



ENSTO

Universalkabelhåndbok

Kostnadseffektiv og
driftssikker eldistribusjon

Better life.
With electricity.

NKT

Universalkabelhåndboken



Ensto Nor AS

Ensto Nor AS er et selskap med både egenprodusert og en rekke velrenomerte agenturer på energiverksmateriell og utstyr. Vi har vår styrke i et bredt produktsortiment, høy teknisk kompetanse og tilstedeværelse i markedet. Vi har et aktivt og høyt kvalifisert salgskorps.

Ensto Nor AS har samarbeidsavtaler om logistikk og distribusjon av våre produkter gjennom de ledende elektrogrossistene i landet.

NKT Universalkabel

Universalkabelsystemet fra NKT er produsert siden 1994 og distribueres av autoriserte forhandlere over hele Europa. NKT har ambisjoner om å være en ledende teknologibedrift, og har med universalkabelssystemet befestet sin rolle som en av Europas ledende produsenter innen energidistribusjon.

Om denne håndboken

Målet med denne håndboken er å sette deg inn i universalkabelkonseptet slik at du kan se dette opp mot andre løsninger. Du vil finne tekniske beskrivelser av de ulike kablene og løsningene, og litt om hvordan kabelnett påvirkes av eksterne forhold. Boken inneholder også veiledning til enkle prosjekterings- og monteringsanvisninger og skisserer til slutt noen forskjellige løsninger.

All informasjon i dette dokument, inkludert tegninger, illustrasjoner og grafisk design, gjenspeiler vår nåværende kunnskap og er etter vårt syn korrekt og troverdig.

Brukeren av informasjonen må selv evaluere bruksområdet for produktet opp i mot den gjeldende applikasjon. ENESTO NOR fraskriver seg et hvert ansvar for tap eller skade som måtte oppstå som følge av bruk av informasjonen i dette dokumentet, eller som følge av bruk av produktene i seg selv.

Under ingen omstendigheter utgjør vår informasjon noen forsikring om kvalitet på utførelse. Slik forsikring gis kun ved spesielle avtaler.

Vårt ansvar for disse produkter finnes i våre standard salgsvilkår. Ensto, NKT og våre logoer er registrerte varemerker. Materiell som er beskrevet i denne håndboken er etter våre erfaringer egnet til formålet under normale forhold. Likevel kan det være situasjoner der andre løsninger kan være mer hensiktsmessige. I alle tilfeller må anlegget dimensjoneres med egnet verktøy, som f.eks. NetLin eller tilsvarende. De enkelte produkters begrensninger fremgår av produktenes datablader som finnes på www.ensto.no. Ved å kontakte Ensto skaffes alle relevante produktdata.

Innhold

Universalkabelhåndboken	2
Universalkabelkonseptet	4
Planlegging og råd	9
Driftssikkerhet	10
Prosjekteringsanvisninger	15
Prosjekterings- og beregningsunderlag	20
Generelle anvisninger	26
Montering	34
Vedlikehold	38
Trommeltabell	40
Reservekabel	42
Sikkerhet - Normer - Forskrifter	43
Teknisk beskrivelse av Universalkabel	45
Andre løsninger	48
Sammendrag av utførte tester og prøver	51
Systempakker Universalkabel	53
Systempakker EXCEL og FXCEL	54
Systempakker AXCES	64



Universalkabelkonseptet

Kostnadseffektiv og driftssikker løsning

Tradisjonelt har eldistribusjon vært delt opp i "jordkabel" og "luftledning", der jordkabel har vært dominerende i tett-bebygelse, mens luftledninger har vært dominerende på landsbygda. Med universalkabelkonseptet brytes nå dette mønsteret når en ny og kostnadseffektiv måte å distribuere elkraft på 12 og 24 kV nivå introduseres.

Det nye er at man anvender én og samme kabel i hele seksjonen og velger den forlegningsmåte som er gunstigst for hver del av linjestrekningen:

Nedgraving av kabelen der dette er mulig, forlegning i vann der dette er mulig og oppheng i stolper der dette vurderes som mest kostnadseffektivt.

På denne måten kan man optimere anlegget for både økonomi og driftssikkerhet.

Konseptet med sterke mellomfester som også fungerer som utkjøringsblokker, gjør at montør slipper å flytte kabel over fra blokker i spenn og vinkler etter strekking. Dette ivaretar HMS og sikkerhet på en veldig god måte under montasje.

Fordeler ved bruk av universalkabel

- › Stor valgfrihet ved valg av linjetrasé.
- › Estetisk, en kabel er lite dominerende i terreng.
- › Lave grunnavståelser, smale linjetraséer.
- › Helhetlige linjer med forlegning i jord, vann og luft kan lett bygges.
- › Ingen separat kabelføring til nettstasjon.
- › Opp til tre linjesett på samme stolpe.
- › Fellesføring med EX og tele.
- › Lavere drifts- og avbruddskostnader.
- › Lavere vedlikeholdskostnader.
- › Sikkerhetsaspektet, kabelen er berøringssikker.
- › Ingen elektriske felt og meget lave magnetiske felt.
- › Høy driftssikkerhet.
- › Utkjøring skjer i kombinert trinse og mellomfeste.
- › Ingen bærewire som kan korrodere.
- › Kabelen er selvbærende.
- › Is og snø slipper lett pga. kabelens trekantform.
- › Enkel løsning ved overgang fra bakke til luft.

Universalkabelkonseptet

Systemløsninger

Begrepet "universalkabelkonsept" inneholder ikke bare selve kabelen men et helt system bestående av flere komponenter. For å få en optimal og økonomisk utnyttelse av de muligheter som konseptet gir, er det viktig at man tar hensyn til og utnytter de faktorer som gjør det til et system.

- Kunnskap om nettstruktur
- Prosjekteringsunderlag
- Kabel endeavslutninger og skjøter
- Innfestningsmateriell
- Opphengsutstyr
- Avspenninger
- Verktøy
- Maskiner
- Montasje
- Systempakker

Universalkabelkonseptet er en helt ny måte å tenke på som gir nye muligheter ved planlegging. For å kunne utnytte mulighetene optimalt er det viktig at man tar hensyn til disse mulighetene allerede på planleggingsstadiet. I denne håndboken finner du informasjon om de forskjellige momentene som inngår frem til en linje er driftsklar; fra planstadiet via prosjektering, elektrisk dimensjonering, materiellvalg, systempakker, monteringsanvisninger og vedlikehold.



➤ Universalkabel
EXCEL, FXCEL
og AXCES™



Universalkabelkonseptet

Kabelkonstruksjon

Kabler som går under betegnelsen "Universalkabler" må fungere under alle forhold som finnes i jord, vann og luft. De har derfor noen viktige felles egenskaper. Ved forlegning i jord må kabelen være mekanisk robust for å motstå steiner o.l. Ved forlegning i vann er det viktig at kabelen har en densitet som gjør at den synker uten ekstra vekter.

De kanskje største krav til kabelen blir stilt når man skal anvende den som selvbærende hengekabel; For å klare de til tider ekstreme forhold som en kabel i luft kan utsettes for, med islast, storm og snølast kreves en spesiell kabelkonstruksjon som de patenterte EXCEL, FXCEL og AXCES™ kabler er konstruert for.

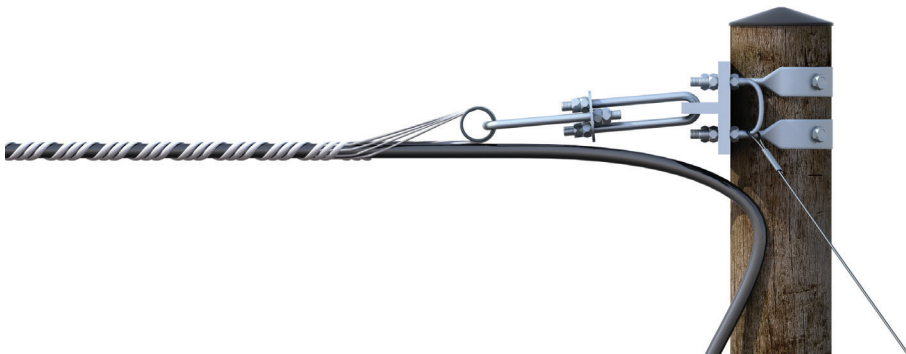
Kabelen har erfaringsmessig meget gode egenskaper ved is-/snølast. Kabelen "roterer" som følge av trekantformen, og snø/is faller av lettere enn på tradisjonell 8-talls kabel.



Universalkabelkonseptet

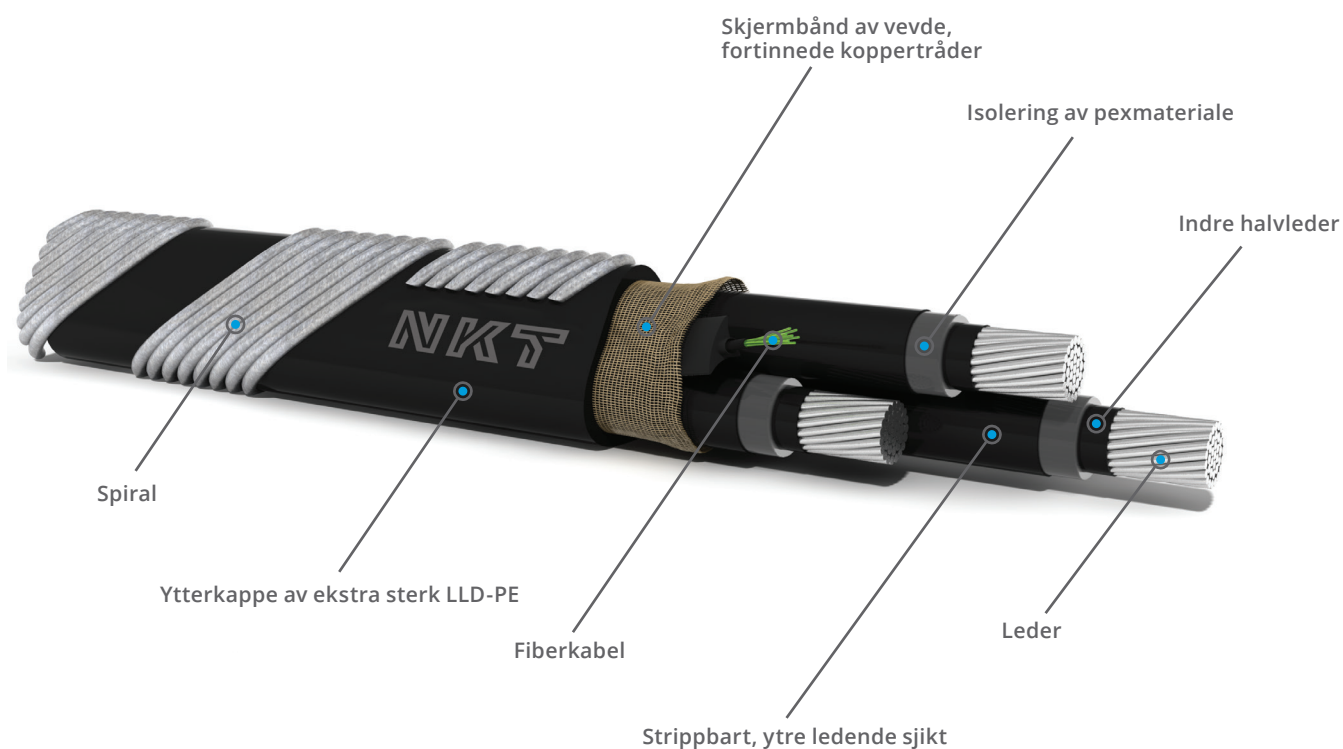
Avspenning

I en selvbærende kabel av type EXCEL, FXCEL og AXCES™ er det lederne som tar opp strekkraftene i kabelen. Da lederne er spenningsatt kan man ikke ta tak i disse direkte. Den aksielle kraften føres inn gjennom ytterkappe og isolasjonssystem inn til den bærende komponenten; lederen. Dette må løses uten at det gir skader eller deformasjon av isolasjonssystemet. Illustrasjonen under viser hvordan dette fungerer.



Både ved mellomfester og avspenningsspiraler kan kabelen utsettes for store påkjenninger over lang tid hvis f.eks. et snøbelagt tre ligger over linjen. Kabelkonstruksjonen må være utført slik at de ulike sjikt i kabelkonstruksjonen ikke glir mot hverandre. Samtidig må ikke skjermtrådene gi utilsiktede påkjenninger mot ytre halvleder. En konvensjonell kabel som er beregnet for forlegning i jord har ikke disse egenskapene.

Universalkablene EXCEL, FXCEL og AXCES™ er gjennom sin unike konstruksjon tilpasset de driftsforhold som bruk av selvbærende hengekabel medfører.



Universalkabelkonseptet

Tilbehørsprogram

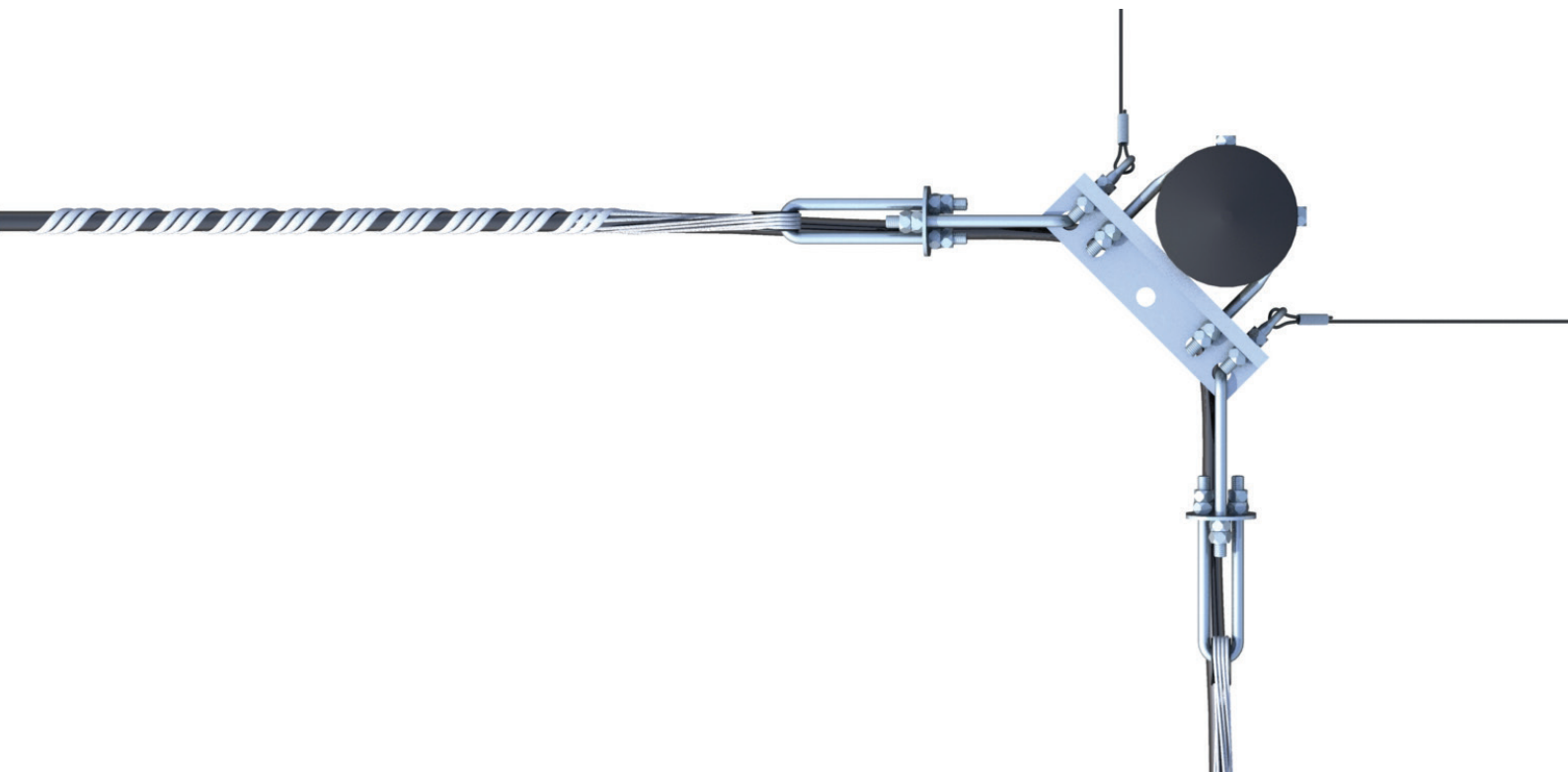


For å gjøre universalkabelkonseptet til et komplett system kreves et tilbehørsprogram som må inneholde alle de komponenter som skal inngå i den ferdige linjen. De hjelpemidlene man trenger for å prosjektere og bygge linjen må også forefinnes. Her henvises til REN.

For å sikre alle de egenskaper som kreves for å oppfylle kabelkonseptet, er det viktig å benytte godkjent og testet utstyr. Først da kan hele linjen oppfylle de krav og forventninger som stilles. Vi anbefaler derfor å benytte tilbehør som anvist i denne håndboken.

Ved spørsmål, ta kontakt med Ensto Nor AS for råd.

Planlegging og råd



Jordkabel fremstår nå ofte som en del av et luftlinjenett. Et utmerket alternativ er bruk av universalkabel EXCEL, FXCEL og AXCES™ som gjør at man unngår å velge mellom jordkabel eller luftlinje. Man kan ta det alternativet som passer best for jord-vann-luft i hele linjeseksjonen.

Når man starter de første forberedelsene til å bygge en universalkabel-linje, er det viktig at man allerede på planleggingsstadiet tar hensyn til de muligheter som universalkabelkonseptet gir. Å velge den riktige løsningen er en viktig del av å få et totaløkonomisk optimalt anlegg. I boksen til høyre er en oversikt over noen faktorer som bør tas med i betraktningen.

Elektriske faktorer bør også vurderes, en kabel gir kapazitiv last som ofte er positivt i linjenett. Sammenlignet med en luftlinje er spenningsfallet lavere for en "kabellinje". Dette blir ytterligere redegjort for senere.

Avslutningsvis bør en totaløkonomisk analyse gjøres:

Investering
+ Tapskostnader
+ Vedlikeholdskostnader
+ Reparasjonskostnader
+ Avbruddskostnader
+ Lav total byggekostnad.
= **Livstidskostnad**

Faktorer som bør tas hensyn til

- › Fellesføring med eksisterende eller planlagt EX og telelinje.
- › Fleksible plasseringer av nettstasjoner.
- › Behovet for avledere reduseres betraktelig.
- › Ingen separat kabelavgrensing f.eks. til nettstasjon.
- › Ingen krav til forsterket oppheng. Kan bygges langs vei, lett tilgjengelig ved befarig.
- › Nærføring.
- › Lave drifts- og vedlikeholdskostnader.
- › Estetisk - smale ledningsgater, lite synbar kabel.
- › Kan erstatte 1000 V EX anlegg.

Driftssikkerhet

Hvordan påvirkes nettet?



Universalkabelkonseptet har ved en rekke installasjoner vist sin driftssikkerhet. Feltinstallasjoner har vært gjenstand for en rekke tester overvåket av uavhengige forskningsinstitusjoner.

Et nett med kabel har andre elektriske egenskaper enn et nett som i hovedsak er bygget som blank line, uavhengig av om kabelen ligger i jord eller er opphengt i stolper. En meget bra oversikt og omtale finnes i rapporten "Nätstruktur för Landsbygden 1994" av Svenska Elverksföreningen. Jordningsspørsmål er omtalt i utgitt rapport "Jordningsteknik och jordfelsströmmar vid kablfiering av landsbygdsnät 1998" av Sveriges El-leverantörer.

Den elektriske bakgrunnen til de forandringer som oppstår, er blant annet at en kabel i hovedsak er en kapasitiv linje mens en blank line i hovedsak er reaktiv. Ved valg av effektbrytere må man ta hensyn til at en liten belastet kabel i hovedsak drar kapasitiv strøm med en fasevinkel som kan gå opp til 90°. For effektbrytere kan en liten kapasitiv strøm være like vanskelig å bryte som en kortslutningsstrøm.

Enfaset inn- eller utkopling av lange kabler, f.eks. med høyspenningssikringer, bør unngås da dette gir usymmetrisk jordfeilstrom som kan detekteres av vern

lengre ut i nettet og medføre at større deler av nettet kan bli utkoplet.

Jordfeilstømmer

Bruk av kabel i nettet innebærer at den kapasitive jordfeilstømmen øker i størrelsesordenen 30-50 ganger sammenlignet med blank line. Dette medfører at kravene øker på kompensering og på koplingsapparatenes bryterevne.

Den svenske "Starkströmsföreskrifterna ELSAK-FS 1994:7 § B73", samt Norske REN, beskriver jording av anlegg. Hvordan forskriftenes krav kan oppfylles framgår av rapporten. I et ikke direktejordnet høyspenningsnett bestemmes jordfeilstømmens størrelse av nettets kopling til jord. Den kapasitive jordfeilstømmen kan ved kabelnett gå opp til 0,7 – 2,8 A/km avhengig av kabeltverrsnitt og driftsspenning.

Det vanligste måten å redusere jordfeilstømmens størrelse på, er å kople inn en nullpunktsreaktor mellom nullpunkt og jord. Denne gir ved jordslutning en strøm i motfasen som kompenserer jordfeilstømmen helt eller delvis.

Driftssikkerhet

Kortslutningsholdfasthet

Kabel type EXCEL 3x10/10 24 kV med ledertverrsnitt 10 mm² Cu har naturligvis begrenset kortslutningsholdfasthet, databladet angir 2 kA i 1 sekund.

På grunn av det lille tverrsnittet blir resistansen i kabelen ganske høy, og den øker ytterligere ved høy ledertemperatur, som kan skje ved en kortslutning. Dette begrenser kortslutningsstrømmen kraftig, så en kortslutning må inntreffe forholdsvis nær matende punkt for at man skal kunne få en så høy strøm som 2kA. Beregninger og kortslutningsprøver som er utført på NEFI's høyspenninglaboratorium i Skien, Norge, viser at EXCEL 3x10/10 i tilfeller er selvsikrende om en kortslutning inntreffer lengre bort enn ca 500 m ved 12 kV resp. 1000 m ved 24 kV driftspenning.

Om EXCEL 3x10/10 utsettes for en kortslutningsstrøm som er større enn 2 kA

under et sekund (eller motsvarende korttidsstrøm x tid) har det ved kortslutningsprøver vist seg at lederen brenner av ved kabelskoen p.g.a. at materialet der har et noe redusert tverrsnitt. Dette skjer vanligvis innen kabelen vil bli skadet forøvrig, og man kan dermed si at kabelen i en viss utstrekning er selvsikrende.

Hvordan man beskytter kabelen

Dette er avhengig av flere faktorer, som kabelens lengde, sannsynligheten for feil og hvilke typer feil som kan foretaks, hvilke vern som finnes i overliggende nett, hvilke konsekvenser man kan akseptere m.m.

Ved en satellittkabel har man oftest sikringer før transformatoren, og disse verner da også kabelen mot så vel overlast som ved en transformatorfeil. Om selve

kabelen skulle skades av ytre påvirkninger leder dette til jordfeil som vanligvis detekteres av vern høyere opp i nettet, og en utkopling vil skje. En innkopling av en satellittkabel til en ringmating kan ofte aksepteres med hensyn til de små muligheter som foreligger for at en feil skal inntreffe og de begrensede skader som eventuelt kan oppstå.

En høyspenningssikring i matende ende beskytter alltid kabelen. Et problem som da kan oppstå er at om man kopler inn eller ut sikringene en fase om gangen. Dette gir den kapasitive jordslutningstrømmen i kabelen en ubalanse som kan detekteres av vern høyere opp i nettet og dermed kan en større del av nettet utkoples.

Spenningsfall

Spenningskvalitet er et begrep som med ulike kriterier beskriver kvaliteten på el-leveransen i nettet. Både lavspenningsiden og høyspenningsiden påvirker naturligvis spenningskvaliteten, og ved en ombygging der line erstattes med kabel, forbedres generelt spenningskvaliteten. Nettimpedansen reduseres, kortslutningseffekten øker og spenningsfluktasjoner minsker med en økende andel kabel.

En linjetrasé med kabel er som tidligere nevnt i hovedsak kapasitiv, mens en linje med blank/belagt line er i hovedsak induktiv. Dette medfører at spenningsfallet oftest blir mye lavere for en linje med EXCEL, FXCEL og AXCES, enn

for en blank/belagt linje, da det induktive spenningsfallet i kabel stort sett er uberørt. Luftledning har ca 0,4 Ω/km, mens for eksempel AXCES 3x95 har ca 0,09 Ω/km i reaktans, se tabellen nedenfor. Verdiene gjelder for en belastningsstrøm ved 100 A og ved 20 °C lufttemperatur.

Tabellen under viser at man med AXCES ved normale belastninger kommer 40 – 50 % lengre mellom nettstasjoner ved samme krav til spenningskvalitet enn med blank/belagt line. Dette gir mulighet til å forsterke opp nett med problem med spenningskvalitet ved å benytte AXCES som erstatning for blank/belagt line.

Ved bruk av lange kabellengder med lav belastning kan en spenningsforhøyning oppstå. De faktorer som påvirker spenningsforhøyning er, foruten kabellengden, lav belastning, lav kortslutningseffekt og liten transformator-effekt i kabelenden. Den enkleste måten å løse dette på er å sette en større transformator i kabelenden, for på denne måten å kompensere en eventuell spenningsforhøyning og samtidig få et meget stabilt nett. Spenningsforhøyningen får først praktisk betydning ved meget lange, mer enn 5 –10 km kabel-linjer med last på få kVA. Da kan spennings-forhøyningen bli noen få prosent.

Sammenlikning av spenningsfall, universalkabel og belagt line

	Resistans Ω/km	Total impedans Ω/km	Spenningsfall/km 10 kV fas-fas ved 100 A last	Spenningsfall/km 20 kV fas-fas ved 100 A last
AXCES 3x95	0,32	0,33	0,59 %	0,29 %
BLX 95 mm ²	0,35	0,53	0,95 %	0,47 %
BLX 150 mm ²	0,22	0,46	0,83 %	0,42 %

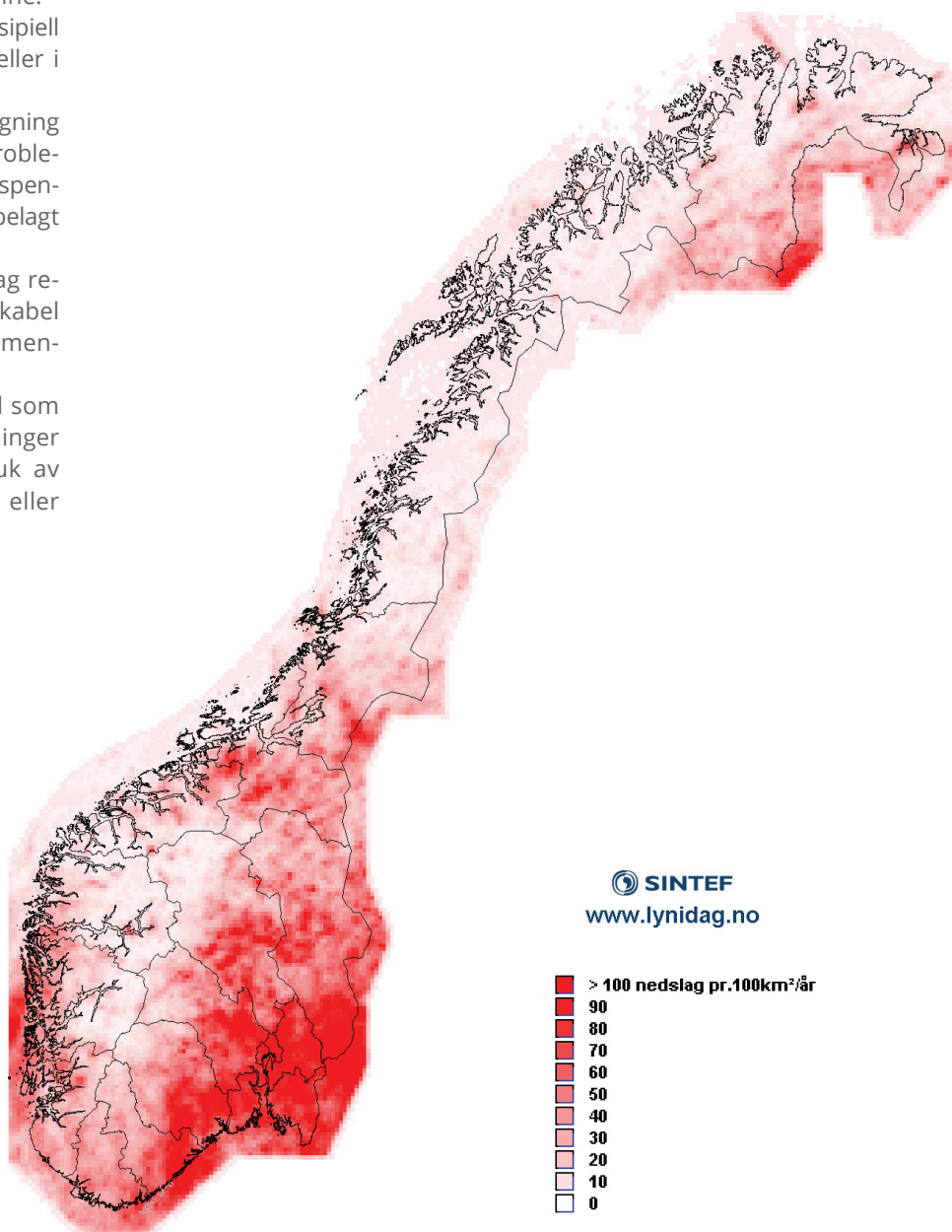


Driftssikkerhet

Lynoverspenninger

I områder der man erfaringsmessig har problemer med lynoverspenninger vil et kabelalternativ ha flere fordeler sammenlignet med blank/belagt line:

1. Elektrisk sett er det ingen prinsipiell forskjell mellom kabel i jord eller i luft.
2. Erfaringsmessig er kabelforlegning vesentlig mindre utsatt for problemer i forbindelse med lynoverspenninger enn anlegg med blank/belagt line.
3. Muligheten for direkte nedslag reduseres ved bruk av universalkabel EXCEL, FXCEL og AXCES™ sammenlignet med blank/belagt line.
4. Muligheten for driftsavbrudd som følge av induuerte overspenninger reduseres vesentlig ved bruk av Universalkabel EXCEL, FXCEL eller AXCES.



Driftssikkerhet

Direkte nedslag

Sannsynligheten for direkte nedslag i en universalkabel EXCEL, FXCEL og AXCES™ som henger i luft er mindre enn for en blank/belagt line og i prinsippet ikke vesentlig større enn for en kabel i jord.

Forklaringen er at EXCEL, FXCEL og AXCES™ er en skjermet kabel som utvendig har jordpotensiale og dermed ikke ioniserer luften rundt seg som en ev. lysbue på blank/belagt line gjør, lynoverspenningen "ser" ikke EXCEL, FXCEL og AXCES™ på samme måte som en blank/belagt line. Polyetylenkappen isolerer den jordede skjermen, som ytterligere minsker sannsynligheten for nedslag også sammenlignet med en jordet, uisolert line. En kabel som henger i luft på et åpent, utsatt område er likevel mer utsatt for direkte nedslag enn en kabel som ligger i jorden. Direkte nedslag i kabelen fører sannsynlig-

vis til havari, og kabelen må repareres, uavhengig om kabelen henger i luft eller ligger i jord.

En måte å redusere risikoen for direkte nedslag er å montere en jordline over kabelen. Dette gir også ytterligere beskyttelse mot trefall på linjen. Spesielt for EXCEL som har den laveste bruddlasten (20 kN) - (BLX 50mm² 14kN) kan dette være et alternativ på erfaringsmessig utsatte steder.



Induserte overspenninger

Induserte overspenninger oppstår i alle elektriske ledere som utsettes for varierende elektromagnetiske felt som f.eks. ved lynnedslag. Problemet med induserte overspenninger finnes derfor i alle typer av elektriske ledere, blank line, kabel i stolper og også med kabel i jord. Fenomenet får imidlertid ulike konsekvenser avhengig av anleggets konstruksjon.

I en blank line leder den induserte spenningen i fasen (om spenningen er tilstrekkelig stor) til et overslag, vanligvis mellom fase og travers. Overslaget tenner en 50 Hz lysbue med en strømstyrke som er avhengig av nettets konstruksjon. Dette kan f.eks. skje i en stolpe mellom line og travers. Lysbuenes fotpunkt vandrer langs linjen i lastretning og det oppstår vanligvis ingen skade før utkoplingen skjer. Etter gjeninnkopling fortsetter driften. Ulempen er at det skjer et avbrudd i strømleveransen (KILE:Kompensasjon Ikke Levert Energi).

I en belagt line som BLX, leder den induserte spenningen i fasen til et overslag på samme måte som for en blank line. Også her kommer 50 Hz strømmen til å drive lysbuen. Da lysbuen ikke kan vandre langs BLX linjen p.g.a. PEX belegget, kan linen brennes av om man ikke monterer vern, vanligvis i form av lysbuehorn eller gnistgap. På samme måte som ved blank line skjer et avbrudd i strømleveransen før gjeninnkopling skjer. Ved bruk av overspenningsavledere vil dette reduseres betraktelig. Her vil økonomiske betraktninger spille en avgjørende rolle, da man må montere disse på mange steder.

I en kabel som er et helt skjermet produkt, induseres en overspenning i skjermen. Skjermen er jordet i begge ender og ved normale overspenninger leder overspenningen dette til jord i jordingspunktene. Ved lange kabellengder (flere km) kan jordningspunktene ligge så langt fra hverandre at overspenningen kan, teoretisk sett, gå ut gjennom kabelens kappe til jord, f. eks. der kabelen

går ned i jord. Dette resulterer imidlertid ikke i en lysbue mellom fase og jord, da det bare er den induserte overspenningen som ledes bort. Den er relativt energifattig og kan på sitt høyeste nivå resultere i en mindre punktering av kappen. Dette skader imidlertid ikke kabelens funksjon og fører heller ikke til noen driftsavbrudd.

Dette fenomenet som kan oppstå ved kabel i luft, kan også forekomme i tradisjonelle kabler i jord og er i praksis ikke noe problem.

Driftssikkerhet

Vindlaster

En line eller kabel som blir utsatt for vind påvirkes på ulike måter, avhengig av flere faktorer. Vindhastigheten er naturligvis en faktor, vindretningen er en annen. Linens eller kabelens form når det gjelder tverrsnitt er en annen. Dempingen påvirkes av materialvalget, samt oppbyggingen av linen eller kabelen. Når det gjelder "konvensjonelle" liner finnes det utredninger og litteratur på vindlaster, men for kabler bestående av både metall og flere lag plast og med et ikke rundt objekt, vil denne spørsmålsstillingen oppstå.

NKT har gjort beregninger og utført feltmessige tester for å utrede vindens påvirkning av universalkabler EXCEL og AXCES™. På Shetlandsøyene har EA Technology's Institutt en teststasjon, og har installert både EXCEL og AXCES™ for en totalvurdering av vindlaster. Området i Nord-Atlanteren er valgt ut fra sitt utsatte forhold med meget sterke vinder. Under prøveperioden på 18 måneder ble det målt vind-

styrker på over 150 km/h! Under hele prøveperioden ble all informasjon registrert; vindstyrke, retninger og krefter kablene ble utsatt for.

Ut fra målte og innsamlede data har nedenstående tabell blitt beregnet. Vindretningen forutsettes å være vinkelrett mot linjen og kreftene angis som økning av innspenningskrefter i kabelen, samt sidekrefter på kabelen ved ulike vindstyrker. Verdiene gjelder for 90 meters spennlengde. Vindtrykket er i størrelsesorden halvparten av trykket på en rund blank line med tilsvarende diameter.

Kablene ble filmet med videokameraer under prøvetiden på Shetlandsøyene. Det ble ikke observert noen tegn på gallopering eller vibrasjoner. Årsaken til dette fenomenet sammenlignet med blanke liner/BLX er at vinden roterer rundt kabelkroppen og sannsynligvis får mindre "tak" i denne. Det mekaniske kraftoverføringssystemet i kabelens



konstruksjon gir en dempende effekt ved større svingninger. Denne kombinasjon er sannsynligvis årsaken til at gallopering ikke har blitt observert. Prøverapport foreligger.

Vindhastighet (m/s)	Økning av innspenningskrefter i kabelen (kN)		Vindtrykk (sidekraft) på kabelen (kN)	
	EXCEL	AXCES	EXCEL	AXCES
10	0,22	0,29	0,1	0,2
20	0,49	0,67	0,4	0,6
30	0,78	1,09	0,8	1,3
40	1,25	1,49	1,4	2,2

Universalkabel kan sammen med AUGUSTE SF6 isolert mastebryter utgjøre et 100% forseglet luftledningsanlegg

Ved behov for seksjonering eller annen bryterløsning, kan vår AUGUSTE SF6 isolerte mastebryter benyttes i kombinasjon med Universalkabelen. Bryteren kan leveres med berøringssikre gjennomføringer. Ved å montere RSTI-kontakter på Universalkabelen kan den kobles direkte på bryteren, og man har et 100% isolert, berøringssikkert og

skjermet anlegg. Dette gir nye muligheter der man ikke ønsker å sette opp en egen koblingskiosk. Økonomisk vil det også bli gunstig. AUGUSTE-bryteren kan utstyres med avanserte overvåking, og fjernstyringssystemer fra Nortroll. Les mer om dette i AUGUSTE-brosjyren som du finner på www.ensto.no.



Prosjekteringsanvisninger

Generelle anvisninger

Allerede i planleggingstadiet er det viktig at man setter seg inn i de nye mulighetene universalkabelkonseptet kan gi ved valg av linjetrasé. Ved å utnytte de ulike forlegningsmulighetene EXCEL, FXCEL og AXCES™ gir, kan man oppnå kostnadsbesparelse allerede i investeringen, samt de drifts- og vedlikeholdsmessige fordelene.

Plasseringer av nettstasjoner kan velges helt fritt med universalkabel, muligheten til å forlegge langs vei, gå ned i jord, oppheng i stolper, samt utnytte mulighet for fellesføring der det er mulig, er faktorer man skal ta hensyn til. Blant annet kan det være bra å tenke gjennom hvor det kan være rasjonelt å planlegge eventuelle avgreninger og hvilke kabellengder som skal bestilles.

Når det gjelder EXCEL, FXCEL og AXCES har REN gitt ut en anbefaling som fullt ut gir beregningsunderlag for dimensjonering, spennlengder, pilhøydatabeller etc.

Avgreninger

Det finnes flere måter å utføre avgreninger på. De vanligste er:

- Direkte skjermede kontakter, avgrening i skap på stolpe eller på bakken.
- Avgrening med endeavslutninger på støtteisolator eller ventilavledere i mast.
- Avgrening med bryter/fraskiller i skap på bakken.
- Avgrening med lastbryter i nettstasjon.
- Gjøre avvinkling fra valgt mast og parallellføre kabel til og fra endemast i avgreningen.

Avhengig av behov og krav man har til bryterevne, utseende, avstand osv. vil universalkabel oppfylle alle disse behov. Det er viktig å tenke på at en kabel ikke er utsatt for feil på samme måte som på blank/belagt line. Dette bidrar til at behovet for deling av linjen reduseres. En avgrening har også den fordel at den er berøringssikker. (Se også under avsnittet: Andre løsninger).



Prosjekteringsanvisninger

Avgreninger

Avgrening i mast med endeavslutning på støtteisolator eller overspenningsavledere

Kabelen må avspennes i en mast med spiraler. Ved bruk av Raychem endeavslutninger på støtteisolator eller overspenningsavledere vil dette være en meget effektiv og rimelig løsning. Selve støtteisolatoren eller overspen-

ningsavlederen monteres på en stolpebrakett EGO 100. Det er lettere å få en pen montasje om avstanden mellom kabelens avspenningspunkter og stolpebraketten er tilpasset (ca 2 m). Vær oppmerksom på minsteavstand fra mark (5 m). Fuglebeskyttelse for støtteisolator eller overspenningsavleder forefinnes. (Se mer på www.ensto.no).



Avgrening i skap/nettstasjon på bakken (Helisolert anlegg)

Kabelen må avspennes i en mast med spiraler. Kablene klamres ned i mast og tilkoples til skap eller nettstasjon. Det finnes varianter av skap som er utstyrt med samleskinner eller man kan benytte fraskillerskap med mulighet for 3-veis-bryter. Dette gir en enklere og raskere mulighet for fraskilling av ka-

belnettet. Det finnes heller ingen åpen kabel eller andre spenningsførende detaljer i masten. Tenk også på at fraskillerskapet/nettstasjonen ikke nødvendigvis behøver å stå ved mastefoten, men kan plasseres der det er mest fornuftig, da kablene kan gå i jord til og fra skapet eller nettstasjon.



Parallelt gå tilbake fra endemast og gjøre avvinkling

Om avgreningen skal foretas i nærheten av endemast (noen spenn) kan det i mange tilfeller være enklere og billigere å strekke kabel parallelt tilbake til avgreningspunktet og vinkle av derfra. Man får en besparelse i færre endeavslutninger og overspenningsavledere, samt færre punkter som ikke er berø-

ringssikre. Den avgrenede linjen kan også fraskilles i endepunktet uten at man behøver å gå til avgreningspunktet (eksempelvis ulendt terreng, avstand osv.) Dette må vurderes opp mot totaløkonomi.



Prosjekteringsanvisninger

Linjetrasé / trasévalg / fellesføring



Da EXCEL, FXCEL og AXCES™ er en fullisolert og berøringssikker kabel vil behovet for ryddebelte bli svært redusert. Lovverket sier 0,5 m til busker og trær. Ved tung snø/islast vil ikke overslag opptre ved nedheng av trær. Man skal likevel forhindre at grener/trær ligger på over lang tid og skrapes mot ytterkappen. Dette er noe energiverkene har erfaring med, etter 25-30 års drift av 1 kV EX hengeledning.

Å følge langs vei kan ofte være et bra trasévalg. Ved oppgradering av eksisterende linje er det viktig å vurdere hele trasévalget slik at man utnytter kabelens muligheter optimalt.

Kryssing over vei eller jernbane

Der selvbærende høyspenningskabel krysser offentlig vei, skal kabelen i minst gunstige tilfelle ha en loddrett avstand fra veibanen på minst 6 meter. Det samme gjelder ved føring over offentlig vei i veiens lengderetning.

Selvbærende høyspenningskabel skal ved kryssing av elektriske baner ha en høyde på minst 10,5 meter over skinnegangen i minst gunstigste tilfeller.

Det er store muligheter ved å utnytte samme master for fellesføring med lavspent, gatelys, og tele/fiber. Dette vil medføre en bedre totaløkonomi ved bygging av linjen. Ved fellesføring vil spennlengdene være begrensende på grunn av lavspent EX og tele/fiber.

Krav til avstander ved kryssing og nærføring finnes i REN-blad nr. 2008 og 2013. Det er ikke krav i forskrifter til merking av selve kabelen, men det forefinnes skiltssystemer for merking av disse.

Fordeler ved å ha smale ryddebelter

- › Vil ofte være en akseptabel løsning for grunneier.
- › Lave kostnader ved grunnavståelse.
- › Lave kostnader ved nyridding av trasé.
- › Miljømessig hensyn. Fugl "oppdager" kabelen.
- › Estetisk, lite dominerende i terrenget.
- › Trær som står tett, beskytter hverandre og reduserer faren for trepåfall.
- › Smale ryddebelter reduserer gjenvekst i trasé. Lavere vedlikeholdskostnader.



Prosjekteringsanvisninger

Forlegning i vann

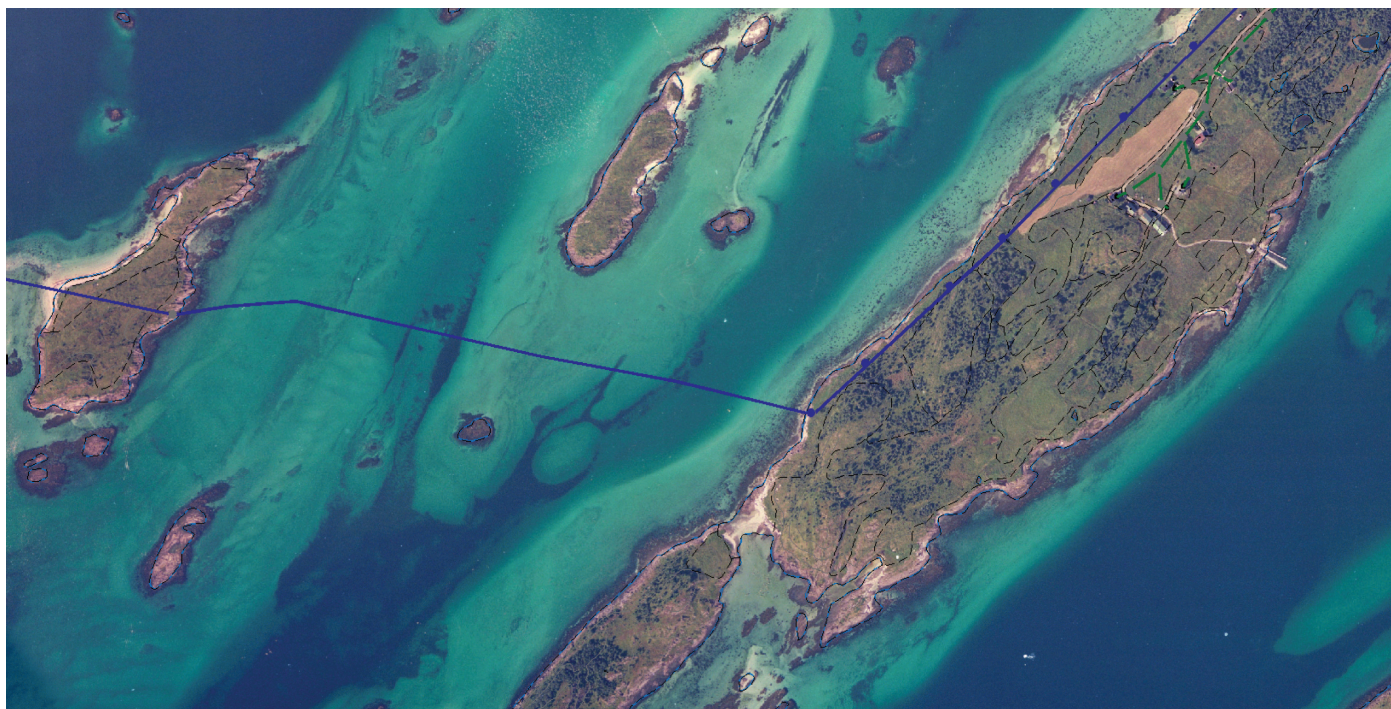
Ved forlegning i vann er det viktig at kabelens densitet er tilstrekkelig høy slik at kabelen synker til bunns. Densitet over 1,2 er ønskelig og alle våre universalkabler tilfredsstiller dette ønsket (Se tabeller for Dimensjoner og vekt under kapittlet "Teknisk beskrivelse").

Skal kabelen forlegges i sjø så bør en alltid gjøre en grundig undersøkelse av bunnforholdene med henblikk på trasèvalg og samtidig finne optimale forhold for ilandføring av kabelen. Strømforhold er også viktig å ta med, er

strømmen sterk, må kabelen forankres på bunnen. Dette kan enkelt gjøres ved å legge sekker med ferdigbetong på kabelen eller med spesielle betongvekter.

Landtak bør sikres godt for påkjenninger som bølger og is kan påføre. Det beste er å grave ned kabelen, og selv om kabelen er robust så anbefaler vi å tre inn på egnede beskyttelsesrør. Disse bør ende godt under laveste lavvann (2-4 m). Er ikke nedgraving mulig, bør kabelen sikres ekstra med kraftige beskyttelsesrør og helst nedstøpes i betong.

Kabelen kan forlegges både i fersk- og i sjøvann, på dybder ned til 100 meter. Der det er benyttet kabel med fiberrør, kan fiberkabel blåses inn i etterkant. Er det usikkert med bunnforholdene, kan kabelen trekkes i egnede beskyttelsesrør (eks. vannledningsrør) før den senkes til bunns. Da bør røret fylles med vann for å minske oppdriften og følgelig må kabelen påføres tilstrekkelig med vekter slik at den blir liggende i ro på bunnen.



960 meter, lagt i år 2000. Steigen Kommune i Nordland.

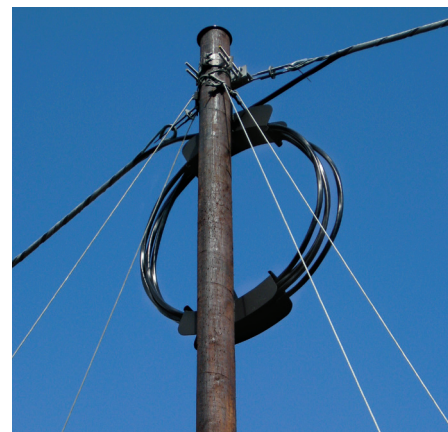
Magasinering av kabel

Det hender man ønsker å spole opp (magasinere) kabel for å ha reservekabel i tilfelle skader eller at det i framtiden vil komme en avgreining eller nettstasjon. Ved oppspoling av lange lengder må en ta hensyn til utførelse med tanke på reduksjonen i kabelens overføringsevne.

Reduksjonsfaktorer i forhold til maks belastning

- Ett lag kabel med luft mellom kabelene på halve ringen - ingen reduksjon
- Ett lag kabel uten luft mellom kabelene - reduksjon 0,75
- To lag kabel uten luft mellom kablene - reduksjon 0,5
- Flere lag uten luft mellom kablene (bør unngås) - reduksjon 0,3

Reduksjonsfaktorene er en anbefaling og det bør vurderes hvor god kjøling kabelen får fra anlegg til anlegg.





Prosjekterings- og beregningsunderlag

Prosjektering og beregningsunderlag EXCEL og FXCEL

Enklest skjer prosjektering og stolpe-dimensjonering ved hjelp av et beregningsprogram. Følgende data gjelder som inngangsverdier for de fleste programmer:

	EXCEL 3x10/10 24kV	FXCEL 3x16/10 24kV
Total tverrsnitt	40 mm ²	55 mm ²
Diameter	38 mm	40 mm
Qe = Vekt	1,18 kg/m	1,4 kg/m
Eik = Elastisitetsmodul før islast	75 500 N/mm ²	78 000 N/mm ²
Ep = Elastisitetsmodul etter permanent tøyning (etter islast)	87 000 N/mm ²	98 000 N/mm ²
tp = permanent tøyning	0,5 %	0,5 %
Lengdeutvidelseskoeffisient	20x10 ⁻⁶ /°C	18x10 ⁻⁶ /°C
Definert påkjenning ved 0° C	80 N/mm ²	80 N/mm ²
Maksimal kontinuerlig belastning på kabelen i beregninger	8,5 kN	11 kN
Bruddlast ved hurtig belastning	>22 kN	>25 kN
Bruddlast ved langtidsbelastning	>15 kN	>17 kN

Ved beregning av reguleringstabellen er det nødvendig å endre arealet i beregningene. For EXCEL 24 kV brukes 50 mm² (isteden for 40 mm²). Disse verdiene gir bedre overensstemmelse i beregningsprogrammet. Grunnen til justeringen er at skjermen og platen gir et bærende tilskudd.

Prosjekterings- og beregningsunderlag

Prosjektering og beregningsunderlag AXCES™

Enklest skjer prosjektering og stolpedimensjonering ved hjelp av beregningsprogram. Følgende data gjelder som inngangsverdier for de fleste programmer:

	AXCES-O 3x70/25 24 kV	AXCES 3x70/16 24 kV	AXCES-O 3x95/25 24 kV	AXCES 3x95/25 24 kV
Total tverrsnitt	210	210 mm ²	285 mm ²	285 mm ²
Diameter	46	45 mm	49 mm	49 mm
Qe = Vekt	1,8 kg/m	1,8 kg/m	2,2 kg/m	2,3 kg/m
Eik = Elastisitetsmodul før islast	55 000 N/m	55 000 N/mm ²	47 000 N/mm ²	47 000 N/mm ²
Ep = Elastisitetsmodul etter permanent tøying (etter islast)	64 000 N/m	64 000 N/mm ²	61 000 N/mm ²	61 000 N/mm ²
τp = permanent tøying	0,7 %	0,7 % 0,7 mm/m	0,8 % 0,8 mm/m	0,8 % 0,8 mm/m
Lengdeutvidelseskoeffisient	23 10-6 /°C	23 10-6 /°C	23 10-6 /°C	23 10-6 /°C
Definert påkjenning ved 0° C	46 N/mm ²	46 N/mm ²	35 N/mm ²	35 N/mm ²
Maksimal kontinuerlig belastning på kabelen i beregninger	46 N/mm ²	27 kN	28 kN	28 kN
Bruddlast ved hurtig belastning	> 56 kN	> 56 kN	> 70 kN	> 70kN
Bruddlast ved langtidsbelastning	> 49 kN	> 49 kN	> 51 kN	> 51kN

Ved beregning av reguleringstabellen er det nødvendig å endre arealet i beregningene. For AXCES™ 3x70/16 og 3x70/25 brukes 220 mm² (isteden for 210 mm²), og for AXCES™ 3x95/25 brukes 300 mm² (isteden for 285 mm²). Disse verdiene gir bedre overensstemmelse i beregningsprogrammet. Grunnen til justeringen er bl.a. at skjermen og plasten gir et bærende tilskudd.

For prosjektering henviser vi til REN blad 2007.

Prosjekterings- og beregningsunderlag

REN blad 2007 (HS Distribusjonsnett Luft - Prosjektering)

Forskriftskrav

Elektriske anlegg skal prosjekteres, utføres, driftes og vedlikeholdes slik at de sikkert ivaretar den funksjonen de er tiltenkt uten å fremby fare for liv, helse og materielle verdier.

Anlegg og utstyr skal være robust og egnet for alle påregnelige påkjenninger. Anlegg skal være fagmessig utført.

Hva skal utføres?

HS distribusjon luft linje skal prosjekteres etter krav fra normer og forskrifter:

- Forskrift for elektriske forsyningsanlegg 2006
- NEK 445: 2009
- NS-EN 1991-N-4 (vind norm)

Hvordan skal det utføres?

På grunnlag av de utarbeidede klimastandardene skal følgende utføres:

1. Fastsettelse av laster som påvirker stolper/mastekonstruksjoner og linjemateriell.
2. Fordeling av krefter som påvirker stolper/mastekonstruksjoner og linjemateriell.
3. Dimensjonering av konstruksjon og materiell.

Siden normene er såpass kompliserte må det anvendes PC programmer for å utføre denne prosjekteringsprosessen. Det henvises til REN og Hallingkonsult programmet Netlin.

Tabellene på de neste 3 sider er kun ment som en veiledning.

Prosjekterings- og beregningsunderlag

Prosjektering EXCEL

EXCEL 3x10/10 er konstruert for et normalspenn på 70 meter, maks spenn 90 meter. Kablene spennes opp i henhold til tabellen nedenfor.

EXCEL 50 meter spenn

PROSJEKTERINGSTABELL 3 x 10 CU		
Ekvivalentspenn	[meter]	50
Montasjestrekk	[N/mm ²]	76
Strekk ved 0 °C	[kN]	3,1
Strekk ved dimensjonering	[kN]	6,4
Mal ved 50 °C etter sig *	[nr.]	28
Mal ved full islast (4 kg/m)	[nr.]	30
Mal ved 50 °C	[nr.]	25
Mal ved -25 °C	[nr.]	18

PILHØYDETABLELL							
Temp °C	SPENNLENGDER OG PILHØYDER I METER						
	30	40	50	60	70	80	90
-20	0,41	0,73	1,14	1,64	2,23		
-10	0,43	0,77	1,20	1,73	2,35		
0	0,45	0,80	1,26	1,81	2,46		
10	0,47	0,84	1,31	1,89	2,57		
20	0,49	0,88	1,37	1,97	2,69		
30	0,51	0,91	1,42	2,05	2,79		

(*) Prosjekteringsmal etter sig (permanent tøying)

EXCEL 60 meter spenn

PROSJEKTERINGSTABELL 3 x 10 CU		
Ekvivalentspenn	[meter]	60
Montasjestrekk	[N/mm ²]	92
Strekk ved 0 °C	[kN]	3,7
Strekk ved dimensjonering	[kN]	7,5
Mal ved 50 °C etter sig *	[nr.]	23
Mal ved full islast (4 kg/m)	[nr.]	26
Mal ved 50 °C	[nr.]	17
Mal ved -25 °C	[nr.]	18

PILHØYDETABLELL							
Temp °C	SPENNLENGDER OG PILHØYDER I METER						
	30	40	50	60	70	80	90
-20	0,34	0,60	0,94	1,36	1,85	2,42	3,06
-10	0,36	0,63	0,99	1,43	1,94	2,54	3,22
0	0,37	0,66	1,04	1,49	2,03	2,66	3,36
10	0,39	0,69	1,08	1,56	2,12	2,77	3,51
20	0,41	0,72	1,13	1,62	2,21	2,89	3,66
30	0,42	0,75	1,17	1,69	2,30	3,00	3,80

(*) Prosjekteringsmal etter sig (permanent tøying)

EXCEL 70 meter spenn

PROSJEKTERINGSTABELL 3 x 10 CU		
Ekvivalentspenn	[meter]	70
Montasjestrekk	[N/mm ²]	107
Strekk ved 0 °C	[kN]	4,3
Strekk ved dimensjonering	[kN]	8,5
Mal ved 50 °C etter sig *	[nr.]	20
Mal ved full islast (4 kg/m)	[nr.]	23
Mal ved 50 °C	[nr.]	18
Mal ved -25 °C	[nr.]	13

PILHØYDETABLELL							
Temp °C	SPENNLENGDER OG PILHØYDER I METER						
	30	40	50	60	70	80	90
-20	0,29	0,52	0,81	1,17	1,60	2,09	2,64
-10	0,31	0,55	0,85	1,23	1,67	2,19	2,77
0	0,32	0,57	0,89	1,28	1,75	2,28	2,89
10	0,33	0,59	0,93	1,34	1,82	2,38	3,01
20	0,35	0,62	0,97	1,39	1,90	2,48	3,14
30	0,36	0,64	1,00	1,45	1,97	2,57	3,26

(*) Prosjekteringsmal etter sig (permanent tøying)

Prosjekterings- og beregningsunderlag

Prosjektering FXCEL

FXCEL 3x16/10 er konstruert for et normalspenn på 80-90 meter, maks spenn 110 meter. Kablene spennes opp i henhold til tabellen nedenfor.

FXCEL 60 meter spenn

PROSJEKTERINGSTABELL 3 x 16 CU		
Ekvivalentspenn	[meter]	60
Montasjestrekk	[N/mm ²]	76
Strekk ved 0 °C	[kN]	4,2
Strekk ved dimensjonering	[kN]	8,4
Mal ved 50 °C etter sig *	[nr.]	23
Mal ved full islast (4 kg/m)	[nr.]	24
Mal ved 50 °C	[nr.]	20
Mal ved -25 °C	[nr.]	15

PILHØYDETABLELL							
Temp °C	SPENNLENGDER OG PILHØYDER I METER						
	30	40	50	60	70	80	90
-20	0,34	0,61	0,95	1,38	1,87	2,45	3,10
-10	0,36	0,64	1,00	1,44	1,96	2,56	3,24
0	0,38	0,67	1,04	1,49	2,05	2,67	3,39
10	0,39	0,70	1,09	1,57	2,13	2,78	3,53
20	0,41	0,72	1,13	1,63	2,21	2,89	3,66
30	0,42	0,75	1,17	1,69	2,30	3,00	3,80

(*) Prosjekteringsmal etter sig (permanent tøyning)

FXCEL 70 meter spenn

PROSJEKTERINGSTABELL 3 x 16 CU		
Ekvivalentspenn	[meter]	70
Montasjestrekk	[N/mm ²]	89
Strekk ved 0 °C	[kN]	4,9
Strekk ved dimensjonering	[kN]	9,6
Mal ved 50 °C etter sig *	[nr.]	20
Mal ved full islast (4 kg/m)	[nr.]	21
Mal ved 50 °C	[nr.]	17
Mal ved -25 °C	[nr.]	13

PILHØYDETABLELL							
Temp °C	SPENNLENGDER OG PILHØYDER I METER						
	30	40	50	60	70	80	90
-20	0,29	0,53	0,82	1,18	1,61	2,09	2,66
-10	0,31	0,55	0,86	1,24	1,68	2,20	2,78
0	0,32	0,57	0,89	1,29	1,75	2,29	2,90
10	0,33	0,60	0,93	1,34	1,82	2,38	3,02
20	0,35	0,62	0,97	1,39	1,89	2,47	3,13
30	0,36	0,64	1,00	1,44	1,96	2,57	3,26

(*) Prosjekteringsmal etter sig (permanent tøyning)

Prosjekterings- og beregningsunderlag

Prosjektering AXCES™

AXCES™ er konstruert for et normal-spenn på 100 til 110 meter, maks spenn 120 til 140 meter eller lengre under gunstige forhold. Kabelen innspennes i henhold til tabellen nedenfor.

AXCES™ 60 meter spenn (3 x 70 AL)

PROSJEKTERINGSTABELL 3 x 70 AL		
Ekvivalentspenn	[meter]	60
Montasjestrekk	[N/mm ²]	26
Strekk ved 0 °C	[kN]	5,7
Strekk ved dimensjonering	[kN]	11,4
Mal ved 50 °C etter sig *	[nr.]	24
Mal ved full islast (4 kg/m)	[nr.]	20
Mal ved 50 °C	[nr.]	22
Mal ved -25 °C	[nr.]	14

PILHØYDETABELL							
Temp °C	SPENNLENGDER OG PILHØYDER I METER						
	30	40	50	60	70	80	90
-20	0,33	0,58	0,91	1,31	1,78	2,33	2,95
-10	0,35	0,62	0,97	1,40	1,91	2,50	3,16
0	0,37	0,66	1,04	1,50	2,04	2,66	3,37
10	0,40	0,70	1,10	1,59	2,16	2,82	3,57
20	0,42	0,74	1,16	1,67	2,27	2,97	3,76
30	0,44	0,78	1,22	1,75	2,39	3,12	3,95

(*) Prosjekteringsmal etter sig (permanent tøying)

AXCES™ 70 meter spenn (3 x 70 AL)

PROSJEKTERINGSTABELL 3 x 70 AL		
Ekvivalentspenn	[meter]	70
Montasjestrekk	[N/mm ²]	30
Strekk ved 0 °C	[kN]	6,6
Strekk ved dimensjonering	[kN]	11,8
Mal ved 50 °C etter sig *	[nr.]	21
Mal ved full islast (4 kg/m)	[nr.]	18
Mal ved 50 °C	[nr.]	19
Mal ved -25 °C	[nr.]	13

PILHØYDETABELL										
Temp °C	SPENNLENGDER OG PILHØYDER I METER									
	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
-20	0,28	0,51	0,79	1,14	1,55	2,02	2,56	3,18	3,81	4,55
-10	0,30	0,54	0,85	1,22	1,66	2,17	2,74	3,40	4,09	4,88
0	0,32	0,58	0,90	1,30	1,76	2,31	2,92	3,60	4,36	5,19
10	0,34	0,61	0,95	1,37	1,87	2,44	3,09	3,81	4,63	5,50
20	0,36	0,64	1,00	1,44	1,97	2,57	3,25	4,00	4,88	5,80
30	0,38	0,67	1,05	1,51	2,06	2,69	3,41	4,19	5,12	6,08

(*) Prosjekteringsmal etter sig (permanent tøying)

AXCES™ 60 meter spenn (3 x 95 AL)

PROSJEKTERINGSTABELL 3 x 95 AL		
Ekvivalentspenn	[meter]	60
Montasjestrekk	[N/mm ²]	22
Strekk ved 0 °C	[kN]	6,6
Strekk ved dimensjonering	[kN]	12,2
Mal ved 50 °C etter sig *	[nr.]	25
Mal ved full islast (4 kg/m)	[nr.]	20
Mal ved 50 °C	[nr.]	22
Mal ved -25 °C	[nr.]	14

PILHØYDETABELL							
Temp °C	SPENNLENGDER OG PILHØYDER I METER						
	30	40	50	60	70	80	90
-20	0,33	0,58	0,91	1,31	1,79	2,34	2,96
-10	0,35	0,62	0,98	1,41	1,92	2,51	3,17
0	0,38	0,66	1,04	1,50	2,05	2,67	3,38
10	0,40	0,71	1,10	1,59	2,17	2,83	3,58
20	0,42	0,73	1,16	1,68	2,28	2,98	3,77
30	0,44	0,77	1,22	1,76	2,39	3,13	3,96

(*) Prosjekteringsmal etter sig (permanent tøying)

AXCES™ 70 meter spenn (3 x 95 AL)

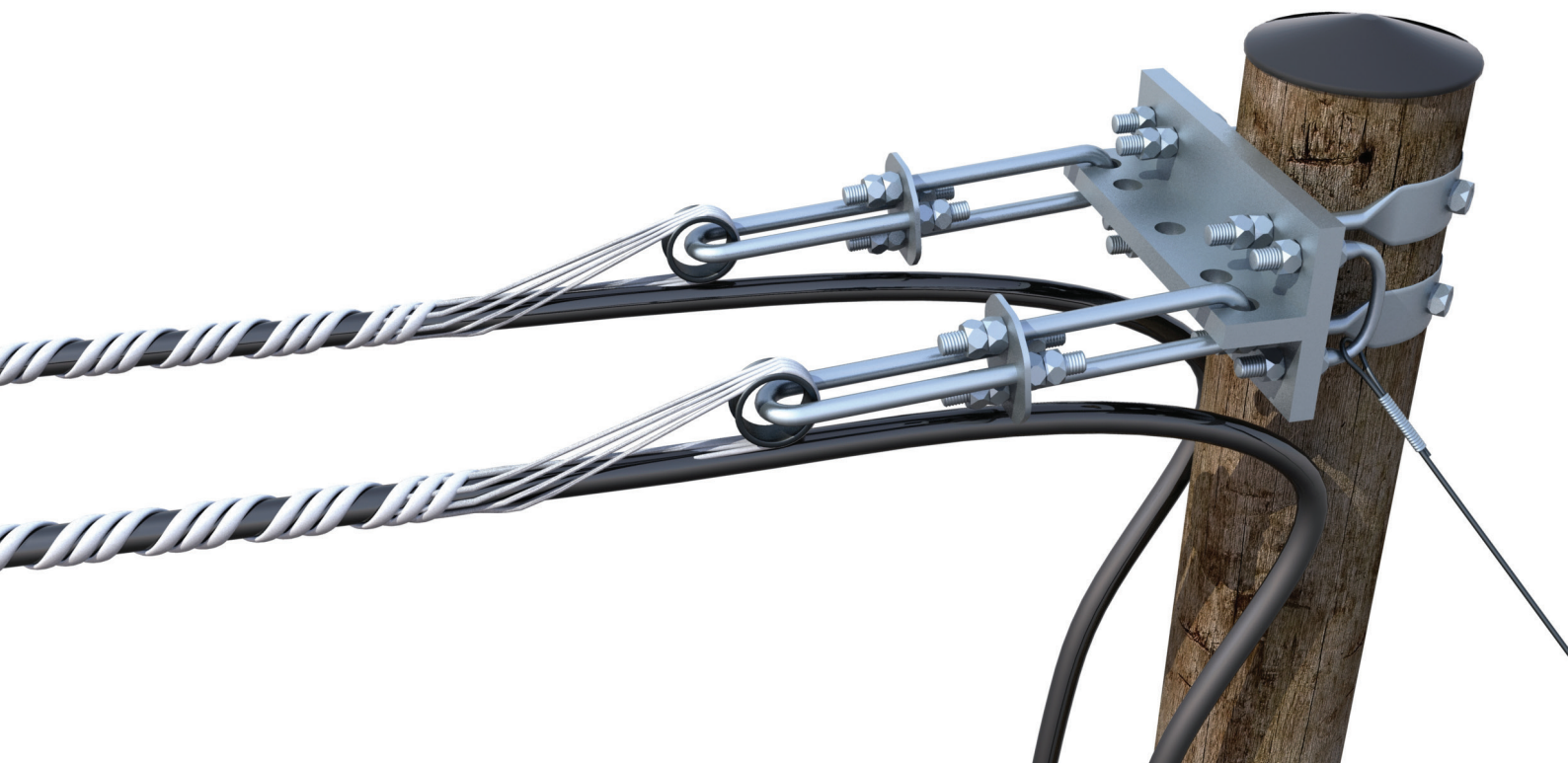
PROSJEKTERINGSTABELL 3 x 95 AL		
Ekvivalentspenn	[meter]	70
Montasjestrekk	[N/mm ²]	26
Strekk ved 0 °C	[kN]	7,8
Strekk ved dimensjonering	[kN]	13
Mal ved 50 °C etter sig *	[nr.]	21
Mal ved full islast (4 kg/m)	[nr.]	17
Mal ved 50 °C	[nr.]	18
Mal ved -25 °C	[nr.]	12

PILHØYDETABELL										
Temp °C	SPENNLENGDER OG PILHØYDER I METER									
	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
-20	0,28	0,49	0,77	1,11	1,51	1,97	2,50	3,09	3,74	4,47
-10	0,30	0,53	0,83	1,19	1,62	2,12	2,68	3,31	4,02	4,79
0	0,32	0,56	0,88	1,27	1,73	2,26	2,86	3,53	4,28	5,09
10	0,34	0,60	0,93	1,35	1,83	2,39	3,03	3,74	4,54	5,38
20	0,35	0,63	0,99	1,42	1,93	2,53	3,20	3,95	4,78	5,67
30	0,37	0,66	1,03	1,49	2,03	2,65	3,36	4,14	5,02	5,94

(*) Prosjekteringsmal etter sig (permanent tøying)



Generelle anvisninger



Å bygge med universalkabel skiller seg ikke fra "vanlig" kabelforlegning hva gjelder forlegning i jord eller vann. Det er ved oppheng i stolper at man behøver å ta spesielle hensyn. Byggemetodene skiller seg imidlertid ikke i noen større grad fra det som anvendes ved montasje av f.eks. EX hengeledning. Erfaringsmessig ved introduksjon og etablering av nye konsepter er det likevel et ønske om råd og montasjeanvisninger.

Når det gjelder forlegning i bakke kan etablerte rutiner og metoder benyttes. Vær likevel oppmerksom på å planlegge arbeidet om man først skal strekke i master eller forlegge i bakken. Dette med bakgrunn i kabelens lengde, trommelstørrelse, plassering, tilgjengelighet med maskin osv.

Skal kabelen forlegges i sjø så bør en alltid gjøre en grundig undersøkelse av bunnforholdene med henblikk på trasèvalg og samtidig finne optimale forhold for iland-føring av kabelen. Strømforhold er også viktig å ta med; er strømmen sterk, må kabelen forankres på bunnen. Dette kan enkelt gjøres ved å legge sekker med ferdigbetong på kabelen eller ved spesielle betongvekter. Landtak bør sikres godt for påkjenninger som bølger og is kan påføre. Det beste er å grave ned kabelen og selv om kabelen er robust så anbefaler vi å tre innpå egnede beskyttelsesor. Disse bør ende godt (2-4 m) under laveste lavvann. Er ikke nedgraving mulig bør kabelen sikres ekstra med kraftige beskyttelsesor, og helst overstøpes med betong.

Er det usikkert med bunnforholdene kan kabelen trekkes i egnede beskyttelsesor (eks. PE- Vannledningsrør) før den senkes til bunns. Da bør røret fylles med vann for å minske oppdriften og følgelig må kabelen påføres tilstrekkelig med vekter slik at den blir liggende i ro på bunnen.

Kabelen kan forlegges både i fersk- og i sjøvann på dybder ned til 100 meter. Der det er benyttet kabel med fiberrør kan fiberkabel blåses inn i etterkant.

Generelle anvisninger

Verktøy

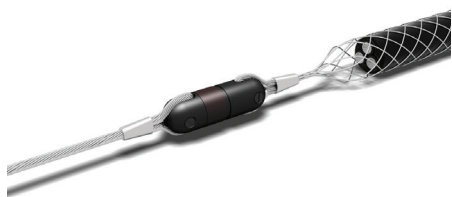
Det er normalt ikke behov for spesialverktøy for å bygge med universalkabel. Eksisterende verktøy for linjebygging og kabelarbeid er tilstrekkelig. For å underlette bygging og montasje med universalkabel bør likevel følgende verktøy være tilgjengelig:

- Trekkestrømpe tilpasset for aktuell kabel diameter og for strekk-krefter opp til ca 1000 kp (10 kN). Trekkestrømpe både i stål og kevlar kan brukes.
- Dynamometer for minst 500 kp (5 kN) for EXCEL resp. 1500 kp (15 kN) for AXCES. (Kan brukes i stedet for å sette opp pilbord ved måling av pilhøyde). Dynamometer anbefales, spesielt for AXCES™.
- Frosk for aktuell kabeldiameter. For AXCES anbefales spesialfrosk godkjent for 1500 kp (15 kN).
- Eventuelt blokker ved første mast og ved spesielle stor vinkler. (Dette må vurderes i hvert tilfelle).

Innspenningsfrosk er en fordel, men man kan også bruke en ekstra spiral. Spiralene kan man ta av og på flere ganger og er "snillere" mot kabelen. For AXCES™ må man være oppmerksom, slik at man ikke bruker større kraft enn innstrekkingsskreftene, da dette kan skade kabelen.

Anbefalte frosker for Universalkabler

Type	Dimensjon	Spenning	Elnummer
EXCEL	3x10/10	24 kV	88 601 46
FXCEL	3x16/10	24 kV	88 601 46
AXCES™	3x70/16	24 kV	88 601 47
AXCES™	3x70/25	24 kV	88 601 47
AXCES™	3x95/25	24 kV	88 601 47



Trekkestrømpe med svivel



Innspenningsfrosk med kabel

Generelle anvisninger

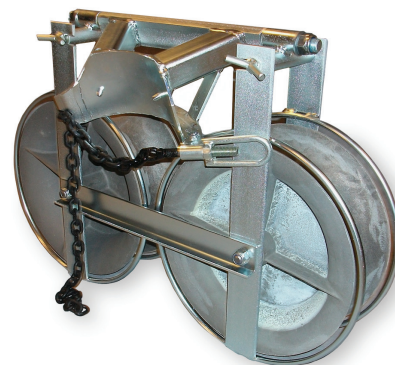
Trommelplassering

Plasseringen av trommelen avgjøres av flere faktorer. Mulighet for å plassere ut trommelen til bestemt plass er selvfølgelig avgjørende. Det er lettere å dra kabelen nedover enn oppover, plasser derfor om mulig trommelen på det høyeste punkt i linjetraséen. Ved store høydeforskjeller kan det likevel bli vanskelig å bremse trommelen ved utdragning nedover. Påse derfor å ha en god trommelbukk med skivebrems. Om det er kraftige vinkler er det en fordel å ha disse i enden av linjen i stedet for i starten.

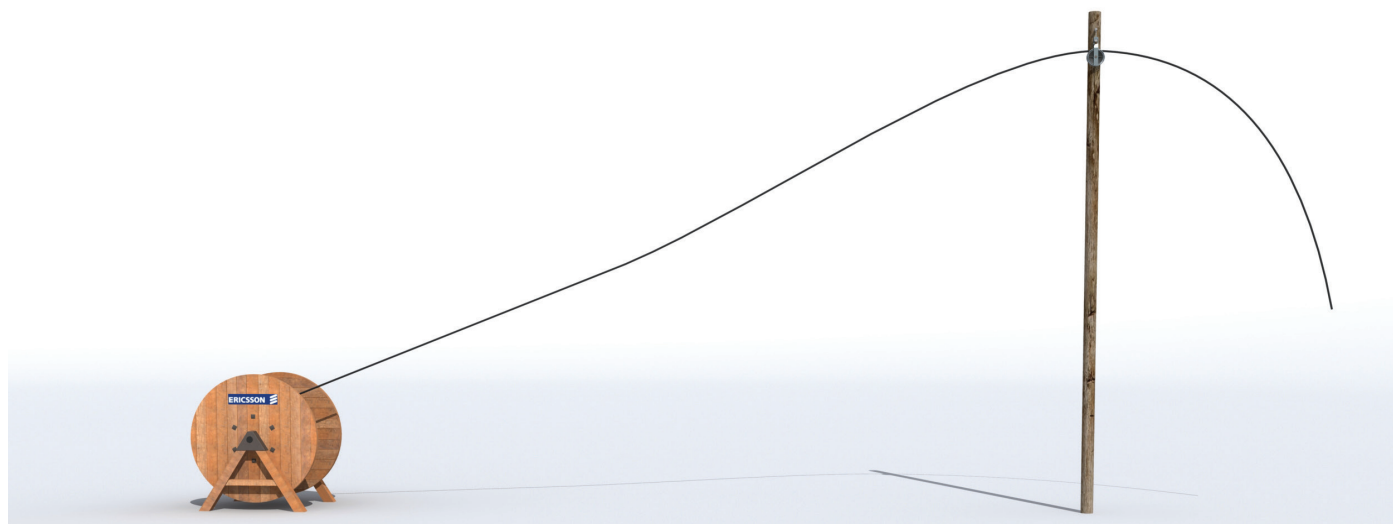
Kabelen skal avspoles fra trommelens overside (se illustrasjon nedenfor).

Kabeltrommelen plasseres på kabelbukker/kabelvogn e.l. Stor blokk monteres i første stolpe. Kontroller hele tiden ved utkjøring at kabelen løper ut fritt fra trommelen. Vær spesielt oppmerksom ved vekslingen mellom to lag av kabel, dette for å forhindre at kablene låser seg i hverandre.

Trommelen må aldri rotere raskere enn kabelen løper ut. Bremsing i forbindelse med utdragning er derfor nødvendig. Ved en plutselig stopp i utdragningen må trommelens rotasjon raskt kunne stoppes, ellers kan kabelen følge med inn i underkant av trommelen og bli skadet.



Stor blokk monteres i første stolpe. Eksempel vare nr. 88 548 10 eller som dobbel utførelse vare nr. 88 548 11.



Preparering av kabelenden

Plasseringen av trommelen avgjøres av flere faktorer. Mulighet for å plassere ut trommelen til bestemt plass er selvfølgelig avgjørende. Det er lettere å dra kabelen nedover enn oppover, plasser derfor om mulig trommelen på det høyeste punkt i linjetraséen. Ved store høy-

deforskjeller kan det likevel bli vanskelig å bremse trommelen ved utdragning nedover. Påse derfor å ha en god trommelbukk med skivebrems. Om det er kraftige vinkler er det en fordel å ha disse i enden av linjen i stedet for i starten.

Kabelen skal avspoles fra trommelens overside (se illustrasjon nedenfor).



Generelle anvisninger

Forline

Vær nøye med at ingen store knuter, kauser, sjakler, klemmer o.l er i forlinen, da dette kan huke seg fast ved utkjøring av kabelen. Erfaringsmessig vil en svivel som er spleiset til forlinen være den beste løsning for feste av trekkestrømpe. Det vil bestandig være vridningsforskjell mellom ulike liner og kabler.

Ved bruk av svivel vil disse rotere uavhengig av hverandre, samtidig som det gir en "slank" overgang. Svivelen er utstyrt med festebolt inn mot øyet av trekkestrømpen, så denne kan også brukes til alle andre utdragninger som EX/BLX. En nøye preparert ende har man tidsmessig igjen for, da det underletter utdragningen vesentlig.



Utkjøring

Slepefri utkjøring bør etterleves, men det kan være vanskelig å klare dette, spesielt ved lange lengder og spenn. Kontroller derfor at det ikke finnes skarpe gjenstander som sprengstein og lignende der kabelen berører bakken. Beskyttelse mot dette kan gjøres, ved f.eks å tre inn et plastrør i tau som spennes over skarpe gjenstander i 90 grader av linjeretningen. Her vil som regel personell ved energiverkene ha tidligere erfaring med vanlig konvensjonell linjebygging.

Ved utkjøring i mellomfester eller separate blokker må det være plass for kabelen med trekkestrømpe. For å kon-

trollere dette kan det være en fordel at personell m/kommunikasjon følger med ut i terrenget ved passering av mellomfester. Ved store vinkler og nedstrekk finnes det åk hvor man monterer to mellomfester for å halvere vinkelen. Imidlertid forefinnes det nå utmerkede mellomfester (ECH14) som ivaretar denne problemstillingen (se side 35).

Ved vanlig konvensjonell utkjøring av f.eks EX vil lengden av denne være begrenset til ca. 500 meter pga. spenningsfall. Ved bygging av universal-kabel kan man komme opp i flere km lengde. Det er derfor viktig å benytte forline med høy bruddlast, da egen-

vekten av kabelen øker med lengden. Det vil også være smart å planlegge en eventuell parallelldragning inne i selve linjeseksjonen. Dette gjøres enkelt ved å plassere en vinsj halvveis i linjeseksjonen. Deretter drar man kabelen parallelt med kommunikasjon til hver av vinsjeoperatørene.

Generelle anvisninger

Lange linjer

Ved utdraging er det viktig at man monterer blokker i hver mast med gode trinsehjul eller mellomfester som er spesielt konstruert for dette. Spesielt viktig er dette om vinkelen er i begynnelsen av linjen, da bremseeffekten "forsterkes" og kan gjøre at kabelen går for tungt å dra i slutten av linjen. Hvilken ende av linjetraséen man drar fra, påvirker således også hvor lett det går å dra ut kabelen. I den utstrekning man kan velge utdragningsretning skal man forsøke å få vinklene på slutten av lin-

jen. En måte å eventuelt "hjelp" kabelen gjennom mellomfester på er å kaste et tau over kabelen i spennet, for deretter å gjøre noen rykninger med tauet. Enden på kabelen vil da få en opp/ned bevegelse slik at kabelen passerer gjennom festet.

Ved vanlig konvensjonell utdraging av f.eks EX vil lengden av denne være begrenset til ca. 500 meter pga. spenningsfall. Ved bygging av universalkabel kan man komme opp i flere km leng-

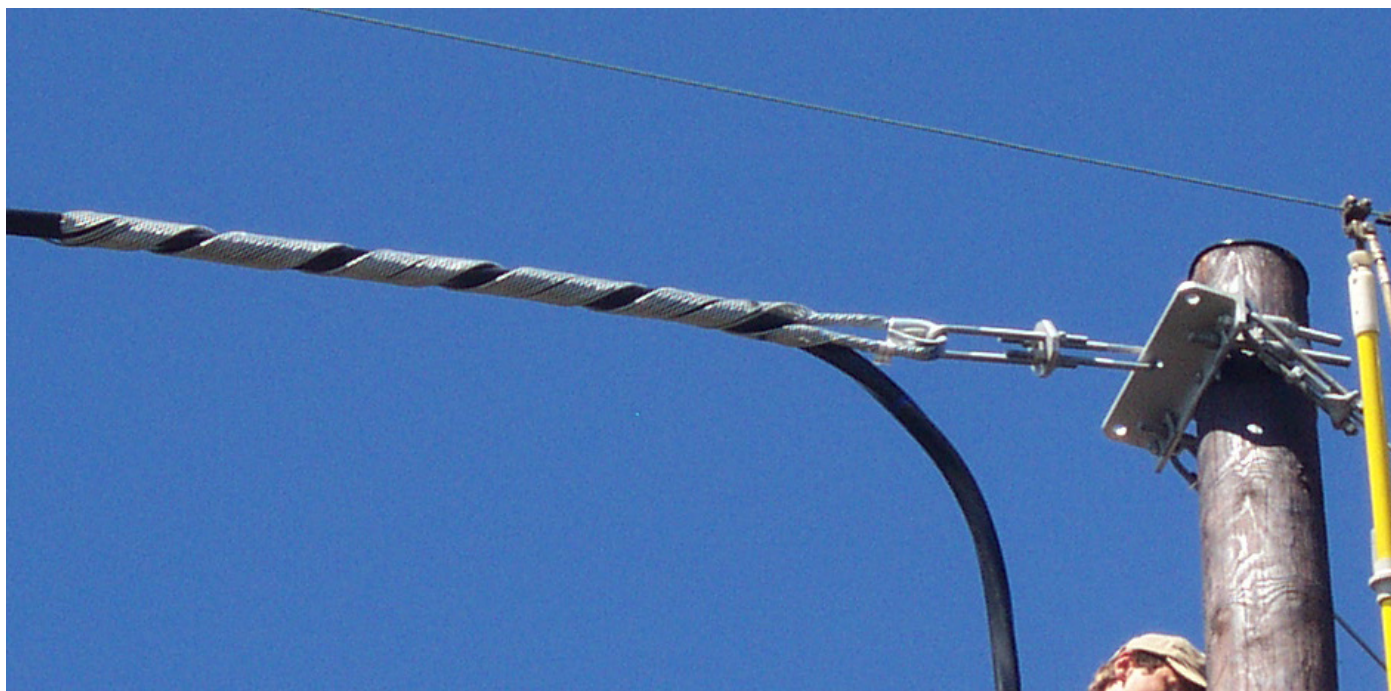
de. Det er derfor viktig å benytte forline med høy bruddlast, da egenvekten av kabelen øker med lengden. Det vil også være smart å planlegge en ev. paralleldragning inne i selve linjeseksjonen. Dette gjøres enkelt ved å plassere en vinsj halvveis inn i linjeseksjonen. I praksis løser man dette ved å ta ned kabelen fra et mellomfeste, for deretter å montere en frosk eller spiral på kabelen. Deretter drar man kabelen parallelt ca. 90-100 meter av gangen, med kommunikasjon til hver av vinsjeoperatørene.

Spiraler

Spiralens oppgave er å overføre innspenningskraften til kabelen uten å skade denne. Ved store påkjenninger skal spiralen ha egenskaper som holder kabelen på plass helt til brudd i kabelen. Dette stiller høye krav til spiralen og det er viktig at kun godkjente spiraler brukes.

Spiraler for universalkabel

Kabel	El.nr.
EXCEL/FXCEL 24 kV	28 002 27
AXCES 70 og 95 mm ² 24 kV	28 002 28



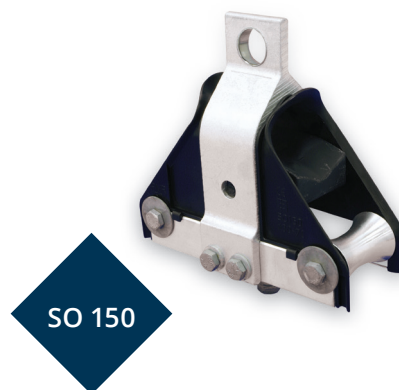
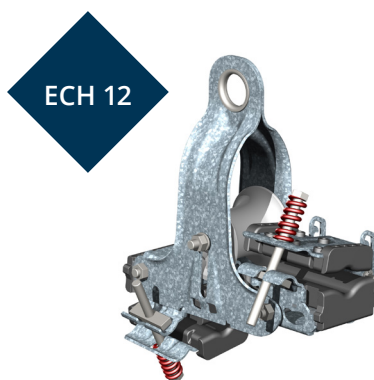
Generelle anvisninger

Mellomfester, lange lengder

Det anbefales bruk av SO150, ECH 12 eller ECH 14 med svært gode og solide trinsehjul. Alle disse feste har opphengshull med sliteforing i rustfritt

stål. Diameter på hull for oppheng er 27 mm. Erfaringsmessig kan mellomfester anbefales etter følgende tabell:

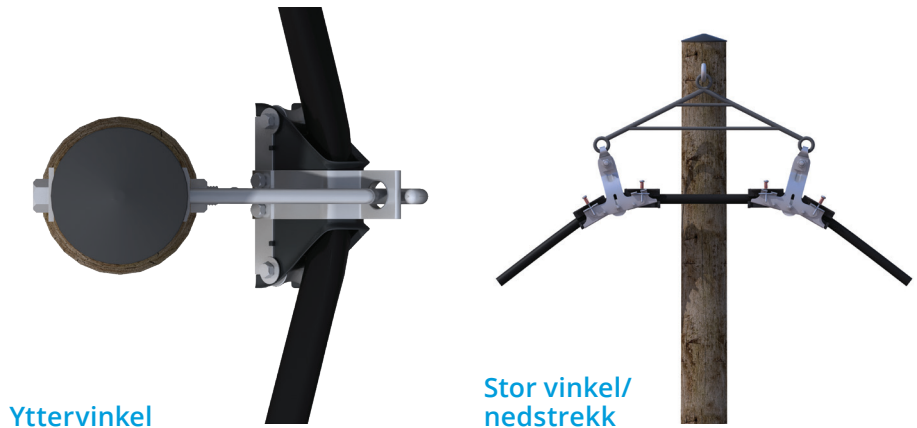
Kabeltype	El.nummer	Rettlinje		Vinkler/nedstrekk		Store vinkler/nedstrekk	
		Type	El.nr.	Type	El.nr.	Type	El.nr.
EXCEL 10mm ² /24kV	10 173 02	SO 150	28 835 11	SO 150	28 835 11	1 stk Åk	28 811 83
		ECH 12	28 831 71			2 stk SO 150	28 835 11
FXCEL 16mm ² /24kV	10 173 07	SO 150	28 835 11	SO 150	28 835 11	1 stk Åk	28 811 83
		ECH 12	28 831 71			2 stk SO 150	28 835 11
AXCES 70 og 95 mm ² /24 kV	10 173 03 / 10 173 04	ECH 14	28 831 70	ECH 14	28 831 70	1 stk Åk	28 811 83
						2 stk ECH 14	28 831 70
AXCES-O 70 og 95 mm ² /24 kV	10 173 15 / 10 173 14	ECH14	28 831 70	ECH 14	28 831 70	1 stk. åk	28 811 83
						2 stk. ECH 14	28 831 70



Generelle anvisninger

Mellomfester, vinkler

Ved store vinkler monteres åk med to mellomfester slik at man deler opp vinkelen i to like deler. Det samme opphenget vil også være å anbefale ved nedstrekk av kabelen. Det er viktig at mellomfestet har fri bevegelse i kroken på masten. Påse å benytte riktige avstandskroker spesielt ved yttervinkler slik at ikke mellomfestet på noen måte vil kile seg fast.



Avstandskroker, pinneskruer

Normalt benyttes pinneskrue i M20 i kombinasjon med distanse krok. Hvis man kun velger pinneskrue med mutterkrok eller øyemutter, må bolten være i M24. Også ved yttervinkel kan en M24 løsning vurderes, da avstandskroken er noe lengre og gir bedre klaring mot stolpen.

Mellomfester, terrengvariasjon

Ved utdragning av universalkabel vil forlinen raskt bli helt stram. Ved stolpepunkter der det kan bli oppstrekk av kun forlinen vil mellomfestet prøve å "dra" seg rundt opphengskroken. Dette fenomenet er kjent, bla ved utdragning av EX. For å stabilisere mellomfestet i denne fasen kan det være smart å stroppe mellomfestet inn til stolpen med et tau eller båndstropp. Forlinen vil da passere i overkant av mellomfestet som er glatt og avrundet slik at forlinen ikke blir skadet.

Oppstrekkraftene vil avta jo mer kabelen nærmer seg mellomfestet. Når kabelen kommer frem til mellomfestet, vil tyngden av denne gjøre det slik at mellomfestet henger i riktig posisjon.

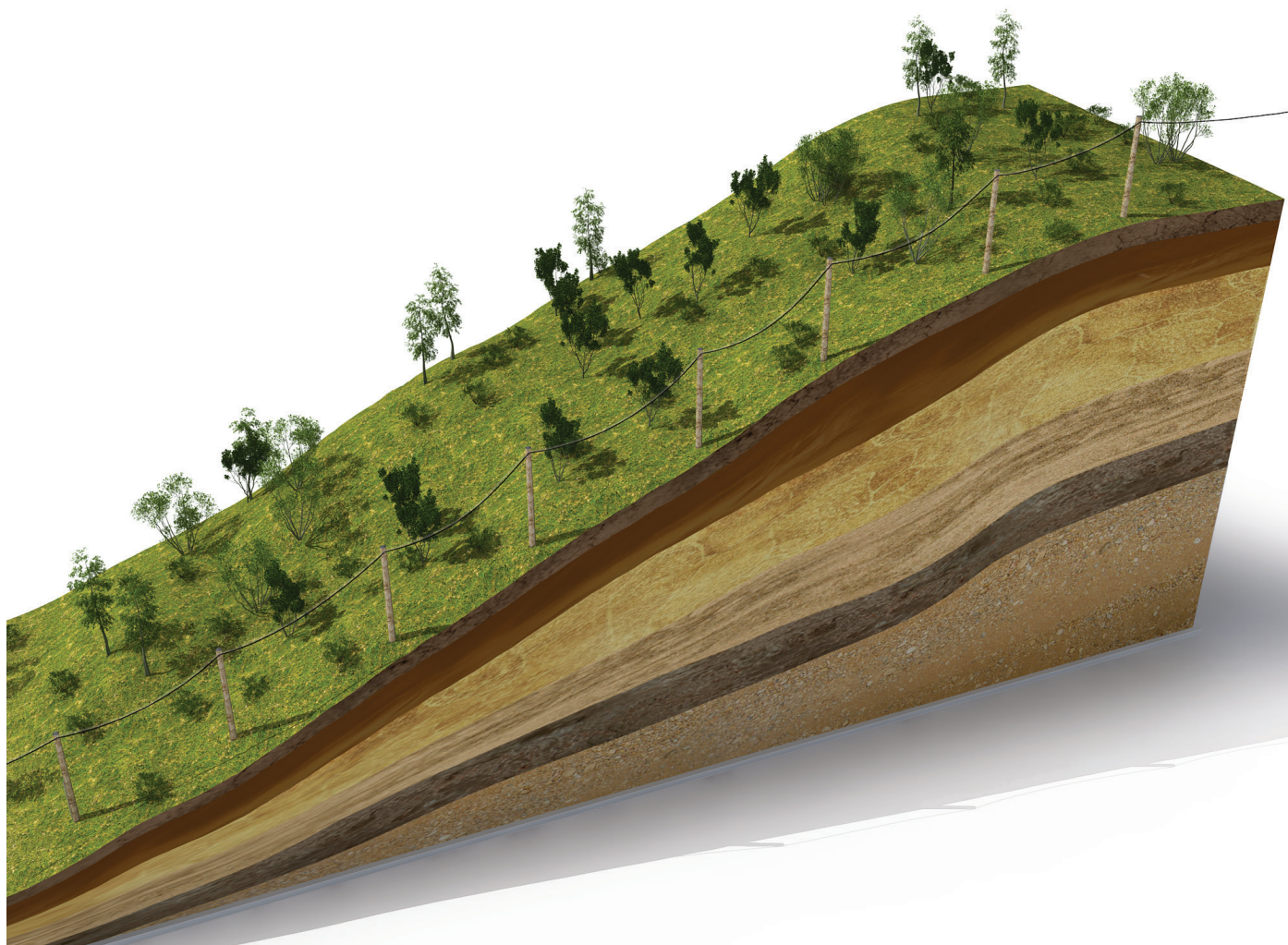


Generelle anvisninger

Høydeforskjeller

Linjer med store høydeforskjeller ($> \text{ca } 100 \text{ meter}$) må avspennes med spiraler, så ikke hele kabelens vekt henger i toppen eller på mellomfestet. Dette for å unngå at innspenningskreftene på toppen blir urimelig store, mens innspenningskreftene nederst i linjeseksjonen blir meget lave.

Begynn montasje av spiraler fra det laveste punkt og fortsett deretter oppover i seksjonene. Oppspenning og måling av pilhøyde må skje oppover i linjeseksjonen.



Montering

Oppspenning – justering av linjen

Det vil ofte være ulik praksis på strekking og oppspenning av linjer. Det kan faktisk også variere internt fra montørlag til montørlag. Her vil montørenes erfaring, rutiner, utstyr o.s.v. spille en rolle. Imidlertid vil vi på bakgrunn av erfaringsmessige montasjer, anbefale montasjeanvisning, med vekt på spesielle punkter som må gjennomføres for å få et vellykket resultat.

En praktisk måte å montere avspenningsspiraler på, er å la kabelen gå via blokk ved siden av krok i endemast, og ned mot bakken. Man kan velge om kabelen skal gå helt ned til bakken. I motsatt fall tar man wire fra jekketalje opp mot kabel i stolpen. Strekk opp kabelen med frosk eller spiral. Plasser frosken eller spiralen minst 1 meter fra enden av kabelen. Strekk kabelen med en kraft

i henhold til nedenstående reguleringsstabeller i minst 15 minutter for å redusere den permanente setningen som oppstår blant annet på grunn av at kabelen har vært oppspolet på trommel, samt der det er store vinkler.

La ikke kabelen være overstrekt i lengre perioder (> 2 timer) med kun frosk, hvis den er montert på den delen av kabelen som skal taes i drift. Froskens anleggsflater er dimensjonert for kort tids anvendelse, og belastning over lengre tid kan skade kabelen.

Deretter justerer man til ferdig pilhøyde. For å måle pilhøyden kan det brukes dynamometer eller pilbord. Sørg for å måle pilhøyden i lengste spenn. Marker med tape hvor festepunktet for spiralen skal være. Som tidligere nevnt vil spiralen strekke seg noe. For å kom-

pensere strekket i spiralen reduseres markeringen for festepunktet (med ca. 5 cm for EXCEL, FXCEL og AXCES™), dette vil gi riktig pilhøyde.

Deretter senker man kabelen og monterer spiralen og eventuelt endeavslutningen på bakken, for deretter å heise kabelen opp til kroken. Ved eventuell direkte montasje i mastetopp med jekketalje kan wire fra jekketalje være i veien og vanskeliggjøre montasje av spiral.

Ved montasje av stagtvinge fra spiral til kroksystem kan man finjustere kabelen til riktig pilhøyde.

På grunn av AXCES-spiralens lengde (2m) anbefales det å benytte skylift eller stolpe-brygge for å montere spiral i stolpen. Bakkemontasje anbefales der dette er mulig.

Montering

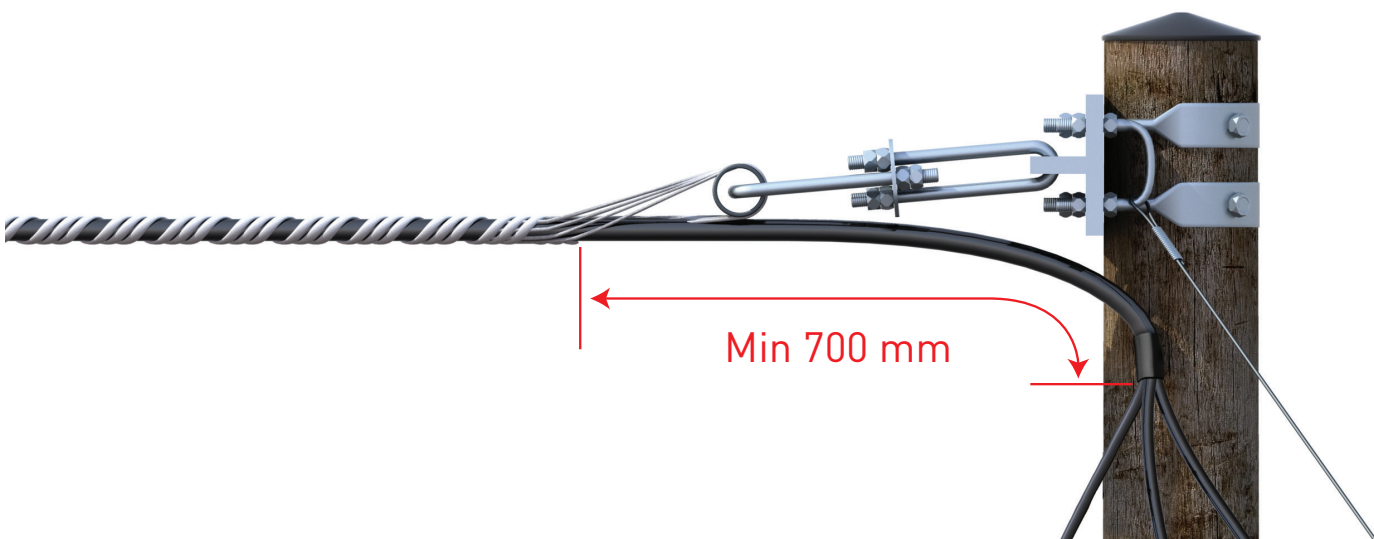
Montering i første endemast

Det er ofte tidsbesparende å montere spiraler og eventuelt endeavslutning på bakken for deretter å montere den ferdige enden i masten. Endeavslutning monteres i henhold til montasjebeskrivelse.

På spiralen er det en fargemarkering som viser hvor spiralen først skal monteres. Påse at avstanden fra fargemarkeringen til avmantling av ytterkappen er minst 700 mm (se illustrasjon nedenfor). Forsøk også å få kabelen til å "gå ut" av spiralen på en så naturlig måte som mulig, så man ikke utsetter kabelen for kraftig/skarpe bøyer.

Spiralen er konstruert slik at den vil strekke seg noe etter montering (ca. 5 cm). Dette kan også skje ved økte belastninger ved f.eks. etter trepåfall eller ved snø- og islast. Dette inntreffer også når man først monterer spiralen i den ene enden av linjen, og siden spenner opp i den andre enden. Det kan også være behov for å forskyve kabelen i spiralen. Påse derfor at man har tilstrekkelig med kabelende, samt at man ikke fester selve kabelen til stolpen før man har ferdig strukket kabel. Dette for å unngå risiko for at andre deler av kabelen utsettes for belastninger som endeavslutninger eller overspenningsavledere.

I spiralen er det montert en kause for å bevare profilen av øyet på spiralen. Kausen har stor ytterdiameter og kan være vanskelig å få montert i kroken på masten. For å unngå dette, samt unngå skarpe bøyer og for å få en pen nedføring av kabelen benyttes en stagtvinge m/åk. Åket monteres i øyet på spiralen og stagtvingen monteres inn i kroken. Ved bruk av stagtvinge vil man også få en reguleringsmulighet av kabelen.



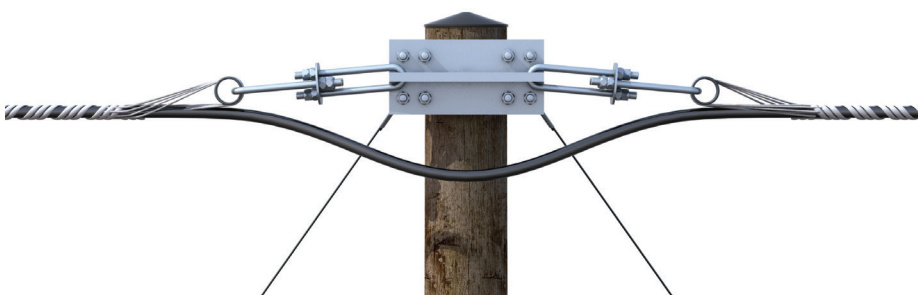
Etterjustering

Ved pilkjøring og justering av linjer med store vinkler og nedstrekk kan det bli behov for å spenne opp i stolper etter linjen ved hjelp av frosk eller spiral. Normalt vil dette ikke være noe problem ved bruk av mellomfester ECH 14 med trinsehjul.



Avspenning

Om man har avspenningspunkter i seksjonen kan man naturligvis strekke linjen del for del. Dette betinger at man har forankret aktuelle avspenningsstolper med barduner.

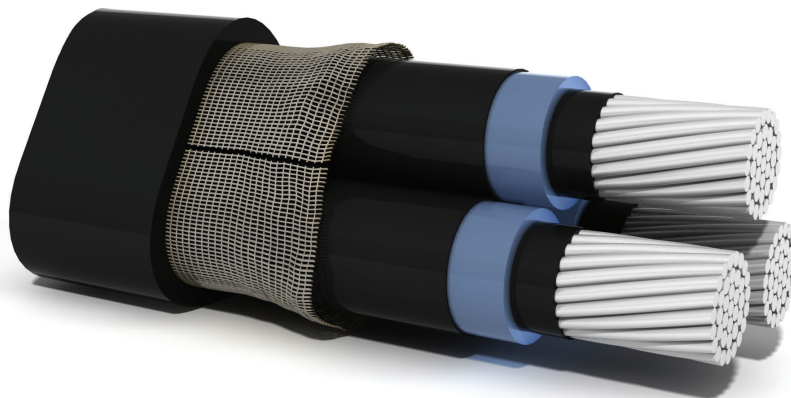


Montering

Kabelarbeid

Stripping av kabel

Generelt bearbeides EXCEL, FXCEL og AXCES™ kablene på samme måte som andre treleder PEX kabler for 12 og 24 kV. Den ekstra kvaliteten på PE ytterkappen i kombinasjon med den kompakte konstruksjonen gjør at man kan skade skjermbåndet og ev. fasene ved avmantling med kniv. Vær derfor ekstra nøye ved denne arbeidsoperasjonen. Å varme opp ytterkappen kan være en måte å forenkle avmantling av ytterkappen på. Et avmantlingsverktøy vil forenkle dette arbeidet. Her vil energiverkene selv ha erfaring med hvilke verktøy som er anvendelig.



Ytre halvledersjiktet er av strippbar utførelse. Halvlederen må strippest - ikke skrelles med verktøy. Dette gjøres enkelt ved å legge opp en tapesurring i underkant av halvlederavtaket. Bruk så en rundfil (6-8mm) og fil gjennom halv-

ledermaterialet rundt hele i overkant av tapesurringen, slik at man så vidt ser PEX materialet. Rund-filen som benyttes til dette må være fri for jernfilspon og skal bare brukes til dette formålet. Deretter rives halvlederbelegget av.

Man oppnår da:

- Rett kant.
- Koning av kanten.
- Ingen luftlommer.
- Enkelt å utføre.

Endeavslutninger

For å foreta en endeavslutning kan man benytte Raychem konvensjonelle endeavslutninger enten for innendørs eller utendørs montasje. For å foreta en en skjermet endeavslutning kan man benytte Raychem RSTI skjermede kontakter.

Typer, evt. tilleggssett er spesifisert i Ensto Nor AS kataloger. Se www.ensto.no.



Montering

Skjøter

Skjøting av EXCEL, FXCEL og AXCES™ universalkabel gjøres som på en konvensjonell treleder kabel. Skjøtesett og skjøtehylser er spesifisert i Ensto Nor AS sin hovedkatalog Kabelutstyr og på våre nettsider. Vi anbefaler skjøter med presshylser når det skjøtes i luft. Skjøten må strekkavlastes enten ute i spennet eller ved stolpe.

Skjøting i spennet (ved reparasjon)

Ved skjøting ute i spennet må kabelen først skjøtes på konvensjonell måte på bakken. Bruk skjøtestativ eller provisoriske bukker laget av trelekter/paller/avsagde grener o.l.

Når den rent elektriske skjøteteknikken er gjort, må man strekkavlaste denne. Det gjøres ved å montere avspennings-spiraler rundt kabelen på hver side av skjøten. Monter spiralene med en av-



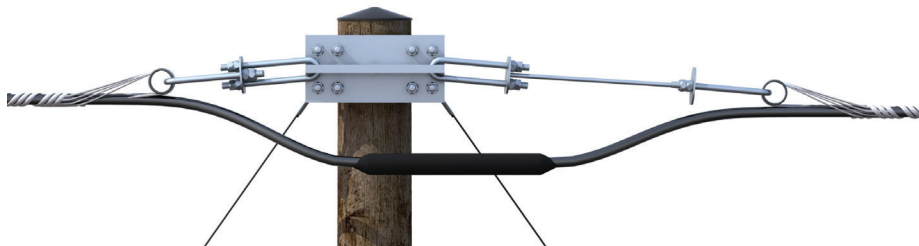
stand fra skjøtekant til øye på spiral på 1 meter.

Deretter monterer man Reliable automat bardunkjoks m/bøyle i hvert øye på spiralene. Bruk deretter en 50 mm2

hardtrukket wire og juster denne så stramt at selve skjøten får frigang på ca. 5-7 cm fra wiren. Nå vil wiren oppta de mekaniske krefter i spennet. Materiell for skjøt er spesifisert i Ensto Nor AS kataloger.

Skjøting i stolpe (normal måte å skjøte på)

Ved skjøting i stolpe, er kravene til utmåling av hvor skjøten skal posisjoneres noe større. Først spenner man opp kablene oppe i masten med frosk på hver side av avspenningen til ferdig pilhøyde. Mål ut hvor spiralene skal monteres. På venstre side er det montert stagvinge m/åk for justering. På høyre side monterer man spiralen ca. 2 meter fra stolpen, deretter monterer man Re-



liable automatkjoks m/bøyle inn i øye på spiralen. Bruk 50 mm² hardtrukket wire for innfesting til bardunkjoks inne

ved kroksystemet. Materiell for skjøt er spesifisert i Ensto Nor AS kataloger.

Uttak av fiberrør på AXCES- O kabel

AXCES-O kabelen leveres med fiberrør som standard. Rører ligger beskyttet i en trekant- profil under ytterkappen. Røret er 8 mm utvendig og 6 mm innvendig. Beregnet for blåsing av Micro-net optofiberkabel.

Uttak av fiberrøret kan enkelt gjøres ved endeavslutningen eller ved å åpne et vindu på kabelens ytterkappe. Her finnes det ferdige sett, tilpasset hvor en vil ta ut fiberrøret med nødvendig tetting.



EL.nr.	BESKRIVELSE
11 702 89	Fiberavgrening AXCES kabel ende
11 702 95	Fiberavgrening AXCES kabel vindu

Vedlikehold

Generelt behøver en universalkabellinje mindre vedlikehold enn tilsvarende linje bygget med blank line eller BLX. Da trenden går mot mer behovsstyrt vedlikehold mot tidligere tidsstyrt vedlikehold, taler dette for å benytte universalkabel. Da universalkabel har skjerm og således er berøringssikker, utgjør en eventuell nedfalt universalkabel ikke samme fare som en nedfalt blank line eller BLX. Skulle kabelen ryke av, leder dette umiddelbart til en kortslutning med påfølgende utkopling og bryterfall, som også ville oppstått i en vanlig kabelforlegning.

Om man ved befarings etter en storm eller ved en rutinemessig befarings oppdager tre eller greiner som ligger mot kabelen skal man selvfølgelig rydde dette bort. Har det vært tyngre trepåfall, besiktiges kabelen i tilfelle det finnes ytre skader på kabelen. Ved tyngre trepåfall, spesielt om de er i nærheten av en stolpe, bør man også besiktige kabelen ved mellomfestet for eventuell skade. Har kabelen glidd i mellomfestet, må linjen justeres slik at spennene blir riktige. Etter tunge trepåfall på EXCEL, kan kabelen strekkes noe. Det enkleste er da å fordele denne ekstra strekking på flere spenn. Om dette ikke holder, kan man avspenne med spiraler i en stolpe.

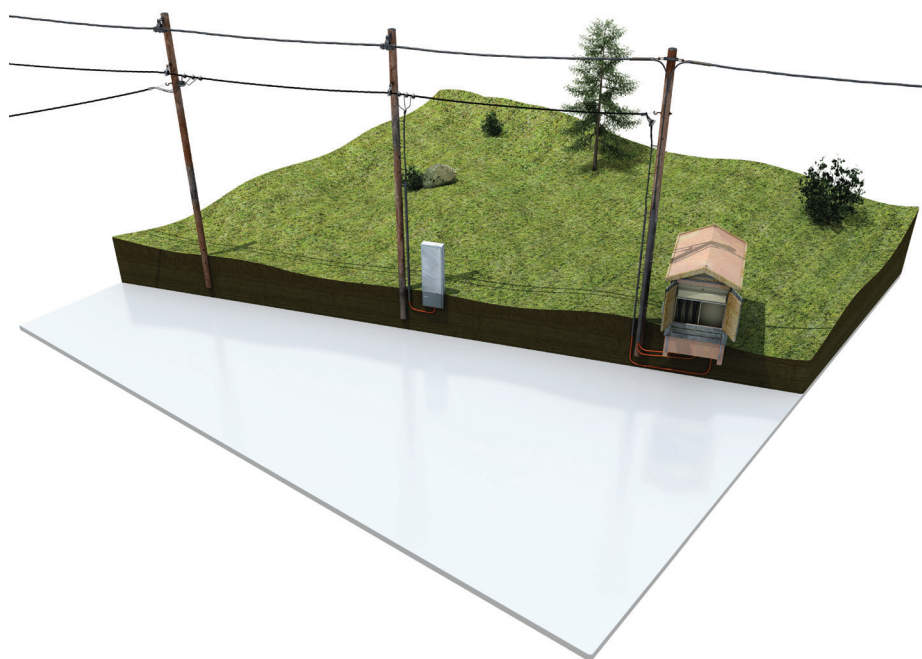
Greiner som ligger mot kabelen over tid, kommer før eller senere til å slite seg igjennom ytterkappen og skjermen, for til slutt å gi en kortslutning. For å unngå dette skal man rydde bort greiner og eventuelt trær som ligger an mot kabelen (samme som med EX).

Driftserfaringer

Når det gjelder generelle driftserfaringer, skiller ikke Universalkablene EXCEL, FXCEL og AXCES™ seg fra andre PEX kabler, da de er bygd opp på samme måte ut fra et elektrisk synspunkt.

Om skjøting og endeavslutning utføres med samme nøyaktighet som ved andre kabler, kan man ikke forutse noen driftsproblemer under kablens levetid.

Når det gjelder oppheng i luft er det viktig at man bruker riktig tilbehør og følger de gitte anvisninger. Prosjekterings- og montasjeanvisninger må følges slik at kabelen verken skades eller faller ned.



Vedlikehold

Trepåfall

Ved tunge trepåfall kommer en EXCEL til å gå ned til bakken og strekkes noe om påfallet skjer noen spenn inn på linjen. Kabelen vil gli i mellomfestet og etter fjerning av trær må man justere om linjen, og fordele kabelforlengelsen i nærliggende spenn eller montere spiraler i en stolpe. Om trepåfallet skjer nær en stolpe eller nær enden eller avspenningspunkt vil det finnes en grense før kabelen ryker av.

Trepåfall på AXCES fører generelt til at linjen ikke behøver å justeres, kabelen får ingen permanent forlengning og det vil oftest holde med å ta bort de nedfalte trær. En visuell inspeksjon av kabelen bør imidlertid gjøres for å sjekke om det finnes kappeskader. Ved tunge trepåfall i nærheten av mellomfester eller avspenningsspiraler bør man

foreta en inspeksjon. Så lenge kabelen ikke viser noen tegn til ytre skader kan man trygt regne med at den indre, aktive delen (fasen) også er uskadet. Bruddtøyningen for lederne er på noen få prosent mens bruddtøyningen for isolasjonen/halvleder er flere hundre prosent. Dette vil medføre at et brudd i ledere vil være helt lokalt og kabelen vil være uskadet utenom selve bruddstedet.

I tilfeller der kabelen har blitt belastet til brudd kan man gjøre en skjøt, enten i spennet eller i en stolpe. Ved skjøt må EXCEL, FXCEL og AXCES™ avspennes ved hjelp av spiraler og bardunwire. Dette er tidligere omtalt i håndboken.

Ved planlegging av anlegget kan det være praktisk å ha en "buffer" på ca.

2 meter ekstra kabel i hver avspenningsmast. Ved å løsne avspenningsspiralen forhåler man kabelen frem til bruddstedet. Deretter senker man ned kabelen fra nabomaster hvor bruddstedet er. Hvis bruddet er helt lokalt kan man foreta en skjøt som tidligere omtalt. Alternativt kan man skjøte inn en lengde etter behov og foreta 2 skjøter i spennet. Deretter strekker man opp kabelen tilbake i avspenningsmasten. En annen metode er å bytte ut et spenn og foreta skjøt i nærmeste stolper hvor man da avspenner med spiraler til begge sider.



Trommeltabell

Spørsmålet om hvor mye kabel som går på en trommel av en bestemt lengde/type er avhengig av flere faktorer. Trommelstørrelsen og kabeldiameter er de viktigste parametrene, men også frikantens størrelse påvirker hvor mye kabel som får plass på trommelen.

Frikant er målet på hvor mye luft som finnes mellom kabel og bakke når trommelen plasseres på et plant underlag. Standard frikant er å anbefale for å redusere risikoen for skader på kabelen når trommelen plasseres på et ikke plant underlag. Frikant = kabeldiameter gir mer kabel på trommelen, men øker kravet til forsiktighet ved håndtering av trommelen. En viss marginal for å avpasse en "normal" spoling av kabelen på trommelen er også inkludert.

NKT har designet et regneprogram som beregner nøyaktig trommelstørrelse/meter kabel. Ensto Nor AS kan foreta utregningen.

I trommeltabellene på neste side vises det hvor mange meter kabel som går på de respektive trommelstørrelse for de ulike universalkablene.



Trommeltabell

Trommeltabell for universalkabler

Kabeltype	Trommelstørrelse								
	K16			K18			K20		
	Frikant		Totalvekt kg	Frikant		Totalvekt kg	Frikant		Totalvekt kg
	Standard	Kabeldia		Standard	Kabeldia		Standard	Kabeldia	
EXCEL/FXCEL 24kV	445	540	740/850	600	600	970/970	830	830	1350/1350
AXCES 70/24kV	-	-	-	440	440	1000/1000	590	590	1380/1380
AXCES 95/24kV	-	-	-	-	-	-	460	570	1350/1600

Kabeltype	Trommelstørrelse								
	K22			K24			K26		
	Frikant		Totalvekt kg	Frikant		Totalvekt kg	Frikant		Totalvekt kg
	Standard	Kabeldia		Standard	Kabeldia		Standard	Kabeldia	
EXCEL/FXCEL 24kV	1030	1190	1670/1860	1350	1510	2170/2370	1930	2370	3260/3800
AXCES 70/24kV	630	750	1520/1740	890	1020	2070/2320	1300	1470	3170/3480
AXCES 95/24kV	600	730	1750/2010	850	990	2400/2700	1260	1430	3680/4060

Kabeltype	Trommelstørrelse					
	K28			K30		
	Frikant		Totalvekt kg	Frikant		Totalvekt kg
	Standard	Kabeldia		Standard	Kabeldia	
EXCEL/FXCEL 24kV	2620	3140	4380/5020	3840	4480	6050/6830
AXCES 70/24kV	1870	2310	4460/5230	2570	3100	5860/6780
AXCES 95/24kV	1830	2050	5200/5700	2530	2780	6930/7500



Reservekabel

EXCEL og FXCEL/24 kV er kabel med lav vekt/meter og har en meget liten ytterdiameter til å være en mellomspenningskabel. Dette, kombinert med en mekanisk sterk PE kappe av ekstra kvalitet gjør denne kabelkonstruksjonen til en ideell reservekabel. Bruksområder kan være aktuelt ved feil på eksisterende kabelnett eller ved en skadet luftlinje. Andre bruksområder kan være omlegging ved anleggsvirksomhet eller som forbimating under nybygging av linje/kabelnett.

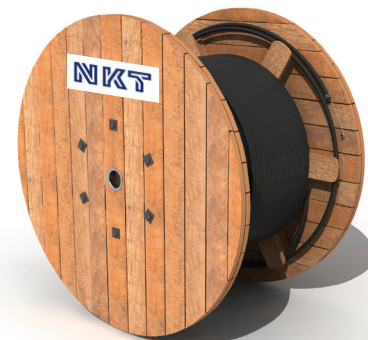
Strømforsyning til anleggsvirksomhet kan noen ganger være vanskelig å gjennomføre med 1 kV der behovet for større effekter og avstand er tilstede. En god løsning kan da være å montere ut en midlertidig nettstasjon og dra en EXCEL/FXCEL fra eksisterende 24 kV an-

legg. Da er det praktisk å ha kabelen på en trommel med lang (15 – 20 meter) innerende og ferdig terminert endeavslutning, slik at man kan ta ut innerenden og tilkople den til for eksempel linjenett eller nettstasjon uten å ta av all kabel på trommelen.

Med mye kabel på trommelen reduseres kabelens belastningsevne da kjølingen av kabelen også reduseres. Max belastning på f.eks. EXCEL er følgende:

- Helt avrullet i luft/25 °C lufttemperatur: 90 A
- Som selvbærende: 71 A
- Med 500 meter på trommelen med 20 °C omgivelsestemperatur: 15 A

Tidskonstanten er ganske lang, en full trommel kan under 5-6 timer belastes med 25 A.



Eksempel på reservekabel på trommel med lang innerende.

Kabel

Elnummer	Type	Vekt pr.m	Lengde	Trommel	Anmrk.
10 173 02	EXCEL 3x10mm ² Cu 24 kV	1,2	500 m	K 18	Andre lengder kan leveres
10 173 07	FXCEL 3x16mm ² Cu 24 kV	1,4	500 m	K 18	Andre lengder kan leveres

Kabeltilbehør

Elnummer	Type	Beskrivelse	kV	Anmrk.
11 702 29	R.T-P3M 24-1	Endeavslutning innendørs	24	
11 702 83	R.T-P3U 24-1	Endeavslutning utendørs	24	
20 163 52	KRX 10/12	Kabelsko for leder		
20 497 53	YCA 025M 12	Kabelsko for skjerm		
		Raychem skjermede RSTI kontakter	24	Se mer på www.ensto.no

Sikkerhet - Normer - Forskrifter

Ut fra et sikkerhetssynspunkt er et universalkabelsystem sammenlignbart med konvensjonelt jordkabelsystem. Kablene er helt skjermet og er berørings sikre. Beskyttelse mot mekanisk påkjenning skal benyttes der kablene går opp fra mark, f.eks. ved en stolpe, på samme måte som for vanlige jordkabler.

Den store forskjellen sammenlignet med andre systemer som blank tråd eller BLX er at universalkablene i sin helhet er berørings sikre. En eventuell nedfalt kabel utgjør ingen personfare, og skulle kabelen skades eller ryke av, blir det umiddelbart kortslutning mot skjermen med påfølgende utkopling.

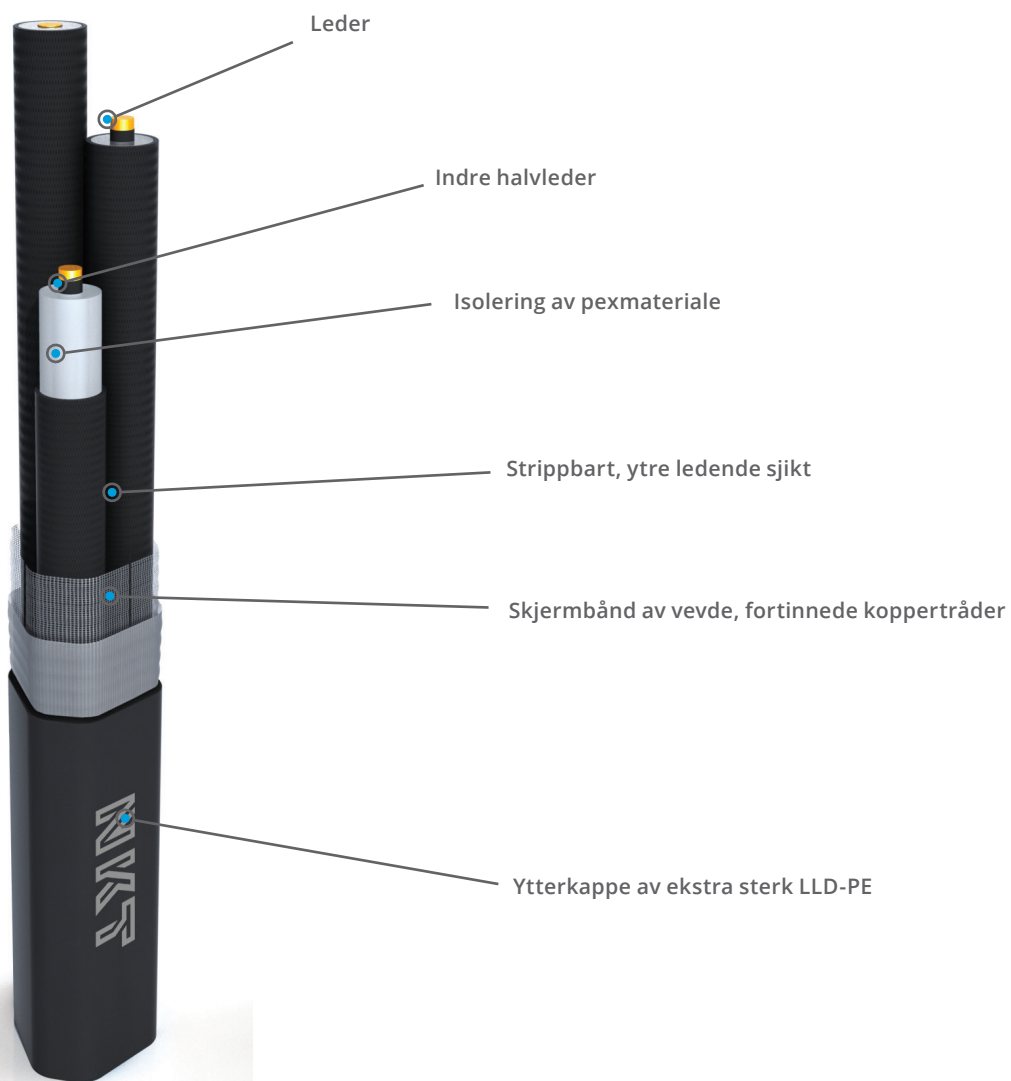
Når det gjelder normer, behandles universalkabler på samme måte som konvensjonelle jordkabler med unntak av der man anvender den som selvbærende hengekabel.





Teknisk beskrivelse av Universalkabel

EXCEL, FXCEL og AXCES™



Teknisk beskrivelse av Universalkabel

EXCEL, FXCEL og AXCES™

Dimensjoner og vekt EXCEL og FXCEL

	Enhet	EXCEL 24 kV 3x10/10	FXCEL 24kV 3x16/10
Lederdiameter	mm	3,55	4,7
Nominell isolasjonstykkelse	mm	5,5	5,5
Diameter over isolasjon	mm	15,3	16
Tykkelse ytre kappe	mm	2,6	2,6
Diameter (kabelmål)	mm	40	40
Diameter (omskrevet sirkel)	mm	42	43
Vekt	kg/m	1,2	1,4
Densitet	kg/dm ³	1,2	1,3
El nummer		10 173 02	10 173 07

Elektriske data EXCEL og FXCEL

	Enhet	EXCEL 24 kV 3x10/10	FXCEL 24kV 3x16/10
Lederareal	mm ²	10	16
Skjermareal	mm ²	10	10
Nominell spenning U0/UM	kV	12/20	12/20
Merkestrøm iht IEC287 i jord vann eller luft (*)			
> ledertemperatur 90°C	A	90	105
> ledertemperatur 65°C	A	71	85
Merkestrøm iht IEC287 som selvbærende kabel (*)			
> ledertemperatur 65°C	A	71	85
Lederresistans, max ved 20°C	Ω/km	1,83	1,15
Skjermresistans, max ved 20°C	Ω/km	2,0	2,0
Max kortslutningsstrøm (1 sek)	kA	2,0	3,0
Kapasitans	µF/km	0,10	0,11
Jordfeilstrøm	A/km	1,14	1,25
Induktans	mH/km	0,49	0,48

(*) ved 25°C lufttemperatur eller 15°C jord/vanntemperatur

Forlegningsdata EXCEL

	Enhet	EXCEL 24 kV 3x10/10	FXCEL 24 kV 3x16/10
Minste bøyradius ved fast forlegning	mm	350	350
Laveste forlegningstemperatur	°C	-20	-20

Prosjekteringsdata og andre opplysninger for å planlegge, bygge og justere luftlinjer, se avsnittet "Prosjekterings- og beregningsunderlag".

Konstruert og testet iht. IEC 60502-2, SS 424 14 16.

Teknisk beskrivelse av Universalkabel

EXCEL, FXCEL og AXCES™

Dimensjoner og vekt AXCES

	Enhet	AXCES 24 kV 3x70/16	AXCES 24 kV 3x95/25	AXCES-O 24 kV 3x70/25	AXCES-O 24 kV 3x95/25
Lederdiameter	mm	9,9	11,6	9,9	11,6
Nominell isolasjonstykkelse	mm	4,5	4,5	4,5	4,5
Diameter over isolasjon	mm	19	20,4	19	20,4
Tykkelse ytre kappe	mm	2,6	2,8	2,6	2,8
Diameter (kabelmål)	mm	45	49	46	54
Diameter (omskrevet sirkel)	mm	49	53	50	54
Vekt	kg/m	1,8	2,2	1,8	2,2
Densitet	kg/dm ³	1,25	1,25	1,2	1,2
El nummer		10 173 03	10 173 04	10 173 15	10 173 14

Elektriske data AXCES

	Enhet	AXCES 24 kV 3x70/16	AXCES 24 kV 3x70/25	AXCES 24 kV 3x95/25
Lederareal	mm ²	70	70	95
Skjermareal	mm ²	16	25	25
Nominell spenning U0/UM	kV	12/20	12/20	12/20
Merkestrøm i jord, vann eller luft (*)				
> Ledertemperatur 90°C	A	190	190	240
Merkestrøm som selvbærende kabel (*)				
> Ledertemperatur 65°C	A	160	160	200
Lederresistans, max ved 20°C	Ω/km	0,44	0,44	0,32
Skjermresistans, max ved 20°C	Ω/km	1,2	0,8	0,8
Max kortslutningsstrøm (1 sek)	kA	8	8	11
Kapasitans	µF/km	0,21	0,21	0,25
Jordfeilstrom	A/km	2,7	2,7	3,3
Induktans	mH/km	0,33	0,33	0,32

(*) ved 25°C lufttemperatur eller 15°C jord/vanntemperatur

Forlegningsdata AXCES

	Enhet	AXCES 24 kV 3x70/16	AXCES 24 kV 3x70/25	AXCES 24 kV 3x95/25
Minste bøyradius ved fast forlegning	mm	350	350	350
Laveste forlegningstemperatur	°C	-20	-20	-20

Prosjekteringsdata og andre opplysninger for å planlegge, bygge og regulere luftlinjer, se avsnittet "Prosjekterings- og beregningsunderlag".

Konstruert og testet iht. IEC 60502-2, SS 424 14 16.



Andre løsninger

Her kan du finne forskjellige løsninger som kan brukes i diskusjonen når det gjelder bygging av Universalkabel Excel, Fxcel og Axces™.



Avgrening tilbake



E-mast m/kiosk



E-mast m/ kiosk og kabel

Andre løsninger



E-mast avsp m/kiosk



E-mast avsp m/kiosk og kabel



E-avgreningsmast m/ kiosk



E-avgreningsmast m/kiosk og kabel

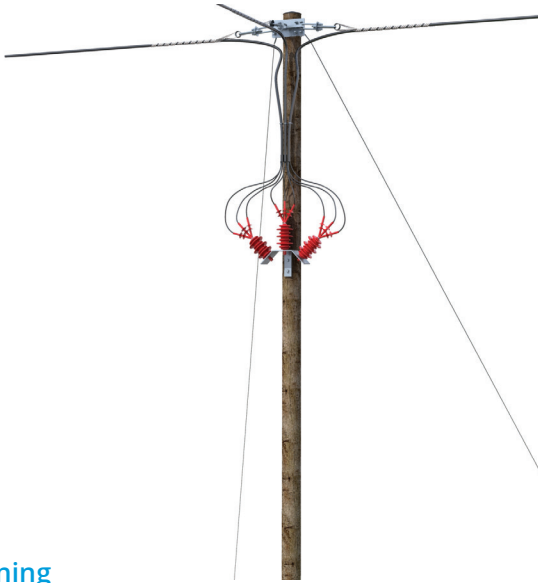


E-mast m/bufferkveil

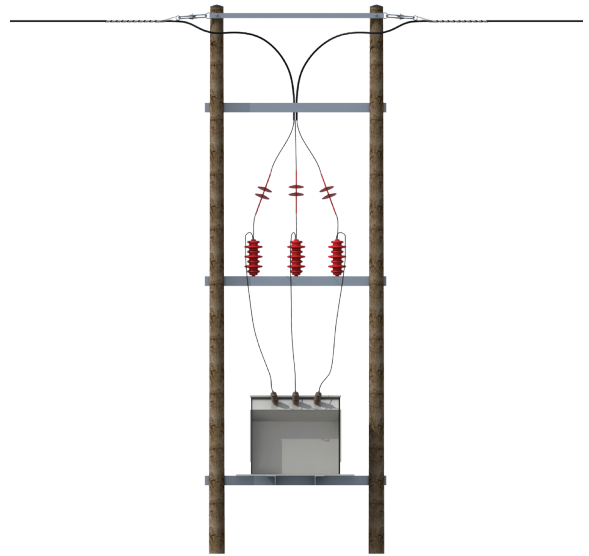


E-mast m/bufferkveil og kabel

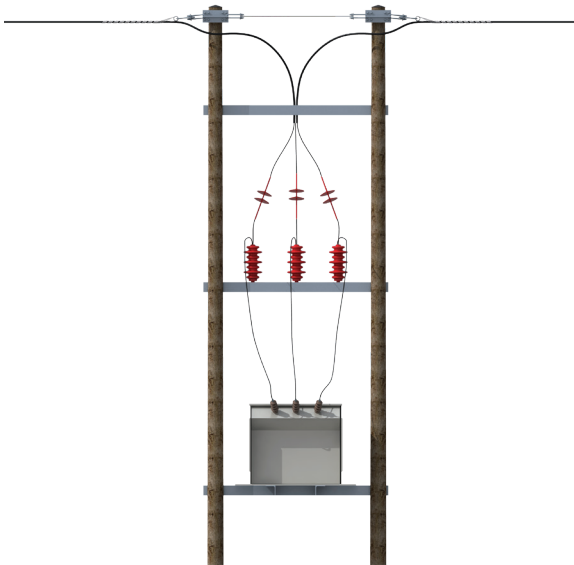
Andre løsninger



Avgreining



Trafo i mast travers i toppen



Trafo i mast like stolper



H-mast avgreining i topp blank line

Sammendrag av utførte tester og prøver

Under finnes referanser, elektriske og ikke-elektriske tester og prøver utført på universalkablene EXCEL og AXCES™. Protokollen finnes hos NKT for gjennomsyn og i normale tester kan kopier beholdes. Foruten disse prøvene og testene, er det naturligvis utført et stort antall interne utviklingstester.

Referanser

Nätstruktur för landsbygden
Svenska Elverksföreningen 1994.
ISBN 91-7622-094X

Jordningsteknik och jordfelsströmmar vid kablifisering av landsbygdsnät
Sveriges Elleverantörer 1998.
ISBN 91-7622-134-2

Evaluation of Performance of AXCES and EXCEL Cable at the Shetland Test Site
EA Technology Report No. 5039, October 1999.

Severe weather testing of AXCES cable at Deadwater Fell
Ref. EA Technologies Services Report T3550, November 2001.

SEK Handbok 443

Forskrift for elektriske forsyningsanlegg 2006 (FEF 2006)

NEK 445 :2009

NEK – EN 50 423

NEK – EN 50 341-3-16-2009
(Nasjonal Normative forhold for Norge)

NS-EN 1991-N-4 (vind norm)

Elektriske tester

Type test according to Swedish Standard SS 424 14 17

Test performed on 12 kV EXCEL 3x10/10 cable but with voltage levels corresponding to 24 kV cable.

Result: The cable passed the test successfully. (Ref. 604772E)

Type test according to Swedish standard SS 424 14 17

Test performed on 24 kV AXCES 3x95/25 cable.

Result: The cable passed the test successfully. (Ref. 604808E)

Field ageing of EXCEL 3x10/10 12 kV cable in a 24 kV utility net

The cable was laid in water. It has been in service with double nominal voltage for 4 years.

Result: The cable was unaffected of the ageing. The breakdown voltage was higher than $31 \times U_0$, corresponding to 216-240 kV phase-earth. (Ref HSP566)

Nail spiking tests on cables EXCEL 3x10/10 and AXCES 3x95/25 at Falcon Laboratory, England.

A steel nail was driven through the cable and a short circuit current of 3 kA was applied to the cable.

Result: The screen design proved to withstand the short circuit currents without more than local damage. (Ref. Falcon Testing Laboratory report No. 6616)



Impulse current test on EXCEL 3x10/10 12 kV at NEFI labs in Norway

Short circuit tests with currents of up to 10 kA RMS at various lengths of cable.

Result: The cable is self-protecting when the cable length is more than about 500 meters for 12 kV and more than about 1000 meters for 24 kV cable. Shorter cable lengths should be protected for example with fuses. (Ref. 0360-keo604826)

Investigation of allowable current in cable EXCEL 3x10/10 12 kV when the cable is on a drum

500 meters of cable was on a K14 drum. Current was applied to the cable and the conductor temperature was measured.

Result: For continues duty the maximum current with cable on a drum is about 25 amps. Higher current can be allowed for shorter times. (Ref. HSP553)

Except for the tests mentioned above a number of accelerated ageing tests are being performed.

Ikke-elektriske tester

Test with cable EXCEL 3x10/10 12 kV subjected to trees until cable breaks

The cable was measured before and after it was subjected to several trees until it braked. Pd-measurement was made on the two remaining cable parts (except for a short piece at the break).

Result: The two cable parts were fully operable after the tests and no increase in pd-level was observed. (Ref. HSP385)

Test on cable AXCES 3x95/25 24 kV hung in air with increased tension and increased conductor temperature

The cable was investigated both electrically and mechanically after the long time test with higher temperature and force than nominal.

Result: The cable withstood the test. (Ref. 606226)

E-module measurement on cable AXCES 3x95/25 24 kV

For use in regulation tables the e-module of the cable has been measured and calculated. (Ref. 604817)

Mechanical measurements on cables EXCEL 3x10/10 12 kV and 24 kV in a span

The cables were hung in air and subjected to different forces, ambient temperatures, conductor currents and simulated ice loads. Sag and e-modules was measured and calculated. (Ref. 604779)

Systempakker Universalkabel



Ensto Nor As har i samarbeide med NKT utviklet universalkabel-konseptet til å bli en sikker og kostnadseffektiv løsning for renovering av gamle linjer, avgreninger og nyanlegg.

Med universalkabelens patenterte oppbygging har vi muligheten til benytte samme kabel både i jord, luft og vann, og ved innlegging av fiberrør under ytre kappe har vi også mulighet til å distribuere fiberoptiske kabler i samme trasè uten ekstra kostnader.

Kabelen egner seg også brukt til forbi-koblings- og reservekabel, med tilpasset koblingsutstyr.

Over 15 års driftserfaring uten negative tilbakemeldinger viser at konseptet takler de utfordringene vårt barske klima krever. Ut fra erfaringene her vil bruk av universalkabel kunne eliminere mye av dagens avbrudd, og dermed øke leveringssikkerheten til forbrukeren.

Systempakker Universalkabel

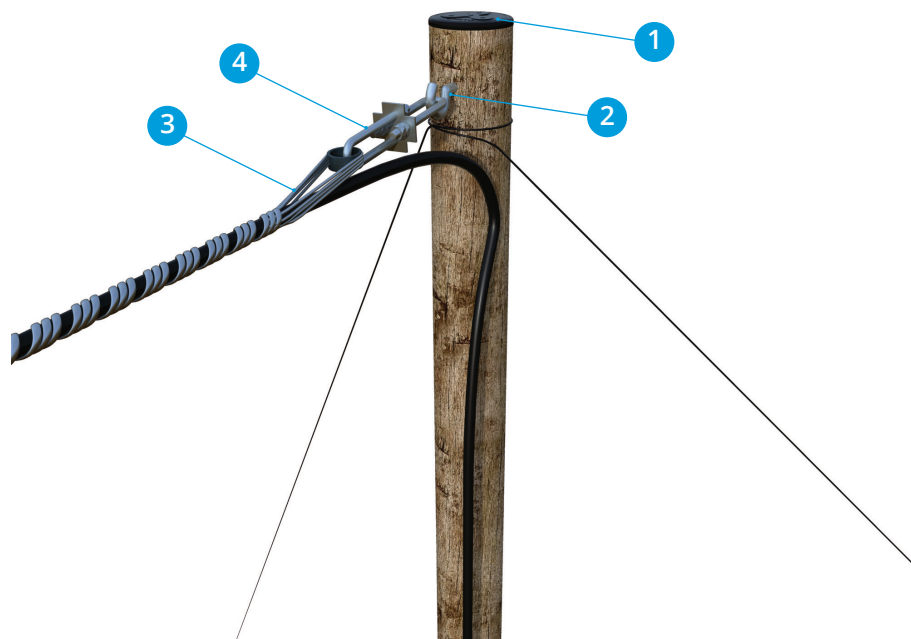
EXCEL og FXCEL 24 kV



Systempakker Universalkabel

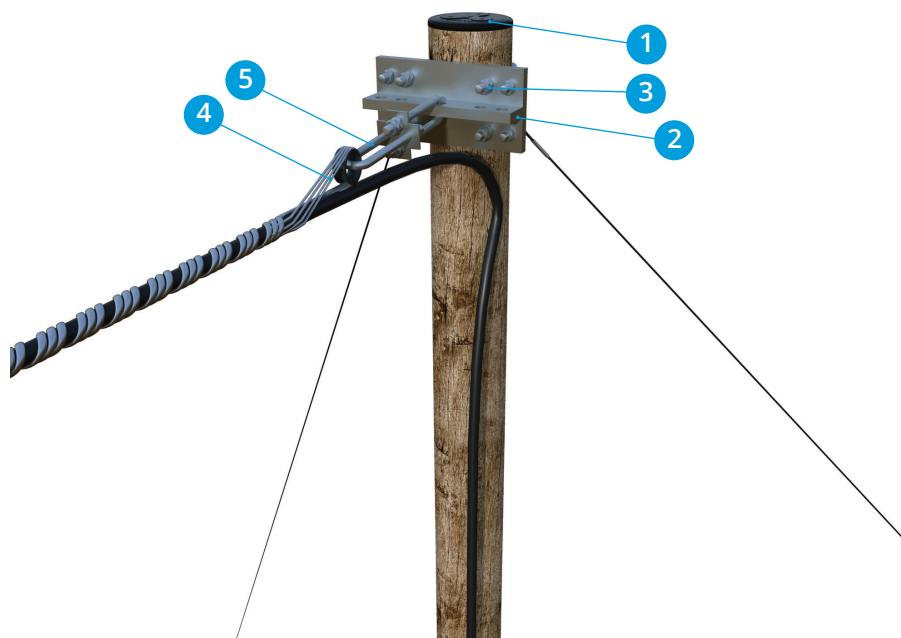
EXCEL og FXCEL 24 kV

Endemast



Pos	Antall	El.nr.	Type	Beskrivelse
1	1 stk	28 579 22	SP 19	Toppchette Ø220 mm
2	1 stk	28 815 57	SOT 21.1	Gjennomgående krok M20x240
3	1 stk	28 002 27	NSH-401129	Avspenningsspiral
4	1 stk	28 815 84	SO 155.1	Stagtvinge m/åk 16 mm reg.L:300 mm

Endemast med festejern

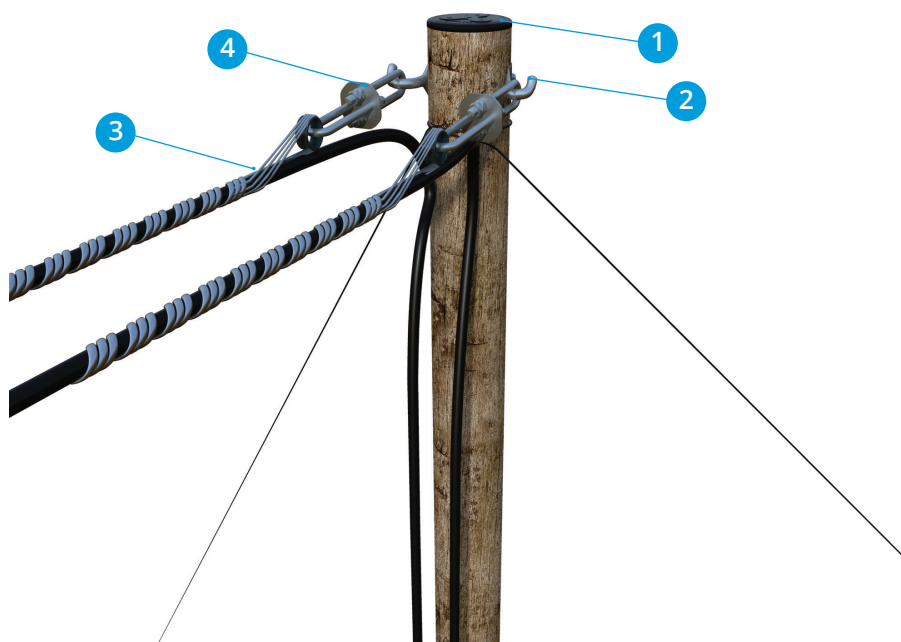


Pos	Antall	El.nr.	Type	Beskrivelse
1	1 stk	28 579 22	SP 19	Toppchette Ø220 mm
2	1 stk	28 815 61	NV 2402.1	Festejern (170-270 mm)
3	2 stk	28 370 25	SH 571.2	Fleksibel klave (170-260 mm)
4	1 stk	28 002 27	NSH-401129	Avspenningsspiral
5	1 stk	28 815 84	SO 155.1	Stagtvinge m/åk 16 mm reg. L:300 mm

Systempakker Universalkabel

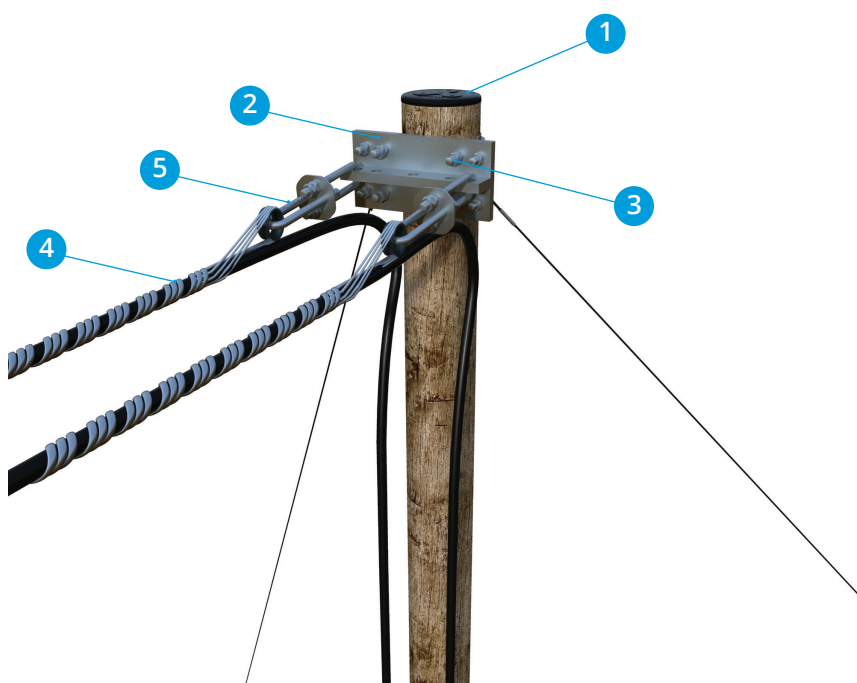
EXCEL og FXCEL 24 kV

Endemast dobbel



Pos	Antall	El.nr.	Type	Beskrivelse
1	1 stk	28 579 22	SP 19	Toppchette Ø220 mm
2	1 stk	28 811 81	SOT 18.1	Dobbel endekrok M20
3	2 stk	28 002 27	NSH-401129	Avspenningsspiral
4	2 stk	28 815 84	SO 155.1	Stagtvinge m/åk 16 mm reg.lengde=300 mm

Endemast dobbel med beslag



Pos	Antall	El.nr.	Type	Beskrivelse
1	1 stk	28 579 22	SP 19	Toppchette Ø220 mm
2	1 stk	28 815 61	NV 2402.1	Festejern (170-270 mm)
3	2 stk	28 370 25	SH 571.2	Fleksibel klave (170-260 mm)
4	2 stk	28 002 27	NSH-401129	Avspenningsspiral
5	2 stk	28 815 84	SO 155.1	Stagtvinge m/åk 16 mm reg. L:300 mm

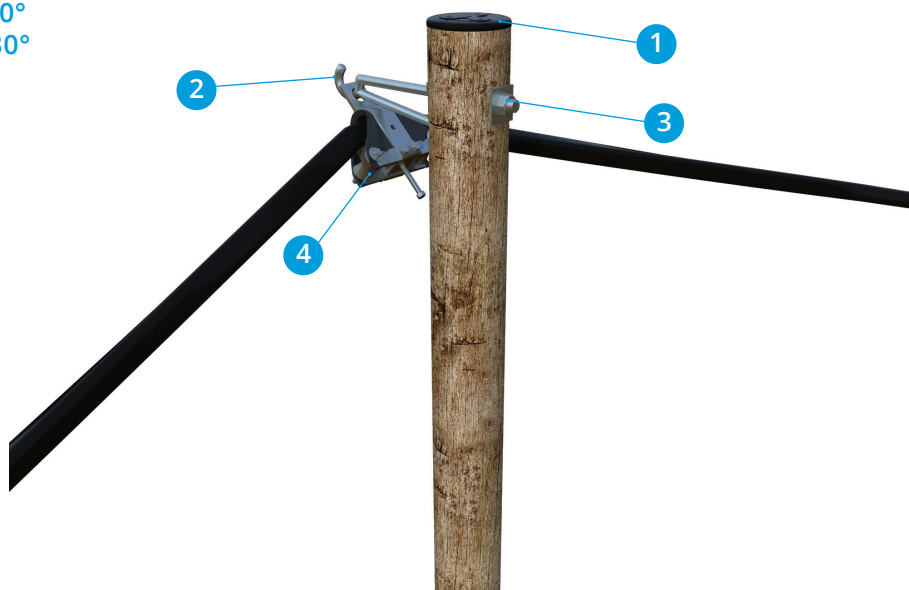
Systempakker Universalkabel

EXCEL og FXCEL 24 kV

Rettmast

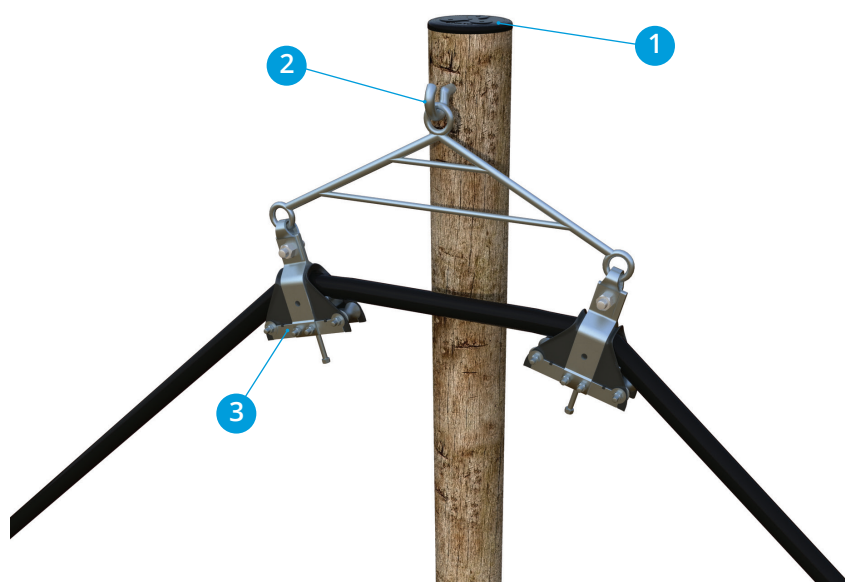
Bæremast med yttervinkel maks 30°

Bæremast med innervinkel maks 30°



Pos	Antall	El.nr.	Type	Beskrivelse
1	1 stk	28 579 22	SP 19	Toppchette Ø220 mm
2	1 stk	28 815 42	PD 3.2	Avstandskrok M20
3	1 stk	28 567 24	SOT 4.5	Pinneskrue M20x240
4	1 stk	28 835 11	SO 150	Mellomfeste m/trinser

Bæremast med innervinkel maks 45°

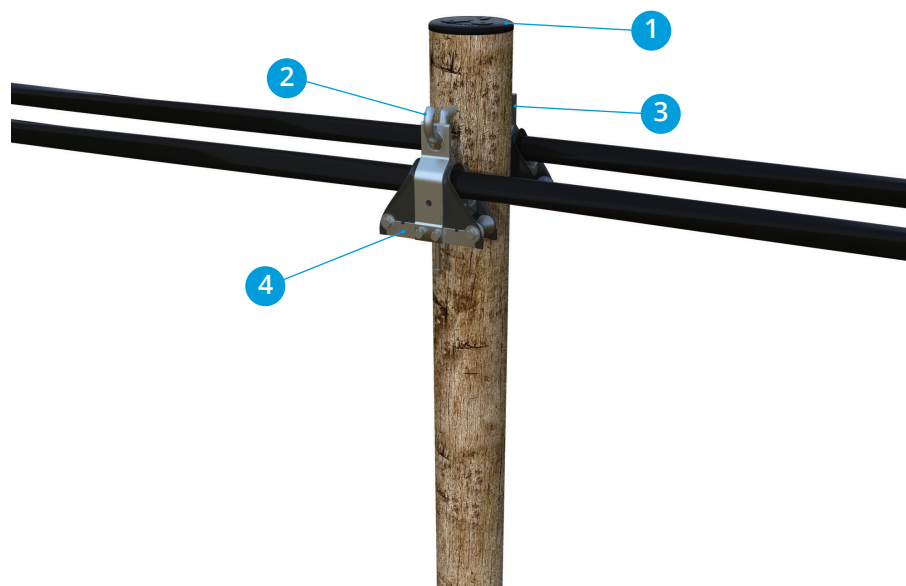


Pos	Antall	El.nr.	Type	Beskrivelse
1	1 stk	28 579 22	SP 19	Toppchette Ø220 mm
2	1 stk	28 811 83	SOT 73	Åk for mellomfeste M20x250 (m/bolt)
3	2 stk	28 835 11	SO 150	Mellomfeste m/trinser

Systempakker Universalkabel

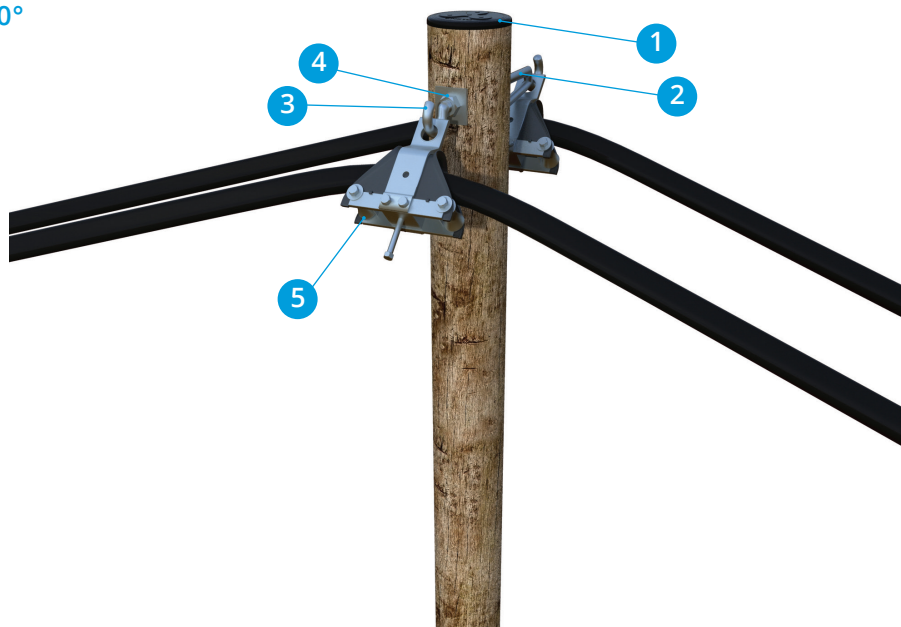
EXCEL og FXCEL 24 kV

Bæremast dobbel rettlinje



Pos	Antall	El.nr.	Type	Beskrivelse
1	1 stk	28 579 22	SP 19	Toppchette Ø220 mm
2	1 stk	28 815 57	SOT 21.1	Gjennomgående krok M20x240
3	1 stk	28 815 44	PD 2.2	Mutterkrok M20
4	2 stk	28 835 11	SO 150	Mellomfeste m/trinser

Bæremast med dobbel vinkel maks 30°

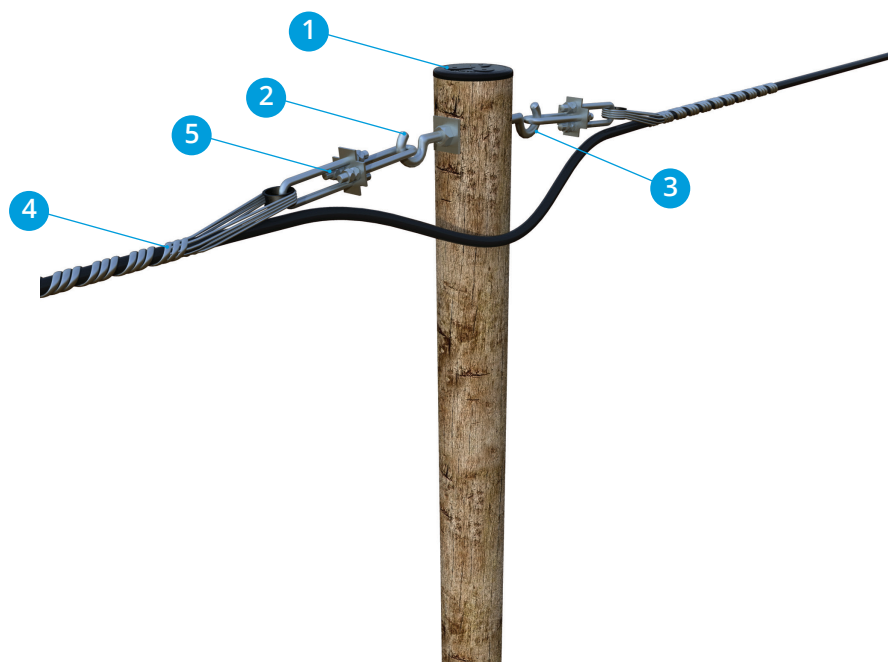


Pos	Antall	El.nr.	Type	Beskrivelse
1	1 stk	28 579 22	SP 19	Toppchette Ø220 mm
2	1 stk	28 815 42	PD 3.2	Avstandskrok M20
3	1 stk	28 567 24	SOT 4.5	Pinneskrue M20x240
4	1 stk	28 815 44	PD 2.2	Mutterkrok M20
5	2 stk	28 835 11	SO 150	Mellomfeste m/trinser

Systempakker Universalkabel

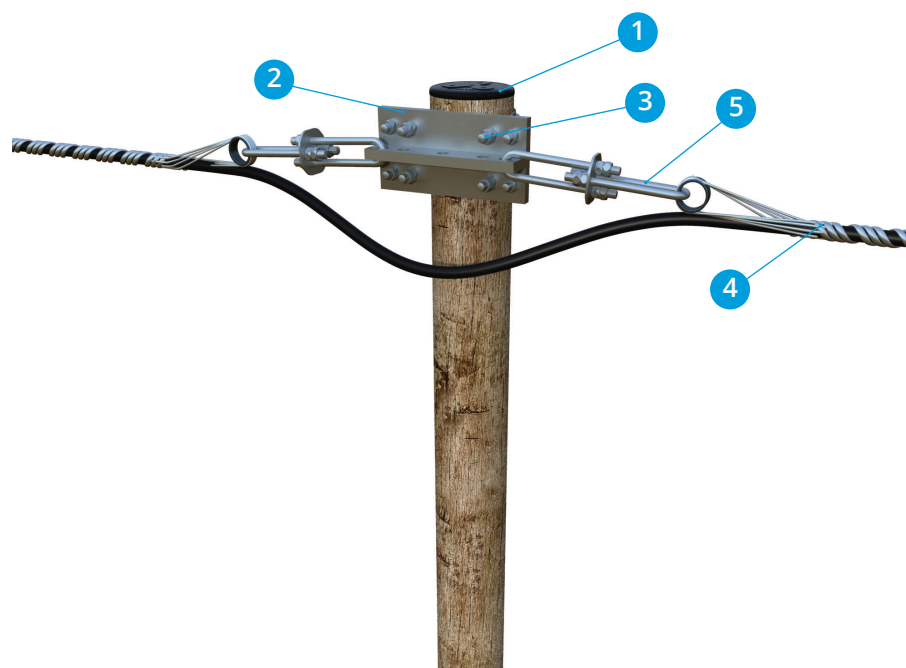
EXCEL og FXCEL 24 kV

Avspenningmast tosidig



Pos	Antall	El.nr.	Type	Beskrivelse
1	1 stk	28 579 22	SP 19	Toppchette Ø220 mm
2	1 stk	28 815 57	SOT 21.1	Gjennomgående krok M20x240
3	1 stk	28 815 44	PD 2.2	Mutterkrok M20
4	2 stk	28 002 27	NSH-401129	Avspenningsspiral
5	2 stk	28 815 84	SO 155.1	Stagtvinge m/åk 16 mm reg.lengde=300 mm

Tosidig avspenning med beslag

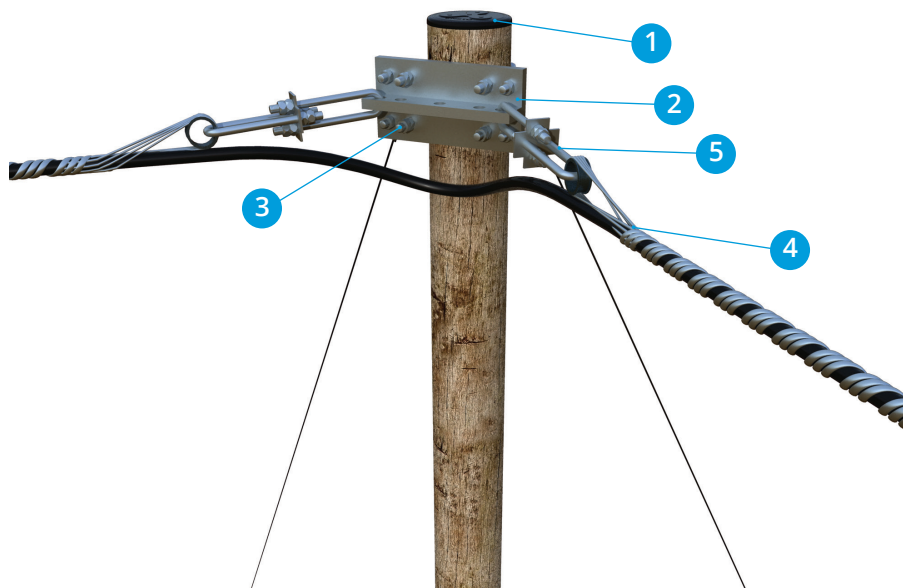


Pos	Antall	El.nr.	Type	Beskrivelse
1	1 stk	28 579 22	SP 19	Toppchette Ø220 mm
2	1 stk	28 815 61	NV 2402.1	Festejern (170-270 mm)
3	2 stk	28 370 25	SH 571.2	Fleksibel klave (170-260 mm)
4	2 stk	28 002 27	NSH-401129	Avspenningsspiral
5	2 stk	28 815 84	SO 155.1	Stagtvinge m/åk 16 mm reg. L:300 mm

Systempakker Universalkabel

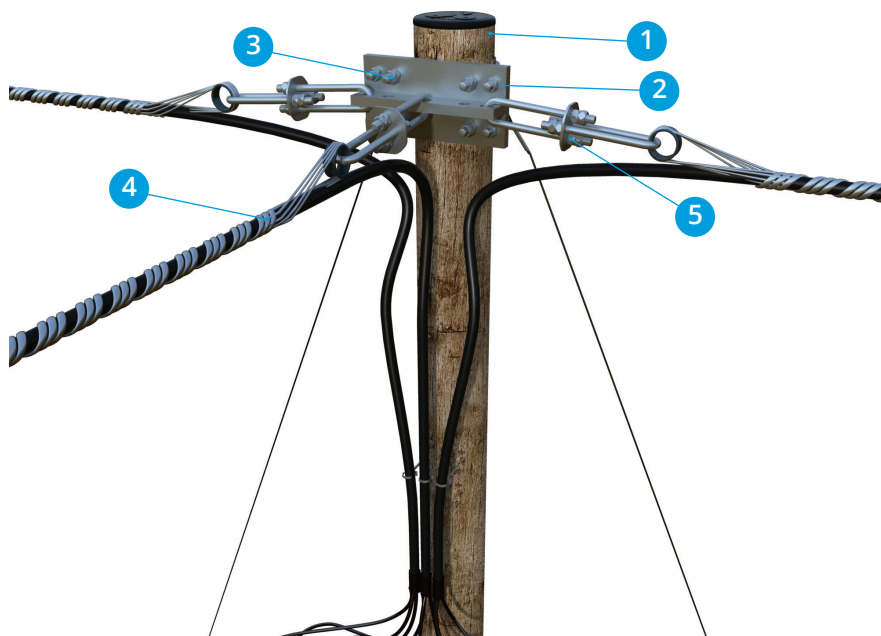
EXCEL og FXCEL 24 kV

Avspenningsmast for vinkel med beslag



Pos	Antall	El.nr.	Type	Beskrivelse
1	1 stk	28 579 22	SP 19	Toppchette Ø220 mm
2	1 stk	28 815 61	NV 2402.1	Festjern (170-270 mm)
3	2 stk	28 370 25	SH 571.2	Fleksibel klave (170-260 mm)
4	2 stk	28 002 27	NSH-401129	Avspenningsspiral
5	2 stk	28 815 84	SO 155.1	Stagtvinge m/åk 16 mm reg. L:300 mm

Avspenningmast med avgrening



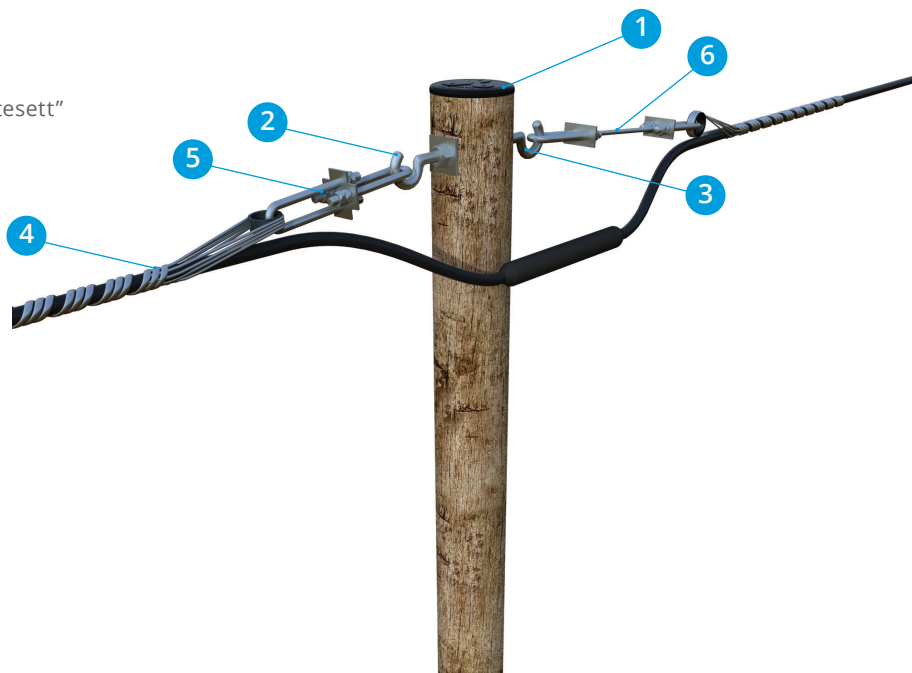
Pos	Antall	El.nr.	Type	Beskrivelse
1	1 stk	28 579 22	SP 19	Toppchette Ø220 mm
2	1 stk	28 815 61	NV 2402.1	Festjern (170-270 mm)
3	2 stk	28 370 25	SH 571.2	Fleksibel klave 170-260 mm
4	3 stk	28 002 27	NSH-401129	Avspenningsspiral
5	3 stk	28 815 84	SO 155.1	Stagtvinge m/åk 16 mm reg.L:300 mm

Systempakker Universalkabel

EXCEL og FXCEL 24 kV

Skjøtesett (Strekkfast i mast)

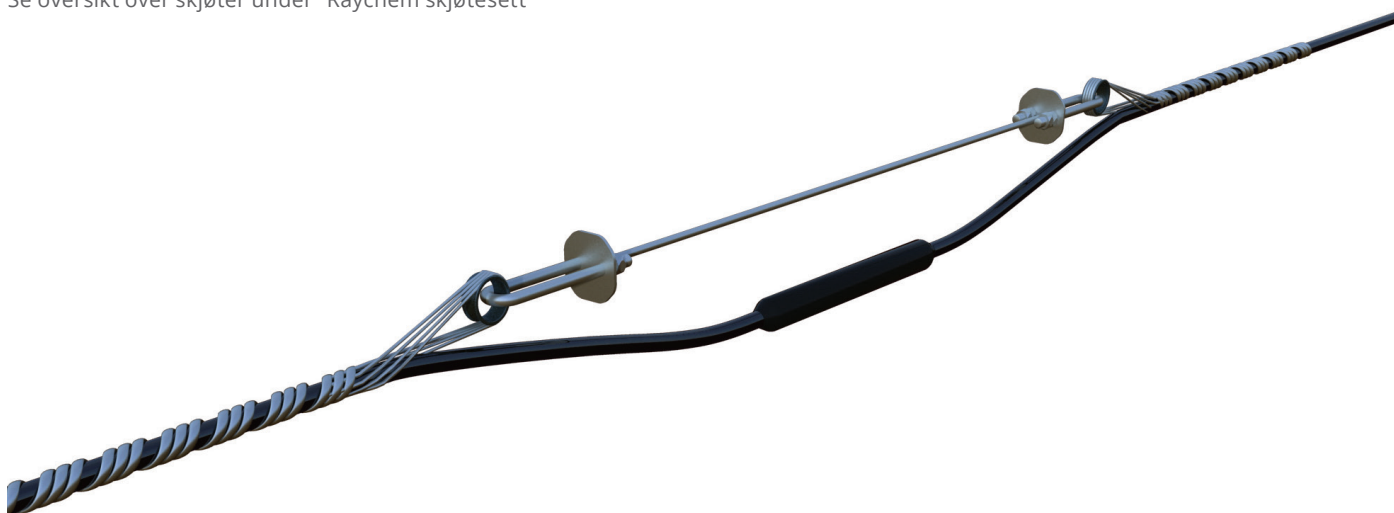
Se oversikt over skjøter under "Raychem skjøtesett"



Pos	Antall	El.nr.	Type	Beskrivelse
1	1 stk	28 579 22	SP 19	Toppchette Ø220 mm
2	1 stk	28 815 57	SOT 21.1	Gjennomgående krok M20x240
3	1 stk	28 815 44	PD 2.2	Mutterkrok M20
4	2 stk	28 002 27	NSH-401129	Avspenningsspiral
5	2 stk	28 815 84	SO 155.1	Stagtinge m/åk 16 mm reg.lengde:300 mm
6	2 stk	28 474 22	5202	Automatisk bardunkjoks 50 mm ² (Bruk 1m 50 mm ² bardunwire, medfølger ikke)

Skjøtesett (Strekkfast i spenn)

Se oversikt over skjøter under "Raychem skjøtesett"

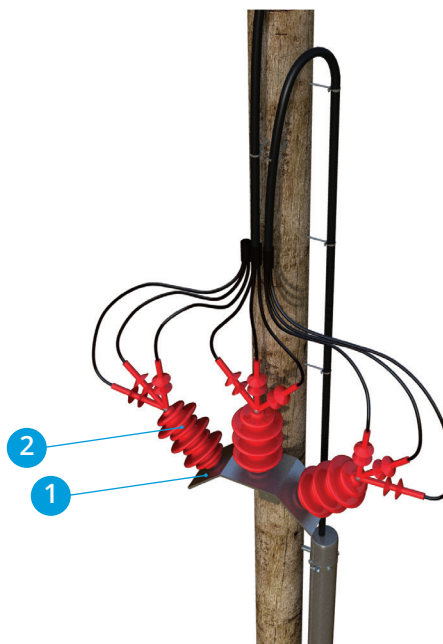


Antall	El.nr.	Type	Beskrivelse
2 stk	28 002 27	NSH-401129	Avspenningsspiral
2 stk	28 474 22	5202	Automatisk bardunkjoks 50 mm ² (Bruk 1m 50 mm ² bardunwire, medfølger ikke)

Systempakker Universalkabel

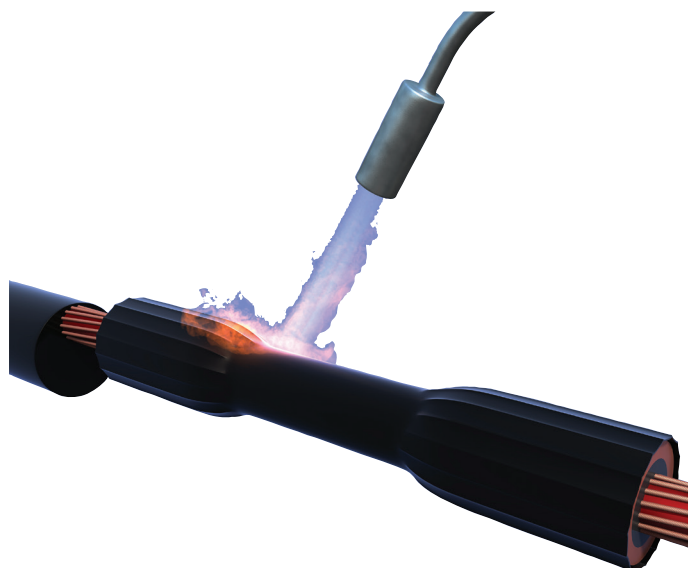
EXCEL og FXCEL 24 kV

Avledere 24 kV



Pos	Antall	El.nr.	Type	Beskrivelse
1	1 stk	28 649 60	EGO 100	Stolpebrakett
2	3 stk	28 650 18	HDA 24-10 kA	Overspenningsavleder

Raychem skjøtesett 24 kV

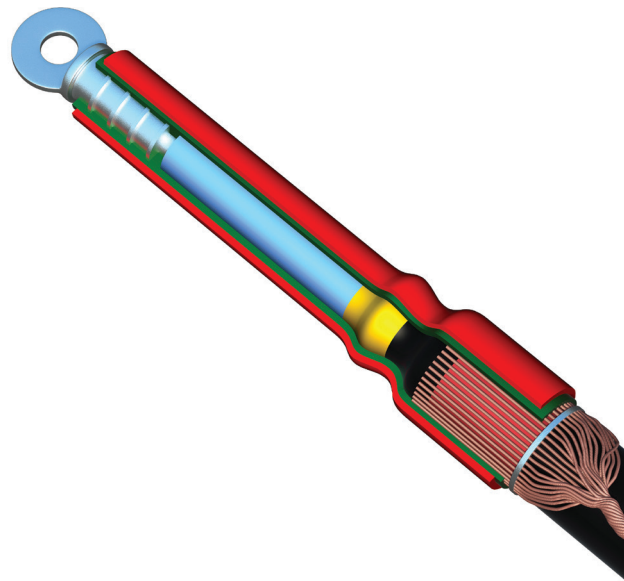


Antall	El.nr.	Type	Beskrivelse
1 stk	11 678 51	RTK-S3P24AA	Skjøt for press, anbefales brukt i spenn.
3 stk	20 498 61	YCS 010	Skjøtehylse for 10 mm ² leder DIN
3 stk	20 498 62	YCS 016	Skjøtehylse for 16 mm ² leder DIN
1 stk	20 498 63	YCS 025	Skjøtehylse for 10 mm ² skjerm DIN
Komplett skjøt med mek. Skjøtehylse			
1 stk	11 673 34	MXSU-5301	Skjøt med mekaniske skjøtehylser

Systempakker Universalkabel

EXCEL og FXCEL 24 kV

Raychem endeavslutning 24 kV



Antall	El.nr.	Type	Beskrivelse
1 stk	11 702 29	IXSU-F5311	Endeavslutning innendørs
1 stk	11 702 83	OXSU-F5311	Endeavslutning utendørs
3 stk	20 163 52	KRX 10-12	Kabelsko for 10 mm ² leder (EI-press)
3 stk	20 497 43	YCA 16-12	Kabelsko for 16mm ² leder DIN
1 stk	20 497 53	YCA 025 M12	Kabelsko for skjermtråd

Skjermede kontakter 24 kV



Antall	El.nr.	Type	Beskrivelse
Tilleggsett for ombygging av 3-leder til 1-leder ved bruk av skjermede kontakter			
1 sett	11 667 25	3/1 24 kV	Ombygningssett 3/1-leder 12/24 kV 22-95/10-95. Faselengde 1m
Skjermet vinkelkontakt			
1 sett	11 673 43	RSES-VD-525A	Vinkelkontakt 250A 24kV 10-16 mekanisk
Skjermet rettkontakt			
1 sett	11 673 38	RSSS-VD-525A	Rettkontakt 250A 24kV 10-16 mekanisk
Skjermet T-kontakt			
1 sett	11 682 00	RSTI-5851	T-kontakt 630A-24 kV 10-95 Al/Cu
1 sett	11 680 90	RSTI-CC-66SA1210 M16	Pluggbar avleder for RSTI-58, 12 kV - 10kA
1 sett	11 680 91	RSTI-CC-66SA2410 M17	Pluggbar avleder for RSTI-58, 24 kV - 10kA
1 sett	11 682 50	RSTI-CC-5851	Koblingskontakt 630A-24 kV 10-95 Al/Cu

Systempakker Universalkabel

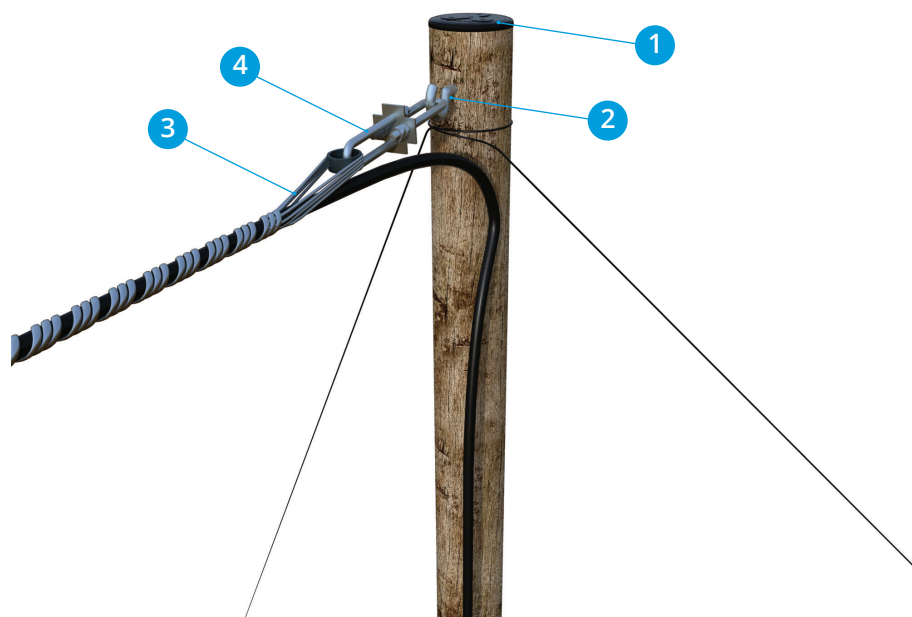
AXCES 24 kV 70mm² og 95 mm²



Systempakker Universalkabel

AXCES 24 kV 70mm² og 95 mm²

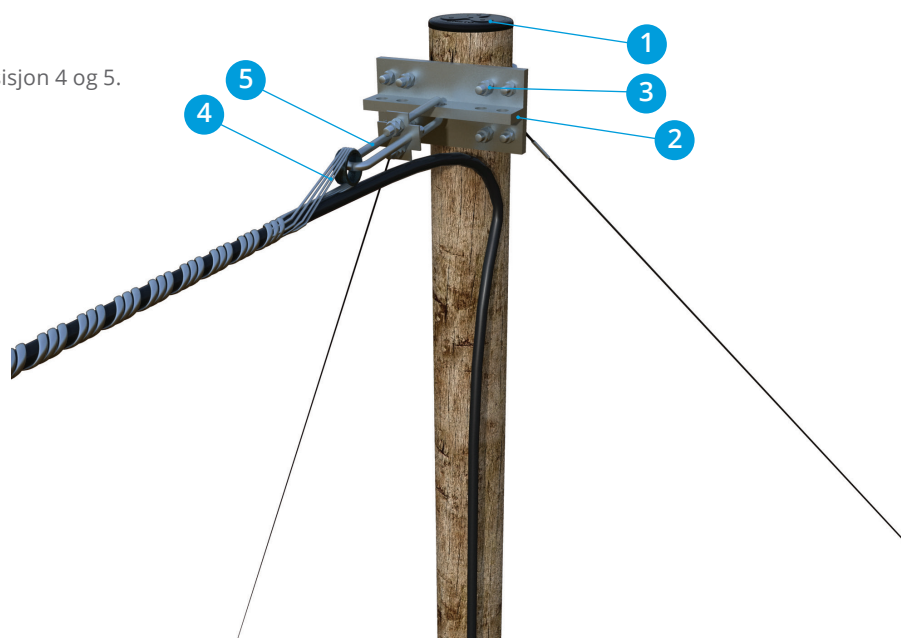
Endemast



Pos	Antall	El.nr.	Type	Beskrivelse
1	1 stk	28 579 22	SP 19	Toppchette Ø220 mm
2	1 stk	28 815 33	SOT101.1	Gjennomgående krok M20x250
3	1 stk	28 002 28	NSH-401127	Avspenningsspiral
4	1 stk	28 815 84	SO 155.1	Stagtvinge m/åk 16 mm reg.L:300 mm

Endemast med festejern

Ved dobbelføring bestilles dobbelt antall av posisjon 4 og 5.



Pos	Antall	El.nr.	Type	Beskrivelse
1	1 stk	28 579 22	SP 19	Toppchette Ø220 mm
2	1 stk	28 815 61	NV 2402.1	Festejern (170-270 mm)
3	2 stk	28 370 25	SH 571.2	Fleksibel klave (170-260 mm)
4	1 stk	28 002 28	NSH-401127	Avspenningsspiral
5	1 stk	28 815 84	SO 155.1	Stagtvinge m/åk 16 mm reg. L:300 mm

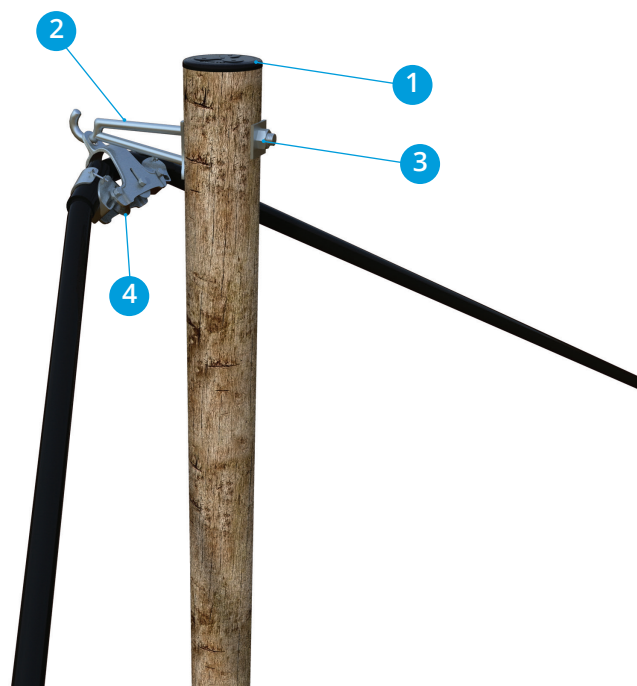
Systempakker Universalkabel

AXCES 24 kV 70mm² og 95 mm²

Rettmast

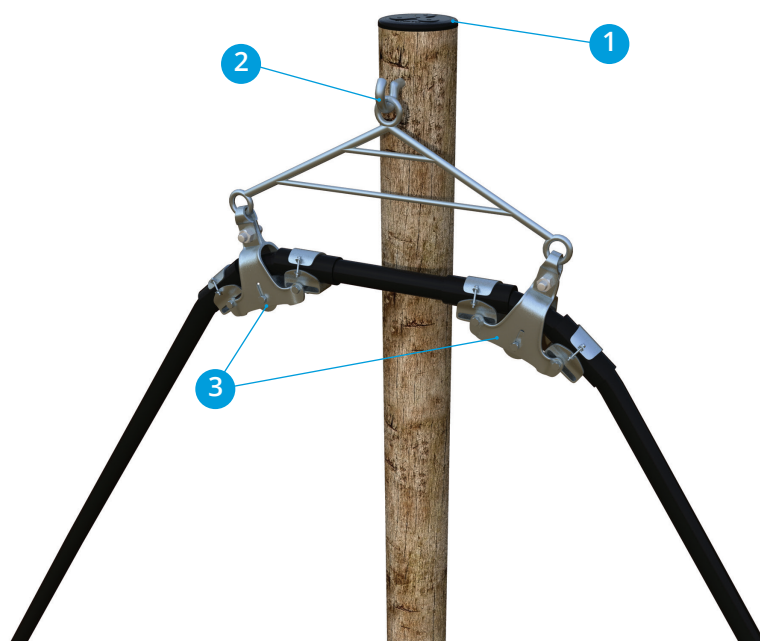
Bæremast med yttervinkel maks 30°

Bæremast med innervinkel maks 30°



Pos	Antall	El.nr.	Type	Beskrivelse
1	1 stk	28 579 22	SP 19	Toppchette Ø220 mm
2	1 stk	28 815 52	SOT 74	Distanssekrok M24
3	1 stk	28 815 83	SOT 78.1	Pinneskrue M24 x 240 mm
4	1 stk	28 831 70	ECH14 70 og 95	Mellomfeste komplett m/gummiholk

Bæremast med innervinkel maks 45°

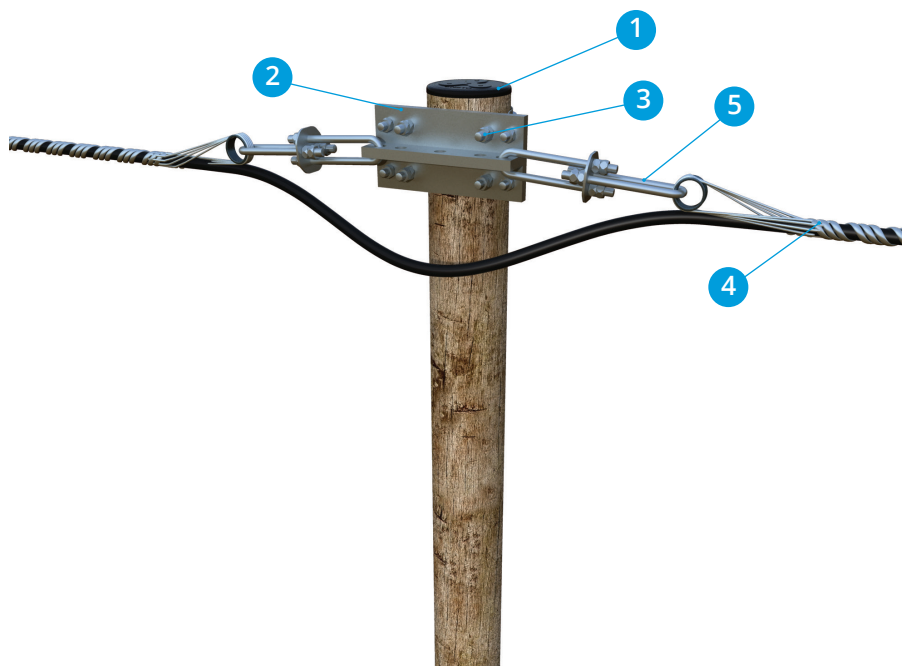


Pos	Antall	El.nr.	Type	Beskrivelse
1	1 stk	28 579 22	SP 19	Toppchette Ø220 mm
2	1 stk	28 811 83	SOT 73	Åk for mellomfeste M20x250 (m/bolt)
3	2 stk	28 831 70	ECH14 70 og 95	Mellomfeste komplett m/gummiholk

Systempakker Universalkabel

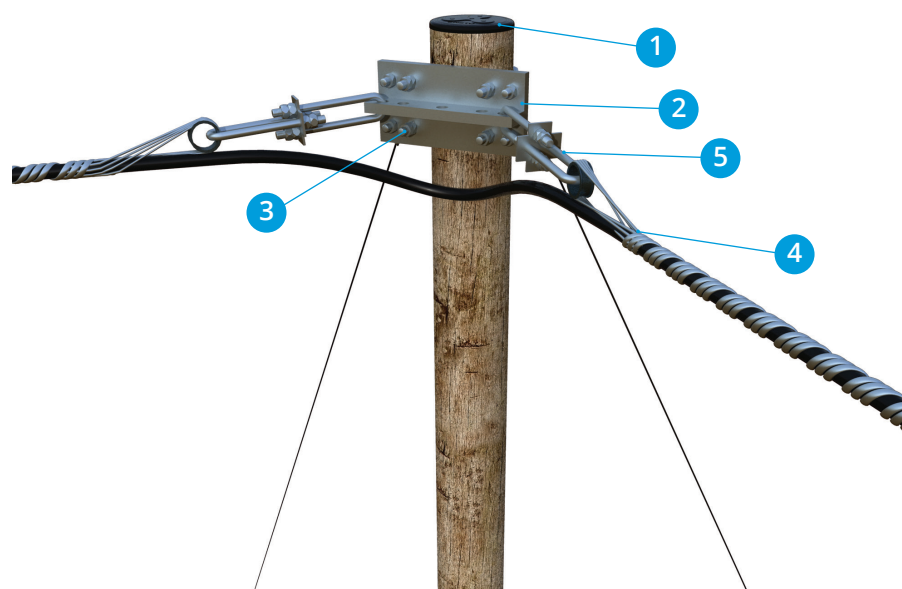
AXCES 24 kV 70mm² og 95 mm²

Tosidig avspenning med beslag



Pos	Antall	El.nr.	Type	Beskrivelse
1	1 stk	28 579 22	SP 19	Toppchette Ø220 mm
2	1 stk	28 815 61	NV 2402.1	Festejern (170-270 mm)
3	2 stk	28 370 25	SH 571.2	Fleksibel klave (170-260 mm)
4	2 stk	28 002 28	NSH-401127	Avspenningsspiral
5	2 stk	28 815 84	SO 155.1	Stagtvinge m/åk 16 mm reg. L:300 mm

Avspenningsmast for vinkel med beslag

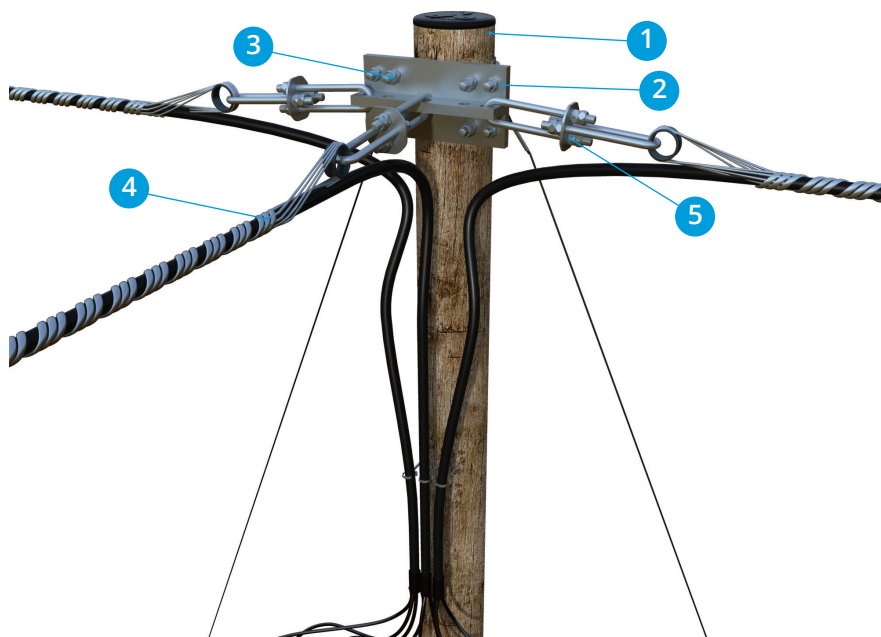


Pos	Antall	El.nr.	Type	Beskrivelse
1	1 stk	28 579 22	SP 19	Toppchette Ø220 mm
2	1 stk	28 815 61	NV 2402.1	Festejern (170-270 mm)
3	2 stk	28 370 25	SH 571.2	Fleksibel klave (170-260 mm)
4	2 stk	28 002 28	NSH-401127	Avspenningsspiral
5	2 stk	28 815 84	SO 155.1	Stagtvinge m/åk 16 mm reg. L:300 mm

Systempakker Universalkabel

AXCES 24 kV 70mm² og 95 mm²

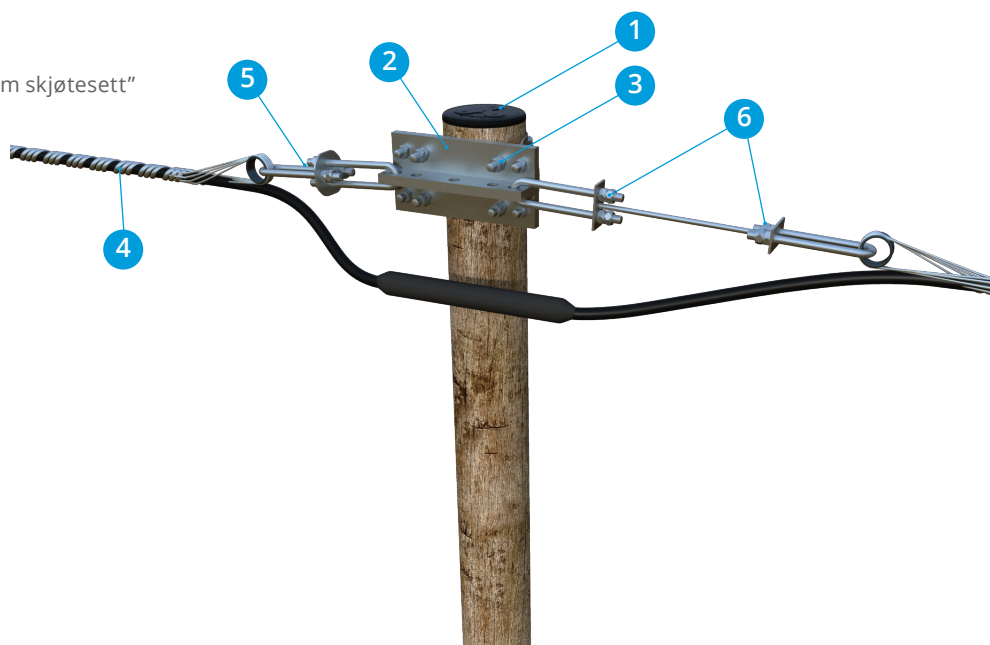
Avspenningmast med avgrening



Pos	Antall	El.nr.	Type	Beskrivelse
1	1 stk	28 579 22	SP 19	Toppchette Ø220 mm
2	1 stk	28 815 61	NV 2402.1	Festejern (170-270 mm)
3	2 stk	28 370 25	SH 571.2	Fleksibel klave 170-260 mm
4	3 stk	28 002 28	NSH-401127	Avspenningsspiral
5	3 stk	28 815 84	SO 155.1	Stagtvinge m/åk 16 mm reg.L:300 mm

Skjøtesett (Strekkfast i mast)

Se oversikt over skjøter under "Raychem skjøtesett"



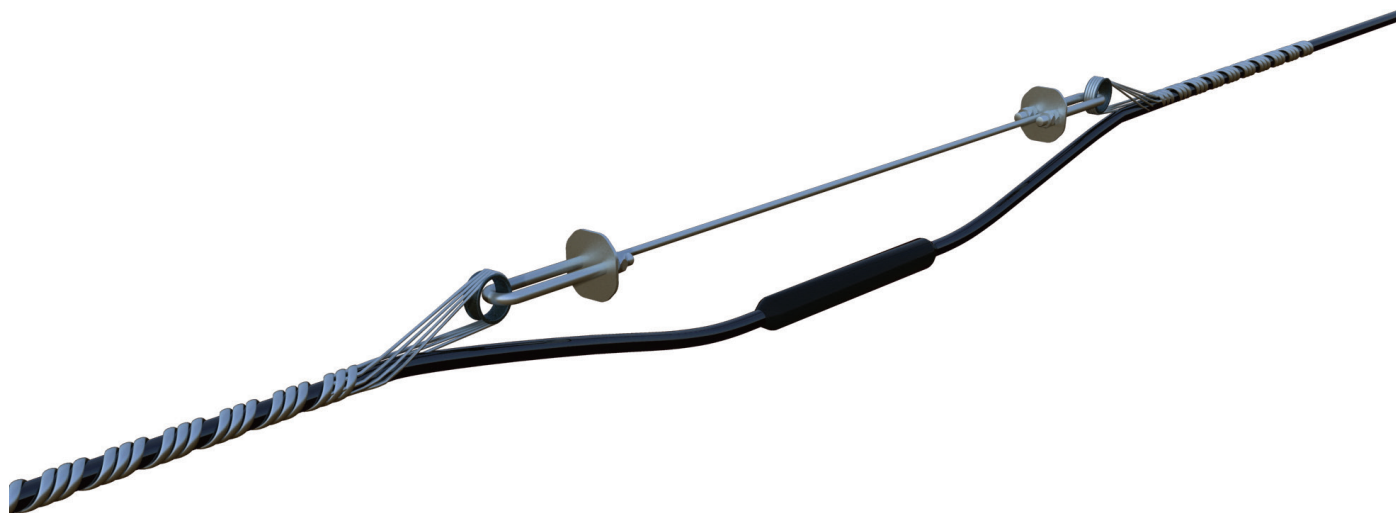
Pos	Antall	El.nr.	Type	Beskrivelse
1	1 stk	28 579 22	SP 19	Toppchette Ø220 mm
2	1 stk	28 815 61	NV 2402.1	Festejern
3	2 stk	28 370 25	SH 571.2	Fleksibel masteklave 170-260
4	2 stk	28 002 28	NSH-401127	Avspenningsspiral
5	1 stk	28 815 84	SO 155.1	Stagtvinge m/åk 16 mm reg.L:300 mm
6	2 stk	28 474 22	5202	Automatisk bardunkjoks 50 mm ² (Bruk 1m 50 mm ² bardunwire, medfølger ikke)

Systempakker Universalkabel

AXCES 24 kV 70mm² og 95 mm²

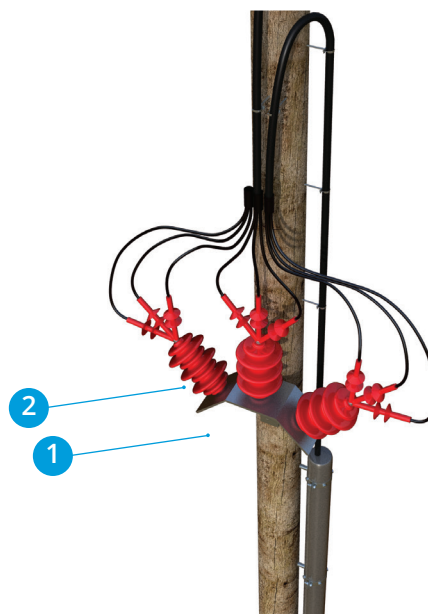
Skjøtesett (Strekkfast i spenn)

Se oversikt over skjøter under "Raychem skjøtesett"



Antall	El.nr.	Type	Beskrivelse
2 stk	28 002 28	NSH-401127	Avspenningsspiral
2 stk	28 474 22	5202	Automatisk bardunkjoks 50 mm ² (Bruk 1m 50 mm ² bardunwire, medfølger ikke)

Avledere 24 kV

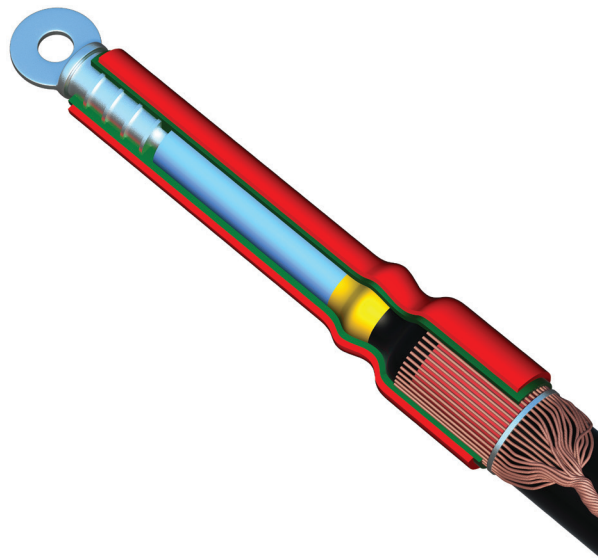


Pos	Antall	El.nr.	Type	Beskrivelse
1	1 stk	28 649 60	EGO 100	Stolpebrakett
2	3 stk	28 650 18	HDA 24-10 kA	Overspenningsavleder

Systempakker Universalkabel

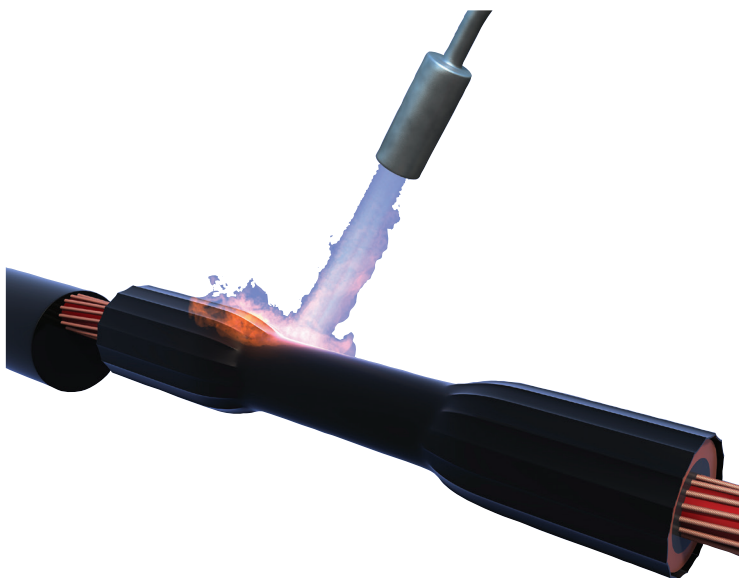
AXCES 24 kV 70 mm²

Raychem endeavslutning 24 kV



Antall	El.nr.	Type	Beskrivelse
1 stk	11 703 92	IXSU-F5321	Endeavslutning innendørs m/mek.kabelsko
1 stk	11 703 96	OXSU-F5321	Endeavslutning utendørs m/mek.kabelsko
1 stk	11 704 67	OXSU-F5121-NO03	Endeavslutning utendørs med Bi-metal mekaniske kabelsko
1 stk	20 497 63	YCA 035 M14	Kabelsko for 16 mm ² skjerm DIN

Raychem skjøtesett 24 kV



Antall	El.nr.	Type	Beskrivelse
1 stk	11 678 54	EPKJ SMOE-61337	Skjøt for press, anbefales brukt i spenn.
3 stk	20 480 59	SAA 70-1	Skjøtehylse for 70 mm ² leder (Burndy)
1 stk	20 498 64	YCS 035	Skjøtehylse for 25 mm ² skjerm DIN
1 stk	20 498 63	YCS 025	Skjøtehylse for 16 mm ² skjerm DIN
Alt. Skjøtehylser			
3 stk	20 424 20	AS 70	Skjøtehylse for 70 mm ² leder (Elpress)
3 stk	20 967 50	KP 70	Skjøtehylse for 70 mm ² leder (K.Pfisterer)
Komplett skjøt med mek. Skjøtehylse			
1 stk	11 673 35	MXSU-5311	Skjøt med mekaniske skjøtehylser

Systempakker Universalkabel

AXCES 24 kV 70 mm²

Skjermede kontakter 24 kV

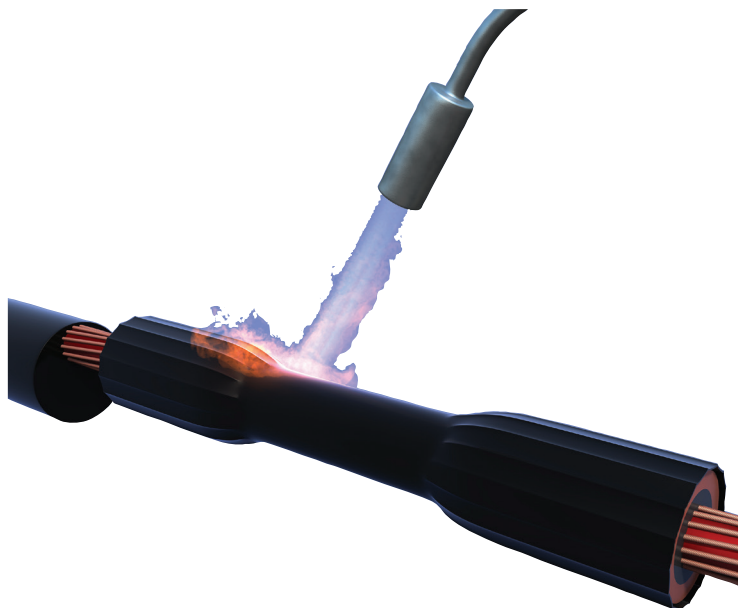


Antall	El.nr.	Type	Beskrivelse
Tilleggssett for ombygging av 3-leder til 1-leder ved bruk av skjermede kontakter			
1 sett	11 667 25	3/1 24 kV	Ombyggingssett 3/1-leder 12/24 kV 22-95/10-95. Faselengde 1m
1 sett	11 667 22	3/1 24 kV	Ombyggingssett 3/1-leder 12/24 kV 50-240/25-240. Faselengde 2m
Skjermet vinkelkontakt			
1 sett	11 673 44	RSES-VD-525B	Vinkelkontakt 250A 24kV 25-95 mekanisk
Skjermet rettkontakt			
1 sett	11 673 39	RSSS-VD-525B	Rettkontakt 250A 24kV 25-95 mekanisk
Skjermet T-kontakt			
1 sett	11 682 00	RSTI-5851	T-kontakt 630A-24 kV 10-95 Al/Cu
1 sett	11 680 90	RSTI-CC-66SA1210 M16	Pluggbar avleder for RSTI-58, 12 kV - 10kA
1 sett	11 680 91	RSTI-CC-66SA2410 M17	Pluggbar avleder for RSTI-58, 24 kV - 10kA
1 sett	11 682 50	RSTI-CC-5851	Koblingskontakt 630A-24 kV 10-95 Al/Cu

Systempakker Universalkabel

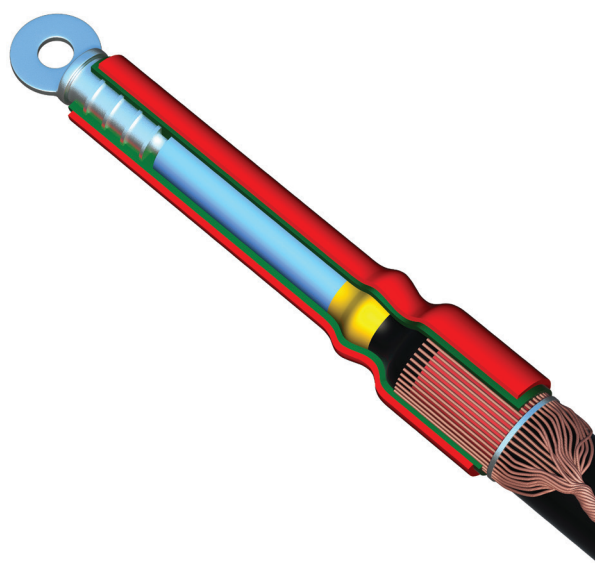
AXCES 24kV 95 mm²

Raychem skjøtesett 24 kV



Antall	El.nr.	Type	Beskrivelse
1 stk	11 678 54	EPKJ SMOE-61337	Skjøt for press, anbefales brukt i spenn.
3 stk	20 480 60	SAA 95-1	Skjøtehylse for 95 mm ² leder (Burndy)
3 stk	20 498 64	YCS 035	Skjøtehylse for 25 mm ² skjerm DIN
Alt. Skjøtehylser			
3 stk	20 424 23	AS 95	Skjøtehylse for 95 mm ² leder (Elpress)
3 stk	20 967 54	KP 95	Skjøtehylse for 95 mm ² leder (K.Pfisterer)
Komplett skjøt med mek. Skjøtehylse			
1 stk	11 673 35	MXSU-5311	Skjøt med mekaniske skjøtehylser

Raychem endeavslutning 24 kV



Antall	El.nr.	Type	Beskrivelse
1 stk	11 703 92	IXSU-F5321	Endeavslutning innendørs m/mek.kabelsko
1 stk	11 703 96	OXSU-F5321	Endeavslutning utendørs m/mek.kabelsko
1 stk	11 704 67	OXSU-F5121-NO03	Endeavslutning utendørs med Bi-metal mekaniske kabelsko
1 stk	20 497 63	YCA 035 M14	Kabelsko for 35 mm ² skjerm DIN

Systempakker Universalkabel

AXCES 24kV 95 mm²

Skjermede kontakter 24 kV



Antall	El.nr.	Type	Beskrivelse
Tilleggssett for ombygging av 3-leder til 1-leder ved bruk av skjermede kontakter			
1 sett	11 667 25	3/1 24 kV	Ombyggingssett 3/1-leder 12/24 kV 22-95/10-95. Faselengde 1m
1 sett	11 667 22	3/1 24 kV	Ombyggingssett 3/1-leder 12/24 kV 50-240/25-240. Faselengde 2m
Skjermet vinkelkontakt			
1 sett	11 673 44	RSES-VD-525B	Vinkelkontakt 250A 24kV 25-95 mekanisk
Skjermet rettkontakt			
1 sett	11 673 39	RSSS-VD-525B	Rettkontakt 250A 24kV 25-95 mekanisk
Skjermet T-kontakt			
1 sett	11 682 00	RSTI-5851	T-kontakt 630A-24 kV 10-95 Al/Cu
1 sett	11 680 90	RSTI-CC-66SA1210 M16	Pluggbar avleder for RSTI-58, 12 kV - 10kA
1 sett	11 680 91	RSTI-CC-66SA2410 M17	Pluggbar avleder for RSTI-58, 24 kV - 10kA
1 sett	11 682 50	RSTI-CC-5851	Koblingskontakt 630A-24 kV 10-95 Al/Cu

Bilder sammen med tabellene er ikke nødvendigvis representere for hvert enkelt produkt, men gir en indikasjon på hvordan produktet ser ut. For å finne detaljert bilde knyttet til hvert varenummer, henvises til vår nettkatalog på www.ensto.no. ENSTO NOR tar forbehold om at trykkfeil kan forekomme. Brukeren av dette dokumentet må selv vurdere om bruksområdet for produktet er riktig opp mot brukerens tenkte anvendelsesområde. ENSTO NOR fraskriver seg ethvert ansvar for skade eller tap som måtte oppstå som følge av bruk av opplysningene i dette dokumentet. Under ingen omstendighet utgjør opplysningene i dette dokumentet noen forsikring om kvalitet på utførelse eller liknende, og slik forsikring gis kun ved spesielle avtaler. For øvrig er ENSTO NORs ansvar begrenset i samsvar med selskapets standardvilkår, som er tilgjengelig på selskapets nettsider.



ENSTO

Ensto Nor As
Professor Birkelandsvei 26A
Postboks 125 Alnabru, 0614 Oslo
Tel +47 22 90 44 00
firmapost@ensto.com

ensto.no

