



Member of the NKT Group

# Universalkabel En handbok

EXCEL 3x10/10 mm<sup>2</sup>, FXCEL 3x16/10 mm<sup>2</sup>  
AXCES™ 3x70/16 mm<sup>2</sup>, AXCES™ 3x70/25 mm<sup>2</sup>  
AXCES™ 3x95/25 mm<sup>2</sup>

[www.nktcables.com](http://www.nktcables.com)



Completing the picture

**nkt** cables



---

# Innehållsförteckning

## Inledning 5

## Möjligheterna 6

Universalkabelns möjligheter 6

## Systemet 8

Ett lönande koncept 8

## Praktiken 11

Elektriska frågor 11

Projektering 15

Materielval 24

Bygganvisningar 28

## Teknisk beskrivning 35

## Tabeller 41

## Referenser 46





# Inledning

Det stormar mer. Snöfallen blir intensivare och temperaturväxlingarna allt snabbare. Samtidigt förväntar sig alla att samhällsservicen ska fungera som vanligt. Tågen ska rulla, vägarna vara farbara och det ska finnas el i vägguttagen.

I dag är vi helt beroende av att ha tillgång till elektrisk ström. Avbrott på strömförsörjningen får snabbt allvarliga konsekvenser. Och det blir dyrt för hela samhället. År 2012 beräknades kostnaderna till nästan en miljard kronor – bara i Sverige.

#### Det finns i princip två sätt att minska problemen:

- Omfattande röjning av skog kring alla elektriska luftledningar samtidigt som så mycket kabel som möjligt grävs ner under jord.
- Ersätt största delen av 12–36 kV-nätet med nkt:s Universalkabel, EXCEL, FXCEL eller AXCES™. Det är patenterad kabel, som klarar att träd faller över den utan att strömmen bryts. Den är isolerad och fungerar lika bra som luftledning, nergrävd eller under vatten.

#### Den här handboken ger en bred beskrivning av Universalkabel-konceptet:

- Du får en kort, allmän beskrivning av funktion och nytta.
- Nästa avsnitt går igenom hela nkt:s Universal-kabelsystem. Där ingår kabelns konstruktion, hängdon, spiraler och andra tillbehör, men också projekteringsanvisningar och kostnadsberäkningar tillsammans med frågor om

bland annat jordfelsströmmar, kortslutning och åsknedslag.

- Den sista delen fokuserar på eltekniska och praktiska frågor. Här finns de uppgifter som krävs för projektering och dimensionering samt djupare information om klammor, skarvar, spiraler, avslut och alla andra detaljer som ingår i systemet.

Det avslutande kapitlet innehåller också praktiska bygganvisningar samt information om säkerhet, underhåll m.m.



# 1. Möjligheterna

## Universalkabelns möjligheter

### Plus på sista raden

Ett elnät är en investering på lång sikt. Alla kostnader ska fördelas över hela den tid anläggningen förväntas vara i drift. Det är det som ofta sammanfattas som LCC, Life Cycle Cost. I LCC ingår alla investeringskostnader, men också summan av drift, underhåll och reparationer.

Siffrorna på sista raden visar om man gjort en smart investering.

Och på sista raden visar nkt:s Universalkabel nästan alltid det bästa resultatet. Universalkabel är ett system som lönar sig.

**Universalkabeln är patenterad** och finns för 12–36 kV. Redan konstruktion och utformning ger kabeln de egenskaper som uppskattas av många krävande kunder. Den är isolerad och fungerar lika bra som luftledning, nedgrävd eller i vatten. Konstruktionen gör den så stark att klarar träd som faller och blir hängande på kabeln. Och det påverkar inte driften alls om snötyngda grenar ligger mot universalkabeln under vintern.

Universalkablarna EXCEL, FXCEL och AXCES™ är centrum i ett helt system. Här ingår ett omfattande tillbehörsprogram med bland annat hängdon, spiraler, skarvar och avslut, men också anvisningar och hjälpmedel för projektering, och elektrisk dimensionering.

**nkt cables AB** har tillverkat elkabel sedan 1888. Den långa erfarenheten av kostnadseffektiva lösningar får du på köpet. Våra säljare och tekniker förstår dina behov. nkt cables kännetecknas av effektiv tillverkning och hög leveranssäkerhet. Samtidigt prioriterar vi ett nära samarbete med våra kunder. När du har frågor om projektering, konstruktion, anläggning, underhåll och tillbehör har vi också svar på det.

### Kostnadseffektiv och driftsäker

nkt:s Universalkabel ingår i ett system som täcker hela installationen av linjen.

Genom att projektera alla delar i anläggningen för Universalkabel får du största möjliga ekonomiska fördelar av investeringen. Universalkabeln är en del i ett omfattande koncept som tillsammans bidrar till minskat underhållsbehov och höjd driftsäkerhet. Utnyttja systemet fullt ut så stiger värdet på investeringen.

Den patenterade kabeln är kärnan i systemet. Universalkabeln är isolerad och utformad så att den klarar att utsättas för till exempel fallande träd, påfrysning, hårda stormar och blixtnedslag. Kabeln är testad i extrema klimat.

**Forskarna räknar med** klimatförändringar som leder till ännu tuffare väder i framtiden. Universalkabeln har redan nu förutsättningar att klara även det.

Det betyder att Universalkabeln är en garant för driftsäkerhet. Konceptet har funnits sedan mitten av 1990-talet och en stor mängd installationer bevisar tillförlitligheten. Kabeln har dessutom gått igenom en rad mycket tuffa fältprov, utförda av oberoende provningsinstitutioner.

I dag är det många elnät som har stora problem med driftsäkerhet. Energimarknadsinspektionen uppskattar att samhällets kostnader för avbrott i elöverföringen är nära en miljard kronor varje år.

**Mardrömmen är** ett intensivt snöfall och temperaturer kring noll, som sedan snabbt faller. Massor av snö fryser fast på träden, som viker sig in mot kraftledningarna. Om det börjar blåsa i det läget faller snabbt massor av träd in över elledningen. På kort tid kan 1 000-tals hushåll bli utan el.

Reparationerna drar ut på tiden. Arbetet är svårt och farligt. Och kostnaderna ökar snabbt. Helg eller natt spelar ingen roll, elförsörjningen måste igång igen.

Nätägare som satsar på Universalkabel har det garanterat lugnare i en sådan situation. De kan helt enkelt planera röjningen efter ovädret i anslutning till annat underhåll längs linjen. Arbetet blir både säkrare och billigare en vardag i dagsljus – när snön smält.

## Skapar nytt mönster

Universalkabeln bryter mot traditionella mönster inom kraftöverföring av elkraft 12–36 kV.

Normalt sker sådan eldistribution i jordkabel eller luftledning. I tätorter dominerar jordkabel, på landsbygden luftledningar.

Med Universalkabel kan ni använda samma kabel hela vägen och ändå välja det förläggningssätt som är bäst på varje del av linjen. Kabeln kan plöjas ner i marken när det är möjligt, fortsätta direkt ut i en sjö för att på motsatt sida hängas upp i stolpar. Den ger förutsättningar för att alltid kunna välja den mest kostnadseffektiva lösningen.

## Sammantaget innebär

### Universalkabelkonceptet:

- Stor frihet vid val av linjesträckning.
- Det är lätt att bygga komplexa linjer med förläggning i både mark, vatten och luft.
- Sambyggnadsmöjligheter tillsammans med tele- och datakablar.
- Mindre drifts- och avbrottskostnader.
- Mindre underhållskostnader.
- Mindre intrångskostnader.
- Utseendet. Universalkabeln syns mindre och kan gå lågt eller i mark.
- Säkerheten ökar, kabeln är beröringssäker.
- Inget elektriskt fält och mycket lågt magnetiskt fält.

Universalkabeln öppnar alltså för ett helt nytt tänkande och skapar nya förutsättningar för att planera nätet. Det viktigt att ta hänsyn till detta redan i planeringsstadiet för att fullt ut dra nytta av möjligheterna.

## 2. Systemet

### Ett lönande koncept

#### Universalkabeln ett system

Universalkabelkonceptet innefattar mycket mer än själva kabeln. Det är ett helt system där alla komponenter och andra hjälpmedel utformats och konstruerats för att ge största möjliga nytta för kunden.

Förutom ett omfattande tillbehörsprogram ingår anvisningar och hjälpmedel för projektering, och elektrisk dimensionering. Regleringstabeller finns på sidan 43 i handboken. Bygganvisningar, på sidan 28, innehåller råd, regler och tips för själva bygget av linjen och underhållsfrågor behandlas i en särskild del med början på sidan 32.

#### Generella fördelar med

##### Universalkabelkonceptet:

- Bygganvisningarna innehåller bland annat utbildningsmaterial för alla delar i projektet, från planering och anläggning till reparationer och underhåll.
- Universalkabeln underlättar installationsarbetet. Den minimerar för- och efterarbetet samtidigt som det går att återanvända befintliga stolpar. Många komponenter i systemet har flera användningsområden.
- Tack vare isolering och konstruktion klarar Universalkabeln fallande träd utan avbrott. Dessutom drar inte Universalkabeln till sig blixtnedslag vid åskväder.

Universalkabelkonceptets mest påtagliga fördel är tillförlitligheten. En stor mängd installationer bekräftar att driftsäkerheten är överträffad.

Dessutom har flera oberoende provningsinstitutioner utfört tuffa fältprov som visar att Universalkabeln lever upp till höga krav.

**Till detta kommer säkerheten.** Universalkabeln är isolerad och det finns ingen risk att människor skadas av kontakt med till exempel en nedfallen ledning.

Ibland är det svårt att få tillstånd av markägare för att anlägga en ny kraftledning. Det kan handla om att dragningen stör landskapsbilden eller att den påverkar möjligheterna till effektivt skogs- eller jordbruk. Även här öppnar Universalkabeln för nya lösningar.

Universalkabelns egenskaper gör att den är möjlig att installera på befintliga stolpar, tillsammans med till exempel tele- och 1 kV-kabel. Universal-egenskaperna är ovärderliga om det handlar om att gräva ner kabeln en kortare sträcka.







## Kabelns konstruktion

nkt:s Universalkablar har flera viktiga egenskaper gemensamt:

De fungerar lika bra i luft, mark och vatten trots att det handlar om vitt skilda förhållanden.

Vid markförläggning måste en kabel vara mekaniskt robust för att vara lätt plöjbar.

Under vatten är det viktigt att kabeln sjunker.

Vid luftförläggning är kabeln som mest utsatt, men den unika konstruktion hos Universalkablarna EXCEL/FXCEL och AXCES™ håller för islast, storm, snötyngda träd och andra extrema förhållanden som den kan utsättas för.

**I den självbärande** Universalkabeln är det ledarna som tar upp den största delen av dragpåkänningen. Krafterna från till exempel ett fallande träd förs genom kabelns mantel och isolering in till den bärande ledaren, men utan att skada isolationssystemet. Det är kvaliteten i dessa detaljer som ger Universal-kabeln oöverträffad driftsäkerhet.

Efter en snöstorm kan såväl hängdon som inspänningsspiraler och kabel utsättas för stora påkänningar under lång tid om till exempel ett snötyngt träd ligger över linjen. Om kabelns olika skikt glider mot varandra eller skärmtrådarna ger otillåtna intryckningar i det yttre ledande skiktet, är risken stor för avbrott. En konventionell kabel för markförläggning klarar inte dessa krav.

## Tillbehör och hjälpmedel

Universalkabelkonceptet är ett system. Det omfattar de komponenter som ingår i den färdiga linjen och de hjälpmedel som behövs för att projektera och bygga anläggningen.

Använd bara godkända tillbehör. Det är en förutsättning för att linjen ska uppfylla utlovade egenskaper och motsvara förväntningarna.

Denna handbok innehåller en förteckning över godkända tillbehör. Ta kontakt med **nkt cables AB** om du har några frågor.



## Planeringsanvisningar och råd

Går det att påverka nätets topologi? Det beror ofta på om det handlar om att ersätta en befintlig linje eller vid nybyggnad eller utvidgning av nätet. Svenska Elverksföreningens/Svensk Energis rapport "Nätstruktur för Landsbygden 1994" [1] beskriver och besvarar flera topologiska frågeställningar.

Här framstår jordkabelnät ofta som ett bra alternativ, men med Universalkabel handlar det inte om antingen jordkabel eller luftlinje. Istället kan du välja det alternativ som passar bäst i varje del. Universalkabel bygger ett kabelnät med möjligheten att också hänga kabeln i luft.

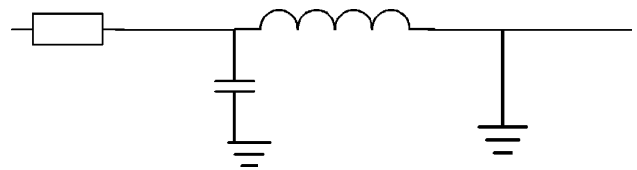
Ta redan i det första planeringsstadiet hänsyn till de möjligheter att välja väg som universalkabelkonceptet ger. En optimal linjesträckning är viktig för att få en anläggning med bästa totalekonomi.

### Några faktorer som talar för Universalkabel:

- Sambyggnadsmöjligheter med befintlig eller planerad 1 kV och telelinje.
- Friare placering av transformatorstationer.
- Kabelnät kräver varken ventilavledare eller separat nedledning.
- Känsligheten för åsköverspänningar reduceras kraftigt jämfört med blanktråd/BLX/BLL.
- Linjen kan dras längs allmän väg och blir lätt att besiktiga från bil.
- Den höga personsäkerheten gör att man kan dra luftkablar där man inte får använda blanktråd eller isolerade luftledningar BLX/BLL.
- Minskade drift- och underhållskostnader.
- Utseende! En universalkabel syns mindre. Den kan gå lågt (4,5 m eller 6 m i icke detaljplanerat respektive detaljplanerat område) eller i mark.
- Krav från markägare och andra intressenter som kan försvåra linjesträckningen, speciellt vid blanktråd/BLX/BLL.

Väg också in elektriska faktorer. Universalkabel ger kapacitiv last vilket ofta är positivt i nät på landsbygden. Spänningsfallet är lägre för en kabellinje jämfört med en friledningslinje. Mer om detta i nästa kapitel.

**Bedöm totalekonomi** genom en LCC-analys eller liknade. Ta även hänsyn till avbrottsersättningar och andra kostnader som belastar nätet.





## 3. Praktiken

### Elektriska frågor – hur påverkas nätet?

Ett nät med kabel har andra elektriska egenskaper än ett nät baserat på friledning, oavsett om kabeln ligger i mark eller hänger i stolpar i luften. Även här ger rapporten "Nätstruktur för Landsbygden 1994" [1] av Svenska Elverksföreningen en bra överblick. Rapporten "Jordningsteknik och jordfelsströmmar vid kablifiering av landsbygdsnät 1998" [2] av Sveriges Elleverantörer innehåller en utförlig beskrivning av jordningsfrågor.

Den elektriska bakgrunden till skillnaderna är bland annat att en kabel i huvudsak är en kapacitiv linje medan en friledning i huvudsak är reaktiv.

Vid val av effektbrytare måste man ta hänsyn till att en lågt lastad kabel i huvudsak drar kapacitiv ström med en fasvinkel som kan uppgå till närmare 90°. För effektbrytaren kan en liten kapacitiv ström vara lika svår att bryta som en kortslutningsström.

Undvik enfasig in- eller urkoppling av längre kabelnät, till exempel med högspänningssäkringar. Det ger osymmetrisk jordfelsström vilket kan detekteras som höghögtryck jordfel av skydd högre upp i nätet och leda till att större del av nätet kopplas ur.

#### Jordfelsströmmar

Vid användning av kabel i nätet ökar den kapacitiva jordfelsströmmen i storleksordningen 30–50 gånger jämfört med friledning. Detta ger ökade krav på kompensering och på kopplingsapparaternas brytförmåga.

Starkströmsföreskrifterna behandlar skyddsjordning av anläggningar. Hur föreskrifternas krav kan uppfyllas framgår av rapporten [2]. I ett högspänningsnät som inte är direktjordat bestäms jordslutningsströmmens storlek av nätets koppling till jord. Vid kabelnät kan den kapacitiva jordslutningsströmmen uppgå till 0,7–2,8 A/km beroende på kabelarea och driftspänning.

Det vanligaste sättet att reducera jordslutningsströmmens storlek är att koppla in en nollpunktsreaktor mellan systemnollpunkt och jord. Vid jordslutning ger denna en ström i motfas, som kompenserar jordslutningsströmmen helt eller delvis.

Det finns idag flera lösningar för att kompensera lokalt, till och med med spole inbyggd i transformatorn. Ökande användning av kabel i landsbygdsnäten driver fram nya lösningar.

#### Kortslutningshållfasthet

Universalkabel EXCEL 3x10/10 12 kV och 24 kV med ledararean 10 mm<sup>2</sup> Cu har begränsad kortslutningshållfasthet, databladet anger 2 kA i en sekund. Det begränsar vanligtvis användningen till radialer i nätet och som satellitkabel.

Den kläna arean ger tämligen hög resistans i kabeln. Den ökar ytterligare vid hög ledartemperatur, som till exempel vid en kortslutning. Detta begränsar kortslutningsströmmen kraftigt så en

kortslutning måste inträffa förhållandevis nära matande punkt för att resultera i så hög ström som 2 kA. Beräkningar och kortslutningsprov utförda på NEFI:s högströmslaboratorium i Skien, Norge, visar att EXCEL 3x10/10 i viss mån är självsäkrande om en kortslutning inträffar längre bort än ca 500 m vid 12 kV respektive 1 000 m vid 24 kV driftspänning.

Om EXCEL 3x10/10 utsätts för en kortslutningsström som är större än 2 kA under en sekund (eller motsvarande korttidsström x tid) har det vid kortslutningsprov visat sig att ledaren brinner av vid kabelskon. Det beror på att metallen där har något reducerad area och dessutom inte är kyld av plasten. Detta sker vanligtvis innan kabeln blivit skadad i övrigt och därmed kan man säga att kabeln i viss mån är självsäkrande.

### Hur skydda kabeln?

Vilket skydd som är bäst för kabeln beror bland annat på dess längd, sannolikheten för fel och vilken typ av fel som kan förutses, vilka skydd som finns i överliggande nät, vilka konsekvenser man kan acceptera med mera.

Vid en satellitkabel har man oftast säkringar före transformatorn. Dessa skyddar även kabeln mot såväl överlast som vid transformatorfel. Om själva kabeln skadas av yttre våld leder det till jordfel som vanligtvis detekteras av skydd högre upp i nätet och en större del kopplas då ur. Kortslutningsprov har visat att skadan på Universalkabeln blir mycket lokal även om snabb fränkoppling inte sker. Då kan en skarv göras för att återställa driften. Med hänsyn till den begränsade risken för att ett fel ska inträffa och de begränsade skador som då eventuellt kan uppstå kan man ofta acceptera en stum inkoppling av en satellitkabel till en ringmatning.

**En högspänningssäkring** i matande ände skyddar alltid kabeln, men om man kopplar in eller ur säkringarna en fas i taget ger den kapacitiva jordslutningströmmen i kabeln en obalans som kan detekteras av skydd högre upp i nätet och då kan en större del av nätet kopplas ur.

Tabell 1

	Resistans Ω/km	Total impedans Ω/km	Spänningsfall/km 12 kV fas-fas vid 100 A last	Spänningsfall/km 24 kV fas-fas vid 100 A last
AXCES™ 3x95	0,32	0,33	0,48 %	0,24 %
BLL 99 mm <sup>2</sup>	0,31	0,48	0,70 %	0,35 %
BLL 241 mm <sup>2</sup>	0,13	0,36	0,52 %	0,26 %

### Spänningsfall

Begreppet spänningsgodhet beskriver, med olika kriterier, kvaliteten på elleveransen i nätet. Både lågspännings- och högspänningssidan påverkar spänningsgodheten. Vid en ombyggnad där kabel ersätter friledning förbättras i allmänhet spänningsgodheten. Nätimpedansen och spänningsfluktuationerna minskar med en ökande andel kabel samtidigt som nätkortslutningseffekten ökar.

En linje med kabel är en i huvudsak kapacitiv linje medan en linje med friledning/BLX/BLL är en induktiv linje. Det medför att spänningsfallet oftast blir betydligt lägre för en linje med EXCEL/FXCEL och AXCES™ än för en linje med friledning/BLX/BLL då det induktiva spänningsfallet i kabeln är i stort sett försumbart. Luftledning har ca 0,4 W/km medan till exempel AXCES™ 3x95 har ca 0,09 W/km i reaktans (tabell 1 nedan). Värdena gäller vid en belastningsström på 100 A och 20°C lufttemperatur.

Tabell 1 nedan visar att man, vid normala laster, kommer längre mellan fördelningsstationer vid samma krav på spänningsgodhet med AXCES™ jämfört med friledning/BLX/BLL. Det innebär att nät som har problem med spänningskvalitet kan stärkas genom att ersätta friledning med AXCES™. Vid måttliga laster kan spänningsfallet för en 95 mm<sup>2</sup> AXCES™ ofta jämföras med en 241 mm<sup>2</sup> BLL.

**Vid användning av långa**, lågt lastade kabelförband kan en spänningshöjning i kabeländan uppträda. De faktorer som påverkar spänningshöjningsfaktorn, förutom kabellängden, är låg last, låg kortslutningseffekt och liten transformatoreffekt. Förekomst av övertoner i nätet kan förstärka effekten. Det enklaste sättet att åtgärda problemet är att använda en större transformator. Det kan kompensera spänningshöjningen och samtidigt ge ett mycket stabilt nät. Fenomenet får praktisk betydelse först vid mer än 5–10 km långa kabellinjer med last på enstaka kVA då spänningshöjningen kan bli någon procent.



## Åsköverspänningar

I områden där man har problem med åsköverspänningar innebär kabelalternativet flera fördelar jämfört med friledning/BLL/BLX.

### Några viktiga argument för Universalkabel:

- Elektriskt sett är det ingen principiell skillnad mellan kabelförband i mark eller i luft.
- Erfarenhetsmässigt är kabelförband väsentligt mindre utsatta för problem i samband med åsköverspänningar än anläggningar med friledning/BLL/BLX.
- Risken för direktnedslag reduceras kraftigt vid användning av universalkabel typ EXCEL/FXCEL och AXCES™ jämfört med friledning/BLL/BLX.
- Risken för driftavbrott på grund av inducerade överspänningar reduceras väsentligt med universalkabel typ EXCEL/FXCEL och AXCES™.

## Direkta nedslag

Sannolikheten för direkta nedslag i en universalkabel av typ EXCEL/FXCEL och AXCES™ som hänger i luft är mycket mindre än för en friledning och inte väsentligt större än för en kabel i mark.

EXCEL/FXCEL och AXCES™ är en skärmad produkt som utvändigt har jordpotential. Därmed joniserar den inte luften runt sig som en friledning/BLL/BLX och blixten attraheras inte av EXCEL/FXCEL och AXCES™ som av en friledning/BLL/BLX.

Universalkabelns polyetenmantel isolerar den jordade skärmen, vilket ytterligare minskar sannolikheten för nedslag – även jämfört med en jordad oisolerad lina. Dock är en kabel som hänger i luft på ett öppet och utsatt ställe mer utsatt för direkta nedslag än en kabel som ligger i marken.

**Det finns många och goda** erfarenheter från anläggningar med Universalkabel. I områden med kraftiga åskoväder, som slagit ut mängder av transformatorer i friledningsnätet, har delen med Universalkabel klarat sig helt utan avbrott eller skador.

Direkta nedslag i en kabel leder sannolikt till haveri och att den måste repareras, oavsett om den hänger i luft eller ligger i marken. Du kan minska risken för direktnedslag i kabeln genom att spänna en jordlina över kabeln. Detta ökar dock risken för direktnedslag i systemet då en friledning/BLL/BLX är mer utsatt än kabeln även om linan är jordad. En jordlina ger samtidigt ytterligare ett mekaniskt skydd mot träd som faller på linjen. Speciellt för EXCEL, som har något lägre mekanisk hållfasthet, kan detta vara ett alternativ på ställen som erfarenhetsmässigt är särskilt utsatta.

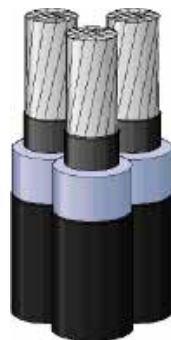


**Kabel  
(EXCEL/AXCES™)**

**Uppbyggnad**

- Ledare
- Inre ledande skikt
- Isolering
- Yttre ledande skikt
- Metallisk skärmning
- Isolerande mantel

Inget externt elektriskt fält



**Kabel  
AXUS**

**Uppbyggnad**

- Ledare
- Inre ledande skikt
- Isolering
- Yttre ledande skikt
- 
- 

Litet externt elektriskt fält



**Kabel  
BLL (blank lina)**

**Uppbyggnad**

- Ledare
- 
- Isolering (BLL)
- 
- 
- 

Stort externt elektriskt fält

### Inducerade överspänningar

Inducerade spänningar uppträder i alla elektriska ledare som utsätts för varierande elektromagnetiska fält, till exempel vid blixtnedslag. Problemet med inducerade överspänningar finns därför hos alla typer av elektriska ledningar, blanklina, kabel i stolpar och även med kabel i mark. Det får dock olika konsekvenser beroende på anläggningens konstruktion.

**I en blank lina** leder den inducerade spänningen i fasledaren till ett överslag, vanligtvis mellan fas och regel – förutsatt att spänningen är tillräckligt stor. Överslaget tändar en 50 Hz ljusbåge med en ström vars storlek beror på nätets uppbyggnad. Detta kan exempelvis ske i en stolpe, mellan lina och regel. Ljusbågens fotpunkt vandrar då längs linan i lastens riktning och det uppstår oftast ingen större skada innan fränkoppling sker. Efter återinkoppling fortsätter driften. Nackdelen är att det sker ett avbrott i strömleveransen.

**I en belagd ledning** som BLL leder den inducerade spänningen i fasledaren till ett överslag på samma sätt som för en blanklina. Också här kommer 50 Hz-strömmen att gå i ljusbågen, men plastbeläggningen hindrar ljusbågens vandring längs BLL-linan. Det finns risk att linan bränns av om man inte vidtagit skyddsåtgärder, vanligtvis i form av ljusbågshorn. Det sker ett driftavbrott innan återinkoppling sker, precis som vid blanklina.

**I Universalkabeln**, som är en helt skärmad produkt, induceras en överspänning i skärmen. Den är jordad i båda ändar och vid måttliga överspän-

ningar leds överspänningen till jord i jordningspunkterna. Vid långa kabellängder (flera kilometer) kan jordningspunkterna ligga så långt bort att överspänningen, åtminstone teoretiskt, kan gå ut genom kabelns mantel till jord, till exempel där kabeln går ned i marken. Detta resulterar ändå inte i en ljusbåge mellan fas och jord eftersom det bara är den inducerade överspänningen som leds bort. Denna är relativt energifattig och kan på sin höjd resultera i en mindre punktering av manteln. Det skadar inte kabelns funktion och leder heller inte till något driftavbrott.

Detta fenomen, som kan uppträda hos kabel i luft, kan också förekomma i traditionell kabel i mark och är i praktiken inget problem. Erfarenheten visar istället att kabelnät klarar sig från driftstörningar och inte heller drabbas av havererade transformatorer på det sätt som är vanligt med friledning eller BLL.

# Projektering

## Allmänna anvisningar

Universalkabelkonceptet innebär nya möjligheter att välja linjestreckning. Ta hänsyn till det redan i projekteringsstadiet. Flexibiliteten som EXCEL/FXCEL och AXCES™ ger kan betyda ekonomiska fördelar redan vid investeringen, förutom drift- och underhållsmässiga fördelar.

Med Universalkabel blir du också friare när det gäller placering av nätstationer. Andra faktorer att ta hänsyn till är att kabeln kan följa vägar, gå ner i mark samt att sambyggas med tele- och it där det är möjligt.

Hjälpmiddel för projektering finns bland annat genom EBR, i form av konstruktionsstandard, typblad och programvaror.

Det är rationellt ur byggnadssynpunkt att tidigt i projekteringen planera in skarvar och vilka kabel-längder som ska beställas. Tänk också igenom trumplaceringar och utdragningsriktning.

En genomtänkt linjelayout kan ge stora besparingar. Det ger ofta ett bättre utgångsläge att från början tänka "jordkabel" istället för "blanktråd".

## Avgreningar

Det finns många sätt att göra öppna och kapslade avgreningar. Kapslade lösningar har fördelen att de ger beröringsskydd och inte heller ger blixten möjlighet att träffa anläggningen. Bäst är om man helt kan undvika avgreningar eller om man kan göra dem direkt på transformatorn.



## Brottlänkar

En brottlänk är ett mekaniskt element som är konstruerat att brista innan skador uppstår på kabel, krokar eller stolpar efter trädpåfall eller is. Länken mellan krok och hängdon är ett exempel på en enkel brottlänk (se bilder nedan). Efter stormen "Gudrun" kom diskussionen om användandet av brottlänkar igång på allvar i Sverige.

Erfarenheterna från linjer med Universalkabel blev mycket goda, trots att de inte använde brottlänkar. I de flesta fall fungerar det utmärkt utan, men brottlänkar kan användas där man förutser mycket och tunga trädpåfall.

Länkens syfte är att öka driftsäkerheten hos systemet. Räkna på de laster som kan uppkomma vid normal drift, med is- och vindlast, och de spännlängder och vinklar som finns i systemet. Lämplig brottlast för brottlänk kan då vara i storleksordningen två gånger de beräknade krafterna. Se tabell 2 för rekommendationer.

Ta också hänsyn till vad som händer när brottlänken brister. Komponenter som bergsstag, staglinor eller skyltar, som kan skada den nedfallande kabeln, bör flyttas eller skyddas. Under kabeln bör det inte

finnas något som kan skada den. Korsningsspänn, yttervinklar och ändstolpar är platser där det är direkt olämpligt att använda brottlänk.

Tabell 2 nedan ger några förslag på brottlänkar, fler fabrikat finns på marknaden. Lämplig brottlast under normala förhållanden är 4–6 kN för EXCEL/FXCEL och 11–15 kN för AXCES™.

Tabell 2

### Brottlänkar för EXCEL/FXCEL

Fabrikat	Typ	E-nr	Brottlast
Melbye	5360/1	06 474 46	4 kN +/- 10%
Pfisterer	620 001 001		4 kN +/- 1 kN

### Brottlänkar för AXCES™

Fabrikat	Typ	E-nr	Brottlast
Ensto	SO 135.150		15 kN
Melbye	5096/5	06 474 52	14,5 kN +/- 10%
Pfisterer	622 039 002		13 kN +/- 2 kN

Till hängdon ECH14 och SO86 passar bara Pfisterers länk.

Till hängdon ECH12 och SO99 passar alla länkarna.

Melbyes länkar är kortast och man tappar således minst i bygghöjd samt har svårast att ofrivilligt kroka ur.



Pfisterer + ECH14



Melbye + ECH12



Ensto + ECH12



## Vindlaster

En lina eller kabel påverkas av vinden på olika sätt beroende på flera faktorer. Vindhastighet och vindriktning betyder mycket. Linans eller kabelns profil påverkar också. Materielval och uppbyggnaden av linan eller kabeln avgör hur den dämpar effekten av vinden. För "konventionella" linor är det tämligen väl utrett vad storleken på vindlaster har för effekt, men det är inte lika väl utrett för kablar bestående av både metall och flera lager plast och med ett tvärsnitt som inte är runt.

**nkt cables AB** har gjort både beräkningar och fältmässiga prov för att bestämma vindens påverkan på Universalkablarna EXCEL och AXCES™. Båda kablarna har testats på EA Technologys provfält på Shetlandsöarna [3]. Området har ett utsatt läge i Nordatlanten, med mycket starka vindar. Vindstyrkor på över 150 km/h uppmättes under de 18 månader då proven pågick. Vindstyrka, riktning samt dragkrafter i kablarna loggades under hela provperioden.

Tabell 3

Vindhastighet m/s	Ökning av inspänningskraften i kabeln kN	
	EXCEL	AXCES™
10	0,22	0,29
20	0,49	0,67
30	0,78	1,09
40	1,25	1,49

Dessa data ligger till grund för nedanstående tabeller 3 och 4. Vindriktningen förutsätts vara vinkelrätt mot linjen och krafterna anges som ökning av inspänningskraften i kabeln samt sidokraft på kabeln vid olika vindstyrkor. Siffrorna gäller för ett 90 meters spann. Isbeläggning försämrar värdena. Då blir kabeln både "större" och mer rund till formen.

**Under proven på Shetlandsöarna** filmades kablarna utan att visa tecken på galoppering eller vibrationer, fenomen som förekommer med blanka linor/BLX/BLL. Universalkabelns fördel är troligtvis att vinden roterar runt den vridna kabelkroppen och får sämre "tag" i den. Det mekaniska kraftöverföringssystemet i kabelns konstruktion ger även en dämpande effekt vid större svängningar. Det är denna kombination som gör att Universalkabeln inte drabbas av galoppering.

Tabell 4

Vindtryck (sidokraft) på kabeln kN <i>Beräknat med formfaktor <math>\mu=0,5</math></i>	
EXCEL	AXCES™
0,1	0,2
0,4	0,6
0,8	1,3
1,4	2,2





## Ledningsgator och vägval

EXCEL/FXCEL och AXCES™ är fullt isolerade kablar och det behövs ingen ledningsgata för att förhindra överslag på grund av nedhängande träd. På sikt ska dock inte grenar ligga och skava mot manteln då det kan bli nötnings-skador.

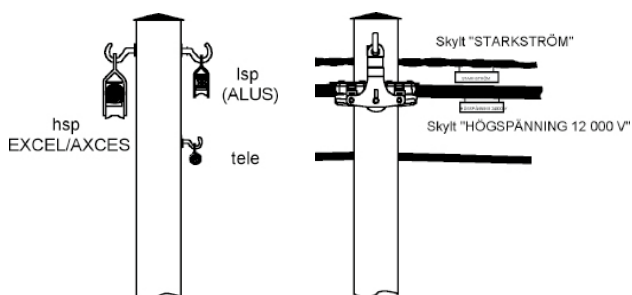
### Det finns många skäl att hålla ledningsgatorna smala:

- Intrånget och inlösen av skog minskar.
- Täta gator får begränsad nybeväxning och röjningsbehovet minskar.
- Träd som står tätt skyddar varandra och det minskar risken för trädpåfall vid oväder.

Det är ofta ett bra linjeval att följa befintliga vägar.

## Sambyggnad

Det är ofta möjligt att använda samma stolpar för både lågspänning, gatubelysning och tele. Här är några exempel på vad som är tillåtet i Sverige:



## Korsning med väg eller järnväg

Korsningar över allmän väg kan utföras enligt Svensk Standard SS 436 02 80 och över järnväg enligt SS 436 02 81. Standarden gäller för linjer med bärliniekablar, men kravet på bärlina kan uteslutas när kabeln är självbärande. En modernare standard är SS EN 50423-3.

Skarv får inte förekomma på korsningsspännet.

## Vinklar och extra avspänningar

Vid vinklar som är större än de som hängdonen är specificerade för kan man använda ett ok (se sida 25) med två hängdon för att dubblera den maximalt användbara vinkeln. Vid ännu större vinklar måste man spänna av med spiraler åt båda hållen.

### Avspänning med spiraler kan vara aktuellt även vid andra tillfällen:

- Vid en linje med stora höjdskillnader kan man behöva spänna av i närheten av krönet för att inte allt för stor del av kabelns vikt ska hänga i topphängdonet.
- När det är spann med stor skillnad i spannlängd intill varandra kan man behöva spänna av med spiraler för att inte det korta spannet ska bli översträckt och det långa spannet få för stort nedhäng.

Om det är långa linjer kan det vara praktiskt både ur bygnads- och underhållssynpunkt att spänna av linjen med spiraler på lämpliga ställen.

## Sambyggnad och vid korta spann

När man bygger korta spann med AXCES och använder definierad påkänning i ledaren blir det höga krafter i stolpar och stag. Det kräver onödigt grova stolpar. Använd istället cirka 2,5 procent nedhäng vid det aktuella normalspannet. Det minskar påkänningen och ger en snyggare linje. I beräkningsprogram som SIB:s AvCAD görs denna beräkning enklast genom att minska den definierade påkänningen med till exempel 20 procent.

## Projektering EXCEL/FXCEL

EXCEL 3x10/10 är konstruerad för ett normalspann på 70 meter, maxspann 90 meter. FXCEL 3x16/10 är konstruerad för ett normalspann på 80–90 meter, maxspann 110 meter. Kabeln spänns upp enligt regleringstabeller nedan.

Projektering och stolpdimensionering sker enklast med beräkningsprogram. Följande tabeller nedan anger data för inmatning i programmen. En del program (till exempel SIB AvCAD) har redan data för universal-kablarna inlagda.

### Regleringstabell, vid upphängning av EXCEL 3x10/10 12 kV

Kabeltemperatur vid upphängningstillfället °C	Dragkraft kN	Nedhäng i meter vid en spännvidd i meter av				
		50	60	70	80	90
20	2,5	1,0	1,4	1,9	2,5	3,1
10	2,6	1,0	1,4	1,8	2,4	3,0
0	2,7	0,9	1,3	1,7	2,3	2,9
-10	2,8	0,9	1,3	1,7	2,2	2,8
-20	2,9	0,8	1,2	1,6	2,1	2,7

### Regleringstabell, vid upphängning av EXCEL 3x10/10 24 kV

Kabeltemperatur vid upphängningstillfället °C	Dragkraft kN	Nedhäng i meter vid en spännvidd i meter av				
		50	60	70	80	90
20	3,0	1,0	1,4	2,0	2,6	3,3
10	3,1	1,0	1,4	1,9	2,5	3,2
0	3,2	0,9	1,3	1,8	2,4	3,1
-10	3,3	0,9	1,3	1,7	2,3	3,0
-20	3,4	0,8	1,2	1,7	2,2	2,9

### Regleringstabell, vid upphängning av FXCEL 3x16/10 12 kV

Kabeltemperatur vid upphängningstillfället °C	Dragkraft kN	Nedhäng i meter vid en spännvidd i meter av						
		50	60	70	80	90	100	110
20	3,8	0,85	1,22	1,66	2,2	2,7	3,4	4,1
10	3,95	0,81	1,17	1,59	2,1	2,6	3,2	3,9
0	4,1	0,78	1,12	1,53	2,0	2,5	3,1	3,8
-10	4,3	0,75	1,08	1,46	1,9	2,4	3,0	3,6
-20	4,5	0,71	1,03	1,40	1,8	2,3	2,85	3,45

### Regleringstabell, vid upphängning av FXCEL 3x16/10 24 kV

Kabeltemperatur vid upphängningstillfället °C	Dragkraft kN	Nedhäng i meter vid en spännvidd i meter av						
		50	60	70	80	90	100	110
20	4,2	1,05	1,51	2,06	2,7	3,4	4,2	5,1
10	4,3	1,02	1,47	2,00	2,6	3,3	4,1	5,0
0	4,4	0,99	1,43	1,95	2,5	3,2	4,0	4,8
-10	4,5	0,97	1,39	1,89	2,5	3,1	3,9	4,7
-20	4,7	0,94	1,35	1,84	2,4	3,0	3,8	4,5

### Projekteringstabell, EXCEL 3x10/10 12 kV (definierad påkänning i ledare 67,5 N/mm<sup>2</sup>, 0°C)

	Mallnummer samt största dragkraften, som oftast inträffar vid islast				
Normalspann m	50	60	70	80	90
Stakningsmall +50°C mallnr.	2430	2250	2100	2000	1930
Stakningsmall +65°C mallnr.	2600	2350	2150	2070	2000
Kortslutningsmall mallnr.	3560	3000	2800	2600	2400
Dragkraft vid 0°C och 2 kg/m islast	6,5 kN	7,0 kN	7,5 kN	7,8 kN	8,1 kN

### Projekteringstabell, EXCEL 3x10/10 24 kV (definierad påkänning i ledare 80 N/mm<sup>2</sup>, 0°C)

	Mallnummer samt största dragkraften, som oftast inträffar vid islast				
Normalspann m	50	60	70	80	90
Stakningsmall +50°C mallnr.	2600	2460	2350	2250	2200
Stakningsmall +65°C mallnr.	2760	2560	2400	2320	2240
Kortslutningsmall mallnr.	3600	3270	3000	2800	2640
Dragkraft vid 0°C och 2 kg/m islast	6,6 kN	7,0 kN	7,4 kN	7,7 kN	7,9 kN

### Projekteringstabell, FXCEL 3x16/10 12 kV (definierad påkänning i ledare 75 N/mm<sup>2</sup>, 0°C)

	Mallnummer samt största dragkraften, som oftast inträffar vid islast						
Normalspann m	50	60	70	80	90	100	110
Stakningsmall +50°C mallnr.	2100	1910	1780	1690	1610	1560	1510
Stakningsmall +65°C mallnr.	2190	1980	1830	1730	1650	1590	1540
Kortslutningsmall mallnr.	3200	3000	2500	2300	2100	2000	1900
Dragkraft vid 0°C och 2 kg/m islast	7,8 kN	8,5 kN	9,1 kN	9,5 k N	10 kN	10,3 kN	10,6 kN

### Projekteringstabell, FXCEL 3x16/10 24 kV (definierad påkänning i ledare 80 N/mm<sup>2</sup>, 0°C)

	Mallnummer samt största dragkraften, som oftast inträffar vid islast						
Normalspann m	50	60	70	80	90	100	110
Stakningsmall +50°C mallnr.	2390	2200	2070	1980	1910	1860	1820
Stakningsmall +65°C mallnr.	2470	2260	2120	2020	1950	1890	1840
Kortslutningsmall mallnr.	3400	3000	2700	2500	2350	2250	2150
Dragkraft vid 0°C och 2 kg/m islast	7,8 kN	8,4 kN	8,9 kN	9,3 kN	9,6 kN	9,9 kN	10,1 kN

Köldmall (-40°C) kan ge hög dragkraft. Vid korta normalspann bör därför inspänningskraften minskas.

## Stolpdimensionering EXCEL/FXCEL

Stolpdimensionering sker lämpligast med hjälp av beräkningsprogram, t.ex. SIB:s AvCAD.

Följande data kan gälla som ingångsvärden för de flesta program:

	EXCEL 3x10/10 12 kV	EXCEL 3x10/10 24 kV	EXCEL 3x16/10 12 kV	EXCEL 3x16/10 24 kV
"Area"	40 mm <sup>2</sup>	40 mm <sup>2</sup>	55 mm <sup>2</sup>	55 mm <sup>2</sup>
Diameter	29 mm	38 mm	31 mm	40 mm
Qe = Vikt	8,3 N/m	11,8 N/m	10,4 N/m	14 N/m
E <sub>ik</sub> =Elasticitetsmodul före islast	96 000 N/mm <sup>2</sup>	75 000 N/mm <sup>2</sup>	80 000 N/mm <sup>2</sup>	78 000 N/mm <sup>2</sup>
E <sub>p</sub> =Elasticitetsmodul	111 000 N/mm <sup>2</sup>	87 000 N/mm <sup>2</sup>	100 000 N/mm <sup>2</sup>	98 000 N/mm <sup>2</sup>
τ <sub>p</sub> = permanent töjning	0,5 %	0,5 %	0,4 %	0,5 %
Längdutvidgningskoefficient	20 ·10 <sup>-6</sup> /°C	20 ·10 <sup>-6</sup> /°C	18 ·10 <sup>-6</sup> /°C	18 ·10 <sup>-6</sup> /°C
Definierad påkänning vid	0°C 67,5 N/mm <sup>2</sup>	80 N/mm <sup>2</sup>	75 N/mm <sup>2</sup>	80 N/mm <sup>2</sup>
Maximal kontinuerlig belastning på kabeln i beräkningar	8,1 kN	8,5 kN	11 kN	11 kN
Brottlast vid snabb belastning	20 kN	22 kN	25 kN	25 kN
Brottlast vid långtidsbelastning	>=15 kN	>=15 kN	>=17 kN	>=17 kN

Vid beräkning av regleringstabell kan man förändra den definierade påkänningen i ledaren för att åstadkomma olika resultat. Om man har korta spann rekommenderas att minska värdet för att inte få höga stolpkrafter vid låga temperaturer.

## Projektering AXCES™

AXCES™ är konstruerad för ett normalspann på 100 till 110 meter, normalspann 120 till 140 meter under gynnsamma omständigheter. Maxspann kan vara betydligt längre. Kabeln spänns upp enligt regleringstabellen nedan. Vid beräkning av regleringstabell är det nödvändigt att ändra arean i beräkningarna. Använd 220 mm<sup>2</sup> (istället för 210 mm<sup>2</sup>) för AXCES™ 3x70/16 och för AXCES™ 3x95/25 300 mm<sup>2</sup> (istället för 285 mm<sup>2</sup>). Dessa värden ger bättre överensstämmelse i beräkningsprogrammen. Anledningen till justeringen är att skärmen och plasten ger ett bärande tillskott.

### Regleringstabell, vid upphängning av AXCES™ 3x70/16 12 kV

Kabeltemperatur vid upphängningstillfället °C	Dragkraft kN	Nedhäng i meter vid en spännvidd i meter av vid definierad påkänning i ledare 42 N/mm <sup>2</sup> , 0°C						
		60	80	90	100	110	120	140
20	8,3	0,87	1,55	1,96	2,4	2,9	3,5	4,7
10	8,7	0,83	1,47	1,86	2,3	2,8	3,3	4,5
0	9,2	0,78	1,39	1,75	2,15	2,6	3,1	4,2
-10	9,8	0,73	1,30	1,65	2,0	2,4	2,9	4,0
-20	10,5	0,68	1,21	1,54	1,9	2,3	2,7	3,7

### Regleringstabell, vid upphängning av AXCES™ 3x70/16 24 kV

Kabeltemperatur vid upphängningstillfället °C	Dragkraft kN	Nedhäng i meter vid en spännvidd i meter av vid definierad påkänning i ledare 42 N/mm <sup>2</sup> , 0°C						
		60	80	90	100	110	120	140
20	9,1	0,87	1,55	1,96	2,4	2,9	3,5	4,7
10	9,6	0,83	1,47	1,86	2,3	2,8	3,3	4,5
0	10,1	0,78	1,39	1,75	2,15	2,6	3,1	4,2
-10	10,8	0,73	1,30	1,65	2,0	2,4	2,9	4,0
-20	11,5	0,68	1,21	1,54	1,9	2,3	2,7	3,7

### Regleringstabell, vid upphängning av AXCES™ 3x95/25 12–24 kV

Kabeltemperatur vid upphängningstillfället °C	Dragkraft kN	Nedhäng i meter vid en spännvidd i meter av vid definierad påkänning i ledare 42 N/mm <sup>2</sup> , 0°C					
		60	80	90	100	110	120
20	9,6	1,1	1,9	2,2	2,8	3,4	4,0
10	10,0	1,0	1,8	2,2	2,7	3,2	3,8
0	10,5	0,9	1,6	2,1	2,5	3,1	3,7
-10	11,0	0,8	1,5	1,9	2,4	2,9	3,5
-20	11,6	0,7	1,4	1,8	2,2	2,8	3,4

### Regleringstabell, vid upphängning av AXCES™ 3x70/25 36 kV

Kabeltemperatur vid upphängningstillfället °C	Dragkraft kN	Nedhäng i meter vid en spännvidd i meter av vid definierad påkänning i ledare 42 N/mm <sup>2</sup> , 0°C					
		60	80	90	100	110	120
20	9,4	1,0	1,8	2,1	2,6	3,2	3,8
10	9,9	0,9	1,7	2,1	2,5	3,0	3,6
0	10,3	0,8	1,6	2,0	2,4	2,9	3,5
-10	11,0	0,8	1,4	1,8	2,3	2,8	3,4
-20	11,6	0,7	1,3	1,7	2,1	2,7	3,3

### Projektering och stolpdimensionering av AXCES™

Projektering och stolpdimensionering sker enklast i beräkningsprogram.

### Projekteringstabell, AXCES™ 3x70/16 12 kV (definierad påkänning i ledare 42 N/mm<sup>2</sup>, 0°C)

Normalspann m	Nedhäng i meter, mallnummer samt största dragkraften, som oftast inträffar vid islast						
	60	80	90	100	110	120	140
Stakningsmall +50°C mallnr.	1,7 1860	2,5 1540	2,9 1440	3,4 1360	3,9 1300	4,5 1250	5,8 1180
Stakningsmall +65°C mallnr.	1,8 1950	2,6 1600	3,0 1500	3,5 1410	4,1 1340	4,6 1290	5,9 1200
Kortslutningsmall mallnr.	2,7 3000	3,8 2350	4,3 2130	4,9 1960	5,5 1820	6,2 1720	7,5 1550
Dragkraft vid 0°C och 2 kg/m islast, FPT	kN 15,1 *	kN 16,5	kN 17,0	kN 17,5	kN 17,9	kN 18,3	kN 18,9
Dragkraft vid 0°C och 2 kg/m islast, EPT	kN 12,4 *	kN 14,2	kN 14,9	kN 15,6	kN 16,2	kN 16,7	kN 17,5

### Projekteringstabell, AXCES™ 3x70/16 24 kV (definierad påkänning i ledare 46 N/mm<sup>2</sup>, 0°C)

Normalspann m	Nedhäng i meter, mallnummer samt största dragkraften, som oftast inträffar vid islast						
	60	80	90	100	110	120	140
Stakningsmall +50°C mallnr.	1,7 1860	2,5 1540	2,9 1440	3,4 1360	3,9 1300	4,5 1250	5,8 1180
Stakningsmall +65°C mallnr.	1,8 1950	2,6 1600	3,0 1500	3,5 1410	4,1 1340	4,6 1280	5,9 1200
Kortslutningsmall mallnr.	2,7 3000	3,7 2350	4,3 2130	4,9 1960	5,5 1820	6,2 1720	7,6 1550
Dragkraft vid 0°C och 2 kg/m islast, FPT	kN 15,8 *	kN 17,2	kN 17,7	kN 18,2	kN 18,7	kN 19,0	kN 19,7
Dragkraft vid 0°C och 2 kg/m islast, EPT	kN 12,9 *	kN 14,8	kN 15,6 1	kN 6,2	kN 16,8	kN 17,4	kN 18,2

### Projekteringstabell, AXCES™ 3x70/25 36 kV (def. påkänning i ledare 46 N/mm<sup>2</sup>, 0°C)

Normalspann m	Nedhäng i meter, mallnummer samt största dragkraften, som oftast inträffar vid islast						
	60	80	90	100	110	120	140
Stakningsmall +50°C mallnr.	1,9 2100	2,8 1740	3,3 1630	3,9 1550	4,5 1500	5,2 1430	6,6 1350
Stakningsmall +65°C mallnr.	2,0 2200	2,9 1800	3,5 1700	4,1 1620	4,7 1540	5,4 1500	6,9 1400
Kortslutningsmall mallnr.	2,9 3200	4,0 2500	4,6 2250	5,3 2100	6,0 2000	6,7 2850	8,4 1700
Dragkraft vid 0°C och 2 kg/m islast, FPT	kN 16,1 *	kN 17,3	kN 17,7	kN 18,1	kN 18,4	kN 18,6	kN 19,0
Dragkraft vid 0°C och 2 kg/m islast, EPT	kN 13,1 *	kN 14,8	kN 15,5	kN 16,1	kN 16,6	kN 17,0	kN 17,7

### Projekteringstabell, AXCES™ 3x95/25 12 + 24 kV (def. påkänning i ledare 35 N/mm<sup>2</sup>, 0°C)

Normalspann m	Nedhäng i meter, mallnummer samt största dragkraften, som oftast inträffar vid islast						
	60	80	90	100	110	120	140
Stakningsmall +50°C mallnr.	1,9 2100	2,8 1740	3,3 1630	3,9 1550	4,5 1500	5,2 1430	6,6 1350
Stakningsmall +65°C mallnr.	2,0 2200	2,9 1800	3,5 1700	4,1 1620	4,7 1540	5,4 1500	6,9 1400
Kortslutningsmall mallnr.	2,9 3200	4,0 2500	4,6 2250	5,3 2100	6,0 2000	6,7 2850	8,4 1700
Dragkraft vid 0°C och 2 kg/m islast, FPT	kN 16,1 *	kN 17,3	kN 17,7	kN 18,1	kN 18,4	kN 18,6	kN 19,0
Dragkraft vid 0°C och 2 kg/m islast, EPT	kN 13,1 *	kN 14,8	kN 15,5	kN 16,1	kN 16,6	kN 17,0	kN 17,7

\* Köldmall (-40°C) ger högre dragkraft. Vid korta normalspann bör därför inspänningskraften minskas.

### Projektering och stolpdimensionering av AXCES™

Enklast sker projektering och stolpdimensionering i beräkningsprogram, data för inmatning i program ges nedan. En del program (exempelvis SIB AvCAD) har data för universalkablarna inlagda.

Följande data gäller som ingångsvärden i programmen:

	AXCES™ 3x70/16 12 kV	AXCES™ 3x70/16 24 kV	AXCES™ 3x70/25 36 kV	AXCES™ 3x95/25 12-24 kV
Area	210 mm <sup>2</sup>	210 mm <sup>2</sup>	210 mm <sup>2</sup>	285 mm <sup>2</sup>
Diameter	41 mm	45 mm	52 mm	49 mm
Qe = Vikt	15 N/m	18 N/m	21 N/m	22 N/m
E <sub>ik</sub> =Elasticitetsmodul före islast	55 000 N/mm <sup>2</sup>	55 000 N/mm <sup>2</sup>	55 000 N/mm <sup>2</sup>	47 000 N/mm <sup>2</sup>
E <sub>p</sub> =Elasticitetsmodul permanent töjning. (efter islast)	0,5 % 64 000 N/mm <sup>2</sup>	0,5 % 64 000 N/mm <sup>2</sup>	0,4 % 64 000 N/mm <sup>2</sup>	0,5 % 61 000 N/mm <sup>2</sup>
τ <sub>p</sub> = permanent töjning	0,7 % 0,7 mm/m	0,7 % 0,7 mm/m	0,8 % 0,8 mm/m	0,8 % 0,8 mm/m
Längdutvidgningskoefficient	23 ·10 <sup>-6</sup> /°C	23 ·10 <sup>-6</sup> /°C	23 ·10 <sup>-6</sup> /°C	23 ·10 <sup>-6</sup> /°C
Definierad påkänning vid 0°C	42 N/mm <sup>2</sup>	46 N/mm <sup>2</sup>	46 N/mm <sup>2</sup>	35 N/mm <sup>2</sup>
Maximal kontinuerlig belastning på kabeln i beräkningar	27 kN	27 kN	27 kN	28 kN
Brottlast vid snabb belastning	55 kN	56 kN	57 kN	70 kN
Brottlast vid långtidsbelastning	49 kN	49 kN	49 kN	51 kN

## Materielval

### Allmänna anvisningar

Använd alltid materiel som är anpassat till Universalkabelkonceptet. Det underlättar bygget och säkerställer driftsäkerheten.

När Universalkabel används i luft kan den komma att utsättas för våldsamma påkänningar vid exempelvis trädpåfall. Då är det viktigt att alla komponenter är avsedda för den aktuella kabeln. Detta gäller speciellt för hängdon och spiraler för inspanning. SEK Handbok 443 ger vägledning om vilka krav man ska ställa på ett hängkabelsystem och dess ingående komponenter.

Det går att använda andra fabrikat av avslut och skarvar än de rekommenderade under förutsättning att de är avsedda för den aktuella kabeln med dess dimensioner och spänning. Om en skarv byggs i spann, som dragavlastad skarv, kan man använda vilken som helst som är avsedd för aktuell kabelarea och spänning. Vid dragpåkänd skarv är det bara tillåtet att använda godkänt skarvfabrikat och skarvtyp som är testad för aktuell applikation. Kravet gäller även använd skarvhylsa.

För AXCES™ är det viktigt att skarvhylsor och kabelskor är avsedda för legerad lina (Al59), således är djuppressning mindre lämpligt.

Materielen som rekommenderas på följande sidor uppfyller ovanstående krav. Sammanställningen ska ses som förslag och ge hjälp vid val av det materiel som passar bäst.

Ta kontakt med **nkt cables AB** om du har frågor som rör materielval.

Förutom materielsatser kan det behövas verktyg vid själva bygget. Detta behandlas i kapitlet "Bygganvisningar".

### Hängdon

Hängdonet har flera uppgifter. Det har en inbyggd linvagn för snabb och enkel utdragning av förlina och kabel i långa längder. Både ECH12 och ECH14 uppfyller dessa krav.

Hängdonen SO99 och SO86 är framtagna för ALUS. De har begränsad förmåga när det gäller utdragningslängd och hastighet, men kan användas för EXCEL/FXCEL i lättare byggen.

Under drift ska hängdonet ge ett lågt ytryck på kabeln och medge avvinkling av linjen.

Se tabell på sidan 41.



### Spiraler

Spiralens uppgift är att föra över dragkraften till kabeln utan att skada den. Vid normal last trycker spiralen måttligt medan den griper hårdare tag i kabeln vid ökad belastning, som till exempel ett trädpåfall. Vid ökad belastning ska spiralen hålla kvar kabeln, utan att glida på manteln, till dess att kabeln går av. Detta ställer höga krav på spiralen och använd därför bara godkända spiraler.

Ta rätt spiral, de är oftast färgmärkta enligt tabell på sidan 42, och ibland med text på trådarna.



Tips: Det går mycket lättare att sätta på spiralen om man delar den det sista varvet och tar 2-3 trådar åt gången.





## Upphångningsmateriel

För att hänga Universalkabel i stolpar behövs upphångningsmateriel, som krokar, reglerskruvar, distanselement, fästjärn med mera. Följande sidor ger förslag på rekommenderat materiel. Materielvalet är inte kritiskt, men det finns några punkter man bör beakta. I många fall kan vanliga EBR-satser användas.

Krokar och liknande materiel ska ha tillräcklig hållfasthet för de krafter som kan uppstå vid normal drift på grund av till exempel vind och is. Vid krafter utöver det normala kommer något att ge med sig, som krok, stolpe eller en eventuell brottlänk.

Kabeln AXCEST<sup>TM</sup> har mycket hög brottlast och när den används är det normalt något annat än kabeln som ger med sig.

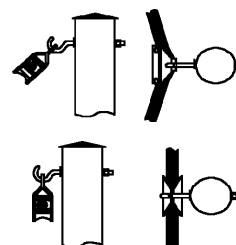
Tänk på att det ska vara smidigt att bygga linjen. Det kan underlätta mycket med en reglerskruv vid spiralerna. Då är det lättare att få plats med en kabelböj, man kan efterjustera nedhången och behöver därmed inte passa in spiralernas läge lika noga. En kort staglina och två stagskruvar fungerar också utmärkt.

Om det finns risk för lyft i förlinan vid utdragning, använd en krok med lås som förhindrar att hängdonet lyfts av kroken innan kabeln kommer fram. Kroken måste dessutom bygga ut så mycket från stolpen att hängdonet går fritt. Undvik att bygga i yttervinkel då det kräver krok med stor utliggning. Dessutom ökar risken för att en nysatt stolpe vrids vid utdragning om man bygger i yttervinkel.

## Exempel på upphångningsmateriel för EXCEL/FXCEL

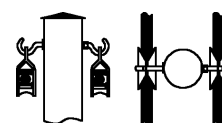
Raklinje eller innervinkel

Hängdon SO99, SO86 eller ECH12  
EBR-sats 0171 (E 06 017 00)



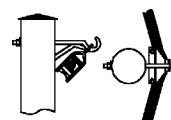
Dubbel raklinje

Hängdon SO99, SO86 eller ECH12  
EBR-sats 0171 (E 06 017 10)



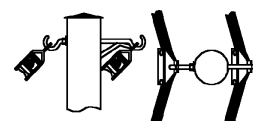
Yttervinkel

Hängdon SO99, SO86 eller ECH12  
EBR-sats 0172 (E 06 017 20)



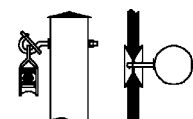
Dubbellinje med vinkel (ofta bättre med två innervinkel över varandra)

Hängdon SO99, SO86 eller ECH12  
EBR-sats 0173 (E 06 017 30)



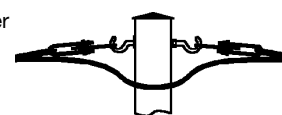
Vid risk för lyft i hängdon vid utdragning

Krok med låsbleck SOT 101.1  
(E 06 451 28)



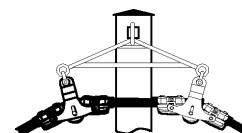
Avspänningsstolpe med två spiraler  
Max avvinkling 5°

EBR-sats 0171 (E 06 017 10)  
Reglerskruv 12 (E 06 246 70)



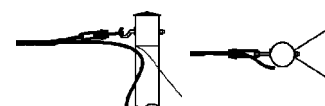
Vinkelstolpe innervinkel, max 75°

Hängdon ECH12  
Dubbelok SOT 73 (inkl. fästbult, schackel) (E 06 290 34)



Ändstolpe

EBR-sats 0170 (E 06 017 00)  
Reglerskruv 12 (E 06 246 70)  
Spiral



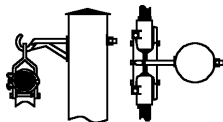
Ändstolpe dubbel

EBR-sats 0174 (E 06 017 40)  
Reglerskruv 12 (2st) (E 06 246 70)  
Spiral (2 st)

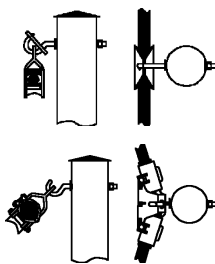


## Exempel på upphängningsmateriel för AXCES™

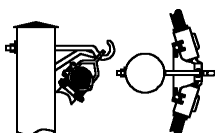
Raklinje eller mindre yttervinkel  
Hängdon ECH12 eller ECH14  
EBR-sats 0172 (E 06 017 20)



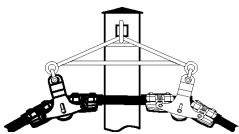
Vinkelstolpe innervinkel, max 45°  
Hängdon SO99, SO86 eller ECH12  
EBR-sats 0170 (alt. EBR-sats 0172)  
alt. krok med låsbleck SOT 101.1  
(E 06 451 28)



Vinkelstolpe yttervinkel, max 35°  
Hängdon ECH12 eller ECH14  
Krok SOT 74 med pinnskruv SOT 78 (M24)  
(E06 290 36)

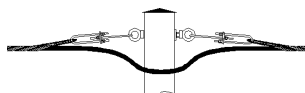


Vinkelstolpe innervinkel, max 75°  
Hängdon ECH12 eller ECH14  
Dubbelok SOT 73 (inkl. fästbult, schackel) (E 06 290 34)

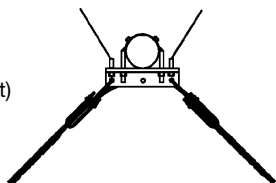


Avspänningsstolpe

Pinnbult 320 mm (E 06 290 02)  
Lyftögla M20 (E 06 290 25, 2 st)  
Bricka, kupad (E 06 290 10, 2 st)  
Mutter M20 (E 15 620 15)  
Reglerskruv 16 (E 06 246 71, 2 st)  
Avspänningsspiral (för kabel, 2 st)



Avspännings- och vinkelstolpe  
Avspänningsfäste (E 06 480 15)  
Stolpbygel 20x200 (E 06 286 03, 2 st)  
Träskruv 12x75 (E 06 291 48, 2 st)  
Reglerskruv 16 (E 06 246 71, 2 st)  
Avspänningsspiral (för kabel, 2 st)



## Skarvning av Universalkabel

En Universalkabelskarv skiljer sig i princip inte från vilken mellanspänningsskarv som helst. Frågan är bara var man ska placera den. Undvika att göra skarvar uppe i luften. Projektanpassade kabel-längder gör det möjligt att minska antalet skarvar.

## Om man måste göra en skarv finns det några olika metoder:

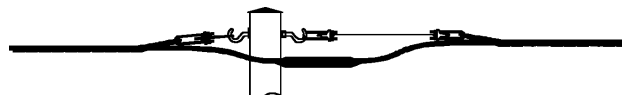
I spannet som avspänd eller självbärande.

Avspänd i en stolpe eller i marken vid stolpe.

Att göra en skarv i marken är vanligtvis bara aktuellt då man vet att man vid ett senare tillfälle kan komma att behöva göra en avgrening på platsen eller att placera en transformator där.

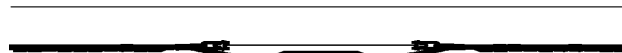
Illustrationerna nedan visar exempel på materiel och utföranden för skarvar. Självbärande skarv kan bara göras med AXCES™ kabel. Då får bara godkänt materiel och fabrikat på skarv användas. Övriga skarvutförandena kan göras med andra fabrikat av skarvar förutsatt att de är avsedda för kabelstorleken och spänningen.

## Exempel på skarvutföranden



### Avspänd skarv i stolpe

Bult, krok (för EXCEL)/ögla (för AXCES™) för avspänningsstolpe  
Spiraler (för kabel) 2 st  
Reglerskruv, 12 för EXCEL, 16 för AXCES™  
Stagskruvar 2 st  
Staglina, 25 mm<sup>2</sup> för EXCEL, 52 mm<sup>2</sup> för AXCES™



### Avspänd skarv i spann

Spiraler (för kabel) 2 st  
Stagskruvar 2 st  
Staglina, 25 mm<sup>2</sup> för EXCEL, 52 mm<sup>2</sup> för AXCES™  
(häng skarven 5–15 cm under staglinan så att skarven avlastas)

## Skarvar och avslut

Universalkablarna skarvas och avslutas enligt normal standard, med undantag för tidigare nämnd draghållfast skarv. Följande tabell ger förslag på passande skarvar och avslut av fabrikat Raychem. De är försedda med skruvskarvhylsor, vilket går bra utom för de draghållfasta skarvarna, som kräver hylsor av typ Pfisterer med 6-kantpressning.

Vilken skarv passar till vilken kabel? Se tabell på sidan 42.



## Skarvhylsor

För att göra draghållfast skarv på AXCES™ måste man använda Pfisterer skarvhylsor och 6-kantpressa. Alla andra skarvar fungerar med både skruv- och presshylsor, anpassade för ledararean.

För att skarva skärmen bör man välja en skarvhylsa med en större area än kabeln. Vid skärmarea 10 mm<sup>2</sup> välj hylsa 16 mm<sup>2</sup>, för skärmarea 16 mm<sup>2</sup>, välj hylsa 25 mm<sup>2</sup>, och för skärmarea 25 mm<sup>2</sup> hylsa 35 mm<sup>2</sup>. Anledningen är att bandskärmen bygger mer och kan vara svår att få in i de mindre hylsorna.

Kabel	Pfisterernr.	E-nr	Kommentar
AXCES™ 70 mm <sup>2</sup>	301 044 044	E 08 567 58	Pressbackar Pfisterer 300 455 458 nr 18 för area 70 (E 08 511 83)
AXCES™ 95 mm <sup>2</sup>	301 045 045	E 08 567 60	Pressbackar Pfisterer 300 455 459 nr 22 för area 95-120 (E 08 511 84)

## Vilket avslut passar kabeln?

Tabellen på sidan 42 visar exempel på avslut av



fabrikat Raychem. Det går också att använda andra fabrikat anpassade till kabelarea/PEX-diameter och spänning. Följ tillbehörstillverkarens anvisningar. Använd utomhusavslut med någon form av kryptströmsfångare eller förstärkning av yttre ledande skikt, från grenen upp till avslutet som på nedanstående bilder.

Ett annat alternativ är kapslade anslutningar för direktanslutning till transformator, ställverk eller kabelskåp. Följ då tillverkarens anvisningar för rätt storlek på anslutning. Uppgifter om respektive Universalkabels diameter över PEX-isolering finns på sidan 38 i denna handbok.

## Bygganvisningar

### Allmänna anvisningar

Att bygga med universalkabel skiljer sig inte från annan kabelförläggning i mark eller vatten, men vid uppdragning i stolpar behöver man ta speciell hänsyn. Byggmetoderna skiljer sig dock inte nämnvärt från de som används vid uppdragning av till exempel ALUS. Här följer råd och anvisningar för att underlätta bygget av en Universalkabelanläggning.

Vid markförläggning kan traditionella metoder användas. Gräva eller plöj ner kablarna, med normala försiktighetsåtgärder för mellanspänningskabel.

Gör sedvanliga bottenundersökningar före sjöförläggning. Kabeln ska grävas ned eller skyddas med rör vid upp- och nedgång i vattnet. Kontrollera noga att kabeln ligger stilla om det är strömmande vatten. Det kan vara nödvändigt att förankra den för att hindra att den rör sig. Samtliga universalkablar har en densitet över 1,2 kg/dm<sup>3</sup> och sjunker normalt i vattnet utan extra vikter. Extra förankring behövs bara vid strömmande vatten.

När kabeln ska gå i luft lönar det sig att tänka igenom arbetsgången. Ett smart tillvägagångssätt betalar sig mångfalt. Under avsnittet "Uppdragning i luft" finns tips och råd för att bygget ska gå så smidigt som möjligt.

### Verktyg

Förutom vanlig linjebyggnadsutrustning finns det en del verktyg som kan underlätta montaget när man bygger en Universalkabellinje:

- Dragstrumpa för aktuell kabeldiameter och för dragkrafter upp till cirka 1 000 kp (10 kN).
- Dynamometer för minst 500 kp (5 kN) för EXCEL respektive 1 500 kp (15 kN) för AXCES™.
- Spänngroda för aktuell kabeltyp. För AXCES™ krävs speciell spänngroda godkänd för upp till 1 500 kp (15 kN).

Det går att använda både ståldragstrumpa och kevlar dragstrumpa. Läs igenom tipsen nedan under "Preparering av änden".

Dynamometer är att rekommendera, speciellt för AXCES™. Mer tips under "Uppsträckning-reglering av linjen".

Spänngroda underlättar, men man kan klara sig bra med en extra spiral. Spiralerna går att ta av och på flera gånger och är snällare mot kabeln. För AXCES™ måste man vara observant vid användandet av spänngroda. Använd den inte vid större kraft än uppsträckningskraften, då kabeln annars kan skadas. Spänngrodan ska bara användas under kortare tider. Om kabeln ska vara uppspänd under längre tid ska du använda spiral.

### Passande spänngrodor för respektive Universalkabel är:

EXCEL 3x10/10, FXCEL 3x16/10 12 kV - E 16 571 10

EXCEL 3x10/10, FXCEL 3x16/10 24 kV - E 16 571 14

AXCES™ 3x70/16 12 kV - E 16 571 17

AXCES™ 3x70/16 24 kV - E 16 571 16

AXCES™ 3x70/25 36 kV - E 16 571 16

AXCES™ 3x95/25 24 kV - E 16 571 16

Eventuellt behövs extra linvagnar för utdragning genom stora vinklar och vid långa linjer. Med hängdonen ECH12/ECH14 klarar man sig normalt utan linvagnar. ALUS-donen kan användas till EXCEL, men är inte gjorda för att dra ut långa längder. Det kan ställa till med problem, speciellt vid skarpa vinklar.

### Uppdragning i luft – allmänt

Använd en förlina med tillräcklig hållfasthet, utdragningskraften kan bli över 1 ton (10 kN) vid långa

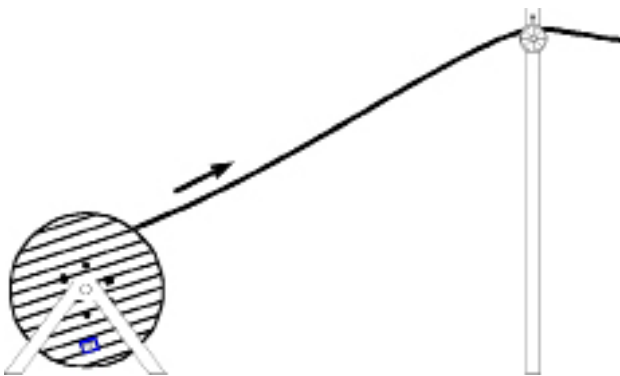


linjer. Var även observant på risken att få lyft i hängdonen innan kabeln kommit fram till stolpen. Då kan hängdonet lyftas av kroken och följa med till nästa stolpe vilket leder till totalstopp när kabeln kommer. Använd krok med låsbleck om det finns fara för lyft (se förslag i materielanvisningarna).

## Trumplacering

Flera faktorer avgör placeringen av trumman. Avgörande är möjligheten att frakta ut trumman till platsen. Det är lättare att dra nerför än uppför, så placera helst trumman på den högst belägna punkten. Vid mycket stora höjdskillnader kan det dock bli svårigheter att bromsa trumman vid utdragning nedför.

Om det är kraftiga vinklar är det en fördel att ha dessa i slutet av linjen i stället för i början. Kabeln bör spolas av från trummans översida. Se nedan.



Placera ett väl tilltaget brythjul eller en linvagn i första stolpen.

Kontrollera hela tiden att kabeln löper ut störningsfritt vid avspolningen. Var speciellt uppmärksam vid växlingen mellan två kabellager.

Trumman får aldrig rotera snabbare än kabeln löper ut. Det är nödvändigt ha bromsberedskap under utdragningen. Vid ett plötsligt stopp måste trummans rotation snabbt hejdas, annars kan kabeln följa med in under trumman och skadas.

## Preparering av änden

Det mest kritiska momentet i utdragningen är när kabeländen och dragstrumpan ska gå genom linvagnen eller hängdonet. För att underlätta utdragningen bör kabeländen spetsas i änden genom att kabelns parter kapas innan dragstrumpan monteras, 150-200 mm per part är tillräckligt. Se nedan.



Detta gör att änden smidigare och följsammare går genom utdragningsdonen. Sektioneringen är speciellt viktig om kabeländen har en dragstrumpa av typen plastöverdragen Kevlar, då den är mjuk och inte bildar en kon på samma sätt som en stålstrumpa. För att ytterligare förbättra förutsättningarna kan varje part konas eller fasas något med kniv för att få bort alla skarpa kanter.

Linda den öppna änden på dragstrumpan med några varv eltejp. Var noga med att inga onödigt stora knutar, kaus, schackel, vajerögglor eller liknande är i vägen. Det ska vara så lite som möjligt som kan haka fast vid utdragningen. En väl preparerad ände betalar sig tidsmässigt då den underlättar utdragningen väsentligt.

## Utdragning

Eftersträva så släpfri utdragning som möjligt även om det kan vara svårt, speciellt vid längre spann. Kontrollera att det inte finns vassa föremål som sprängsten och liknande där kabeln riskerar att släpas. Lägga ut skydd som till exempel spikfria brädor eller slakor där det behövs.

Vid utdragning i såväl hängdon som separata linvagnar måste man se till att det finns plats för kabeln med dragstrumpa.

Vid kraftiga vinklar och vinklar i början på långa linjer kan användning av linvagnar göra att det går lättare att få upp kabeln utan att behöva dra alltför hårt. Med hängdonen ECH12/ECH14 klarar man sig normalt utan linvagnar. ALUS-donen, som också kan användas till EXCEL, är inte gjorda för att dra ut långa längder, vilket kan ställa problem vid vinklar och tryckstolpar.

Se upp med risken för lyft i hängdonen innan kabeln kommit fram till stolpen. Det kan göra att hängdonet lyfts av kroken och följer med till nästa stolpe vilket leder till totalstopp när kabeln kommer! Tänk även på att stolpen kan vrida sig vid yttrevinkel.

## Montering i första ändstolpen

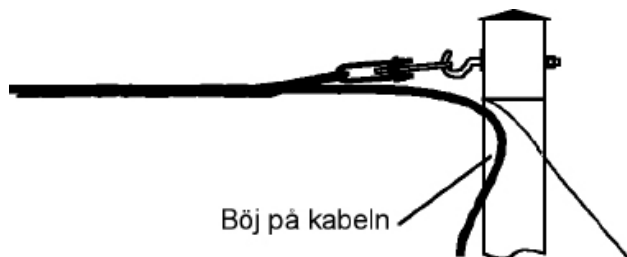
Det spar ofta tid att montera spiraler och eventuella ändavslut på marken och sedan lyfta upp den färdiga änden i stolpen. Spiraler och avslut monteras enligt respektive tillverkares anvisningar.

Observera att avståndet från spiralens appliceringspunkt på kabeln till den punkt där manteln är öppnad ska vara minst 700 mm. Se nedan. Försök även se till att kabeln "går ur" spiralen på ett mjukt och bra sätt för att inte utsätta kabeln för onödigt kraftig bockning där den lämnar spiralen.



Spiralen är gjord så att den kan sträcka sig något efter montering, vid ökade laster som till exempel efter trädpåfall eller snö- och islast. Detta inträffar även då man först monterar en spiral i ena änden av linjen och sedan spänner upp den i den andra änden. Man får då en sträckning av spiralen i den först monterade änden. Då måste det finnas kabel tillgängligt för en eventuell förskjutning eftersom kabeln kan förflyttas ut från stolpen.

Om montaget är gjort med för små marginaler finns risk för att andra delar belastas, som skärmfläta, avslut eller ventilavledare. Montera kabeln med en krök mellan spiralen och stolpen. Vid montage av AXCES™ kan man ta hjälp av spännroda och lyfta kabeln med en lugall i stolptoppen för att skapa en lämplig krökning av kabeln.



## Uppsträckning – reglering av linjen

Sträck upp kabeln med spännroda, spiral eller annan lämplig infästningsanordning avsedd för ändamålet. Sätt spännrodan eller spiralen minst en meter från änden på kabeln, annars kan den glida.

Brythjul kan monteras på ändstolpen så att uppsträckning kan ske från marken. Sträck kabeln med en kraft ungefär enligt regleringstabeller nedan (EXCEL/FXCEL kan översträckas något) och låt den

hänga cirka 15 minuter för att minska den permanenta sättningen som uppstår bland annat på grund av att kabeln legat på trumma. Låt inte kabeln vara fullt uppsträckt längre perioder (> 2 timmar) med enbart spännroda om den är monterad på den del av kabeln som ska tas i drift. Spännrodans anliggningsytor är dimensionerade för användning kortare tid och använd under längre perioder kan den skada kabeln.

Sträck åter upp kabeln enligt regleringstabeller nedan. Använd dynamometer.

Det är praktiskt att montera spiraler genom att sträcka upp kabeln och markera fästpunkten för spiralen. Uppsträckning kan ske över ett hjul i stolpen med hjälp av vinschen på ett fordon. Sänk sedan ner kabeln och montera spiraler och eventuellt avslut på marken. Därefter hissas kabeln upp till kroken. Vid behov kan finjustering göras med reglerskruv. Om man monterar spiralerna i stolpen kan vajern till spännrodan vara i vägen och försvåra montaget.

På grund av AXCES™-spiralernas längd är det nästan nödvändigt med skylift eller brygga för att kunna montera spiralerna i stolpen. Markmontage rekommenderas när det är möjligt.

Se tabeller på sidorna 43-44.



**Svåra linjer - branta - långa - krokiga**  
**Vid byggnation av linjer som är långa, innehåller många och stora vinklar, har stora höjdskillnader eller stor variation mellan spannlängder gäller följande:**

Vid utdragning är det viktigt att sätta linvagnar med rejåla hjul eller att använda ok och dela upp vinkeln på två delar i stolpar med stora vinklar. ECH12/ECH14 klarar i de flesta fall de vinklar som finns utefter linjen.

Var extra observant om vinkeln finns i början av linjen. Bromskrafter i linjens början förstärks och det kan bli tungt att dra kabeln i slutet. Vilken ända av linjen man drar från påverkar alltså hur lätt det går att dra ut. Om det går att välja utdragningsriktning ska man försöka att få vinklarna på slutet av linjen.

Mindre hängdon av "ALUS-typ", som SO99, SO86 och liknande, är i allmänhet konstruerade för en maximal utdragslängd på cirka 500 meter. Det beror bland annat på att hjulen är små med enkel lagring vilket kan medföra att hjulen skär fast vid stora längder, hög utdragskraft, hög utdrags hastighet eller hög utetemperatur. Använd hängdon typ ECH14 eller linvagnar om det är risk för problem.

**Det är också viktigt** att hängdonen kan röra sig fritt. I yttervinklar kan en olämplig krok göra att hängdonet går mot stolpen och ställer sig något på snedden. Då kan dragkraften öka kraftigt och om det inträffar i början på linjen kan det bli omöjligt att dra ut kabeln.

Var även observant på risken för lyft i hängdonen innan kabeln kommit fram till stolpen. Använd krok med låsbleck vid sådana tillfällen (se materieförslag).

Ibland går det lättare att få ut kabeln om man kan skaka på den när änden ska genom ett hängdon. Ruska till exempel på stolpen eller dra i kabeln med hjälp av ett rep över den.

Väl planlagt går det att dra ut 2 000 meter kabel i en längd om det är någorlunda flackt och rakt. Om det är problem kan man koppla på en vinsch med groda längs linjen och dra ut ett 50-tal meter kabel i taget i ett spann där det är lämpligt.

Vid slutlig reglering och svåra linjer kan man behöva spänna efter i stolpar efter linjen exempelvis med hjälp av spännroda. Om man har avspänningspunkter med spiraler går det naturligtvis att reglera linjen del för del. Avspänningspunkter krävs även om det finns närliggande spann med mycket olika längder, det korta spannet blir annars mycket rakt medan det långa spannet kommer att hänga ner.

**Linjer med stora höjdskillnader** (> cirka 100 meter) måste ofta spännas av med spiraler på vägen upp så att inte hela kabelns vikt hänger i toppen eller på krönet och gör att inspänningskraften där är mycket hög medan den blir mycket låg längst ner. Spänn upp kabeln från den lägre punkten. Den högsta dragkraften blir i den högre punkten om linjen är brant, annars i den ände man spänner ifrån.

## Sjöförläggning - markförläggning

Vid förläggning av Universalkabel i mark behandlas den på samma sätt som konventionell markkabel av typ AXCEL eller motsvarande. Universalkabeln är något styvare, på grund av sina hållfasta ledare. Det kan leda till att man kan behöva hålla ned den i kabelgraven för att få den att ligga mot marken.

Vid sjöförläggning är det viktigt att kabelns densitet är över 1,2 för att den ska sjunka. Alla Universal-kablarna klarar detta krav. Uppgift om Universal-kablarnas densitet finns i Tekniska beskrivningar på sidan 36 och 38.

En kabel måste normalt skyddas mot mekanisk åverkan från vågor och eventuellt is genom nedgrävning och/eller skydd med rör av lämplig typ vid stranden.

**Gör en bottenundersökning** som ger en uppfattning om förutsättningarna och om man behöver tynga ner kabeln för att den inte ska rida på stenar eller liknande. Strömförhållandena bör också undersökas. Om vattnet är strömt måste kabeln förankras. Det kan enklast ske med hjälp av cementsäckar eller speciella betongvikter. Grundregeln är att kabeln måste ligga stilla på botten, om den rör sig skavs den förr eller senare sönder, oavsett kabelns konstruktion. Eventuella mantelskador måste repareras snarast, ett elektriskt mantelprov kan enkelt utföras för att kontrollera att manteln är hel.

Universalkabeln är lämplig för förläggning på ned till ca 100 meters djup.

## Kabelhantering

Generellt hanteras EXCEL/FXCEL och AXCES™-kablarna på samma sätt som andra treledar PEX-kablar för 12 och 24 kV. Det som skiljer är att AXCES™ har ledare av delvis legerad aluminium vilket gör det mindre lämpligt att använda djuppressning av kabelskor och skarvhylsor. Sexkantpressning eller skruvförbindningar med momentskruvar går bra.

Den kraftigare kvaliteten på PE-manteln, i kombination med den kompakta konstruktionen, gör att det är lätt att skada parterna i samband med avmantling med kniv. Var extra observant vid detta moment. Att värma manteln kan göra jobbet lättare. Ett avmantlingsverktyg underlättar arbetet och det finns flera fabrikat.

Det yttre ledande skiktet är av strippbart utförande, och vi rekommenderar strippning som metod.

Om man föredrar svarvningsverktyg kan man använda det under förutsättning att verktyget är i gott skick, och att man är van att hantera det. Det finns idag verktyg som klarar att svarva även EXCEL 12 kV, trots den lilla diametern på kabelparten.

## Underhåll

Generellt behöver en universalkabellinje mindre underhåll än motsvarande linje med blank lina eller BLX. Trenden går mot behovsstyrt underhåll istället för tidsstyrt vilket också talar för Universalkabel. Den är helskärmad och beröringssäker så en eventuell nedfallen universalkabel inte utgör samma livsfara som en blanklina eller BLX. Skulle kabeln gå av leder det omedelbart till en kortslutning och åtföljande utlösning. Det uppstår således inte någon fara för tredje person.

**Om man upptäcker** träd eller grenar som ligger mot kabeln bör man röja bort dem vid tillfälle. Vid tyngre trädpåfall ska man även besiktiga om det finns yttre skador på kabeln eller upphängningsdonen. Om de varit nära en stolpe, bör man även besiktiga kabeln vid hängdonet så att det inte finns skador där. Har kabeln glidit i hängdonet måste linjen regleras så att spannen blir riktiga. Efter tunga trädpåfall på EXCEL kan kabeln sträckas något. Det enklaste är då att fördela denna extra sträckning på några spannen och, om det inte räcker, spänna av med ett par spiraler i en stolpe.

Grenar som ligger mot kabeln och rör sig sliter förr eller senare igenom manteln och även skärmen. Så småningom orsakar det kortslutning. För att undvika detta bör man röja bort grenar och smärre träd som ligger an mot kabeln (jämför med ALUS).

## Drifterfarenheter

Vad det gäller allmänna drifterfarenheter skiljer sig inte Universalkablarna EXCEL/FXCEL och AXCES™ från våra andra PEX-kablar. De är uppbyggda på samma sätt ur elektrisk synpunkt. Om skarvning och avslut utförs med samma omsorg som vid andra kablar kan man inte förutse några driftproblem under kablarnas livslängd.

**Vid upphängning i luft** är det viktigt att använda rätt tillbehör och att följa givna rekommendationer. Följ projekterings- och bygganvisningar, annars finns risk att kabeln skadas eller faller ned.



## Trädpåfall

Tunga trädpåfall innebär att en EXCEL går ned till marken och sträcks något om påfallet sker några spann in på linjen. Kabeln glider i hängdonen och efter att träden tagits bort måste man fördela kabelförlängningen på närliggande spann eller sätta upp spiraler i en stolpe för att ta hand om överskottet. Om trädpåfallet sker nära en stolpe eller nära änden eller en avspänningspunkt finns det risk att kabeln går av.

På AXCES™ leder trädpåfall i allmänhet inte till att linjen behöver regleras om. Kabeln får ingen märkbar bestående förlängning och det räcker oftast med att ta bort de nedfallna träden. Gör en visuell inspektion av kabeln och kontrollera att se det inte finns mantelskador. Vid tunga trädpåfall nära hängdon eller inspänningsspiraler är det speciellt angeläget att göra en inspektion.

Så länge kabeln inte uppvisar några yttre skador kan man tryggt räkna med att den inre, aktiva, parten också är oskadad. Brottöjningen för ledarna är några få procent medan brottöjningen för isolationen är flera hundra procent, vilket gör att ett eventuellt brott blir mycket lokalt och kabeln förblir oskadad förutom vid själva brottstället.



Brottställen för EXCEL respektive AXCES™. Brottställena är lokala.

Om kabeln har belastats till brott kan man göra en skarv, antingen i spannet eller i en stolpe. Vid skarv i spannet måste EXCEL avlastas med spiraler och en lina, medan det för AXCES™ även finns draghållfasta skarvar. Dragavlastad skarv med spiraler kan naturligtvis användas även för AXCES™ och är mindre kritiskt att utföra än den draghållfasta, där de tre ledarnas längd måste vara så lika som möjligt för att kraften ska fördelas jämnt mellan dem. Ofta kan det vara mer praktiskt att byta ett spann och göra skarvar i angränsande stolpar där man spänner av med spiraler åt båda hållen.



## Säkerhet - Normer

Ett universalkabelsystem kan jämföras med ett konventionellt jordkabelsystem ur säkerhetssynpunkt. Kablarna är helt skärmade och kan utan risk beröras under drift. Använd skydd mot mekanisk åverkan där kablarna går upp ur mark, till exempel vid en stolpe, på samma sätt som för vanliga jordkablar.

Den stora skillnaden, jämfört med alternativa system såsom blank lina eller BLL/BLX, är att universalkablarna är beröringsskyddade i sin helhet. En nedfallen kabel utgör ingen personfara och skulle kabeln skadas eller gå av blir det omedelbar kortslutning mot skärmen med åtföljande frånkoppling.

Normmässigt behandlas universalkablar på samma sätt som konventionella jordkablar, med undantag för användandet som självbärande hängkabel. En viss ledning finns i Starkströmsföreskrifterna.

### Några punkter som är speciellt viktiga:

- Minsta höjd över marken inom icke detaljplanelagt område 4,5 m.
- Minsta höjd över marken inom detaljplanelagt område 6 m.
- Stagisolator behövs inte då endast universalkabel finns i stolpen, vid sambyggnad med ALUS krävs dock stagisolator.
- Inget minsta avstånd till ALUS föreskrivs, det är tillåtet att bygga bredvid varandra på varsin sida stolpen. Dock ska kablarna inte ligga mot varandra.
- Till tele rekommenderas 0,6 m avstånd
- Märkning av både EXCEL/FXCEL och AXCES™ samt ALUS krävs formellt inte vid varje stolpe.

Det finns även en handbok utgiven av SEK, Handbok 443 [5]. Den ger hjälp och ledning kring vilka krav man bör ställa på en Universalkabelanläggning och vilka normer som är aktuella.

## Reservkabel

EXCEL 3x10/10 12 kV är en kabel som väger under 1 kg/meter och har extremt liten ytterdiameter för att vara en mellanspänningskabel. Tillsammans med den mekaniskt mycket tuffa konstruktionen gör detta kabeln till en idealisk reservkabel att ta till när man behöver göra en tillfällig förbikoppling.

Det kan vara aktuellt vid ett fel på ett annat kabelförband eller vid en skadad friledning. Andra möjliga användningsområden är tillfälliga omläggningar vid byggverksamhet eller som förbimatning under tiden en friledning byts ut mot jordkabel.

Strömförsörjning av byggarbetsplatser kan vara svårt att genomföra med 1 kV på ett säkert och föreskriftsmässigt sätt vid större effekter och avstånd. En bättre lösning kan då vara att ställa ut en trafostation tillfälligt och dra en EXCEL från lämplig 12 eller 24 kV ledning.

I sådana lägen kan man ibland hänga upp kabeln provisoriskt och behöver inte nödvändigtvis spänna in med spiraler och använda hängdon.

Det är praktiskt att då ha kabeln på en trumma med lång (15–20 meter) innerände och färdiga avslut. Då kan man ta ut innerändan och ansluta den till stolpe eller in till trafostation utan att ta av all kabel från trumman.



Med mycket kabel kvar på trumman reduceras kabelns belastningsförmåga eftersom det blir sämre kylning av kabeln.

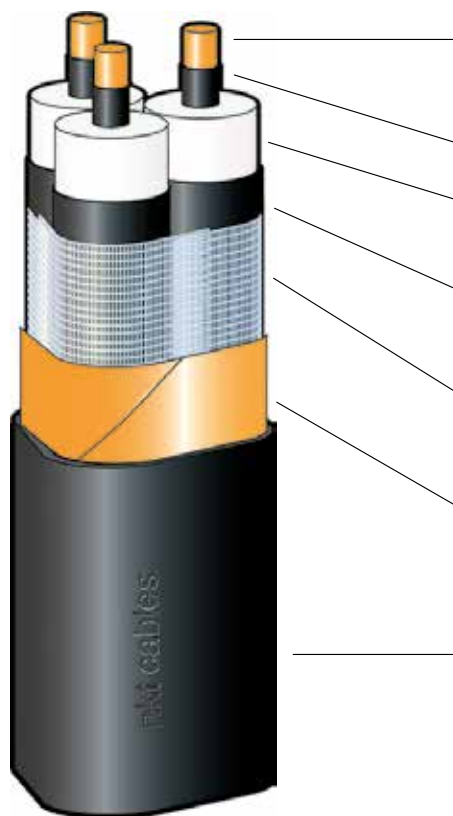
## Riktvärden för max belastbarhet av EXCEL är följande:

- Helt avrullad i luft med 25°C lufttemperatur - 90 A, som självbärande 71 A.
- Med 500 meter på trumman, 15 A vid 20°C omgivningstemperatur.

Mindre kabel på trumman ger högre belastbarhet liksom lägre omgivningstemperatur och blåst. Tidskonstanten är ganska lång, en full trumma kan under 5–6 timmar belastas med 25 A.

EXCEL 12 kV är typprovd vid för 24 kV kabel gällande spänningsnivåer och kan därför användas som reservkabel även om man har ett 24 kV nät eller ett blandat nät med både 12 kV och 24 kV.

# Teknisk beskrivning av Universalkablar EXCEL/FXCEL och AXCES™



**Ledare** av hård dragen koppar (EXCEL)  
fåtrådig hård dragen koppar (FXCEL)  
legerad (Al59) aluminium (AXCES™)

**Inre ledande skikt**, extruderat

**Isolation av PEX** tripplextruderad  
och tvärbunden i torrt medium.

**Yttre ledande skikt**, extruderat  
och strippbart

**Skärm** av band med förtennta koppartrådar.  
Konstruerad för att kunna överföra mekaniska  
krafter utan att skada yttre ledande skikt.

**Bandning**

**Mantel** av svart LLD PE  
Märkning (exempel): "nkt cables EXCEL 12 kV  
3x10/10 (tillverkningsår)" metermärkt.

**Konstruerad och provad enligt  
SS 424 14 16 (HD 620) i tillämpliga delar  
och IEC60502**

Beställningsinfo - E-nummer	500 m längd	1 000 m längd	Kaplängd
EXCEL 3x10/10 12 kV	E 00 738 05	E 00 738 06	E 00 738 00
EXCEL 3x10/10 24 kV	E 00 738 25	E 00 738 26	E 00 738 20
FXCEL 3x16/10 12 kV	E 00 738 45	E 00 738 46	E 00 738 40
FXCEL 3x16/10 24 kV	E 00 738 65	E 00 738 66	E 00 738 60
AXCES™ 3x70/16 12 kV	E 00 739 15	E 00 739 16	E 00 739 10
AXCES™ 3x70/16 24 kV	E 00 739 25	E 00 739 26	E 00 739 20
AXCES™ 3x70/25 36 kV			
AXCES™ 3x95/25 24 kV	E 00 739 65	E 00 739 66	E 00 739 60

## Dimensioner och vikter EXCEL och FXCEL

	Enhet	EXCEL 3x10/10 12 kV	EXCEL 3x10/10 24 kV	FXCEL 3x16/10 12 kV	FXCEL 3x16/10 24 kV
Ledardiameter	mm	3,55	3,55	4,7	4,7
Nominell isolertjocklek	mm	3,4	5,5	3,4	5,5
Diameter över isolering	mm	11	15	12	16
Manteltjocklek	mm	2,2	2,6	2,2	2,6
Diameter (kabelmått)	mm	29	38	31	40
Diameter (omskrivna cirkel)	mm	31	41	32	41
Vikt	kg/m	0,83	1,18	1,04	1,4
Densitet	kg/dm <sup>3</sup>	1,4	1,2	1,45	1,3

## Elektriska data EXCEL och FXCEL

	Enhet	EXCEL 3x10/10 12 kV	EXCEL 3x10/10 24 kV	FXCEL 3x16/10 12 kV	FXCEL 3x16/10 24 kV
Ledararea	mm <sup>2</sup>	10	10	16	16
Skärmarea	mm <sup>2</sup>	10	10	10	10
Nominell spänning $U_0/U_M$	kV	7/12	14/24	7/12	14/24
Belastningsförmåga - som självbärande hängkabel (vid 25°C lufttemperatur) ledartemperatur 80°C	A	75	75	95	95
Belastningsförmåga - i mark eller vatten vid 15°C mark/vattentemp. ledartemperatur 90°C	A	90	90	105	105
Ledarresistans, max vid 20°C	Ω/km	1,83	1,83	1,15	1,15
Skärmresistans, max vid 20°C	Ω/km	2,0	2,0	2,0	2,0
Max kortslutningsström (1 sek)	kA	2,0	2,0	3,0	3,0
Kapacitans	μF/km	0,13	0,10	0,16	0,11
Jordfelström	A/km	0,74	1,14	0,90	1,25
Induktans	mH/km	0,42	0,49	0,40	0,48

---

## Förläggningsdata EXCEL och FXCEL

	Enhet	EXCEL 3x10/10 12 kV	EXCEL 3x10/10 24 kV	FXCEL 3x16/10 12 kV	FXCEL 3x16/10 24 kV
Minsta böjradie	mm	250	350	250	350
Lägsta förläggningstemperatur*	°C	-20	-20	-20	-20

\*) Normalt anges -20°C som lägsta förläggningstemperatur för PE-mantlade PEX-kablar. Det är då kabelns temperatur som avses. Universalkablar kan dock förläggas vid såväl kabeltemperaturer som omgivningstemperaturer ner till -35°C, var dock beredd på att kabeln blir mycket stel. Vid uppdragning i luft är detta ingen direkt nackdel och kabeln tar inte skada av den låga temperaturen.

Projekteringsdata och övriga uppgifter för att planera, bygga och reglera luftlinjer, se avsnittet "Projekteringsanvisningar" och "Bygganvisningar".

## Dimensioner och vikter AXCES™

	Enhet	AXCES™ 3x70/16 12 kV	AXCES™ 3x70/16 24 kV	AXCES™ 3x70/25 36 kV	AXCES™ 3x95/25 24 kV
Ledardiameter	mm	9,9	9,9	9,9	11,6
Nominell isolertjocklek	mm	3,4	4,5	5,5	4,5
Diameter över isolering	mm	17	19	21,8	20,4
Manteltjocklek	mm	2,4	2,6	2,6	2,8
Diameter (kabelmått)	mm	41	45	49	49
Diameter (omskrivnen cirkel)	mm	44	49	56	53
Vikt	kg/m	1,5	1,8	2,1	2,2
Densitet	kg/dm <sup>3</sup>	1,35	1,25	1,2	1,25

## Elektriska data AXCES™

	Enhet	AXCES™ 3x70/16 12 kV	AXCES™ 3x70/16 24 kV	AXCES™ 3x70/25 36 kV	AXCES™ 3x95/25 24 kV
Ledararea	mm <sup>2</sup>	70	70	70	95
Skärmarea	mm <sup>2</sup>	16	16	25	25
Nominell spänning $U_0/U_M$	kV	7/12	14/24	21/36	14/24
Belastningsförmåga - som självbärande hängkabel (vid 25°C lufttemperatur) ledartemperatur 80°C	A	175	175	175	175
Belastningsförmåga - i mark eller vatten vid 15°C mark/vattentemp. ledartemperatur 90°C	A	190	190	190	240
Ledarresistans, max vid 20°C	Ω/km	0,443	0,443	0,443	0,320
Skärmresistans, max vid 20°C	Ω/km	1,2	1,2	0,8	0,8
Max kortslutningsström (1 sek)	kA	8	8	8	11
Kapacitans	μF/km	0,29	0,21	0,19	0,25
Jordfelström	A/km	1,8	2,7	3,7	3,3
Induktans	mH/km	0,30	0,33	0,35	0,32

## Förläggingsdata AXCES™

	Enhet	AXCES™ 3x70/16 12 kV	AXCES™ 3x70/16 24 kV	AXCES™ 3x70/25 36 kV	AXCES™ 3x95/25 24 kV
Minsta böjradie	mm	360	390	430	430
Lägsta förläggningstemperatur*	°C	-20	-20	-20	-20

\*) Normalt anges -20°C som lägsta förläggningstemperatur för PE-mantlade PEX-kablar. Det är då kabelns temperatur som avses. Universalkablar kan dock förläggas vid såväl kabeltemperaturer som omgivningstemperaturer ner till -35°C, var dock beredd på att kabeln blir mycket stel. Vid uppdragning i luft är detta ingen direkt nackdel och kabeln tar inte skada av den låga temperaturen.

Projekteringsdata och övriga uppgifter för att planera, bygga och reglera luftlinjer, se avsnittet "Projekteringsanvisningar" och "Bygganvisningar".

## Trumtabell

Frågan om hur mycket kabel som går på en trumma av viss storlek är beroende av flera faktorer. Trumstorlek och kabeldiameter är de viktigaste men även frikantens storlek påverkar hur mycket som får plats på trumman. Frikant är måttet på hur mycket luft som finns mellan kabeln och marken som det finns när trumman placeras på plant underlag. Standard frikant är att rekommendera för att minska risken för skador på kabeln när trumman ställs på icke plant underlag. Frikant = kabeldiameter ger mer kabel på trumman men ökar kravet på försiktighet vid

hantering av trumman. En viss marginal för att klara av en "normal" precision vid läggning av kabeln på trumman är också inräknad.

I nedanstående trumtabeller visas hur många meter kabel som går på respektive trumstorlek för de olika universalkablarna.

För EXCEL 3x16/10 12 och 24 kV går det lika många meter på respektive trumma som för motsvarande EXCEL 3x10/10. Vikten blir dock ca 18 kg högre per 100 meter kabel.

Kabeltyp	Trumstorlek								
	K16			K18			K20		
	Frikant		Totalvikt kg	Frikant		Totalvikt kg	Frikant		Totalvikt kg
	Standard	Kabeldia		Standard	Kabeldia		Standard	Kabeldia	
EXCEL 12 kV	920	1050	980/1090	1180	1320	1240/1360	1412	1789	1540/1860
EXCEL 24 kV	445	540	740/850	600	600	970/970	830	830	1350/1350
AXCES™ 70-12 kV				480	580	890/1020	640	770	1200/1380
AXCES™ 70-24 kV				440	440	1000/1000	590	590	1380/1380
AXCES™ 70-36 kV							460	570	1260/1490
AXCES™ 95							460	570	1350/1600

Kabeltyp	Trumstorlek								
	K22			K24			K26		
	Frikant		Totalvikt kg	Frikant		Totalvikt kg	Frikant		Totalvikt kg
	Standard	Kabeldia		Standard	Kabeldia		Standard	Kabeldia	
EXCEL 12 kV	1900	2108	2030/2200	2540	3000	2680/3070	3550	4150	3900/4430
EXCEL 24 kV	1030	1190	1670/1860	1350	1510	2170/2370	1930	2370	3260/3800
AXCES™ 70-12 kV	820	960	1520/1710	1100	1260	2010/2220	1630	2040	3100/3650
AXCES™ 70-24 kV	630	750	1520/1740	890	1020	2070/2320	1300	1470	3170/3480
AXCES™ 70-36 kV	600	730	1630/1860	850	990	2230/2500	1260	1430	3430/3770
AXCES™ 95	600	730	1750/2010	850	990	2400/2700	1260	1430	3680/4060

Kabeltyp	Trumstorlek					
	K28			K30		
	Frikant		Totalvikt kg	Frikant		Totalvikt kg
	Standard	Kabeldia		Standard	Kabeldia	
EXCEL 12 kV	5000	6100	5460/6400	7200	8100	7510/8250
EXCEL 24 kV	2620	3140	4380/5020	3840	4480	6050/6830
AXCES™ 70-12 kV	2260	2750	4240/4900	3300	3600	5830/6200
AXCES™ 70-24 kV	1870	2310	4460/5230	2570	3100	5860/6780
AXCES™ 70-36 kV	1830	2050	4840/5290	2530	2780	5860/6780
AXCES™ 95	1830	2050	5200/5700	2530	2780	6430/6950



## Vilka hängdon passar till vilken kabel?

Kabel	Hängdon	E-nr	Max vinkel	Kommentar
EXCEL/FXCEL 12 kV	ECH12	E 06 480 52	45°	Bäst funktionalitet. Öppningsbart.
	SO99	E 06 472 20	30°	"ALUS-don" med begränsad utdragningslängd. Ej avsett att öppna.
	SO86 + gummiholk	E 06 450 03 E 06 450 62	35°	"ALUS-don" med begränsad utdragningslängd. "Öppet" don, går att lyfta i kabeln från sidan.
EXCEL/FXCEL 24 kV	ECH12	E 06 480 52	45°	Bäst funktionalitet. Öppningsbart.
	ECH14	E 06 480 51	45°	
	SO86 + gummiholk	E 06 450 03 E 06 450 62	35°	"ALUS-don" med begränsad utdragningslängd. "Öppet" don, går att lyfta i kabeln från sidan.
AXCES™ 3x70 12 kV	ECH12	E 06 480 52	45°	Bra funktionalitet Öppningsbart.
	ECH14	E 06 480 51	45°	För extra tunga installationer med stor mekanisk last på kabeln. Har metallhjul för långa utdragningar med stålwire som förlina.
AXCES™ 3x70 24 kV	ECH14	E 06 480 50	45°	Öppningsbart.
AXCES™ 3x70 36 kV	ECH14	E 06 480 50	45°	Öppningsbart.
AXCES™ 3x95 24 kV	ECH14	E 06 480 50	45°	Öppningsbart.

Mer information om val av hängdon på sidan 24.

### Vilken spiral passar till vilken kabel?

Kabel	Spiral	E-nr	Kommentar
EXCEL 12 kV	PLP 120-GRD-28/C/I GSDE3100L	E 06 301 16 E 06 301 7	Fabr. PLP. Färgmärkt Grön Fabr. Dulmison
FXCEL 12 kV	PLP 125-GRD-31/C/I	E 06 301 20	Fabr. PLP. Färgmärkt Svart
EXCEL/FXCEL 24 kV	PLP 130-GRD-38/C/I GSDE4100L	E 06 301 17 E 06 301 76	Fabr. PLP. Färgmärkt Röd Fabr. Dulmison
AXCES™ 3x70 12 kV	PLP 180-GRD-41/C/I	E 06 301 19	Fabr. PLP. Färgmärkt Orange
AXCES™ 3x70 24 kV	PLP 200-GRD-44/48/C/I	E 06 301 18	Fabr. PLP. Färgmärkt Blå
AXCES™ 3x70 36 kV	PLP 200-GRD-44/48/C/I	E 06 301 18	Fabr. PLP. Färgmärkt Blå
AXCES™ 3x95 24 kV	PLP 200-GRD-44/48/C/I	E 06 301 18	Fabr. PLP. Färgmärkt Blå

Text gällande detta på sida 24.

### Vilken skarv passar till vilken kabel?

Kabel	Skarv	E-nr	Kommentar
EXCEL/FXCEL 12 kV	MXSU-3301	E 07 168 48	Komplett med skruvskarvhylsor för både skärm och ledare.
EXCEL/FXCEL 24 kV	MXSU-5301	E 07 168 49	Komplett med skruvskarvhylsor för både skärm och ledare.
AXCES™ 3x70 12 kV	MXSU-3311	E 07 160 38	Komplett med skruvskarvhylsor för både skärm och ledare.
	SXSU-5312-SE01	E 07 168 59	Draghållfast, behöver ej spännas av i spann. Måste kompletteras med draghållfasta presshylsor samt hylsa för skärmen enligt nedan.
AXCES™ 3x70 24 kV	MXSU-5311	E 07 160 42	Komplett med skruvskarvhylsor för både skärm och ledare
	SXSU-5312-SE01	E 07 168 59	Draghållfast, behöver ej spännas av i spann. Måste kompletteras med draghållfasta presshylsor samt hylsa för skärmen enligt nedan.
AXCES™ 3x95 24 kV	MXSU-5311	E 07 160 42	Komplett med skruvskarvhylsor för både skärm och ledare.
	SXSU-5312-SE01	E 07 168 59	Draghållfast, behöver ej spännas av i spann. Måste kompletteras med draghållfasta presshylsor samt hylsa för skärmen enligt nedan.

Text gällande detta på sida 26.

### Vilket avslut passar till vilken kabel?

Kabel	Avslut	E-nr	Kommentar
EXCEL/FXCEL 12 kV	OXSU-F3304	E 07 064 98	Kompletteras med kabelskor
EXCEL/FXCEL 24 kV	OXSU-F5314	E 07 064 92	Kompletteras med kabelskor
AXCES™ 3x70 12 kV	OXSU-F3324-M	E 07 063 16	Komplett med skruvkabelskor
AXCES™ 3x70 24 kV	OXSU-F5324-M	E 07 063 20	Komplett med skruvkabelskor
AXCES™ 3x95 24 kV	OXSU-F5324-M	E 07 063 20	Komplett med skruvkabelskor
AXCES™ 3x70 36 kV	OXSU-F6332	-	Kompletteras med kabelskor

Text gällande detta på sida 27.

## Regleringstabeller vid upphängning

	Kabeltemperatur vid upphängningstillfället °C	Dragkraft kN	Nedhäng i meter vid en spännvidd i meter av						
			50	60	70	80	90		
<b>EXCEL 3x10/10 12 kV</b>	20	2,5	1,0	1,4	1,9	2,5	3,1		
	10	2,6	1,0	1,4	1,8	2,4	3,0		
	0	2,7	0,9	1,3	1,7	2,3	2,9		
	-10	2,8	0,9	1,3	1,7	2,2	2,8		
	-20	2,9	0,8	1,2	1,6	2,1	2,7		
<b>EXCEL 3x10/10 24 kV</b>	20	3,0	1,0	1,4	2,0	2,6	3,3		
	10	3,1	1,0	1,4	1,9	2,5	3,2		
	0	3,2	0,9	1,3	1,8	2,4	3,1		
	-10	3,3	0,9	1,3	1,7	2,3	3,0		
	-20	3,4	0,8	1,2	1,7	2,2	2,9		
<b>FXCEL 3x16/10 12 kV</b>	20	3,8	0,85	1,22	1,66	2,2	2,7	3,4	4,1
	10	3,95	0,81	1,17	1,59	2,1	2,6	3,2	3,9
	0	4,1	0,78	1,12	1,53	2,0	2,5	3,1	3,8
	-10	4,3	0,75	1,08	1,46	1,9	2,4	3,0	3,6
	-20	4,5	0,71	1,03	1,40	1,8	2,3	2,85	3,45
<b>FXCEL 3x16/10 24 kV</b>	20	4,2	1,05	1,51	2,06	2,7	3,4	4,2	5,1
	10	4,3	1,02	1,47	2,00	2,6	3,3	4,1	5,0
	0	4,4	0,99	1,43	1,95	2,5	3,2	4,0	4,8
	-10	4,5	0,97	1,39	1,89	2,5	3,1	3,9	4,7
	-20	4,7	0,94	1,35	1,84	2,4	3,0	3,8	4,5

## AXCES™ 3x70/16 12 kV, regleringstabell vid upphängning

Kabeltemperatur vid upphängningstillfället °C	Dragkraft kN *	Nedhäng i meter vid en spännvidd i meter av Normalspännvidd 110 meter						
		60*	80	90	100	110	120	140
20	8,3	0,87	1,55	1,96	2,4	2,9	3,5	4,7
10	8,7	0,83	1,47	1,86	2,3	2,8	3,3	4,5
0	9,2	0,78	1,39	1,75	2,15	2,6	3,1	4,2
-10	9,8	0,73	1,30	1,65	2,0	2,4	2,9	4,0
-20	10,5	0,68	1,21	1,54	1,9	2,3	2,7	3,7

Mer information på sidorna 29–30.

## AXCES™ 3x70/16 24 kV, regleringstabell vid upphängning

Kabeltemperatur vid upphängningstillfället °C	Dragkraft kN *	Nedhäng i meter vid en spännvidd i meter av Normalspännvidd 110 meter						
		60*	80	90	100	110	120	140
20	9,1	0,87	1,55	1,96	2,4	2,9	3,5	4,7
10	9,6	0,83	1,47	1,86	2,3	2,8	3,3	4,5
0	10,1	0,78	1,39	1,75	2,15	2,6	3,1	4,2
-10	10,8	0,73	1,30	1,65	2,0	2,4	2,9	4,0
-20	11,5	0,68	1,21	1,54	1,9	2,3	2,7	3,7

## AXCES™ 3x70/25 36 kV, regleringstabell vid upphängning

Kabeltemperatur vid upphängningstillfället °C	Dragkraft kN *	Nedhäng i meter vid en spännvidd i meter av Normalspännvidd 110 meter					
		60*	80	90	100	110	120
20	9,4	1,0	1,8	2,1	2,6	3,2	3,8
10	9,8	0,9	1,7	2,1	2,5	3,0	3,6
0	10,3	0,8	1,6	2,0	2,4	2,9	3,5
-10	10,9	0,8	1,4	1,8	2,3	2,8	3,4
-20	11,5	0,7	1,3	1,7	2,1	2,7	3,3

## AXCES™ 3x95/25 12–24 kV, regleringstabell vid upphängning

Kabeltemperatur vid upphängningstillfället °C	Dragkraft kN *	Nedhäng i meter vid en spännvidd i meter av Normalspännvidd 110 meter					
		60*	80	90	100	110	120
20	9,6	1,1	1,9	2,2	2,8	3,4	4,0
10	10,0	1,0	1,8	2,2	2,7	3,2	3,8
0	10,5	0,9	1,6	2,1	2,5	3,1	3,7
-10	11,0	0,8	1,5	1,9	2,4	2,9	3,5
-20	11,6	0,7	1,4	1,8	2,2	2,8	3,4

Mer information på sidorna 25–26.

\*) OBS!

Linjer med korta spann (60 meter eller mindre) kan ge mycket stora krafter på stolpar och inspänningar vid låga temperaturer. För att undvika detta bör man använda mindre inspänningskrafter än vad projekteringsprogrammen anger. Vid så korta spannlängder blir det en marginell ökning av nedhänget.

Kabeltemperatur vid upphängningstillfället °C	Uppspänningskraft i kN vid spännvidd 50 m	
	AXCES™ 3x70/16 12 och 24 kV	AXCES™ 3x70/25 36 kV och 3x95/25 24 kV
20	5,5	6,5
0	6	7
-10	6,5	7,5

---

# nkt cables AB i Falun tillhör nkt-koncernen

**nkt cables AB** i Falun, utvecklar, tillverkar och marknadsför kraft- och styrkabel för eldistribution, installationskabel samt kopplings- och anslutningskabel.

Vi lagerför ett heltäckande sortiment av standardkablar. Vårt mål är att vi av våra kunder ska uppfattas som den bästa leverantören av kabel och kabelfsystem när det gäller kvalitet, leveranssäkerhet och servicenivå.

**Behöver Du mer information om oss?** Vill Du veta mera om våra produkter? Hos oss kan Du beställa produktfakta, presentationer, broschyrer och monteringsanvisningar.

Du är alltid välkommen att ringa oss på **nkt cables AB**. Inte minst om Du behöver råd och hjälp i frågor som rör kabel.

Vi har tillverkat kabel sedan 1888 så Du kan förlita dig till vår mångåriga erfarenhet. Vi strävar inte enbart efter att uppnå effektiv tillverkning och hög leveranssäkerhet. Projektering, konstruktion, anläggning, underhåll och tillbehör är delar av vår verksamhet som prioriteras i lika hög grad när det gäller effektivitet och säkerhet.

**nkt cables AB**  
**Box 731, 791 29 Falun, Sverige**

[www.nktcables.se](http://www.nktcables.se)

## Referenser

[1]

”NÄTSTRUKTUR FÖR LANDSBYGDEN”  
Svenska Elverksföreningen 1994. ISBN 91-7622-094X

[2]

”JORDNINGSTEKNIK OCH JORDFELSSTRÖMMAR  
VID KABLIFIERING AV LANDSBYGDSNÄT”  
Sveriges Elleverantörer 1998. ISBN 91-7622-134-2

[3]

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

[4]

” Severe weather testing of AXCES cable at Dead-  
water Fell” Ref. EA Technologies Services Report  
T3550, November 2001

[5]

”SEK Handbok 443”

*Innehållet i denna trycksak får ej kopieras, avbildas  
eller mångfaldigas på annat sätt och spridas utan  
medgivande från nkt cables AB*



