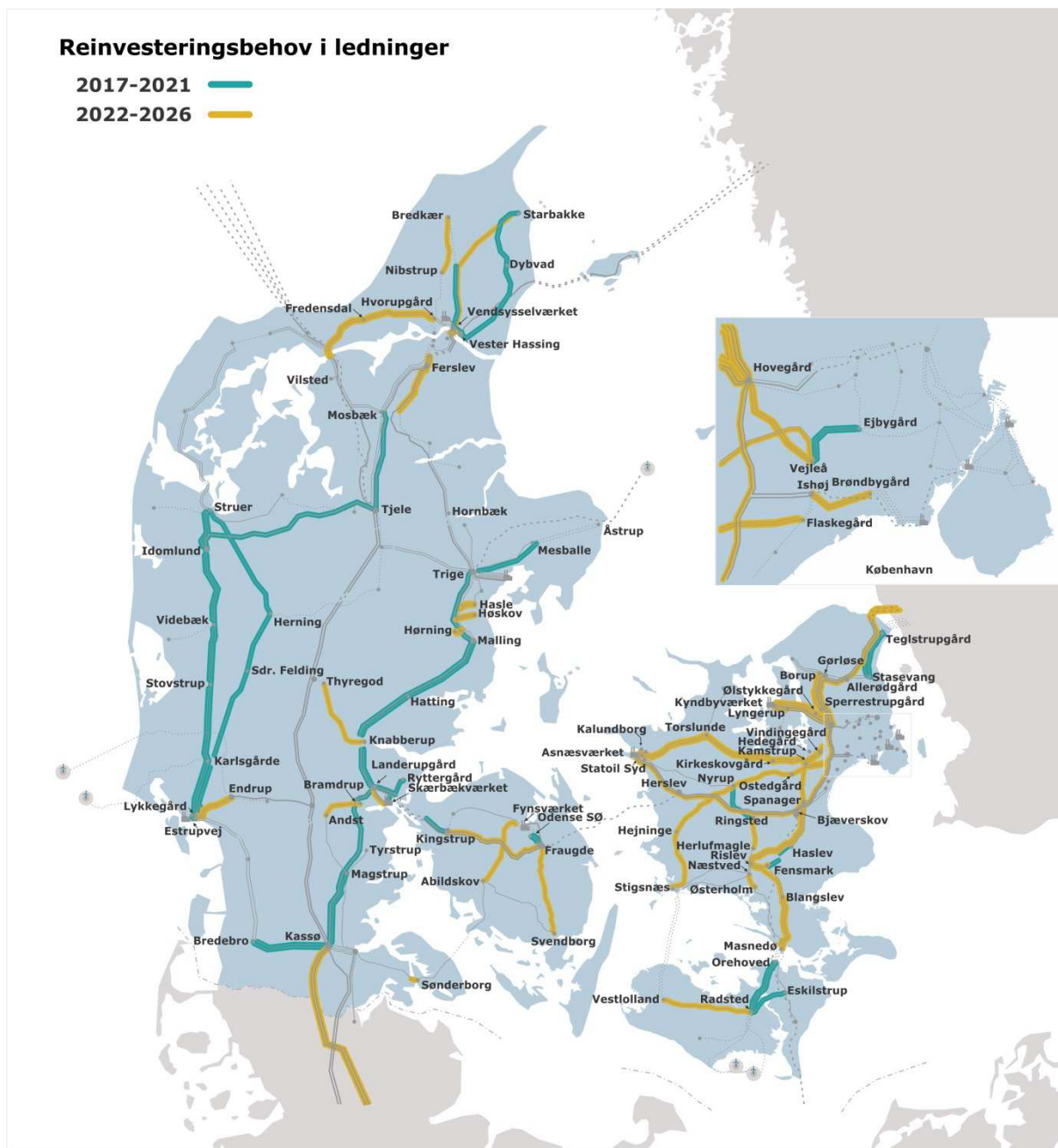
7.3 Ledningsanlæg

Reinvesteringsbehovet for ledningsanlæg er kortlagt på baggrund af en vurdering af tilstanden af følgende hovedkomponenter:

- Kabelforbindelser
- Fundamenter
- Master
- Fasetråd
- Ophæng og isolatorer
- Jordtråd.

Figur 21 viser et geografisk overblik over reinvesteringsbehovet i eksisterende ledningsanlæg for de kommende 10 år. Strækningerne er markeret i forhold til, hvilken periode der først optræder et reinvesteringsbehov i en af hovedkomponenterne.

Som vist i Figur 21 er der generelt et større reinvesteringsbehov i det jyske transmissionsnet end i resten af landet. Foruden ovenstående reinvesteringsbehov er der allerede flere planlagte og igangværende projekter jævnfør afsnit 6.1, hvilket ikke fremgår af figuren. Der er blandt andet et igangværende projekt vedrørende investering af den ene 400 kV-kabelforbindelse mellem Sjælland og Sverige, mens den anden 400 kV-kabelforbindelse forventes investeret i perioden 2022-2026.



Figur 21 Illustration af reinvesteringsbehovet i eksisterende ledningsanlæg for de kommende 10 år.

7.4 Øvrige reinvesteringer

Foruden reinvesteringer i stationer, transformere, ledninger og kabler er der en række mulige reinvesteringsprojekter i beskyttelse, relæer, HVDC-anlæg og synkronkompensatorer, som er oplyst i Tabel 6.

Reinvestering i AC-filtrene i HVDC-anlæg til Kontek
Reinvestering i AC-filtrene i HVDC-anlægget til Storebælt
Reinvestering i kontrolanlægget i HVDC-anlægget til Storebælt
Større vedligehold i synkronkompensator i Bjæverskov
Større vedligehold i synkronkompensator i Herslev
Større vedligehold i synkronkompensator i Fraugde

Tabel 6 Reinvesteringsbehov i øvrige projekter.

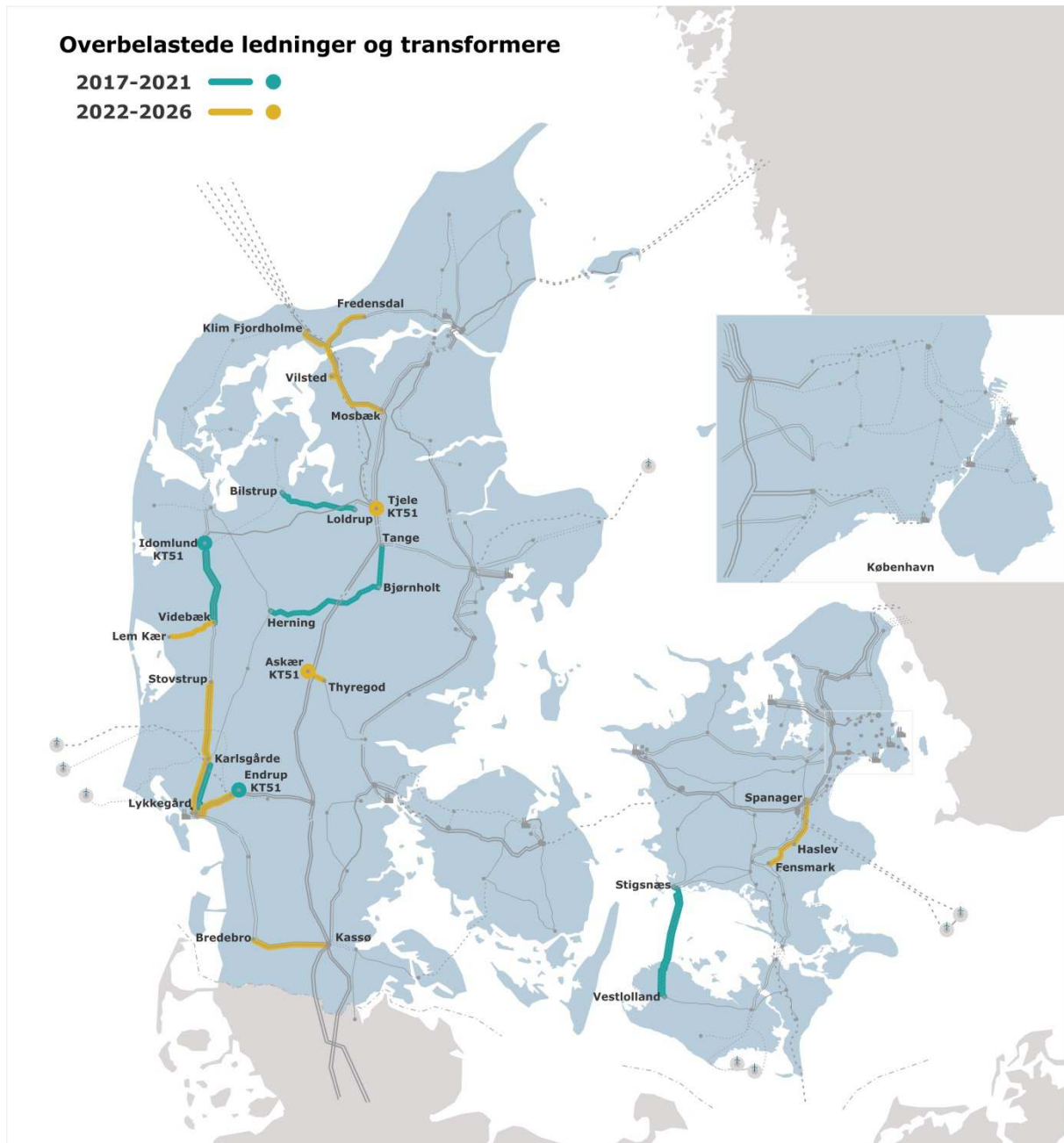
De større vedligehold i synkronkompensatorerne vedrører eftersyn specificeret af leverandøren. Reinvesteringsbehovet i ovenstående er medtaget i den økonomiske opgørelse, men er ellers ikke behandlet yderligere i forbindelse med arbejdet.

8. Behov for udbygninger og saneringer

I dette afsnit beskrives behovet for nødvendige udbygninger og saneringer for de kommende 10 år.

8.1 Svage steder

Til at illustrere det aktuelle nets svageste områder er der gennemført en screening af belastninger ved intakt net og med de forventninger til produktionskapacitet, forbrug og udvekslingsforbindelser, som Energinet.dk's analyseforudsætninger beskriver frem mod 2026, Figur 22.



Figur 22 Illustration af ledninger og transformere, som vil blive overbelastet ved intakt net under de anvendte forudsætninger, såfremt der ikke gennemføres udbygninger eller andre tiltag.

Beregningerne er udført på det nuværende transmissionsnet med gennemførelse af allerede igangværende projekter. Analyseforudsætningerne omfatter foruden den generelle fremskrivning af forbrug og produktion også udlandsforbindelserne for Viking Link og Vestkystforbindelsen til Tyskland.

Screeningen viser, at der er flere steder i nettet, som vil blive overbelastet (>100 % af komponentens nominelle belastningsevne) ved intakt net. Dette er tilfældet med den forventede udbygning af vedvarende energi og udlandsforbindelser, såfremt der ikke foretages planlagte og mulige udbygninger. Medtages fejlsituationer i analysen, vil flere forbindelser overbelastes end vist på kortet.

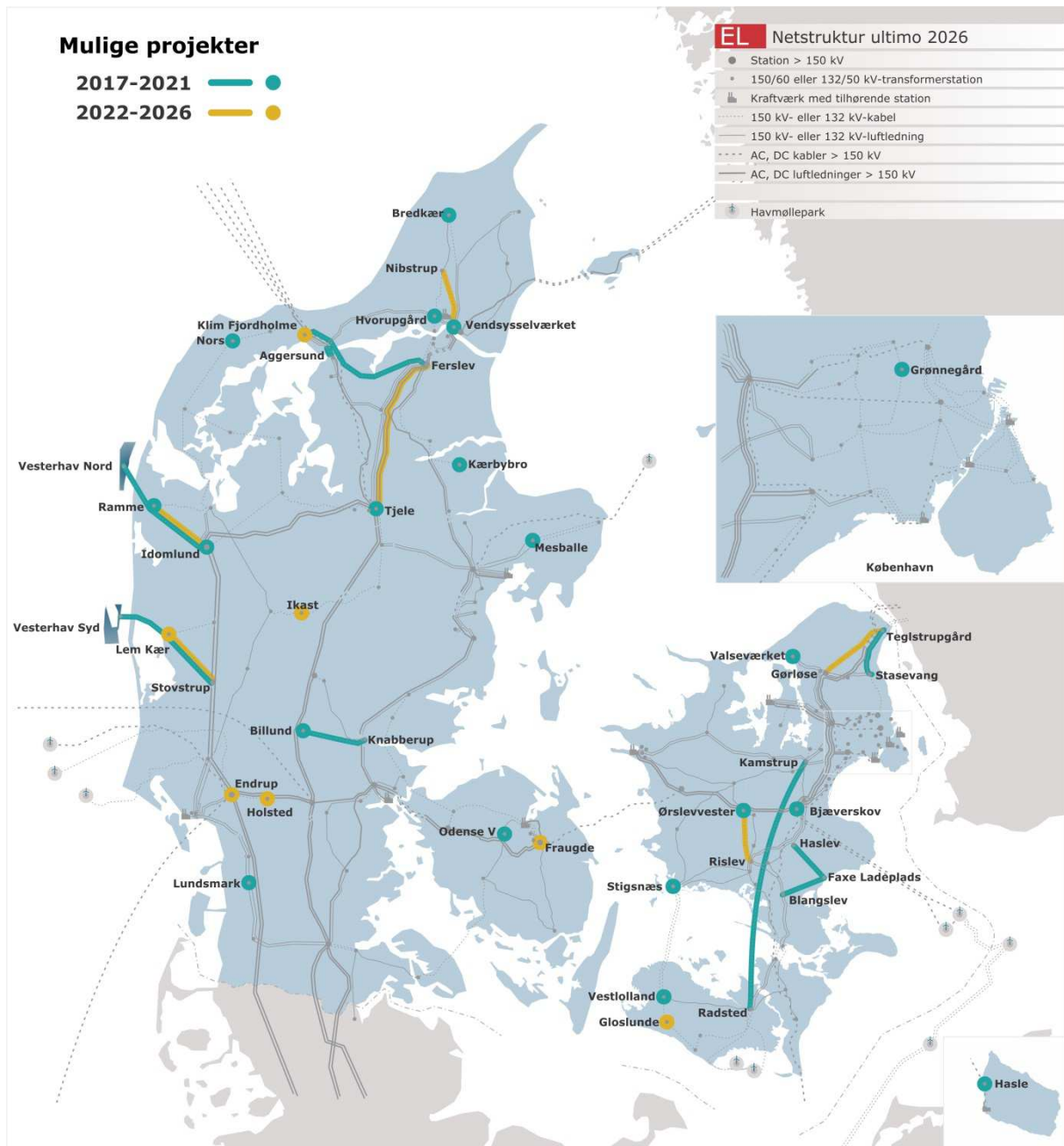
De høje belastninger optræder primært som følge af vindkraftsudbygningen, som har været særlig koncentreret i Vest- og Nordjylland og på Lolland. Herudover udbygges der med nye udlandsforbindelser fra Jylland mod Tyskland og England, hvilket medfører en forøgelse af de effektflows, som løber i det jyske transmissionsnet. Flere af overbelastningerne vil blive fjernet, hvis allerede planlagte projekter gennemføres, fx etablering af en 400-150 kV-kombiluftledning mellem Endrup og Idomlund.

8.2 Behov for netudbygninger

For at understøtte den forudsatte udvikling jævnfør analyseforudsætningerne er det nødvendigt at gennemføre en række netudbygninger.

Til at kortlægge de mulige netudbygninger for de kommende år er der gennemført en række analyser. Analyserne er gennemført med udgangspunkt i analyseforudsætningerne og med forudsat gennemførelse af de projekter, der er beskrevet i afsnit 6.

De foreslåede løsninger er i RUS-planen forudsat gennemført ved anvendelse af netudbygninger. De endelige løsninger fastlægges i forbindelse med detailplanlægningen, hvor også mere markedsbaserede løsninger kan indgå i vurderingen. De foreslåede løsninger er illustreret i Figur 23 og beskrevet yderligere i afsnittene 8.2.1-8.2.9.



Figur 23 Mulige netudbygninger frem mod 2026.

8.2.1 Nordjylland

Der forventes en stor nettotilgang af produktion fra vedvarende energi i det nordjyske område.

Dette medfører et behov for aflastning af eksisterende 150/60 kV-transformerne – enten i form af nye transformere på allerede eksisterende stationer eller i form af helt nye stationer.

Herudover er der behov for aflastning af det eksisterende 150 kV-net, hvilket kan løses med udbygning i 150 kV-nettet mellem Klim Fjordholme og Ferslev og Nibstrup og Nordjyllandsværket.



Figur 24 Mulige netudbygninger i Nordjylland frem mod 2026.

8.2.2 Østjylland

Der forventes en moderat nettotilgang af produktion fra vedvarende energi i det østjyske område.

Herudover forventes der en forbrugsstigning omkring de større østjyske byer og i form af datacenteret ved Tjele.

Dette medfører behov for aflastning af eksisterende 150/60 kV-transformerne – enten i form af nye transformere på allerede eksisterende stationer eller i form af helt nye stationer.

Der er ligeledes behov for øget transformerkapacitet mellem 400 kV- og 150 kV-nettene i Tjele, både af hensyn til aftag af vindkraft og forsyning af forbrug.



Figur 25 Mulige netudbygninger i Østjylland frem mod 2026.

Endelig medfører den stigende produktion fra vedvarende energi et øget effektflow mellem Nordjylland og Midtjylland, hvilket udløser et behov for udvidelse med et ekstra system på den eksisterende 400 kV-forbindelse mellem Ferslev og Tjele.

8.2.3 Vestjylland

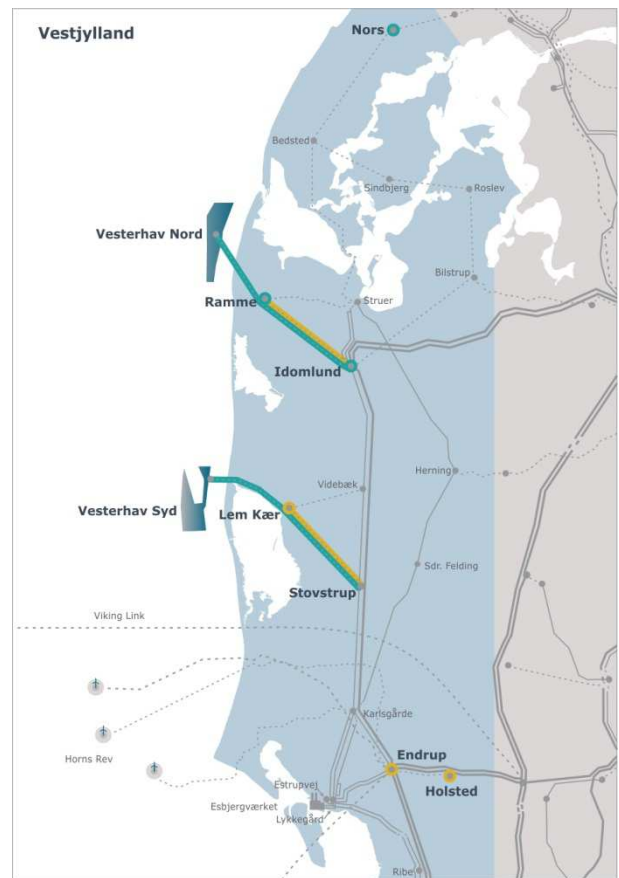
Der forventes en stor nettotilgang af produktion fra vedvarende energi i det vestjyske område.

Dette medfører behov for aflastning af eksisterende 150/60 kV-transformerne i form af nye transformere på eksisterende stationer.

Som følge af den stigende mængde vindkraft i Vestjylland er der behov for flere netforstærkninger. Hovedparten af problemstillingerne løses med de allerede planlagte projekter for en 400-150 kV-kombiledning fra Endrup til Idomlund og tilføjelse af 400/150 kV-transformerkapacitet i Stoustrup og Idomlund.

På den korte bane er der dog en række problemstillinger i situationer med høj produktion fra vindkraften i området. Problemstillingerne kan i teorien løses ved at fremrykke 400-150 kV-kombiledningen fra Endrup til Idomlund. Dette vurderes dog ikke som værende muligt i praksis. Der igangsættes derfor et projekt, som har til formål at kortlægge, om der er dele af projekterne, der med fordel kan fremrykkes, og hvilke kortsigtede tiltag der herudover kan være med til at løse problemstillingerne, indtil de førnævnte projekter er idriftsatte.

På den lange bane er der behov for aflastning af det eksisterende 150 kV-net, hvilket kan løses med udbygning i 150 kV-nettet mellem Lem Kær og Stoustrup samt mellem Ramme og Idomlund.

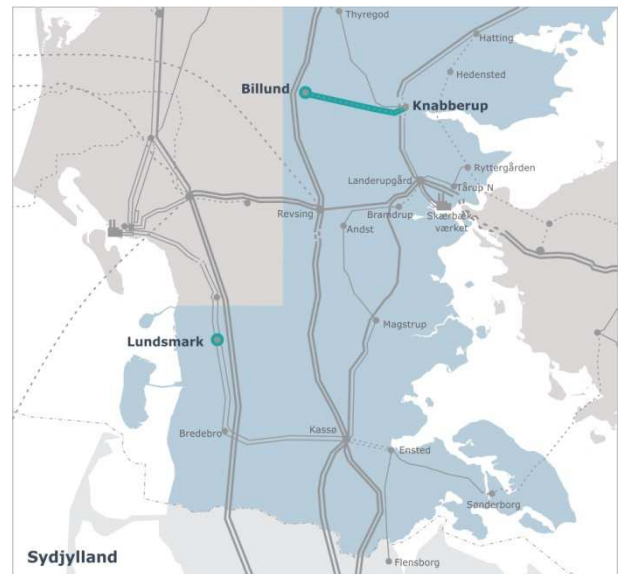


Figur 26 Mulige netudbygninger i Vestjylland frem mod 2026.

8.2.4 Sydjylland

Der forventes en stor nettotilgang af produktion fra vedvarende energi i det sydjyske område.

Dette medfører behov for aflastning af eksisterende 150/60 kV-transformerne – enten i form af nye transformere på allerede eksisterende stationer eller i form af helt nye stationer.



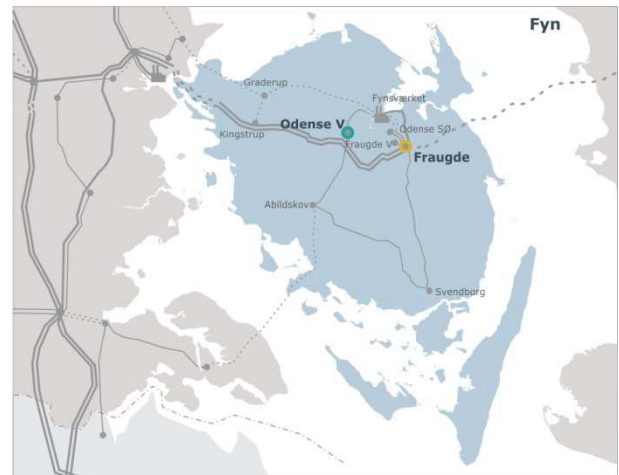
Figur 27 Mulige netudbygninger i Sydjylland frem mod 2026.

8.2.5 Fyn

Der forventes en moderat nettotilgang af produktion fra vedvarende energi på Fyn. Herudover forventes der en forbrugsstigning omkring Odense og tilslutning af datacenter ved Fraugde (Facebook).

Dette medfører behov for aflastning af eksisterende 150/60 kV-transformerne – enten i form af nye transformere på allerede eksisterende stationer eller i form af helt nye stationer.

Der er endvidere behov for øget transformerkapacitet mellem 400 kV- og 150 kV-nettene omkring Odense af hensyn til forsyning af forbrug.



Figur 28 Mulige netudbygninger på Fyn frem mod 2026.

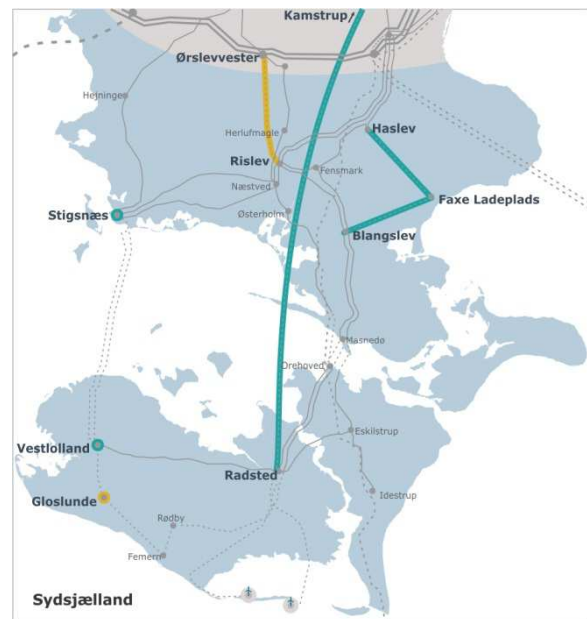
8.2.6 Sydsjælland og Lolland-Falster

Der forventes en stor nettotilgang af produktion fra vedvarende energi i Sydsjælland og på Lolland-Falster.

Dette medfører behov for aflastning af eksisterende 132/50 kV-transformerne – enten i form af nye transformere på allerede eksisterende stationer eller i form af helt nye stationer.

Herudover medfører den stigende produktion fra vedvarende energi et øget effektflow mellem Sydsjælland-Lolland-Falster og Midtsjælland, hvilket kan give behov for aflastning af det eksisterende 132 kV-net. Dette kan eksempelvis løses med en 132 kV-kabelforbindelse fra Radsted til Kamstrup.

Endelig er der behov for at etablere forsyning til en kompressorstation omkring Faxe i forbindelse med det mulige gasprojekt Baltic Pipe.



Figur 29 Mulige netudbygninger i Sydsjælland og Lolland-Falster frem mod 2026.

8.2.7 Midtsjælland

Mængden af centrale værker tilsluttet på 132 kV-niveau er reduceret de senere år, og tendensen ser ud til at fortsætte.

Der er derfor behov for forstærkninger i nettet for at kunne sikre forsyningen af forbrug i området i situationer uden vind- og/eller solproduktion.

Herudover tilføres der store mængder af vindkraft fra Sydsjælland og Lolland-Falster. Der er derfor behov for aflastning af 132 kV-nettet og øget transformerkapacitet mellem 400 kV- og 132 kV-nettene, både af hensyn til aftag af vindkraft og forsyning af forbrug.



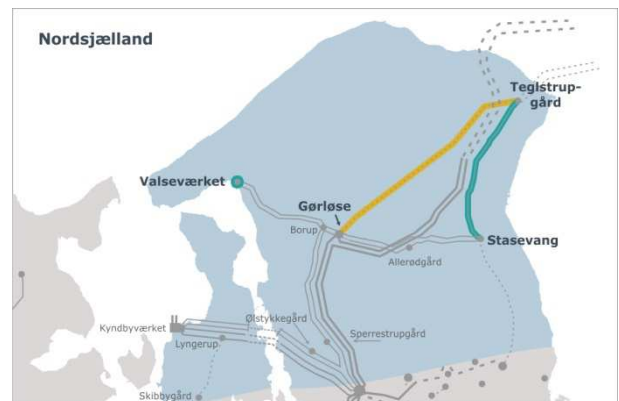
Figur 30 Mulige netudbygninger i Midtsjælland frem mod 2026.

8.2.8 Nordsjælland

Der forventes en moderat forbrugsstigning i det nordsjællandske område.

Dette medfører behov for aflastning af eksisterende 132/50 kV-transformerne – enten i form af nye transformere på allerede eksisterende stationer eller i form af helt nye stationer.

Herudover er der behov for at udbygge 132 kV-nettet mod Teglstrupgård (Helsingør) for at aflaste 132 kV-nettet mellem Gørløse og Teglstrupgård.



Figur 31 Mulige netudbygninger i Nordsjælland frem mod 2026.

8.2.9 Københavnsområdet

Der forventes en forbrugsstigning kombineret med en reduktion af produktionskapacitet i Københavnsområdet.

I station Grønnegården forventes der blandt andet tilsluttet en elkedel.

Hovedparten af Københavnsområdet er ikke behandlet eksplicit i forbindelse med RUS-planen, da der et projekt i planlægningsfasen vedrørende forsyning af København og reinvestering af 132 kV-kabelnettet, se side 36.



Figur 32 Mulige netudbygninger i Københavnsområdet frem mod 2026.

8.3 Variationsstudier

Foruden de gennemførte analyser med den forudsatte udvikling jævnfør analyseforudsætningerne, er der gennemført en række udvalgte variationsstudier i tråd med de udfaldsrum, der arbejdes med i analyseforudsætningerne. Variationsstudierne er gennemført for at vurdere robustheden af de forudsatte og foreslåede løsninger fra afsnit 8.2.

Analyserne viser, at der med de anvendte forudsætninger bliver behov for yderligere udbygninger:

- *Større tilvækst i elforbrug (+10 %)*
Med en større generel tilvækst i elforbruget kan det blive nødvendigt med etablering af enkelte 400/132-150 kV-transformere og eventuelt 132-150/50-60 kV-transformere. Behov for udbygning kan eventuel undgås ved at sammentænke dette med fremtidige reinvesteringer af transformere.
- *Tilslutning af yderligere store forbrugere*
Med tilslutning af yderligere store forbrugere i Jylland på samlet ca. 500 MW vil elforbruget stige markant på specifikke lokationer. Dette kan kræve udbygning af 400/150 kV-transformere i de specifikke stationer, hvor forbruget tilsluttes. Såfremt tilslutning af forbrugerne ikke ligger ved eksisterende 400/150 kV-stationer, kan det endvidere kræve udbygninger i 150 kV-nettet frem til en 400/150 kV-station.
- *Mere omfattende udbygning med vedvarende energi (+16 %)*
En mere omfattende udbygning med vedvarende energi kan betyde, at der kan blive behov for yderligere udbygninger med både 132-150/50-60 kV-transformere og 132-150 kV-forbindelser. Ved en meget aggressiv udbygning med vedvarende energi kan der potentielt være risiko for, at selv nyere 132-150 kV-kabelforbindelser overbelastes, hvormed der kan blive behov for netforstærkninger i områder, hvor der allerede er gennemført udbygninger. Udbygningsbehovet vil være meget afhængigt af konkrete effektstørrelser og lokationer.

Transmissionsnettets robusthed vil blive yderligere vurderet i forbindelse med anvendelse af scenarier i Energinet.dk's perspektivplan.

8.4 Behov for saneringer

Som tidligere beskrevet i afsnit 3.2, foretages der med PSO-aftalen en tilpasning af kabelhandlingsplanen, som blandt andet giver mulighed for kabellægning af udvalgte 132-150 kV-strækninger gennem naturområder og bymæssig bebyggelse.

De konkrete rammer for udmøntningen af dette er ved at blive klarlagt, hvormed kabellægning af udvalgte strækninger i 132-150 kV-nettet ikke behandles i detaljer i forbindelse med RUS-plan 2016. I fremtidige udgaver af RUS-planen forventes dette inkluderet med en status og angivelse af mulige projekter.

PSO-aftalen lægger også op til, at der er mulighed for, at der kan gennemføres kabellægninger i 132-150 kV-nettet i forbindelse med etablering af nye 400 kV-forbindelser.

Energinet.dk har en række planlagte og mulige 400 kV-projekter, der kan blive etableret som luftledninger:

- Projekter i planlægningsfasen, der er indstillet som en luftledningsløsning:
 - Endrup-Idomlund
 - Endrup-Niebull (dansk-tysk grænse).
- Projekter i planlægnings- og screeningsfasen, der kan blive indstillet som en luftledningsløsning:
 - Idomlund-Tjele (montering af system nummer to på eksisterende master)
 - Landerupgård-Revsing
 - Ferslev-Tjele (montering af system nummer to på eksisterende master på ca. halvdelen af strækningen og udskiftning af master til tosystem på resten af strækningen)
 - Bjæverskov-Hovegård (eventuelt kun delstrækning som luftledning)
 - Hovegård-Bellahøj (eventuelt kun delstrækning som luftledning).

I tilfælde af at projekterne godkendes som en 400 kV-luftledning, bliver det i projektet vurderet, om der skal gennemføres kompenserende kabellægninger i 132-150 kV-nettet i nærheden af den nye luftledning. Derudover kan der også gennemføres kompenserende kabellægninger på selve 400 kV-luftledningen.

8.5 Behov for statiske spændingsregulerende komponenter

Behovet for statiske spændingsregulerende komponenter vedrører komponenter, som kan levere eller aftage en fast mængde reaktiv effekt for at kunne holde transmissionsnettets reaktive effektbalance.

Der er gennemført en række analyser af tilstrækkeligheden af nettets reaktive ressourcer i Vestdanmark. Disse analyser har vist, at det i situationer med lavt forbrug, ingen vind og lav effektudveksling med naboområder er nødvendigt at anvende alle tilgængelige statiske reaktive ressourcer for at holde spændingerne inden for de tilladelige grænser.

I forbindelse med fejlsituationer kan det derfor være nødvendigt at gøre brug af de dynamiske reaktive ressourcer for at holde spændingerne på et acceptabelt niveau. Dette er dog ikke hensigtsmæssigt, da de dynamiske reaktive ressourcer skal reserveres til spændingsregulering i forbindelse med dynamiske hændelser. Da et havari på en reaktor kan tage mere end et år at udbedre i tilfælde af, at der skal indkøbes en ny reaktor som erstatning, kan der være tale om en betydelig begrænsning af de dynamiske reaktive ressourcer.

Der er derfor konstateret et konkret behov for lokal reaktiv kompensering i 150 kV-nettet ved henholdsvis Bredkær og Mesballe for at kunne sikre mod for høje spændinger i forbindelse med fejlsituationer i 150 kV-nettet. Herudover har analyserne vist et behov for øget reaktiv kompensering i 400 kV-nettet i Nordjylland for at sikre mod for høje spændinger i forbindelse med fejl på eksisterende 400 kV-reaktorer.

Energinet.dk forventer at foretage lignende analyser for Østdanmark i løbet af 2017, således at et eventuelt behov kan indgå i arbejdet med den næste RUS-plan.

Der er endvidere konstateret store spændingsvariationer ved 60 kV-nettet på Bornholm, hvorfor er behov for tiltag til at sikre en acceptabel spændingsregulering på Bornholm.

8.6 Behov for systembærende egenskaber

Systembærende egenskaber omfatter de ydelser, der er nødvendige for at opretholde en sikker og stabil drift af elsystemet, som fx spændingsstabilitet og kortslutningseffekt. Systembærende egenskaber kan leveres af netkomponenter, synkronkompensatorer og kraftværker.

Tidligere blev kraftværker placeret der, hvor el- og varmemeforbruget fandt sted – altså på de centrale kraftværkspladser. Med tiden er produktionen blevet mere distribueret i form af decentrale kraftvarmeværker samt et stigende antal hav- og landvindmøller samt solcelleanlæg.

De mange nye vindmøller, stærke udlandsforbindelser og synkronkompensatorer medvirker til, at elsystemet i Vestdanmark under normaldrift ikke længere er teknisk afhængig af leverance af systembærende egenskaber fra kraftværkerne. Dette skyldes blandt andet, at nye jævnstrømforbindelser til udlandet også leverer systembærende egenskaber som et kraftværk eller en synkronkompensator, som en integreret del af deres drift.

Energinet.dk har i efteråret 2015 og foråret 2016 foretaget omfattende analyser af det fremtidige behov for systembærende egenskaber i Vestdanmark og præsenteret dette for leverandørerne af systembærende egenskaber på flere workshops.

Analyserne for Vestdanmark viser, at behovet for systembærende egenskaber, ud over systemets eget bidrag, stort set kan indsnævreres til et behov for dynamisk spændingsregulering. Konklusionen er, at der i normale driftssituationer ikke er behov for indkøb af rådighed over kraftværksenheder, såfremt øvrige netkomponenter er i drift. Behovet forventes ikke at ændre sig væsentligt frem til og med 2018.

COBRACable-forbindelsen til Holland vil ligesom Skagerrak 4-forbindelsen bidrage med spændingsregulering. Når COBRACable-forbindelsen sættes i drift, forventes det derfor, at øvrige netkomponenter teknisk kan levere det fulde behov for systembærende egenskaber. Energinet arbejder på en markedsmodel, der skal sikre konkurrenceudsættelse af leveringingen af de systembærende egenskaber i det omfang det er muligt.

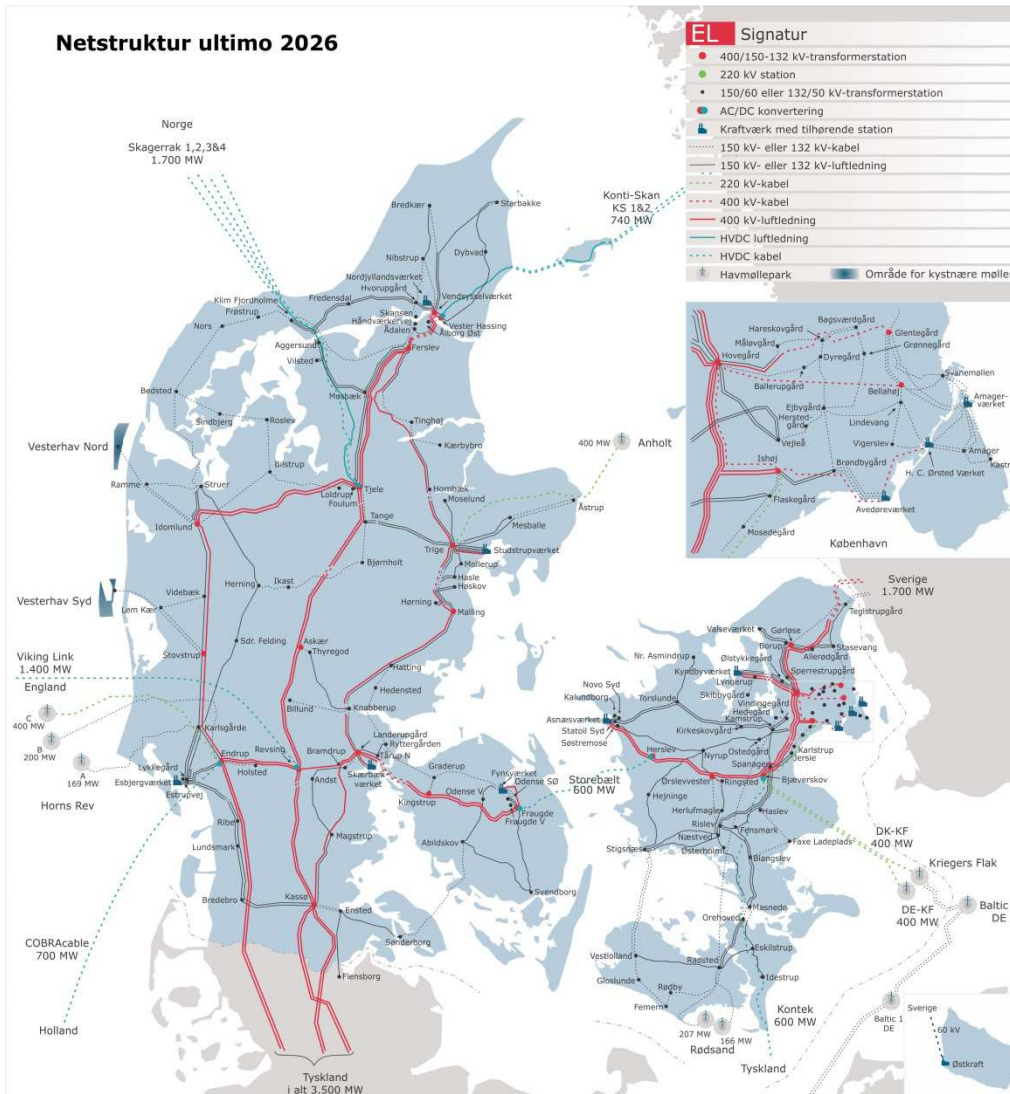
Energinet.dk foretager lignende analyser for Østdanmark gældende for 2017, som forventes færdiggjort i første kvartal 2017. Resultaterne af analyserne vil blive præsenteret i forbindelse med aktør workshop for systemydelser primo marts 2017.

Perioden efter år 2017 vurderes at være forbundet med en betydelig usikkerhed omkring udviklingen af det samlede elsystem i Østdanmark, fx den fremtidige 400 kV-netstruktur på Sjælland samt idriftsættelsen af Kriegers Flak Havmøllepark. Dette gør at behovet kan ændres på sigt.

Med de anvendte forudsætninger og forventede netudbygninger, vurderes der p.t. ikke at være behov for yderligere anlæg til levering af systembærende egenskaber i DK1. Behovsafklaringen for DK2 afventer færdiggørelse af de igangsatte analyser.

9. Projektkoordinering

I de forrige afsnit er behovet for reinvesteringer og udbygninger beskrevet, hvilket med de foresatte og foreslåede løsninger vil lede til en netstruktur på mellemlagt sigt, som vist i Figur 33.



Figur 33 Netstrukturen for transmissionsnettet i Danmark på mellemlagt sigt.

Der er et potentiale for at koordinere projekterne både i forhold til tidsmæssige udførelse, men også så der kun gennemføres reinvesteringer i anlæg, som skal bestå på længere sigt.

I dette afsnit beskrives den koordinering der er gennemført, som dels har medført, at der er en række reinvesteringer, som ikke bør gennemføres, da de ikke er en del af den langsigtede netstruktur. For disse komponenter bør der foretages en vurdering af omfanget af eventuelle levetidsforlængende tiltag, indtil komponenterne kan fjernes.

Der er ligeledes et koordineringspotentiale mellem reinvestering og etablering af nye 132-150 kV-transformere. Dette skal koordineres med det planlagte reinvesteringsprojekt for 132-150 kV-transformere.

Herudover er der foreslået en koordinering mellem en række mulige reinvesterings- og udbygningsprojekter, således at de initieres på samme tid og eventuelt kombineres til et samlet projekt.

9.1 Samlet plan for mulige projekter

Den gennemførte koordinering har endt ud i en plan, som inkluderer i alt 94 mulige projekter fordelt på 37 reinvesteringsprojekter, 44 udbygningsprojekter og 13 saneringsprojekter. Hertil kommer projekter i planlægnings- og anlægsfasen, se afsnit 6.

Planen inkluderer puljer for reinvesteringer i 132-150 kV-stationer og puljer for reinvesteringer i luftledninger for perioden 2022-2026. Herudover er der mulighed for at koordinere og kombinere projekterne yderligere med enten igangværende og planlagte projekter eller mellem de mulige projekter. Et forslag til dette er beskrevet i 9.2 og 9.3.

De mulige projekter er listet i det følgende opdelt på henholdsvis reinvesterings-, udbygnings- og saneringsprojekter. Projekterne er nærmere beskrevet i bilagsrapporten for projektbeskrivelser, hvor det pågældende projekt kan identificeres ved ID-nummeret.

9.1.1 Reinvesteringsprojekter

ID	Projekt navn	Type	År
81	Relæ- og tavlerenovering i Vestdanmark	Beskyttelse og relæer	2018
82	Relædublering i det gamle SEAS-NVE-område	Beskyttelse og relæer	2018
135	Reinvestering af 150 kV-station Enstedværket	Stationer	2018
136	Reinvestering af 150 kV-station Sønderborg	Stationer	2018
254	Relæ- og tavlerenovering i Nordsjælland	Beskyttelse og relæer	2018
330	Reinvestering af 150 kV-luftledningen mellem Åstrup og Trige (sydlig tracé)	Nationalt transmissionsnet	2018
331	Reinvestering af 400-150 kV-kombiluftledningen mellem Kassø og Landerupgård	Nationalt transmissionsnet	2018
332	Reinvestering af 400-150 kV-kombiluftledningen mellem Landerupgård og Malling	Nationalt transmissionsnet	2018
386	Reinvestering af 132 kV-luftledningen mellem Stasevang og Teglstrupgård	Nationalt transmissionsnet	2018
432	Reinvestering af 400 kV-luftledningen mellem Kingstrup og Landerupgård	Nationalt transmissionsnet	2018
480	Reinvestering i felt- og synkroniseringsenheder i 400 kV-station Vester Hassing	Stationer	2018
470	Reinvesteringsprogram for 132 kV- og 150 kV-stationer 2017-2021	Stationer	2018-2021
157	Reinvestering af 400 kV-station Hovegård	Stationer	2019
333	Reinvestering af 400 kV-luftledningen mellem Nordjyllandsværket og Vester Hassing	Nationalt transmissionsnet	2019
334	Reinvestering af 400 kV-luftledningen mellem Idomlund og Tjele	Nationalt transmissionsnet	2019
335	Reinvestering af 150 kV-luftledningen mellem Herning og Struer	Nationalt transmissionsnet	2019
336	Reinvestering af 150 kV-luftledningen mellem Bredebro og Kassø	Nationalt transmissionsnet	2019
433	Reinvestering af 132 kV-luftledningen mellem Orehoved og Radsted	Nationalt transmissionsnet	2019
434	Reinvestering af 132 kV-kablet mellem Orehoved og Radsted	Nationalt transmissionsnet	2019
339	Reinvestering af 150 kV-luftledningen mellem Idomlund og Struer	Nationalt transmissionsnet	2020
340	Reinvestering af 150 kV-luftledningen mellem Karlsgårde og Lykkegård (vestlig tracé)	Nationalt transmissionsnet	2020
390	Reinvestering af 150 kV-luftledningen mellem Fraugde og Odense Sydøst	Nationalt transmissionsnet	2020
147	Reinvestering af 400 kV-station Idomlund	Stationer	2021
342	Reinvestering af 150 kV-luftledningen mellem Dybvad og Vester Hassing	Nationalt transmissionsnet	2021
343	Reinvestering af 150 kV-luftledningen mellem Dybvad og Starbakke	Nationalt transmissionsnet	2021
345	Reinvestering af 150 kV-luftledningen mellem Bredkær og Nordjyllandsværket	Nationalt transmissionsnet	2021
347	Reinvestering af 400 kV-luftledningen mellem Ferslev og Tjele	Nationalt transmissionsnet	2021
348	Reinvestering af 400-150 kV-kombiluftledningen mellem Malling og Trige	Nationalt transmissionsnet	2021
392	Reinvestering af 132 kV-luftledningen mellem Fensmark og Haslev	Nationalt transmissionsnet	2021
393	Reinvestering af 132 kV-luftledningen mellem Nyrup og Ringsted	Nationalt transmissionsnet	2021
394	Reinvestering af 150 kV-luftledningen mellem Fraugde og Fynsværket	Nationalt transmissionsnet	2021
430	Reinvestering af 150 kV-luftledningen mellem Estrupvej og Lykkegård	Nationalt transmissionsnet	2021
467	Reinvestering af 132 kV-luftledningen mellem Flaskegård og Kamstrup	Nationalt transmissionsnet	2021
476	Reinvestering i 400 kV-luftledninger og -kabler i DK1 - Pulje 5-10 år	Nationalt transmissionsnet	2022-2026
477	Reinvestering i 150 kV-luftledninger og -kabler i DK1 - Pulje 5-10 år	Nationalt transmissionsnet	2022-2026
478	Reinvestering i 400 kV-luftledninger og -kabler i DK2 - Pulje 5-10 år	Nationalt transmissionsnet	2022-2026
479	Reinvestering i 132 kV-luftledninger og -kabler i DK2 - Pulje 5-10 år	Nationalt transmissionsnet	2022-2026
242	Reinvestering i 132 kV-stationer i DK2 - Pulje 2022-2026	Nationalt transmissionsnet	2022-2026
196	Reinvestering i 150 kV-stationer i DK1 - Pulje 2022-2026	Nationalt transmissionsnet	2022-2026

9.1.2 Udbygningsprojekter

ID	Projekt navn	Type	År
84	Spændingsvariationer ved 60 kV-forbindelsen til Bornholm	Nationalt transmissionsnet	2018
383	Aflastning af 132 kV-nettet mellem Gørløse og Teglstroppgård	Nationalt transmissionsnet	2018
456	Aflastning af 150/60 kV-skillefladen i Kærbybro	Nettilslutning og vind	2018
468	Tilslutning af elkedel ved Grønnegård	Nettilslutning og vind	2018
27	Aflastning af 132/50 kV-skillefladen i Nordsjælland	Nettilslutning og vind	2019
85	Aflastning af 150/60 kV-skillefladen i Nors	Nettilslutning og vind	2019
89	Aflastning af 150/60 kV-skillefladen i Idomlund	Nettilslutning og vind	2019
116	Aflastning af 150/60 kV-skillefladen i Ramme	Nettilslutning og vind	2019
117	Aflastning af 150 kV-fjordkrydsning ved Aggersund	Nettilslutning og vind	2019
118	Aflastning af 150/60 kV-skillefladen i Hvorupgård	Nettilslutning og vind	2019
119	Aflastning af 400/150 kV-skillefladen i Tjele	Stationer	2019
425	Nettilslutning af kystnære møller ved Vesterhav Syd	Nettilslutning og vind	2019
426	Nettilslutning af kystnære møller ved Vesterhav Nord	Nettilslutning og vind	2019
429	Sikring af aftag af vindkraft i Vestjylland	Nettilslutning og vind	2019
458	Sikring af tilstrækkelige reaktive ressourcer i 400 kV-nettet i Nordjylland	Stationer	2019
459	Sikring af acceptabel spændingsregulering i 150 kV Bredkær	Stationer	2019
460	Sikring af acceptabel spændingsregulering i 150 kV Mesballe	Stationer	2019
473	Systemintegration af Dynamic Line Rating	Nationalt transmissionsnet	2019
120	Aflastning af 150 kV-nettet mellem Klim Fjordholme og Mosbæk/Ferslev	Nettilslutning og vind	2020
17	Aflastning af 400/132 kV-skillefladen på Midtsjælland	Stationer	2020
26	Aflastning af 150/60 kV-skillefladen og 60 kV-nettet i Odense-området	Regionale	2020
83	Tilslutning af Vindmøllepark Lundsmark/Haved mellem Ribe og Bredebrog	Nettilslutning og vind	2020
96	Aflastning af 150/60 kV-skillefladen i Videbæk	Nettilslutning og vind	2020
148	Aflastning af 132/50 kV-skillefladen i Vestlolland	Nettilslutning og vind	2020
384	Tilslutning af kompressorstation ved Faxeladeplads	3.parts hensyn	2020
385	Aflastning af 400/132 kV-skillefladen på Midtsjælland	400 kV Netudbygning og netforstærkning	2020
149	Aflastning af 132 kV-kabelforbindelsen Vestlolland-Stignæsværket	Nettilslutning og vind	2020
472	Aflastning af 132 kV-nettet mellem Lolland og Midtsjælland	Nettilslutning og vind	2021
128	Aflastning af 150/60 kV-skillefladen og 60 kV-nettet omkring Billund og Vandel	Nettilslutning og vind	2022
59	Aflastning af 150 kV-kabelforbindelsen Lem Kær-Videbæk	Nettilslutning og vind	2022
60	Aflastning af 400/150 kV-skillefladen i Endrup	Stationer	2022
129	Aflastning af 150/60 kV-skillefladen og 60 kV-nettet mellem Herning og Silkeborg	Nettilslutning og vind	2022
151	Aflastning af 132 kV-nettet syd for Ringsted	Nettilslutning og vind	2022
123	Aflastning af 150/60 kV-skillefladen i Klim Fjordholme	Nettilslutning og vind	2023
150	Aflastning af 132/50 kV-skillefladen og 50 kV-nettet på Vestlolland	Nettilslutning og vind	2023
152	Aflastning af 132 kV-nettet mellem Gørløse og Teglstroppgård	Nationalt transmissionsnet	2023
428	Ekstra indfødningspunkt i 150 kV-nettet ved Odense-området	Stationer	2023
58	Aflastning af 150 kV-nettet mellem Ramme og Idomlund	Nettilslutning og vind	2024
122	Aflastning af 150 kV-nettet i Sydvestsyssel	Nettilslutning og vind	2024
126	Aflastning af 150/60 kV-skillefladen i Holsted	Nettilslutning og vind	2024
14	Kørestrøm til Banedanmark i Vestdanmark	3.parts hensyn	2025
22	Kørestrøm til Banedanmark i Østdanmark	3.parts hensyn	2025
127	Forstærkning af transitkorridoren mellem Nordjylland og Midtjylland	400 kV Netudbygning og netforstærkning	2026
124	Aflastning af 150/60 kV-skillefladen i Lem Kær	Nettilslutning og vind	2026

9.1.3 Saneringsprojekter

ID	Projekt navn	Type	År
103	Opskaling af 132 kV Ringsted-Rødby Havn 3P	Nationalt transmissionsnet	2018
104	Opskaling af 132 kV Næstved-Køge 3P	Nationalt transmissionsnet	2018
228	Prioriterede kabellægninger i 132-150 kV-nettet 2020-2026	Forskønelser i transmissionsnettet	2020
231	Kompenserende 150 kV-kabellægning i forbindelse med 400 kV Landerupgård-Revsing	Forskønelser i transmissionsnettet	2020
230	Kompenserende 150 kV-kabellægning i forbindelse med 400 kV Endrup-Idomlund	Forskønelser i transmissionsnettet	2021
483	Kompenserende 150 kV-kabellægning i forbindelse med 400 kV Hovegård-Bjæverskov	Forskønelser i transmissionsnettet	2021
461	Prioriterede kabellægninger i 132-150 kV-nettet 2020-2026	Forskønelser i transmissionsnettet	2021
229	Kompenserende 150 kV-kabellægning i forbindelse med 400 kV Endrup-Grænsen (Vestkystopgraderingen)	Forskønelser i transmissionsnettet	2022
466	Prioriterede kabellægninger i 132-150 kV-nettet 2020-2026	Forskønelser i transmissionsnettet	2022
462	Prioriterede kabellægninger i 132-150 kV-nettet 2020-2026	Forskønelser i transmissionsnettet	2023
463	Prioriterede kabellægninger i 132-150 kV-nettet 2020-2026	Forskønelser i transmissionsnettet	2024
464	Prioriterede kabellægninger i 132-150 kV-nettet 2020-2026	Forskønelser i transmissionsnettet	2025
465	Prioriterede kabellægninger i 132-150 kV-nettet 2020-2026	Forskønelser i transmissionsnettet	2026
475	Kompenserende 150 kV-kabellægning i forbindelse med 400 kV Ferslev-Tjele-2	Forskønelser i transmissionsnettet	2026

9.2 Koordinering med projekter i planlægnings- og anlægsfasen

Der er en række mulige projekter, hvor det skal vurderes nærmere, om der bør koordineres med projekter, der allerede er i anlægs- eller planlægningsfasen, Tabel 7.

Projekt i planlægnings- eller anlægsfasen	Muligt projekt, der vurderes koordineret
Reinvestering af 150 kV Mesballe-Trige (nordlige tracé)	Reinvestering af 150 kV Mesballe-Trige (sydlig tracé)
Reinvestering af 150 kV-luftledningen Enstedværket - Sønderborg	<ul style="list-style-type: none">• Reinvestering af 150 kV-station Enstedværket• Reinvestering af 150 kV-station Sønderborg Disse bliver dermed ikke den del af reinvesteringssprogrammet for stationer
Reinvestering af 132-150 kV-transformere	Aflastning af 132/50 kV-skillefladen i: <ul style="list-style-type: none">• Nordsjælland• Vestlolland Aflastning af 150/60 kV-skillefladen i: <ul style="list-style-type: none">• Kærbybro• Nors• Idomlund• Ramme• Hvorupgård• Odense-området inklusive 60 kV-nettet• Videbæk
Etablering af Idomlund-Tjele-2	Reinvestering af 400 kV Idomlund-Tjele
Etablering af Idomlund-Tjele-2 eller Endrup-Idomlund	Reinvestering i 400 kV-station Idomlund
Etablering af 400 kV Hovegård-Bjæverskov eller Københavnsforsyning (400 kV-forbindelse Bella-høj-Hovegård).	Reinvestering af Hovegård

Tabel 7 Mulig koordinering mellem nye projekter og projekter der allerede er i anlægs- eller planlægningsfasen.

9.3 Koordinering mellem mulige projekter

Der igangsættes et "Reinvesteringsprogram for 132 kV- og 150 kV-stationer 2017-2021", som kombineres med det allerede planlagte projekt for reinvestering af 150 kV-station Herning. Herudover inkluderes følgende mulige projekter i "Reinvesteringsprogram for 132 kV- og 150 kV-stationer 2017-2021":

- DK1 relæ- og tavlerenovering
- SEAS-NVE relædublering
- 132 kV Nordsjælland relæ- og tavlerenovering.

Det skal vurderes, om følgende projekter kan koordineres inden for de enkelte geografiske områder:

Område	Projekter
Fyn	Reinvesteringsprojekterne på 150 kV-luftledningerne: <ul style="list-style-type: none"> • Fraugde-Odense Sydøst • Fraugde-Fynsværket
Nordjylland	Reinvesteringsprojekterne på 150 kV-luftledningerne: <ul style="list-style-type: none"> • Dybvad-Vester Hassing • Dybvad-Starbakke • Bredkær-Nordjyllandsværket
Vestjylland	Reinvesteringsprojekterne på 150 kV-luftledningerne: <ul style="list-style-type: none"> • Herning-Struer • Idomlund-Struer
Sydsjælland	Reinvesteringsprojekterne på 132 kV: <ul style="list-style-type: none"> • Luftledning Orehoved-Radsted • Kabel Orehoved-Radsted
Nordsjælland	<ul style="list-style-type: none"> • Reinvestering af 132 kV-luftledningen mellem Stasevang og Teglstrupgård • Forøgelse af overføringsevne i 132 kV-nettet mod Sverige ved henholdsvis: <ul style="list-style-type: none"> - Udskiftning af fasetråd Stasevang-Teglstrupgård - Etablering af 132 kV-kabel forbindelse mellem Gørløse og Teglstrupgård
Midtsjælland	Aflastning af 400/132 kV-skillefladen på Midtsjælland ved henholdsvis: <ul style="list-style-type: none"> • Nyt 400/132 kV-indfødningspunkt i Ringsted/Ørslev Vester • Ny 400/132 kV-transformer i Bjæverskov

Det skal vurderes, om følgende projekter kan koordineres indenfor de enkelte typer:

Type	Projekter
Reinvestering af 400-150 kV-kombiluftledninger	<ul style="list-style-type: none"> • Kassø-Landerupgård • Landerupgård-Malling • Malling-Trige
Spænding og reaktiv balance	<ul style="list-style-type: none"> • Spændingsregulering i 150 kV Bredkær • Spændingsregulering i 150 kV Mesballe • Sikring af reaktive ressourcer i 400 kV-nettet i Nordjylland
Nettilslutning af kystnære vindmøller	<ul style="list-style-type: none"> • Vesterhav Syd • Vesterhav Nord • Aflastning af 150/60 kV-skillefladen i Ramme <p>Det skal vurderes, om der er mulighed for opsætning af transformer 2 i Ramme, eller om der skal gennemføres alternative løsninger. Projektet bør derfor koordineres med "Nettilslutning af kystnære havmøller ved Vesterhav Nord" i forhold til eventuel etablering af en kombineret transformer- og reaktorstation ved Lomborg.</p>

Derudover bør det vurderes, om der med fordel kan foretages en koordinering mellem projekterne "Systemintegration af Dynamic Line Rating" og "Sikring af aftag af vindkraft i Vestjylland" samt en koordinering af fastlæggelsen af behov for følgende projekter:

- Aflastning af 132 kV-nettet syd for Ringsted
- Aflastning af 132 kV-nettet mellem Lolland og Midtjylland.

Endelig bør der i den løbende planlægning og initiering af projekter foretages vurderinger om, hvorvidt der er dele af de indmeldte reinvesteringer i luftledninger i perioden 2022-2026, som med fordel kan fremrykkes og koordineres med projekter, som gennemføres i perioden frem til 2021.

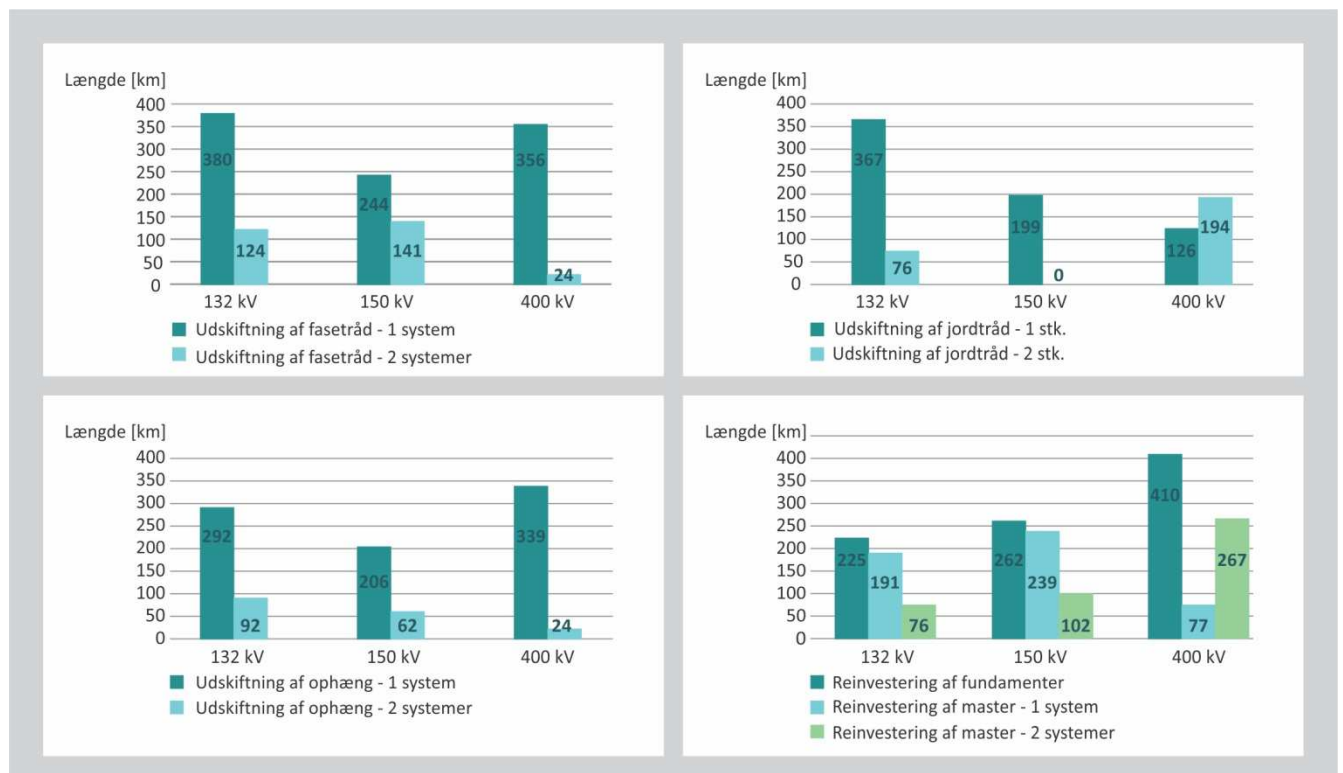
Foruden de foreslåede koordineringer, er der mulighed for løbende at foretage kombineret og koordineret i forbindelse med opstart af et planlægningsprojekt.

10. Opsummering af netændringer

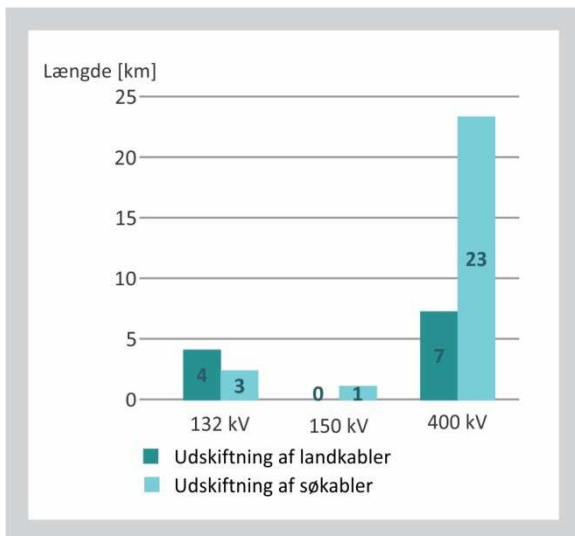
Baseret på den koordinerede plan gives et samlet overblik over de mulige reinvesterings-, udbygnings- og saneringsprojekter. Opgørelsen er alene for mulige projekter. Hertil kommer de allerede igangværende og planlagte projekter, som tidligere er beskrevet i afsnit 6.

10.1 Reinvesteringer

Der er både behov for reinvesteringer i luftledninger og kabelanlæg. I Figur 34 er de forventede reinvesteringer i luftledningsanlæg summeret op på de forskellige hovedkomponenter. I Figur 35 fremgår omfanget af de forventede reinvesteringer i eksisterende kabelanlæg.

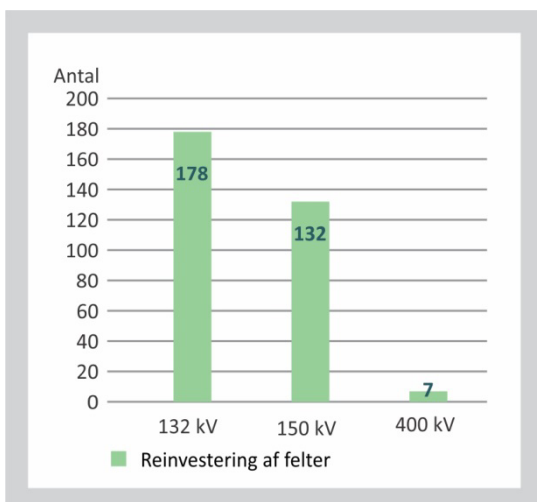


Figur 34 Reinvesteringer i luftledninger.



Figur 35 Reinvesteringer i kabelanlæg.

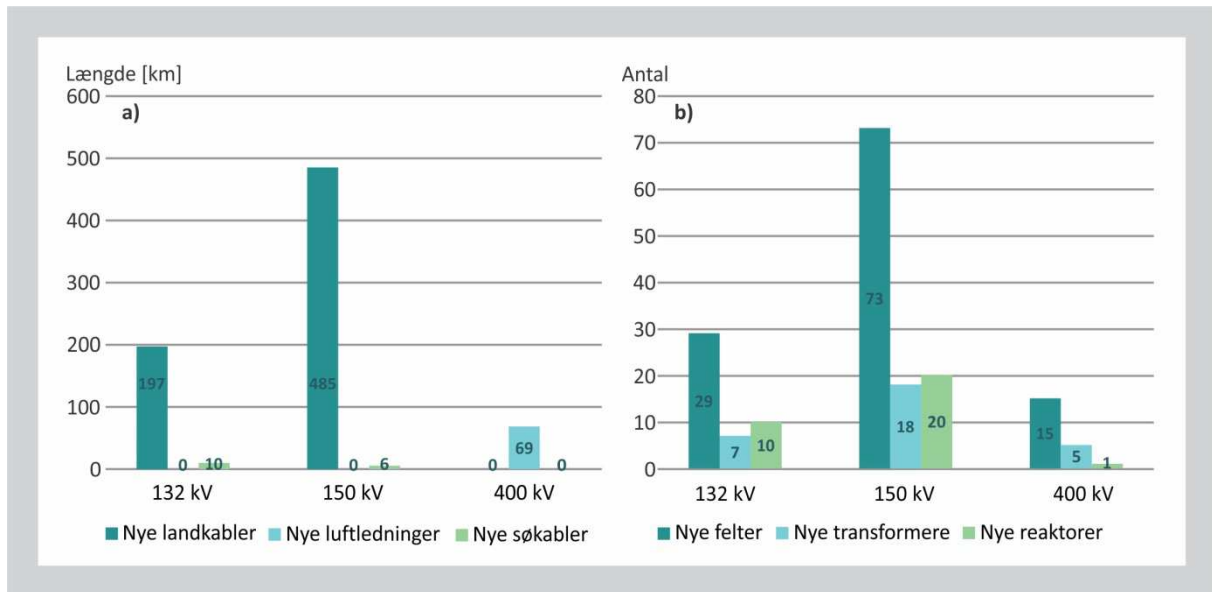
På stationsområdet forventes det, at der over de kommende 10 år skal reinvesteres eller levetidsforlænges i mere end 300 felter på 132 kV-, 150 kV- og 400 kV-niveau, Figur 36.



Figur 36 Reinvesteringer i stationer.

10.2 Udbygninger og sanering

For at sikre indpasning af vedvarende energi, tilslutning af forbrug med videre er der behov for en række netudbygninger i transmissionsnettet på både 132 kV-, 150 kV- og 400 kV-niveau. Udbygningerne foretages primært i 132-150 kV-nettene, som vist i Figur 37a. Tilsvarende er der behov for stationsudvidelser. Samlet set forventes det, at der over de kommende 10 år skal etableres mere end 100 felter og omkring 30 transformere på 132 kV-, 150 kV- og 400 kV-niveau, Figur 37b.



Figur 37 a) Etablering af nye land- og søkabelforbindelser samt nye luftledninger. b) etablering af nye transformere og felter.

11. Økonomi

Det økonomiske omfang beskrives i det følgende først for de mulige projekter, og efterfølgende som den samlede plan for igangværende, planlagte og mulige projekter (anlægs-, planlægnings- og screeningsfasen).

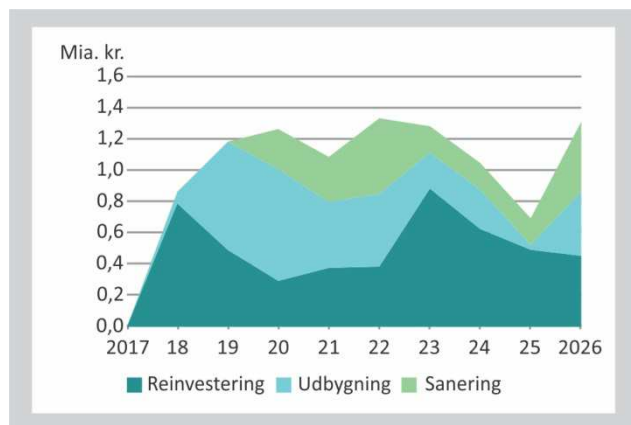
Det økonomiske omfang opgøres for de forudsatte og foreslåede løsninger beskrevet i afsnit 6-9. I planlægningsfasen udarbejdes en business case, som udvælger og indstiller den teknisk/samfundsøkonomiske optimale løsning af en række alternativer.

Det økonomiske omfang præsenteres, som anlægssummen for de investeringer der går i drift i perioden 1. december 2016 til 31. december 2026. Hele anlægssummen for et projekt er angivet i det forventede idriftsættelsesår og repræsenterer den anlægssum, som skal afskrives og finansieres over nettarriffen.

11.1 Mulige projekter

Baseret på de præsenterede projekter i afsnit 9.1 beskrives et samlet overblik over det økonomiske omfang af mulige reinvesterings-, udbygnings- og saneringsprojekter i det følgende. Opgørelsen er alene for mulige projekter. Hertil kommer de allerede igangværende og planlagte projekter, som tidligere er beskrevet i afsnit 6.

Anlægssummerne for de mulige projekter er illustreret pr. år i Figur 38 for projekter med forventet idriftsættelse i perioden 2017-2026. Anlægssummen for et projekt er angivet i det forventede idriftsættelsesår og repræsenterer den anlægssum, som skal afskrives og finansieres over nettarriffen. Det vil sige, at figuren ikke viser en fordeling af projektøkonomien i forhold til indkøb med videre i løbet af et projektførløb.



Figur 38 Anlægssum for mulige projekter med forventet idriftsættelse i perioden 2017-2026. Anlægssummen for et projekt er angivet i det forventede idriftsættelsesår og repræsenterer den anlægssum, som skal afskrives og finansieres over nettarriffen.

De økonomiske nøgletal er opsummeret for de mulige projekter i Tabel 8.

2016-priser	Anlægssum	
	Fastpris	
Aktivitet	2017-2021	2017-2026
	mio. kr.	mio. kr.
Reinvestering	1.950	4.789
Udbygning	1.898	3.288
Sanering	550	1.988
I alt	4.398	10.065

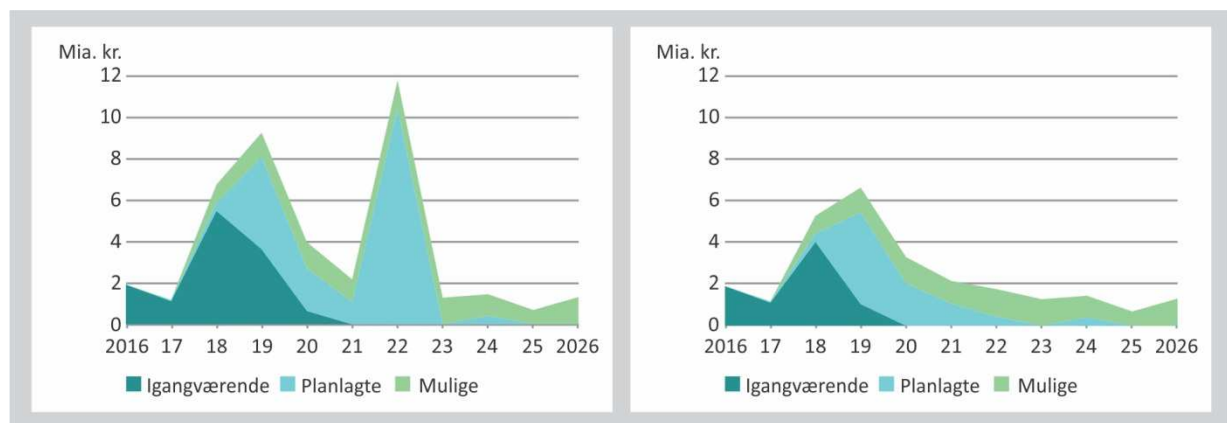
Tabel 8 Anlægssum for mulige projekter med forventet idriftsættelse inden for hhv. en 5- og 10-årig periode.

11.2 Igangværende, planlagte og mulige projekter

Baseret på anlægssummerne for igangværende (anlægsfasen) og planlagte projekter (planlægningsfasen) fra afsnit 6 og de mulige projekter (screeningsfasen) fra afsnit 11.1 beskrives det samlede økonomiske overblik i det følgende.

Anlægssummerne for de igangværende, planlagte og mulige projekter er illustreret pr. år i Figur 39 for projekter med forventet idriftsættelse i perioden 2016-2026. Anlægssummen for et projekt er angivet i det forventede idriftsættelsesår og repræsenterer den anlægssum, som skal afskrives og finansieres over nettarriffen.

Da det økonomiske overblik er opgjort i anlægssummer for de enkelte projekters idriftsættelsesår, er der ikke foretaget en periodisering af omkostningerne. Anlægssummerne indeholder desuden allerede afholdte omkostninger for flere igangværende og planlagte projekter. Økonomioverblikket kan dermed ikke anvendes til at illustrere Energinet.dk's finansieringsbehov, men alene til illustration af størrelsesordenen af de investeringer der skal påbegyndes afskrivning af.



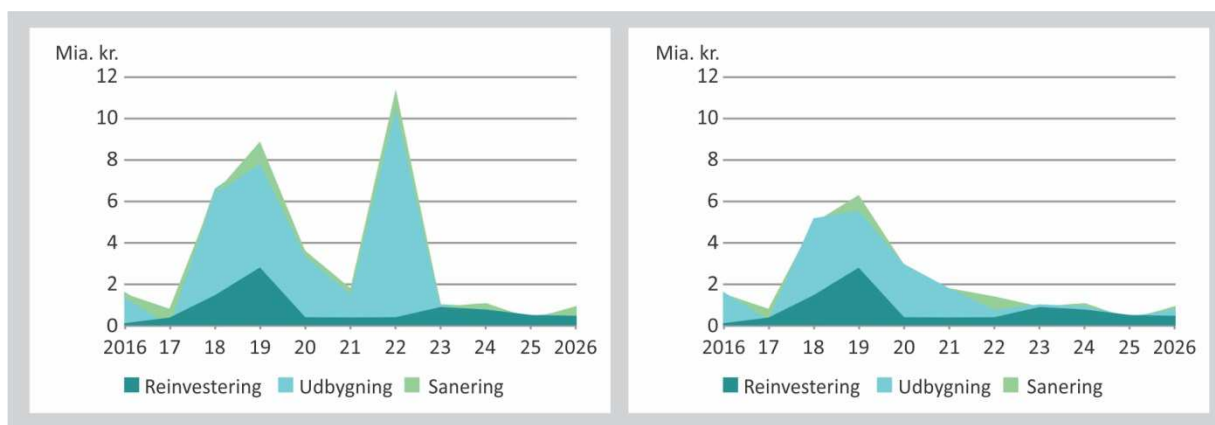
Figur 39 Anlægssum for igangværende, planlagte og mulige projekter med forventet idriftsættelse i perioden 2016-2026 – henholdsvis med (venstre) og uden (højre) udlandsforbindelser. Anlægssummen for et projekt er angivet i det forventede idriftsættelsesår og repræsenterer den anlægssum, som skal afskrives og finansieres over nettarriffen.

De økonomiske nøgletal er opsummeret for de igangværende, planlagte og mulige projekter i Tabel 9.

2016-priser	Anlægssum 2016-2026	
	Fastpris	
Aktivitet	Inkl. udlandsforbindelser	Ekskl. udlandsforbindelser
	mio. kr.	mio. kr.
Igangværende	12.789	8.136
Planlagte	18.926	8.895
Mulige	10.065	10.065
I alt	41.780	27.096

Tabel 9 Anlægssum for igangværende, planlagte og mulige projekter med forventet idriftsættelse inden for en 10-årig periode.

Alle igangværende, planlagte og mulige projekter kan kategoriseres i reinvesterings-, udbygnings- og saneringsprojekter. Dette giver samme investeringsomfang som beskrevet ovenfor, men viser fordelingen på de forskellige kategorier, Figur 40.



Figur 40 Anlægssum for reinvesterings-, udbygnings- og saneringsprojekter med forventet idriftsættelse i perioden 2016-2026 – henholdsvis med (venstre) og uden (højre) udlandsforbindelser. Anlægssummen for et projekt er angivet i det forventede idriftsættelsesår og repræsenterer den anlægssum, som skal afskrives og finansieres over nettatariffen.

Med denne kategorisering af projekterne bliver den samlede økonomiske fordeling som vist i Tabel 10.

2016-priser	Anlægssum 2016-2026	
	Fastpris	
Aktivitet	Inkl. udlandsforbindelser	Ekskl. udlandsforbindelser
	mio. kr.	mio. kr.
Reinvestering	8.432	8.432
Udbygning	28.562	13.878
Sanering	4.786	4.786
I alt	41.780	27.096

Tabel 10 Anlægssum for reinvesterings-, udbygnings- og saneringsprojekter med forventet idriftsættelse inden for en 10-årig periode.

Tarifpåvirkningen for de enkelte projekter opgøres i forbindelse med udarbejdelse af en business case i planlægningsfasen. I Energinet.dk's årsrapport fremgår de samlede tarifopkrævninger for de forgangne år sammen med et estimat for det kommende år.

12. Belastningsgrad og nettab

Udbygning af udvekslingsforbindelser og indpasning af store mængder sol- og vindkraft vil fremadrettet øge transporterne i det danske transmissionsnet, hvorfor det også planlægges udbygget som beskrevet i denne plan. De større transporter og udbygningen af nettet vil have betydning for tabene.

I det følgende opgøres udviklingen i transmissionsnettes belastningsgrad og udviklingen i tab i transmissionsnettet.

12.1 Nettets fremtidige belastningsgrad

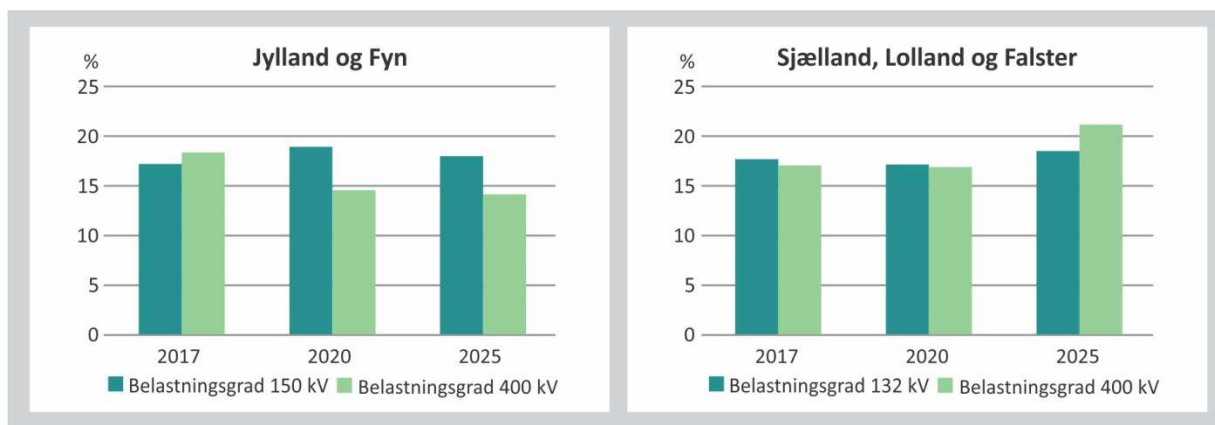
Den årlige belastning af transmissionsnettet er opgjort, som den mængde strøm, I_{bel} , der ledes igennem det samlede intakte transmissionsnet i løbet af et år. Det vil sige, belastningen er lig med $I_{bel} \cdot \text{km}$ transmissionsnet og opgjort som summen af enhver strækning i transmissionsnettet.

Transmissionsnettets belastningsevne er opgjort, som den mængde strøm, I_{nom} , der ville kunne ledes igennem det samlede intakte transmissionsnet i løbet af et år. Det vil sige, belastningsevnen er lig med $I_{nom} \cdot \text{km}$ transmissionsnet og opgjort som summen af enhver strækning i transmissionsnettet.

Transmissionsnettets gennemsnitlige belastningsgrad er opgjort som belastningen i forhold til belastningsevnen:

$$\text{Belastningsgrad} = \frac{\sum \text{Alle strækninger } I_{bel} \cdot \text{km}}{\sum \text{Alle strækninger } I_{nom} \cdot \text{km}}$$

Nettets belastningsgrad i perioden frem til 2025 for 132-150 kV- og 400 kV-nettet fremgår af Figur 41.



Figur 41 Forventet udvikling i nettets gennemsnitlige belastningsgrad.

Belastningsgraden i 132-150 kV-nettene ligger forholdsvis jævnt mellem 17 % og 19 % over årene på trods af stigende effektransporter i systemet – særlig fra vindkraft. Grunden til at belastningsgraden ikke stiger væsentlig er, at der i perioden dels gennemføres udbygninger i 132-150 kV-nettet af hensyn til netop vindkraft. Samtidige gennemføres der særligt i 400 kV-nettet i Jylland større udbygninger, som er med til at aflaste 150 kV-nettet.

Belastningsgraden af 400 kV-nettet er i Jylland-Fyn-området faldende fra ca. 17 % i 2017 til ca. 14 % i 2026. Dette skyldes, at der i perioden etableres en række nye 400 kV-forbindelser i forbindelse med idriftsættelse af nye udlandsforbindelser og til aftag af vedvarende energi. Med de nye 400 kV-forbindelser sikres et robust eltransmissionsnet, som kan håndtere de dimensionerende fejlsituationer samtidig med, at det er robust for blandt andet yderligere indpasning af vedvarende energi i det vestjyske område. For Sjælland, Lolland og Falster stiger belastningsgraden i 400 kV-nettet fra ca. 16 % til ca. 21 %. Dette skyldes et øget effektflow, som følge af vindkraft og den øgede udvekslingskapacitet med Tyskland (via Krigers Flak).

220 kV-nettet anvendes primært som radialnet til opsamling af vindkraft på havet og har følgelig en større belastningsgrad (30-50 %) end det øvrige sammenmaskede transmissionsnet, hvor der er behov for netreserve i forbindelse med fejlsituationer.

I forbindelse med indkøb af komponenter gennemføres der normalt en tabsoptimering, fordi tabene kan sænkes ved at købe en komponent med en højere overføringsevne. Her kan omkostningerne ved at øge overføringsevnen ofte betales ved den resulterende tabsreduktion. Dette betyder i praksis, at den gennemsnitlige belastningsgrad ikke bør være for høj, da dette er tegn på, at nettet drives med for høje tab.

Det er dog ikke muligt at sætte en optimal værdi for den gennemsnitlige belastningsgrad, da det vil være helt afhængigt af det konkrete net der betragtes samt lokation og driftsmønstre for forbrug, produktion og udvekslingsforbindelser.

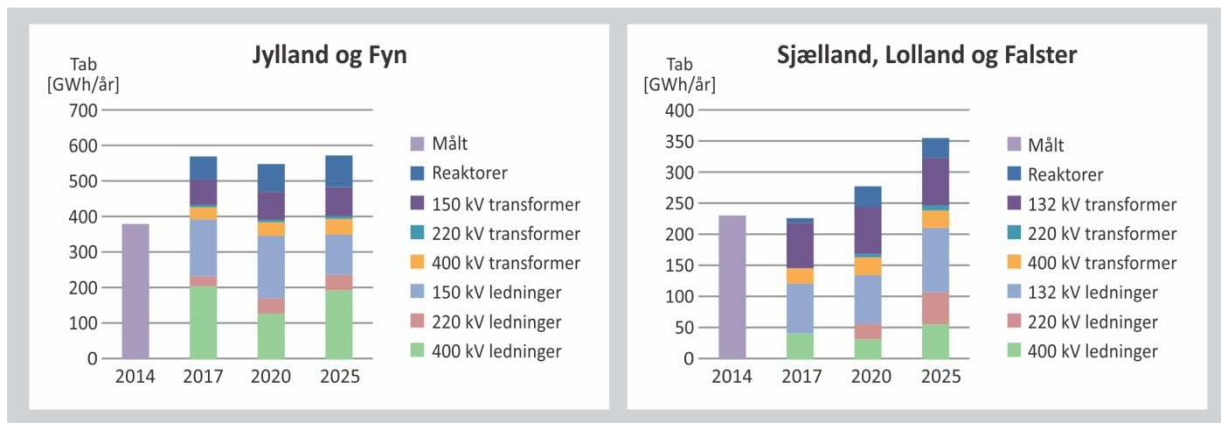
12.2 Udvikling i nettab

Tabene i en højspændingsledning kan opdeles i henholdsvis tomgangstab og belastningstab.

Tomgangstabene er de tab, som skyldes de ladestrømme, der løber i ledningen, når den er spændingssat. I en luftledning er ladestrømmene relativt begrænsede, mens et kabelanlæg har høje ladestrømme som følge af kablets kondensatoreffekt. For at kompensere ladestrømme i kabler anvendes der reaktorer, hvori der også er tab. Samlet set ligger tomgangstabene for en kabelforbindelse dermed meget højere end for en luftledning.

Belastningstabene er afhængige af den belastningsstrøm, der løber igennem lederne samt lederens tværsnit (modstand). Det vil sige, hvis et kabel og en luftledning har samme tværsnit og belastes med samme strøm, vil belastningstabene være i samme størrelsesorden.

Tabene i ledningsnettet afhænger altså både af, hvordan nettet er opbygget, og hvor meget nettet belastes. I Figur 42 er der foretaget en sammenstilling af de forventede fremtidige nettab og historiske værdier for 2014.



Figur 42 Forventet udvikling i nettab.

Nettabene er generelt højere i Jylland og Fyn sammenlignet med Sjælland, Lolland og Falster. Dette skyldes dels, at Jylland og Fyn dækker et større geografisk område, ligesom der er en større mængde af vedvarende energi, forbrug og udveksling med udlandet (se eventuelt Energinet.dk's analyseforudsætninger).

For Jylland og Fyn ses der en relativ stor stigning i nettabene fra 2014 til 2017, hvorefter tabene holder ca. samme niveau for 2020 og 2025. Den store forskel i nettab mellem 2014 og 2017 kan forklares med følgende forhold:

- Tilslutning af vindkraft.
- Idriftsættelse af 700 MW udvekslingskapacitet på Skagerrak 4 pr. ultimo 2014, som vil kunne medføre større effekttransporter i fremtiden.
- Begrænsninger i 400 kV-nettene i både Jylland og Fyn og Nordtyskland (pga. ombygninger i 2014), der har medført forholdsvis lave effektflows og dermed tab i 2014.

I årene efter 2017 holder nettabene sig ca. på samme niveau. Dette på trods af, at der kommer større effekttransporter i nettet som følge af udbygning af vedvarende energi og tilslutning af blandt andet COBRACable og Viking Link. Grunden til at nettabene ikke stiger betragtelig er, at der samtidig foretages en større udbygning i primært 400 kV-nettet, hvilket er med til at holde belastningsgraden og nettabene nede.

For Sjælland, Lolland og Falster er de forventede nettab for 2017 størrelsesmæssigt i overensstemmelse med nettabene for 2014. Der ses en stigning i tab fra 2017 til 2020 primært på grund af idriftsættelsen af Kriegers Flak 220 kV-nettet (selv vindparken er dog ikke fuldt etableret i 2020). Fra 2020 til 2025 ses der endnu en stigning, som igen skyldes højere tab i 220 kV-nettet til Kriegers Flak (i 2025 er vindmølleparken fuldt udbygget). Herudover sker der en generel stigning i nettabene i det øvrige net, primært som følge af øgede effektflows fra vindkraft.

13. Referenceliste

- Ref. 1 Bekendtgørelse om systemansvarlig virksomhed og anvendelse af eltransmissionsnettet m.v. (Systemansvarsbekendtgørelsen)
<https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=138285>
- Ref. 2 Energinet.dk, Systemplan 2016 – El og gas i Danmark
http://www.energinet.dk/SiteCollectionDocuments/Danske%20dokumenter/Om%20os/Systemplan_2016_enkelt_side.pdf
- Ref. 3 Bekendtgørelse af lov om Energinet.dk (Lov om Energinet.dk)
<https://www.retsinformation.dk/forms/R0710.aspx?id=139077>
- Ref. 4 Bekendtgørelse af lov om elforsyning (Elforsyningsloven)
<https://www.retsinformation.dk/forms/R0710.aspx?id=174909>
- Ref. 5 Energinet.dk, Forskønnelse af 400 kV-nettet
<http://www.e-pages.dk/energinet/128/>
- Ref. 6 Energinet.dk, Kabelhandlingsplanen – 132-150 kV
<http://www.energinet.dk/SiteCollectionDocuments/Danske%20dokumenter/Anl%C3%A6g%20og%20projekter/Kabelhandlingsplan%20132-150%20kV%20-%20marts%202009.pdf>
- Ref. 7 Energinet.dk, Netudviklingsplan 2013
<http://energinet.dk/SiteCollectionDocuments/Danske%20dokumenter/El/Netudviklingsplan%202013.PDF>
- Ref. 8 Aftale om afskaffelse af PSO-afgiften af 17. november 2016
<http://efkm.dk/media/7912/elementer-i-aftale-om-pso.pdf>
- Ref. 9 Energinet.dk, Analyseforudsætninger 2016
<http://energinet.dk/DA/El/Udvikling-af-elsystemet/Analyseforudsætninger/Sider/default.aspx>
- Ref. 10 Energinet.dk, Netdimensioneringskriterier
<http://www.energinet.dk/DA/El/Udvikling-af-elsystemet/Netplanlægning/Sider/Netdimensioneringskriterier.aspx>
- Ref. 11 TEN-E regulering 347/2013
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:32013R0347>
- Ref. 12 ACER, Opinion on the National Ten Year Network Development Plan
http://www.acer.europa.eu/Official_documents/Acts_of_the_Agency/Opinions/Opinions/ACER%20Opinion%2004-2016.pdf
- Ref. 13 Energinet.dk, Markedsinformation vedrørende tysk handelskapacitet
<http://energinet.dk/SiteCollectionDocuments/Engelske%20dokumenter/El/2014-11-28%20Market%20Information.pdf>
- Ref. 14 ENTSO-E, Guideline for Cost Benefit Analysis of Grid Development Projects
<https://www.entsoe.eu/Documents/SDC%20documents/TYNDP/ENTSO-E%20cost%20benefit%20analysis%20approved%20by%20the%20European%20Commission%20on%204%20February%202015.pdf>
- Ref. 15 ENTSO-E, Ten Year Network Development Plan 2016
<http://tyndp.entsoe.eu/>
- Ref. 16 Energinet.dk, Redegørelse for elforsyningssikkerhed 2016
http://www.energinet.dk/SiteCollectionDocuments/Danske%20dokumenter/El/Redegørelse%20for%20Elforsyningsikkerhed_2016.pdf