

## Meddelanden från TELESTÖRNINGSNÄMNDEN

NR 21

2019-11-27

Utgåva 6

*Avstånd mellan högspänningsanläggningar och andra strömförande anläggningar.*

### 1 Allmänt

Enligt 2 kap 1 § ellagen (1997:857) får en elektrisk starkströmsledning inte byggas eller användas utan tillstånd. En nätkoncession skall avse en ledning med i huvudsak bestämd sträckning (nätconcession för linje) eller ett ledningsnät inom ett visst område (nätconcession för område).

Enligt 3 § elsäkerhetsförordningen (2017:218) ska den som avser att bygga en starkspänningsanläggning för en spänning av högst 1 000 volt mellan fasledarna (lågspänningsanläggning) anmäla detta till innehavaren av en redan befintlig starkströmsanläggning som avses i 11 § elsäkerhetslagen (2016:732), om det inte är uppenbart att det saknas ett sådant påverkanssamband som avses i den paragrafen. Även om svagströmsanläggningar inte omfattas av denna anmälingsskyldighet rekommenderar Telestörningsnämnden att även den som avser att bygga en svagströmsanläggning anmäler detta till innehavare av befintlig högspänningsanläggning.

Enligt 11 § elsäkerhetslagen ska den som innehar en högspänningsanläggning med en spänning som överstiger 1 000 volt mellan fasledare där det vid enfasigt fel kan uppkomma jordslutningsström med större styrka än 500 ampere och får kännedom om att det tillkommit en elektrisk anläggning för svagström eller för starkström med en spänning av högst 1 000 volt mellan fasledarna (låg- eller svagspänningsanläggning) vidta de åtgärder som behövs i den förstnämnda anläggningen för att förebygga skada eller störning.

Detta meddelande innehåller rekommendationer om minsta avstånd mellan anläggningsdelar för att förebygga person- eller sakskada eller annan störning än ljudstörning.

Telestörningsnämnden rekommenderar även den som ska bygga en svagströmsanläggning nära en högspänningsanläggning att iaktta samma minsta avstånd. Meddelandet innehåller vidare rekommendationer om ändamålsenliga åtgärder för att förebygga att anläggningen genom induktion eller förhöjda markpotentialer påverkar eller påverkas av den andra anläggningen.

Telestörningsnämnden vill påminna om vikten av att anmälan om ny anläggning görs innan anläggningsarbetena påbörjas vilket lämpligen sker genom samråd med ledningsinnehavaren före koncessionsansökan (se meddelande 12).

### Telestörningsnämnden

**Huvudmän**

Svenska kraftnät  
Energiföretagen Sverige  
Telia Sverige AB  
Trafikverket

**I samarbete med**

Elsäkerhetsverket

**Adress**

Svenska kraftnät  
Box 1200  
172 24 Sundbyberg

**Kontakt**

Telefon: 010-475 80 00  
E-post: [tsn@svk.se](mailto:tsn@svk.se)  
Hemsida: [www.svk.se](http://www.svk.se)

## 2 Korsningar

Vid korsning av olika ledningar erhålls normalt minsta påverkan vid vinkelrätt korsning. De minsta avstånden nedan kan även användas vid korsningar. Vid korsningar av markförlagda kablar krävs ofta extra isolation i form av rör för att upprätthålla isolationsavstånd.

## 3 Fyledningar för högspänningsanläggningar

Följande minsta avstånd till fyledningars i mark förlagda metalliska delar som stolpar, stag, jordtag, genomgående markledare rekommenderas. Avstånd mellan aktuella anläggningsdelar räknas alltid horisontellt.

| Anläggning                              | Fyledning<br>Icke direktjordade | Fyledning<br>Direktjordade                         |
|-----------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------------|
| Markförlagd                             |                                 |                                                    |
| Teleledningar <sup>1)</sup>             | 10 <sup>2)</sup> m              | 20 <sup>2)</sup> eller 50 <sup>2),3)</sup> m       |
| Kabel ≤ 1 kV                            | 10 <sup>2)</sup> m              | 20 <sup>2)</sup> eller 50 <sup>2),3)</sup> m       |
| Kabel > 1 kV                            | 10 <sup>2)</sup> m              | 20 <sup>2)</sup> eller 50 <sup>2),3)</sup> m       |
| Blank följelina för<br>kabel > 1 kV     | 20 <sup>2)</sup> m              | 20 <sup>2)</sup> eller 50 <sup>2),3)</sup> m       |
| Jordtag för lågspänning                 | 20 <sup>5)</sup> m              | 20 <sup>5)</sup> eller 50 <sup>3),5)</sup> m       |
| Metallrör för vatten-<br>och gasledning | 10 <sup>2),4)</sup> m           | 20 <sup>2),4)</sup> eller 50 <sup>2),3),4)</sup> m |
| Telestationer                           | 10 eller 50 <sup>3)</sup> m     | 50 eller 100 <sup>3)</sup> m                       |
| Sökråd med optofiber <sup>6)</sup>      | 20 <sup>2),6)</sup> m           | 20 <sup>2),6)</sup> eller 50 <sup>2),3),6)</sup> m |

Tabell 1: Avstånd till jordad detalj tillhörande fyledning för högspänningsanläggning

- 1) Avser strömförande ledningar.
- 2) Möjlig åtgärd om ovanstående avstånd inte kan hållas utan att någon anläggning flyttas är att någon av de i mark förlagda anläggningarna förses med extra yttre isolation t.ex. genom förläggning i vattentät plastslang på så lång sträcka att isoleravstånden uppnås.
- 3) Utanför tätortsområden. Definition "Tätort" enl. SCB:s hemsida: "En tätort har sammanhängande bebyggelse med minst 200 invånare".
- 4) Kort avstånd mellan direktjordad anläggning och annan längre nedgrävd metallisk ledning kan ge påverkan av katodiskt skydd för ledningen via spänningssättning. Denna påverkan kan kräva större avstånd och beskrivs ej i detta meddelande.
- 5) Isolering av jordtagsledare och placering av jordtag görs så att elektriskt avstånd enligt tabellen innehålls.
- 6) Bör sektioneras vid ledningskorsning.

Avstånden i Tabell 1 för icke direktjordade fyledningar är baserade på risk för skada på den markförlagda anläggningen på grund av åsknedslag på fyledningen. Avstånden i Tabell 1 för direktjordade fyledningar är baserade på risken för person- och sakskada på grund av spänningssättning vid jordfel på fyledningen.

Om osäkerhet råder beträffande genomgående markledares eller jordtags läge i fyledningens ledningsgata, så bör avstånden räknas från ledningsgatans gräns.

## 4 Markförlagda kablar för högspänningsanläggningar

För att förebygga att markförlagda kablar för högspänning orsakar skador bör nedanstående avstånd hållas.

| Anläggning                                   | Kabel 1-24 kV<br>Icke direktjordade        | Kabel > 36 kV<br>Icke direktjordade        | Kabel<br>Direktjordade                          |
|----------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Teleledningar <sup>7)</sup>                  | 0,05 <sup>8)</sup> m                       | 0,5 m                                      | 0,5 m                                           |
| Kabel ≤ 1 kV                                 | 0,05 m                                     | 0,2 m                                      | 0,5 m                                           |
| Kabel > 1 kV                                 | 0,05 m                                     | 0,2 m                                      | 0,5 m                                           |
| Blank följelina samjordad<br>med lågspänning | 0,05 m                                     | 0,2 m                                      | 20 <sup>11)</sup> eller 50 <sup>10),11)</sup> m |
| Jordtag för lågspänning                      | 0,05 m                                     | 0,2 m                                      | 20 eller 50 <sup>10)</sup> m                    |
| Telestationer                                | 10 <sup>9)</sup> eller 50 <sup>10)</sup> m | 10 <sup>9)</sup> eller 50 <sup>10)</sup> m | 50 eller 100 <sup>10)</sup> m                   |

Tabell 2: Avstånd till markförlagd kabel.

- 7) Avser strömförande ledningar.
- 8) Gäller vid parallellsträckor mindre än 1000 m eller om telekabeln är skärmad. I övriga fall ska avståndet vara minst 0,2 m.
- 9) Kortare avstånd kan tillämpas efter samråd mellan innehavare av högspänningsanläggning respektive svagströmsanläggning och lågspänningsanläggning. Speciell hänsyn till de sistnämnda anläggningarna behöver normalt tas redan vid projekteringen av anläggningarnas jordningssystem.
- 10) Utanför tätortsområden. Definition "Tätort" enl. SCB:s hemsida: *"En tätort har sammanhängande bebyggelse med minst 200 invånare"*.
- 11) Möjlig åtgärd om ovanstående avstånd inte kan hållas utan att någon anläggning flyttas är att någon av de i mark förlagda anläggningarna förses med extra yttre isolation t.ex. genom förläggning i vattentät plastslang på så lång sträcka att isoleravstånden uppnås.

## 5 Avstånd mellan ledningar för högspänningsanläggningar respektive svagströmsanläggningar med hänsyn till störningar

Se Telia anvisning 100 56-A 131 "Teleanläggningars placering i förhållande till starkströmsanläggningar".

Anvisningen är tillämplig vid placering av teleanläggningar intill starkströmsanläggningar för såväl lågspänning som högspänning samt elektrifierade järnvägar och spårvägar.

Till huvuddokumentet 100 56-A 131 är knutet följande fyra dokument (Telia dokumentnumrering):

- **1/100 56-A 131** Placering av telekablar och -stationer intill starkströmsanläggningar med systemspänning mellan 1 och 100 kV.
- **2/100 56-A 131** Placering av telekablar och -stationer intill starkströmsanläggningar med systemspänning över 100 kV.
- **3/100 56-A 131** Placering av telekablar och -stationer intill elektriska järnvägar och spårvägar.

- **4/100 56-A 131** Teoretisk beräkning av inducerade spänningar med syfte att förebygga störningar i teleförbindelser.

Dokumentet ligger som bilagor i slutet av meddelandet.

## 6 Sambyggnad och samförläggning

Energiföretagen Sverige erbjuder publikationer om sambyggnad och samförläggning.

- Kabelförläggning max 145 kV – *EBR KJ41:15*
- Sambyggnad och samförläggning – *Administrativa anvisningar 2019*
- Sambyggnad och samförläggning – *Tekniska krav 2013*

Publikationerna kan beställas från Energiföretagen Sverige ([www.energiforetagen.se/](http://www.energiforetagen.se/)).



Denna anvisning är tillämpbar vid placering av teleanläggningar intill starkströmsanläggningar såväl lågspänning som högspänning samt elektrifierade järnvägar och spårvägar.

Denna publika version är framtagen för ändamålet att som bilaga följa med Telestörningsnämndens meddelande 21.

Anvisningen ersätter Televerkets Författningssamling **Serie B:18** i sin helhet.

Till huvudanvisningen är knutet fyra (4) underdokument vilka redovisas nedan, följt av kapitelnummer i publika versionen:

- **1/100 56-A 131** Placering av telekablar och -stationer intill starkströmsanläggningar med systemspänning mellan 1 och 100 kV.- **Kapitel 7**
- **2/100 56-A 131** Placering av telekablar och -stationer intill starkströmsanläggningar med systemspänning över 100 kV. – **Kapitel 8**
- **3/100 56-A 131** Placering av telekablar och -stationer intill elektrifierade järnvägar och spårvägar. – **Kapitel 9**
- **4/100 56-A 131** Teoretisk beräkning av inducerade spänningar med syfte att förebygga störningar i teleförbindelser. **Kapitel 10**

Tekniska bestämmelser för **Sambyggnad och Samförläggning** återfinns i separata dokument. Övriga bestämmelser beträffande jordningssystem återfinns i **Jordningshandboken LZBA 502 51.**

**Company information**

Telia Company AB

16994 Solna, Sweden

Registered office: Stockholm

Business ID 556103-4249 VAT No. SE556103424901

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

### Innehåll

|                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 Inledning .....                                                                | 6  |
| 2 Personsäkerhet.....                                                            | 6  |
| 3 Anmälningssplikt.....                                                          | 6  |
| 4 Placering av telestationer och kablar intill högspänningsanläggningar .....    | 7  |
| 4.1 Frieledning .....                                                            | 7  |
| 4.1.1 Systemspänning mellan 1 och 100 kV .....                                   | 7  |
| 4.1.2 Systemspänning högre än 100 kV .....                                       | 7  |
| 4.1.3 Elektrifierade järnvägar och spårvägar .....                               | 7  |
| 4.1.4 Teoretisk bakgrund .....                                                   | 7  |
| 4.2 Kablar .....                                                                 | 7  |
| 4.2.1 Systemspänning mellan 1 och 24 kV .....                                    | 7  |
| 4.2.2 Systemspänning över 24 kV .....                                            | 7  |
| 5 Placering av telestationer och luftledningar intill lågspänningsledningar..... | 8  |
| 5.1 Telestationer .....                                                          | 8  |
| 5.2 Parallellföring .....                                                        | 8  |
| 6 Korsningar .....                                                               | 8  |
| 6.1 Luftledningar .....                                                          | 8  |
| 6.1.1 Systemspänning högst 1 kV.....                                             | 9  |
| 6.1.2 Systemspänning 1 – 52 kV .....                                             | 10 |
| 6.1.3 Systemspänning över 52 kV .....                                            | 10 |
| 6.2 Jordkabel .....                                                              | 11 |
| 6.2.1 Korsningar vid Systemspänning högst 24 kV .....                            | 11 |
| 6.2.2 Korsningar vid systemspänning över 24 kV.....                              | 12 |



|                                                                                                                                                       |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 7 Starkströmsanläggning 1 – 100 kV Placering av telekablar och -stationer intill starkströmsanläggningar med systemspänning mellan 1 och 100 kv ..... | 13 |
| 7.1 Inledningsinformation 1 – 100 kV .....                                                                                                            | 13 |
| 7.2 Placering av telekablar intill kraftanläggning med spänning från 1 till 100 kv .....                                                              | 14 |
| 7.3 Placering av telestationer intill kraftanläggning med spänning från 1 till 100 kv .....                                                           | 15 |
| 7.4 Gränsvärden för längsspänningar i kablar .....                                                                                                    | 15 |
| 7.5 Diagram som kalkylhjälpmedel.....                                                                                                                 | 15 |
| 7.5.1 Diagrammens tillämpning.....                                                                                                                    | 15 |
| 7.5.2 Följande diagram finns tillgängliga: .....                                                                                                      | 16 |
| 7.5.3 Tillämpningsexempel 1. ....                                                                                                                     | 17 |
| 7.5.4 Tillämpningsexempel 2. ....                                                                                                                     | 18 |
| 7.6 VIKTIGT I SAMBAND MED SKARVNING AV ALUMINIUMMANTLAD KABEL .....                                                                                   | 19 |
| 7.7 SPECIALFALL .....                                                                                                                                 | 19 |
| 7.8 BILDBILAGA .....                                                                                                                                  | 20 |
| 7.9 Diagrambilaga 1 - 15.....                                                                                                                         | 21 |
| 7.10 Anvisning för användande av störspänningsdiagram .....                                                                                           | 36 |
| 8 Placering av telekablar och -stationer intill starkströmsanläggningar med systemspänning över 100 kV .....                                          | 37 |
| 8.1 INLEDNING .....                                                                                                                                   | 37 |
| 8.2 PLACERING AV TELEKABLAR INTILL HÖGSPÄNNINGSANLÄGGNINGAR MED SYSTEMSPÄNNING ÖVER 100 kV.....                                                       | 38 |
| 8.2.1 Växelspänningssystem AC. ....                                                                                                                   | 38 |
| 8.2.2 Likspänningssystem HVDC.....                                                                                                                    | 38 |
| 8.2.3 Överspänningar på grund av induktion vid kraftledningsfel i växelströmsnätet .....                                                              | 39 |
| 8.2.4 Parallellföring med AC- och HVDC-friedningar .....                                                                                              | 39 |



|                                                                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 8.3 PLACERING AV TELESTATIONER INTILL AC OCH HVDC HÖG-SPÄNNINGSSYSTEM<br>MED SYSTEMSPÄNNING ÖVER 100 kV..... | 39 |
| 8.4 GRÄNSVÄRDEN FÖR LÄNGSSPÄNNINGAR I TELEKABLAR .....                                                       | 40 |
| 8.5 DIAGRAM SOM BEDÖMNINGSHJÄLPMEDEL .....                                                                   | 40 |
| 8.5.1 Diagrammens tillämpning.....                                                                           | 40 |
| 8.5.2 Följande diagram återfinns i bilagorna: .....                                                          | 41 |
| 8.5.3 Tillämpningsexempel .....                                                                              | 42 |
| 8.6 VIKTIGT I SAMBAND MED ANVÄNDNING AV ALUMINIUM-MANTLAD TELEKABEL.....                                     | 43 |
| 8.7 SPECIALFALL .....                                                                                        | 43 |
| 8.8 BILDBILAGA.....                                                                                          | 44 |
| 8.9 DIAGRAMBILAGA 1 – 12.....                                                                                | 45 |
| 8.10 ANVISNING FÖR ANVÄNDANDE AV STÖRSPÄNNINGSDIAGRAM.....                                                   | 57 |
| 9 Placering av telekablar och -stationer intill elektriska järnvägar och spårvägar .....                     | 58 |
| 9.1 PLACERING AV TELEKABLAR OCH -STATIONER INTILL BEFINTLIGA<br>ELEKTRIFIERADE JÄRNVÄGAR OCH SPÅRVÄGAR ..... | 58 |
| 9.2 PLACERING AV KABEL UTMED JÄRNVÄG ELLER SPÅRVÄG .....                                                     | 58 |
| 9.2.1 I huvudsak gäller följande: .....                                                                      | 59 |
| 9.3 PLACERING AV TELESTATIONER UTMED JÄRNVÄGAR OCH SPÅRVÄGAR.....                                            | 59 |
| 9.4 GRÄNSVÄRDE FÖR PSOFOMETRISK LÄNGSSPÄNNING .....                                                          | 59 |
| 9.4.1 Bedömning av längsspänningen .....                                                                     | 59 |
| 9.5 UNDFLYTTNING AV TELEKABLAR OCH -STATIONER VID ELEKTRIFIERING AV<br>BEFINTLIGA JÄRNVÄGAR .....            | 60 |
| 9.5.1 FLYTTNING AV TELEKABLAR .....                                                                          | 60 |
| 9.5.2 FLYTTNING AV TELESTATIONER .....                                                                       | 61 |
| 9.6 KABELSKÄRMAR.....                                                                                        | 61 |
| 9.7 OLIKA JÄRNVÄGSSYSTEM.....                                                                                | 62 |



|                                                                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 9.7.1 BT-SYSTEM .....                                                                                          | 62 |
| 9.7.2 AT-SYSTEM .....                                                                                          | 63 |
| 9.7.3 BILAGOR.....                                                                                             | 64 |
| 9.7.4 Beräkningsmetoder.....                                                                                   | 64 |
| 9.7.5 Parallella ledningar .....                                                                               | 64 |
| 9.7.6 Inte parallella ledningar .....                                                                          | 64 |
| 9.7.7 Markresistivitet.....                                                                                    | 66 |
| 9.7.8 Karta över markresivitet .....                                                                           | 67 |
| 10 Teoretisk beräkning av inducerade spänningar med syfte att förebygga störningar i<br>teleförbindelser. .... | 68 |
| 10.1 SAMMANFATTNING.....                                                                                       | 68 |
| 10.2 INLEDNING .....                                                                                           | 68 |
| 10.3 Parallellism mellan tele- och kraftledning .....                                                          | 69 |
| 10.4 Ingen parallellism mellan tele- och kraftledning. ....                                                    | 70 |
| 10.5 INDUKTIONSBERÄKNING .....                                                                                 | 72 |
| 10.5.1 REDUKTIONSFAKTOR .....                                                                                  | 74 |
| 10.5.2 PRAKTISK TILLÄMPNING .....                                                                              | 74 |
| 10.5.3 TILLÄMPNINGSEXEMPEL MED FELANALYS.....                                                                  | 75 |
| 10.6 Bilder för ömsesidig induktans.....                                                                       | 76 |



## 1 Inledning

För att dels förhindra störningar i teleanläggningar, kablar och ledningar, dels förebygga personskador, måste man vid projektering av dessa vara medveten om andra elektriska anläggningars inverkan. Förekommande störningskällor och ur personsäkerhetssynpunkt farliga arbetszoner utgörs vanligtvis av kraft- och järnvägsanläggningar.

För att vara säker på att den planerade anläggningen inte kommer att störas eller att personskada kan orsakas av felbyggd teleanläggning, måste man planera och bygga efter vissa erfarenheter och rekommendationer vilka har sin grund i både nationella och internationella standarder samt lagar och kungörelser, vilka utgör fundament för denna anvisning.

I anvisningen ingående tekniska termer förklaras i Telestörningsnämnden (TSN), som bilaga till **meddelande 21**, där också grundläggande lagar och kungörelser återfinns.

## 2 Personsäkerhet

Alla typer av arbeten intill starkströmsanläggningar kan medföra livsfara om inte föreskrivna regler följs.

Personsäkerheten i samband med starkströmsanläggningar måste alltid beaktas i följande fall:

- Överspänningar p.g.a. jordfel i direktjordat kraftnät.
- Sambyggnad och samförläggning
- Korsningar mellan el- och teleledningar samt parallellismer.

## 3 Anmälningssplikt

Begreppet anmälningssplikt har sin grund i det faktum att när en telekabel vid anläggning måste korsa en starkströmsledning eller tvärtom en starkströmsledning vid nyanläggning måste korsa en telekabel, finns regler i **Elsäkerhetsverkets Starkströmsföreskrifter** som reglerar ledningsägarnas ansvar. Detta ansvar innebär att man ömsesidigt anmäler att man behöver korsa vederbörandes ledningar. Att följa dessa regler är nödvändigt av två skäl:

- Förhindra personskador.
- Förhindra onödiga driftproblem.



## 4 Placering av telestationer och kablar intill högspänningsanläggningar

Med högspänningsanläggningar avses sådana med systemspänningar över 1 kV. Högspänningen kan antingen distribueras via **friledning** eller **kabel**. Med friledning menas en luftledning med från varandra fritt upphängda ledare med tillbehör som isolatorer, krokarna och reglar. Denna ledningstyp medför mer **elektromagnetisk inverkan** jämfört med kabeldistribution.

### 4.1 Friledning

#### 4.1.1 Systemspänning mellan 1 och 100 kV

##### Anvisning 1/100 56-A 131

"Placering av telekablar och -stationer intill starkströmsanläggningar med systemspänning mellan 1 och 100 kV".

#### 4.1.2 Systemspänning högre än 100 kV

##### Anvisning 2/100 56-A 131

"Placering av telekablar och -stationer intill starkströmsanläggningar med systemspänning över 100 kV".

#### 4.1.3 Elektrifierade järnvägar och spårvägar

##### Anvisning 3/100 56A 131

"Placering av telekablar och telestationer intill elektrifierade järnvägar och spårvägar"

#### 4.1.4 Teoretisk bakgrund

I **dokument 4/100 56A 131** "Teoretisk beräkning av inducerade spänningar med syfte att förebygga störningar i teleförbindelser.", redovisas formler och metoder för beräkning av störspänningsnivåer mm.

### 4.2 Kablar

Här behandlas endast parallellförläggning av el- och telekablar såväl jordförlagda som upphängda på stolpar.

#### 4.2.1 Systemspänning mellan 1 och 24 kV

Hänvisning till gällande gällande tekniska bestämmelser för **sambyggnad och samförläggning**.

#### 4.2.2 Systemspänning över 24 kV

Vid parallellförläggning av kabel med systemspänning **24-100 kV** bör parallellavståndet inte vara mindre än 10 m. Därutöver, om systemspänningen är **över 100 kV**, skall alltid **tekniskt sakansvarig inom Telia** kontaktas.



## 5 Placering av telestationer och luftledningar intill lågspänningsledningar

Med lågspänningsledning avses en ledning som i dagligt tal benämns 230/400 V.

### 5.1 Telestationer

Grundregeln är att stationer inte skall anläggas under lågspänningsledningar samt att avståndet mellan telestationsjord och lågspänningstranformator, **skall vara minst 10 meter**. I tveksamma fall bör samråd ske med sakansvarig inom Telia.

För tillkommande lågspänningsledningar i närheten av stationer, gäller regler enligt **Elsäkerhetsverkets Starkströmsföreskrifter** samt anmälningsskyldighet för elnätägaren.

### 5.2 Parallellföring

Regler för parallellföring mellan telestolplinje och elstolplinje beskrivs i **Elsäkerhetsverkets Starkströmsföreskrifter** vilket sammanfattas nedan:

När endera ledningen eller båda är isolerade skall dessa vara byggda med hänsyn till föreliggande risk för kontakt mellan dem. **Minsta avstånd mellan ledningarna är 2 meter**.

Utgörs lågspänningsledningen av friledning och Skanovas ledning av **blanktråd, blank kabel eller på fri bärlina upphängd kabel**, skall ledningarna vara byggda så att dessa vid stolpfall, brusten eller lossnad ledare inte kan komma i kontakt med varandra.

Är ledningarna placerade på mindre än en stolplängds avstånd från varandra, skall särskilda åtgärder som säkerhetsstaging, vara utförda. Minsta avstånd 2 meter mellan ledningarna kan då godtas.

## 6 Korsningar

### 6.1 Luftledningar

Innan en telekabel eller stag förläggs under eller i närheten av starkströmsledning skall enligt **Svagströmskungörelsen** anmälan alltid göras till elnätägaren för godkännande av anläggningen. Elsäkerhetsverket har dock gjort vissa undantag från denna anmälningsskyldighet.

Tabellerna 1 och 2 under 6.1.1 och 6.1.2 upptar de korsningar enligt Svensk Standard som berör teleledningar. I tabell 1 anges undantagen för anmälningsskyldighet med *kursiv* text.

Ytterligare tillkommande teleledning i befintlig korsning behöver inte anmälas.





### 6.1.1 Systemspänning högst 1 kV

| Korsningsnorm                                                                                                                                                                                                                                                        | Svensk Standard |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Starkströmsledning (hängkabel eller hängspiralkabelledning), högst 1000 V över allmän väg.<br><br>(Tillämpas även om starkströmsledningen enbart korsar underliggande svagströmsledning)<br><br>Ingen anmälningsskyldighet om starkströmsledningen korsar allmän väg | SS 436 02 10    |
| Starkströmsledning (hängkabel eller hängspiralkabelledning), högst 1000 V över en inte elektrifierad järnväg.                                                                                                                                                        | SS 436 02 11    |
| Starkströmsledning (hängkabel eller hängspiralkabelledning), högst 1000 V under svagströmsledning.<br><br>Ingen anmälningsskyldighet                                                                                                                                 | SS 436 02 12    |
| Lågspänningsledning (friledning) med dubbla nolledare under svagströmsledning.<br><br>Ingen anmälningsskyldighet                                                                                                                                                     | SS 436 02 20    |
| Lågspänningsledning (friledning) med enkel nolledare under svagströmsledning.<br><br>Ingen anmälningsskyldighet                                                                                                                                                      | SS 436 02 21    |
| Starkströmsledning (friledning), högst 1000 V över allmän väg. (Fångarm).<br><br><i>Ingen anmälningsskyldighet</i>                                                                                                                                                   | SS 436 02 22    |
| Starkströmsledning (friledning), högst 1000 V över allmän väg och isolerad svagströms- eller lågspänningsledning (Utan fångarm).<br><br><i>Ingen anmälningsskyldighet om starkströmsledningen korsar allmän väg</i>                                                  | SS 436 02 23    |
| Stag för svagströmsledning under starkströmsledning (friledning) högst 600 V                                                                                                                                                                                         | SS 436 04 40    |
| Stag för svagströmsledning under eller över starkströmsledning (hängkabel eller hängspiralkabelledning) högst 600 V.<br><br><i>Ingen anmälningsskyldighet i utförande B</i>                                                                                          | SS 436 04 41    |



### 6.1.2 Systemspänning 1 – 52 kV

| Korsningsnorm                                                                                                 | Svensk Standard |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Högspänningsledning (friledning) 0,7-20 kV över annan ledning. Fångarm                                        | SEN 36 02 55    |
| Högspänningsledning (friledning) 0,7-20 kV över allmän väg. Fångarm                                           | SEN 36 02 56    |
| Högspänningsledning (friledning) högst 52 kV över allmän väg. (Ingen fångarm)                                 | SS 436 02 61    |
| Högspänningsledning (friledning) högst 52 kV över allmän väg. (Ingen fångarm). Trädsäkert korsningsspann.     | SS 436 02 62    |
| Högspänningsledning (hängspiralkabel utan skärm), 1-24 kV över allmän väg.                                    | SS 436 02 65    |
| Högspänningsledning (metallskärmad hängkabel eller metallskärmad hängspiralledning), 1-24 kV över allmän väg. | SS 436 02 80    |

### 6.1.3 Systemspänning över 52 kV

Samråd skall ske mellan elnätägaren och sakansvarig inom Telia.

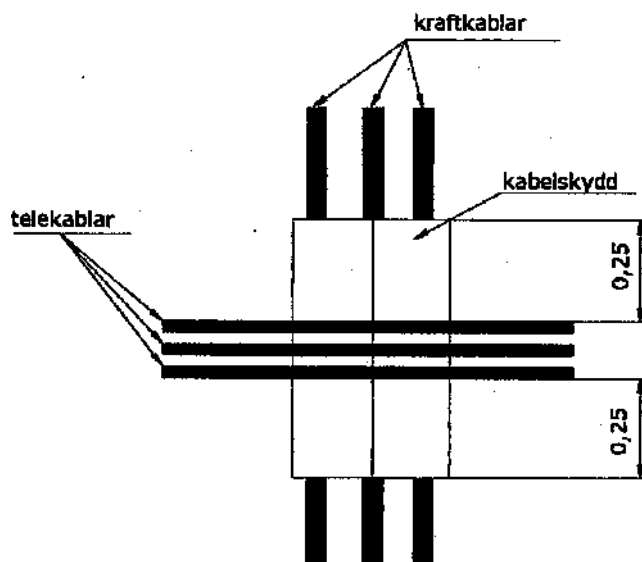
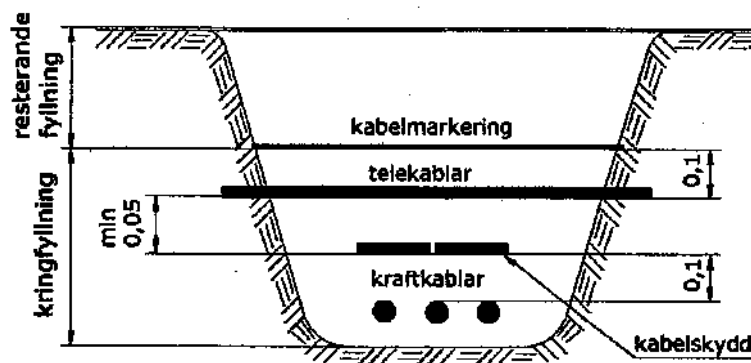


## 6.2 Jordkabel

### 6.2.1 Korsningar vid Systemspänning högst 24 kV

Normalt skall telekabeln korsa över kraftkabeln.

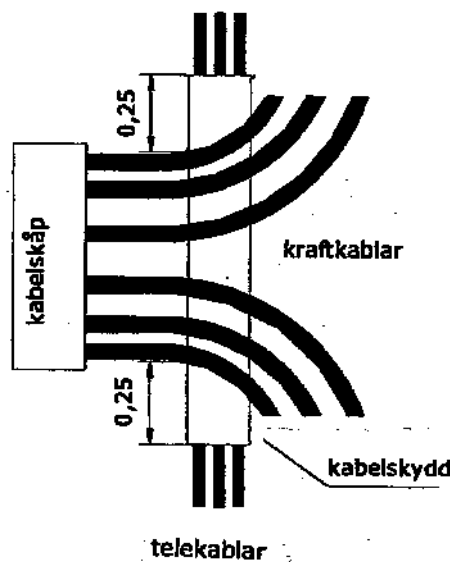
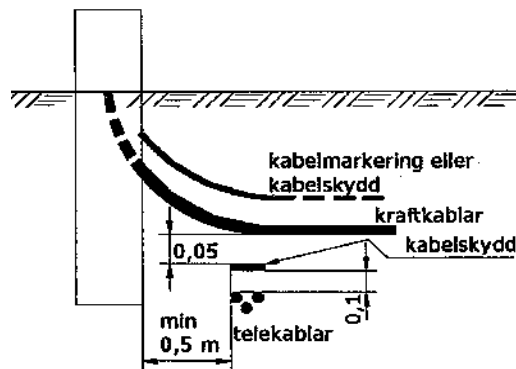
*Principskiss*



Avstånd i bilderna är i meter(m) om inget annat anges

I korsning vid kabelskåp förläggs telekabeln med kabelskydd under kraftkabeln.

### Principskiss



Avstånd i bilderna är i meter(m) om inget annat anges

### 6.2.2 Korsningar vid systemspänning över 24 kV

Normalt skall telekabeln korsa över kraftkabeln. Samråd skall ske mellan kraftledningsägaren och sakansvarig inom Telia.

## **7 Starkströmsanläggning 1 – 100 kV Placering av telekablar och -stationer intill starkströmsanläggningar med systemspänning mellan 1 och 100 kv**

### Giltighet

- Telekablar intill högspänningsförledning.
- Gäller inte parallellföring med högspänningskablar.
- Omfattar samtliga telekablar med ledare av metall.
- Omfattar samtliga typer av telestationer

### **7.1 Inledningsinformation 1 – 100 kV**

För att dels förhindra störningar i teleanläggningar, kablar och ledningar och dels förebygga personskador, måste man vid projektering av dessa vara medveten om andra elektriska anläggningars inverkan. Förekommande störningskällor och ur personsäkerhetssynpunkt farliga arbetszoner, utgörs vanligtvis av kraft- och järnvägsanläggningar.

För att vara säker på att den planerade anläggningen inte kommer att störas eller att personskada kan orsakas av felbyggd teleanläggning, måste man planera och bygga efter vissa erfarenheter och rekommendationer vilka har sin grund i både nationella och internationella standarder samt lagar och kungörelser, vilka utgör fundament för denna anvisning.

I anvisningen ingående tekniska termer förklaras i Telestörningsnämnden (TSN), som bilaga till **meddelande 21**, där också grundläggande lagar och kungörelser återfinns.



## 7.2 Placering av telekablar intill kraftanläggning med spänning från 1 till 100 kv

1. I de fall en telekabel måste korsa en kraftledning ska alltid **kraftledningsägaren kontaktas för samråd**.
2. Inga **kablar** bör parallellförläggas inom en **zon av 10 meter** ut från kraftledningen. Inga **kabelskåp** får placeras inom denna zon. Ingen skarvning av kabel inom denna zon förekomma och inte heller någon **jordning**. Vid jordning av exempelvis överspänningsskydd är det viktigt att dessas jordar placeras så långt från zonerna som möjligt (se bildbilaga sid 7).
3. **Kablar i korsningar** med högspänningssystem mellan 1 och 100 kV, ska vara jordförlagda och bör vara räta upp till ett avstånd av 10 meter på vardera sidan om kraftledningen. Om jordförläggning inte är möjlig att genomföra ska en luftkabelkorsning utföras enligt gällande korsningsnorm (Svensk Standard). I övrigt ska sakansvarig inom Telia kontaktas för samråd.
4. Om korsande telekabel inte har någon parallellföring med den korsade högspänningsledningen, finns det inget krav på kabeltyp i korsningen.
5. Närmsta del i en korsning mellan en telekabel och stolpar eller andra delar som stag vilka tillhör kraftsystemet, ska vara **större 10 meter**.



### 7.3 Placering av telestationer intill kraftanläggning med spänning från 1 till 100 kv

För att undvika inverkan från kraftsystemens metalliska förbindningar med jord, bör avståndet mellan en telestation och sådana jordförbindningar inte vara närmre än 50 meter. Om av vissa skäl detta minsta avstånd inte kan hållas, bör kontakt tas med sakansvarig inom Telia för samråd.

### 7.4 Gränsvärden för längsspänningar i kablar

För att undvika taltransmissionsstörningar bör den psophometriska längsspänningen i en metallisk kabel inte överstiga 200 mV.

### 7.5 Diagram som kalkylhjälpmedel

För att underlätta en induktionskalkylering har längsspänningsdiagram tagits fram för samtliga systemspänningar som omfattas av icke direktjordade nollpunkter. Gällande gränsvärde för psophometrisk längsspänning har inlagts i diagrammen. De faktorer som är direkt avgörande för induktionen i en telekabel, är kabelns längsutbredning (L) utmed kraftledningen samt dess parallella avstånd (a) till störande kraftledning.

#### 7.5.1 Diagrammens tillämpning

Diagrammen anger den psophometriska störspänningens beroende av en kabels längd (L) och dess parallella avstånd (a) från kraftledningen. Störspänningen är också beroende av mantelskyddsfaktorn (k). Mantelskyddsfaktorn  $k=1$  innebär att kabeln har ingen metallskärm. Om en aktuell telekabel har en metallskärm som är sammanhängande mellan telestationen och termineringspunkten, kommer inducerad störspänning att vara reducerad med en faktor  $k=0,2$  med vilket ska förstås att störspänningen blir 0,2 gånger mindre jämfört med om det hade varit en oskärmad kabel.

Induktionen är också beroende av markens elektriska ledningsförmåga vilken är markresistivitet ( $\rho$  [ $\Omega\text{m}$ ]). Följande värden på markresistiviteten tillämpas:

- $\rho = 2500 \Omega\text{m}$ : Hela landet förutom Skåne enligt nästa punkt.
- $\rho = 100 \Omega\text{m}$ : Gäller endast Skåne nedanför en linje från Simrishamn-Åstorp-Ängelholm-Skålderviken.

Vissa diagram har uteslutits eftersom störspänningsvärdena ligger under gränsvärdet.



### 7.5.2 Följande diagram finns tillgängliga:

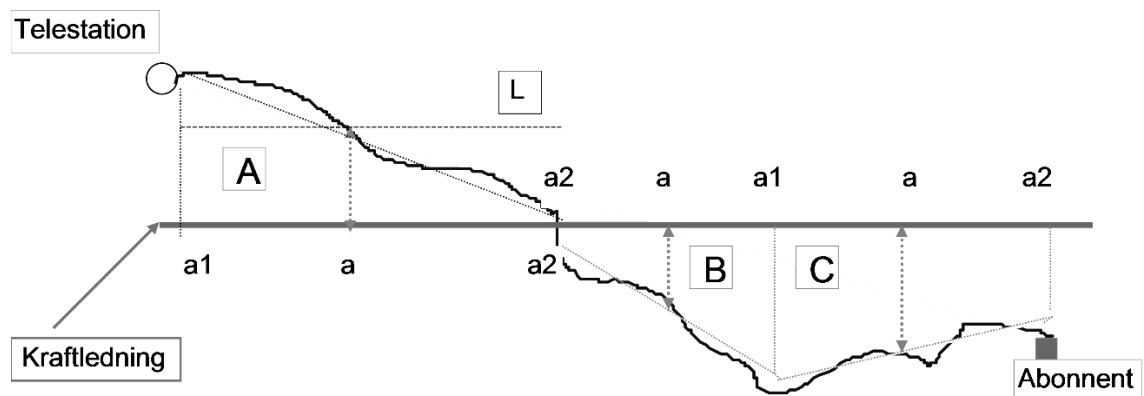
| <b>SYSTEMSPÄNNING<br/>(kV)</b> | <b><math>k=1</math></b> | <b><math>k=0.2</math></b> | <b><math>\rho=2500 \Omega m</math></b> | <b><math>\rho=100 \Omega m</math></b> | <b>DIAGRAM</b> |
|--------------------------------|-------------------------|---------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------|----------------|
| 12                             | x                       |                           | x                                      |                                       | 1              |
| 24                             | x                       |                           | x                                      |                                       | 2              |
| 24                             | x                       |                           |                                        | x                                     | 3              |
| 33                             | x                       |                           | x                                      |                                       | 4              |
| 33                             | x                       |                           |                                        | x                                     | 5              |
| 44                             | x                       |                           | x                                      |                                       | 6              |
| 44                             |                         | x                         | x                                      |                                       | 7              |
| 44                             | x                       |                           |                                        | x                                     | 8              |
| 55                             | x                       |                           | x                                      |                                       | 9              |
| 55                             |                         | x                         | x                                      |                                       | 10             |
| 55                             | x                       |                           |                                        | x                                     | 11             |
| 77                             | x                       |                           | x                                      |                                       | 12             |
| 77                             |                         | x                         | x                                      |                                       | 13             |
| 77                             | x                       |                           |                                        | x                                     | 14             |
| 77                             |                         | x                         |                                        | x                                     | 15             |





### 7.5.3 Tillämpningsexempel 1.

Avståndet mellan en teleledning och en kraftledning är inte alltid helt parallell, därför måste man räkna fram ett ekvivalent avstånd ( $a$ ) enligt följande exempel:



En teleledning enligt bilden ska projekteras utmed en kraftledning. Ledningen korsar kraftledningen på ett ställe. Ytan mellan teleledning och kraftledning delas upp i tre delar A, B och C. För vart och ett av dessa delar beräknas ett ekvivalent parallellavstånd ( $a$ ). Avståndet ( $a$ ) tillsammans med längden ( $L$ ) på kraftledningen inom varje beräkningsavsnitt, är nödvändigt att känna till för att kunna tillämpa diagrammen. Det ekvivalenta avståndet ( $a$ ) beräknas på följande sätt:

$$a = \sqrt{a_1 \cdot a_2} \quad [\text{Meter}]$$

I exemplet måste tre avläsningar i diagrammet göras. De tre avlästa spänningsvärdena summeras algebraiskt på följande sätt:

$$U = U_A + U_B + U_C \quad [\text{Volt}]$$

Spänningssummeringen kan uttryckas mera generellt som följer:

$$U = U_1 + \dots + U_n = \sum_{i=1}^n U_i$$

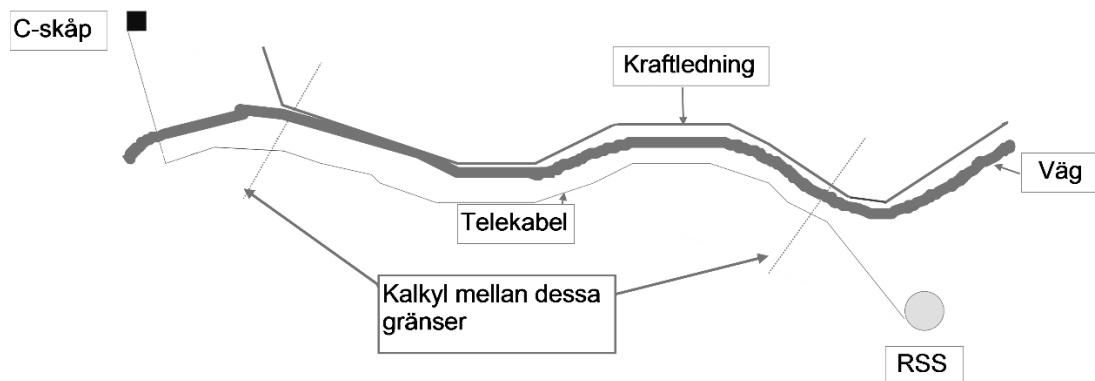
För att uppfylla spänningsgränsvärdet ska störspänningen inte överstiga nedanstående gränsvärde:

$$U \leq 200mV$$



### 7.5.4 Tillämpningsexempel 2.

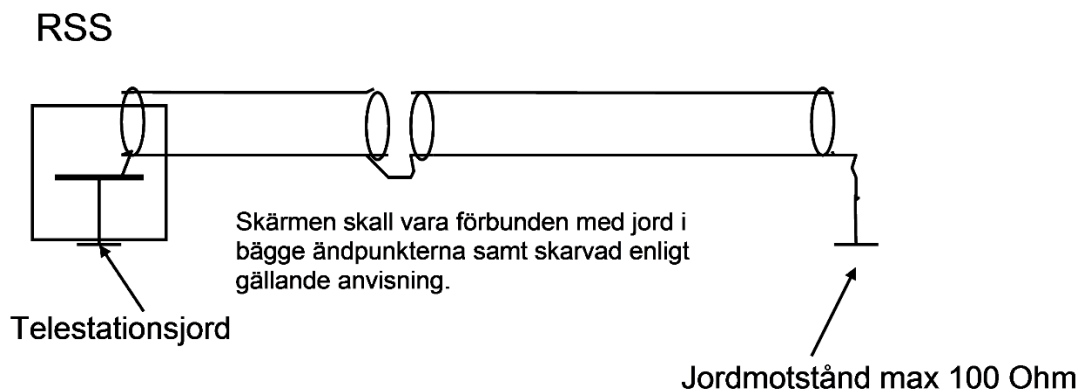
Vid exempelvis flyttning av kraftledningar intill vägar där teleledningar redan finns på platsen, kan följande exempel vara bra att studera:



Vid parallellföring av kraftledning utmed väg kan man oftast approximera och bestämma ett medelvärde på det parallella avståndet ( $a$ ) mellan tele- och kraftledning. I det aktuella exemplet ska man ta reda på avståndet ( $a$ ) och kabelns längd ( $L$ ) mellan de angivna gränserna i skissen. Därefter kan man i tillämpligt diagram avläsa om störspänningen överskrider gränsvärdet 200 mV.

## 7.6 VIKTIGT I SAMBAND MED SKARVNING AV ALUMINIUMMANTLAD KABEL

Kabeln ska skarvas enligt följande skiss:



## 7.7 SPECIALFALL

Om störspänningsgränsvärdet under speciella omständigheter inte kan hållas, eller man blir tvingad att använda en del av kraftledningsgatan på grund av terrängen, bör optokabel läggas. Termineringspunkten måste då förses med en AXERSS eller AXERSM, beroende på abonnentantalet. I fall med enstaka abonnenter kan man använda en kanals radiolänk.

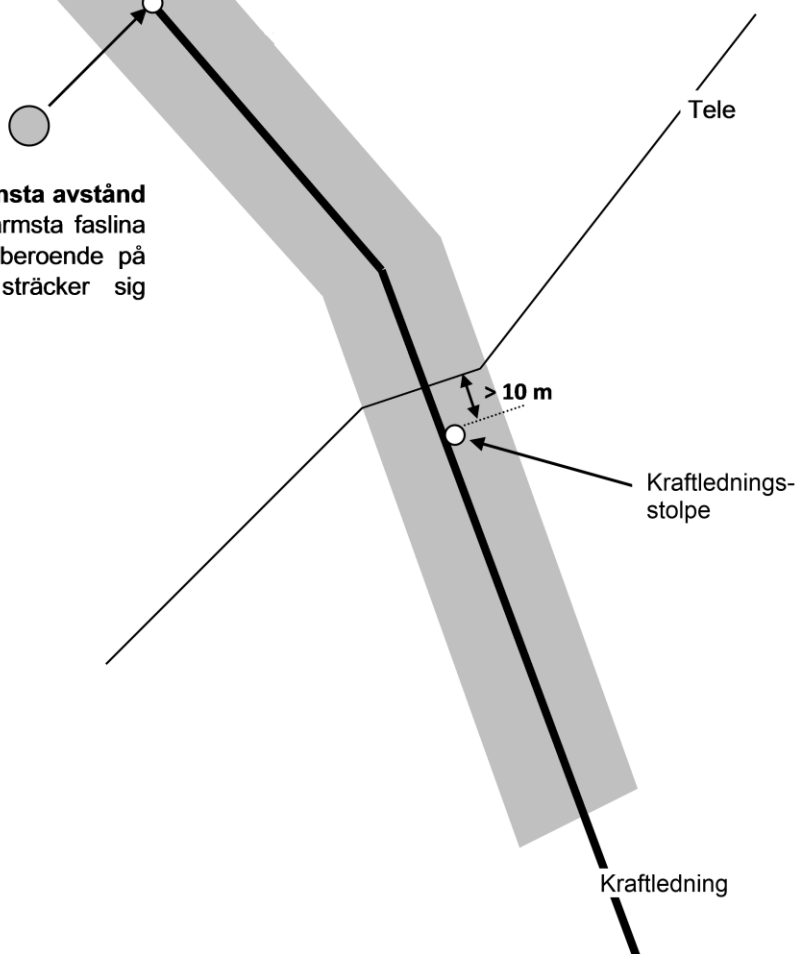
I tveksamma fall bör alltid sakansvarig inom Telia kontaktas för samråd.

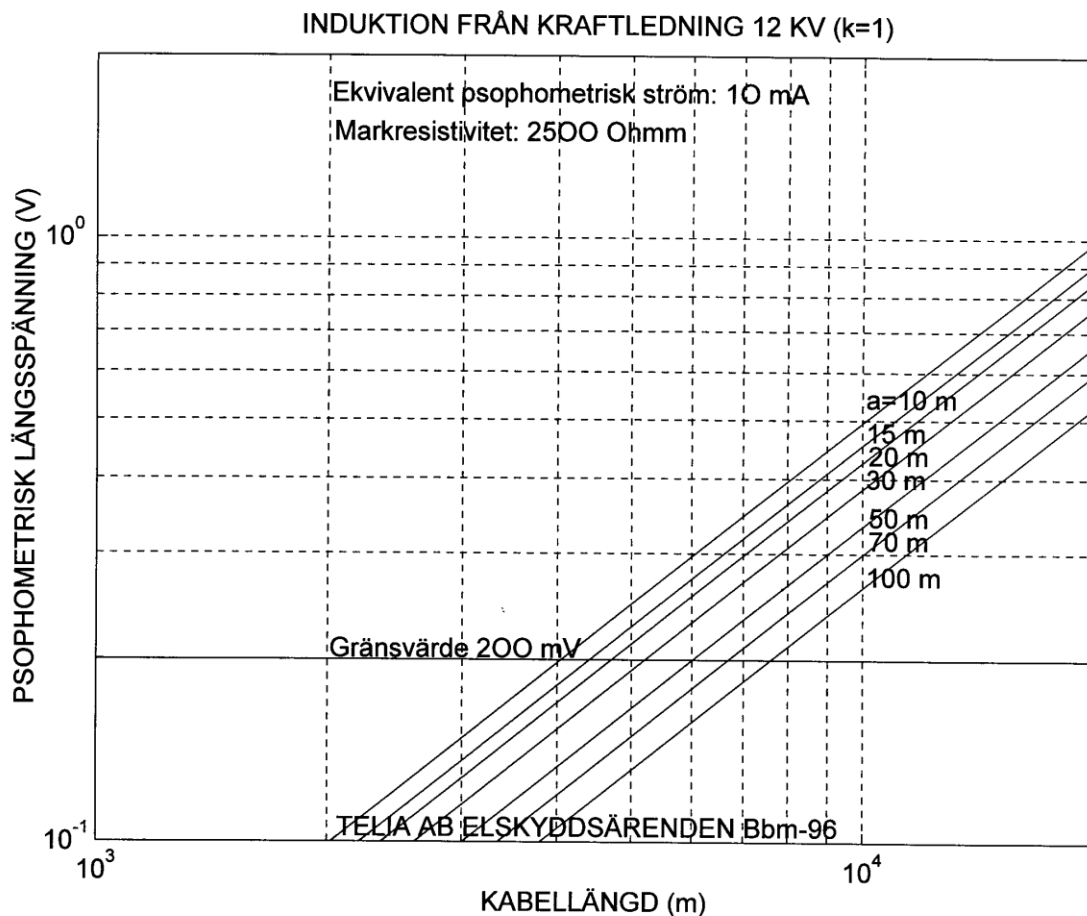


**7.8 BILDBILAGA****Placering av kabel och telestationer  
utmed kraftledning med icke direkt-  
jordad nollpunkt. Systemspänning  
mellan 1 och 100 kV**

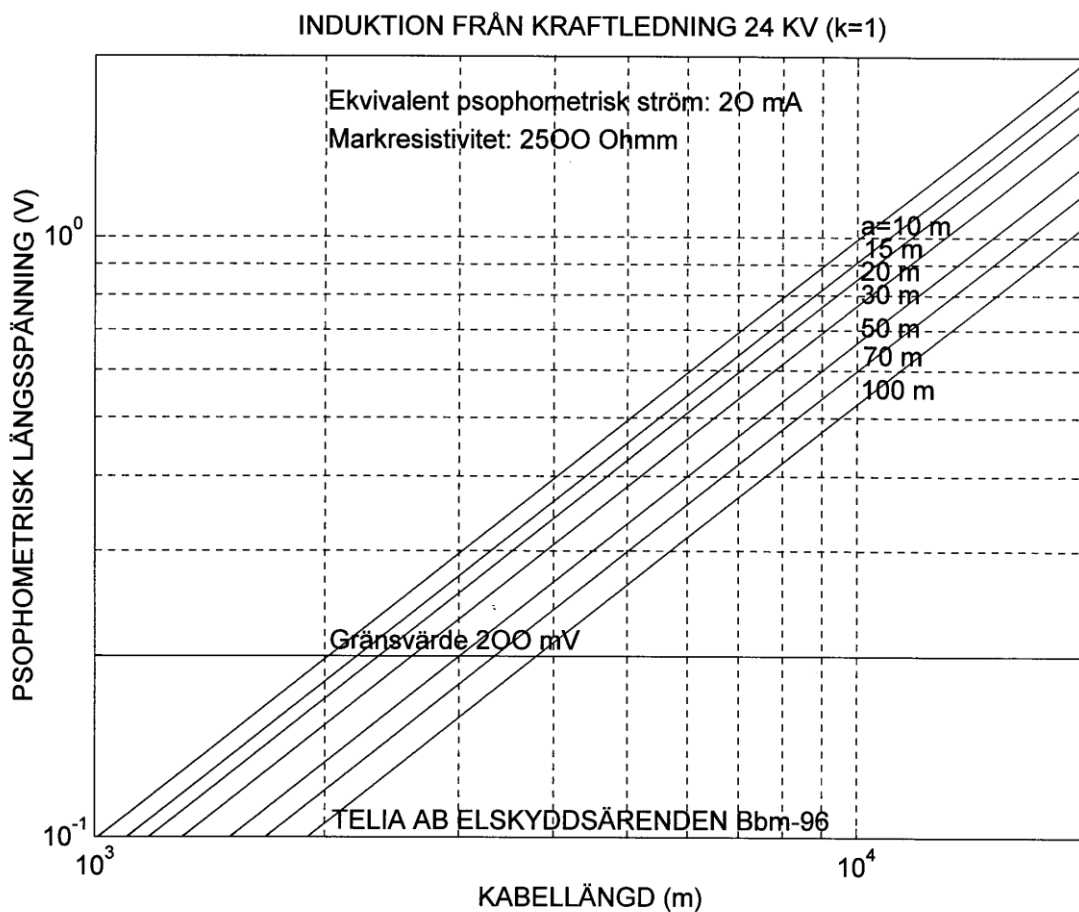
Zon om 10 m på vardera sidan om  
kraftledningen där inga paral-  
lellförande ledningar eller tele-  
skåp får placeras. Inga jordningar  
av överspänningsskydd får heller  
utföras inom denna zon.

**AXE RSS Minsta avstånd  
50 m** från närmsta faslina  
eller stolpe (beroende på  
vilket som sträcker sig  
längst ut)

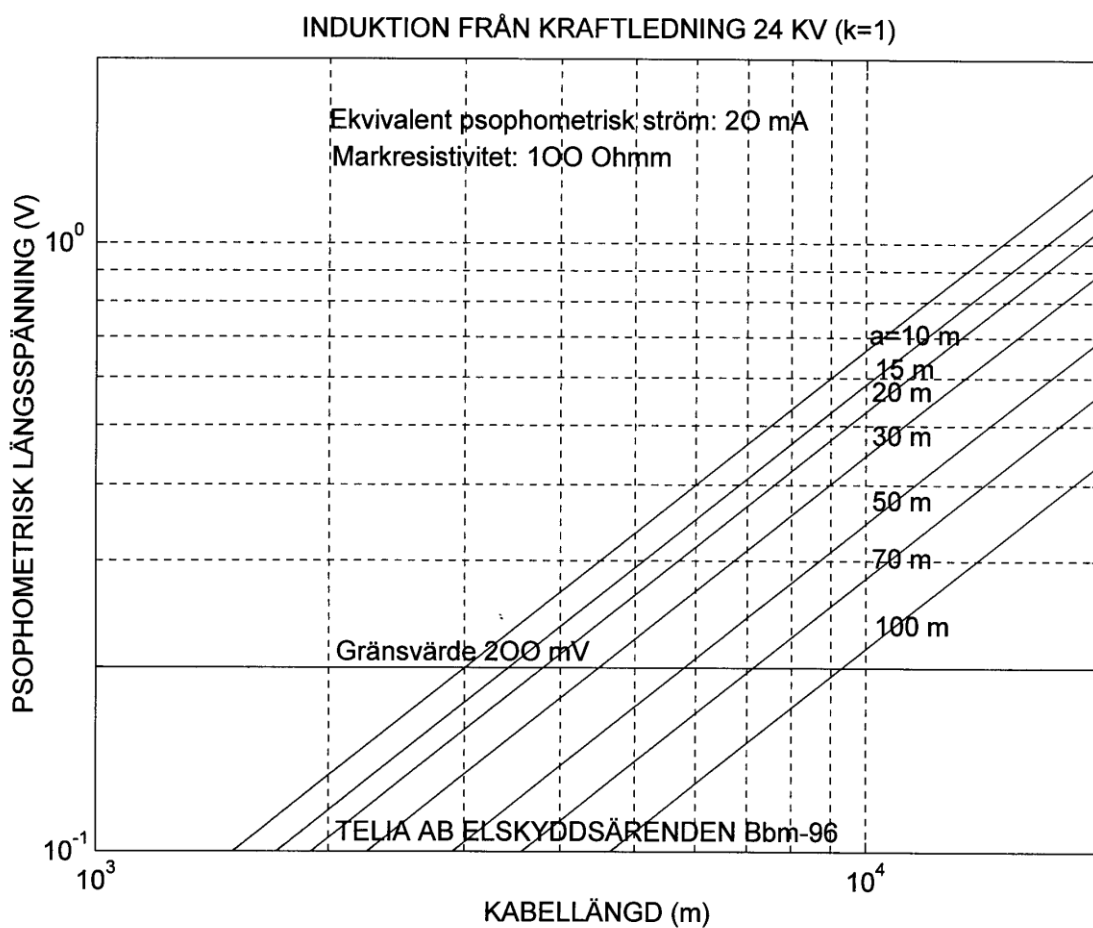


**7.9 Diagrambilaga 1 - 15****Diagrambilaga 1**

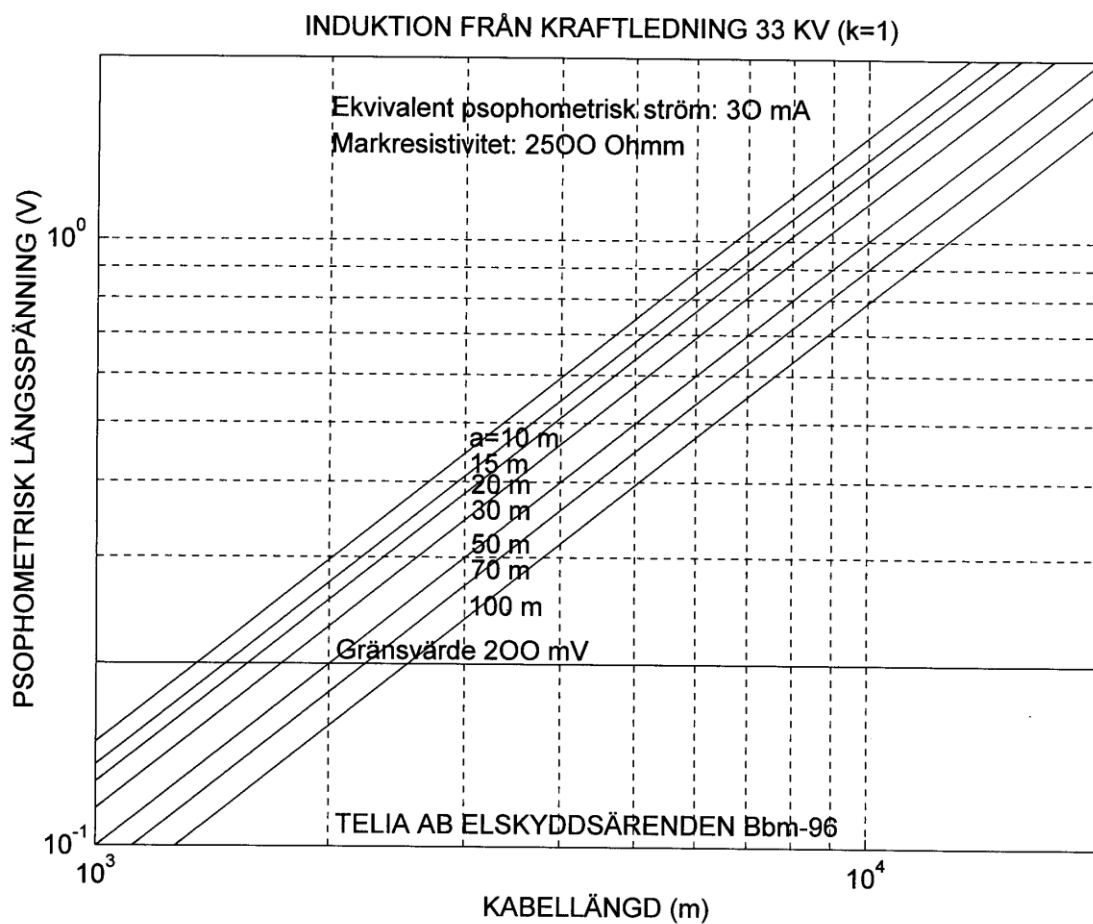
## Diagrambilaga 2



## Diagrambilaga 3

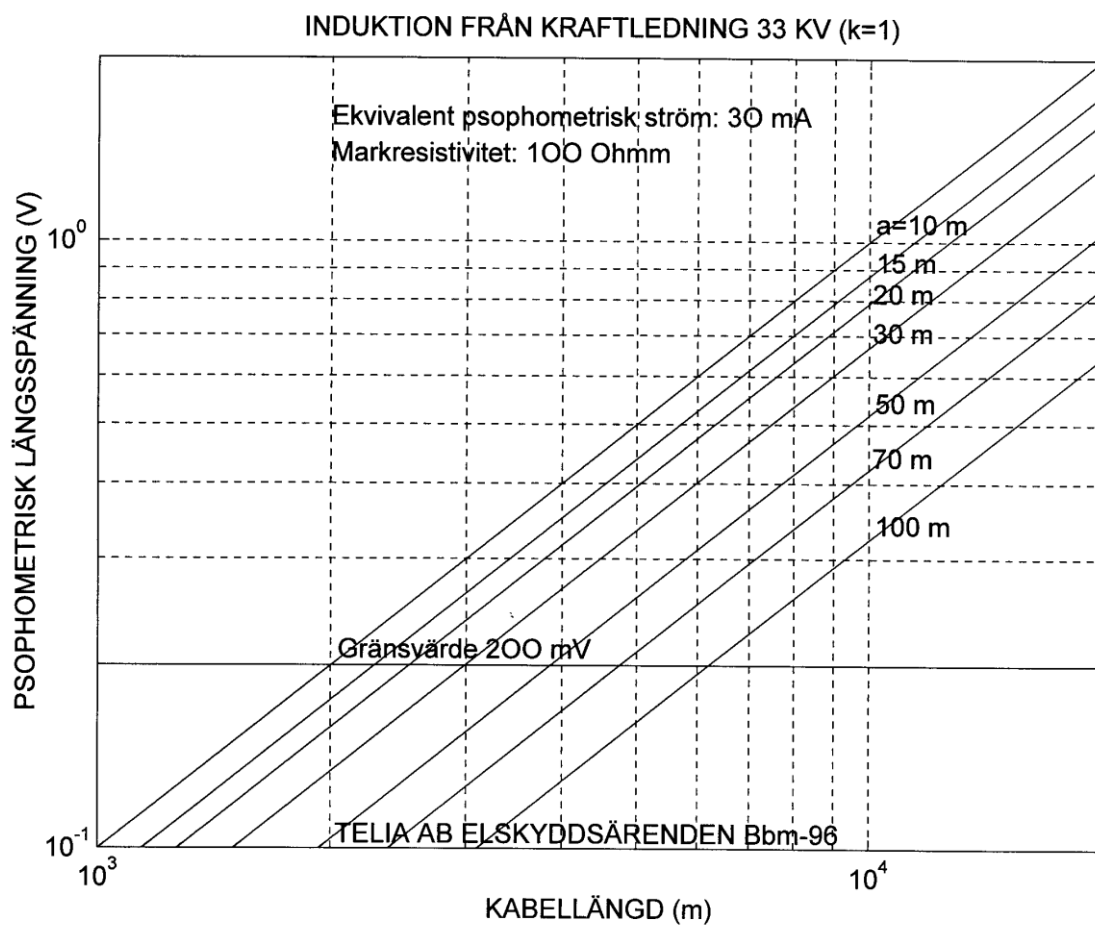


## Diagrambilaga 4

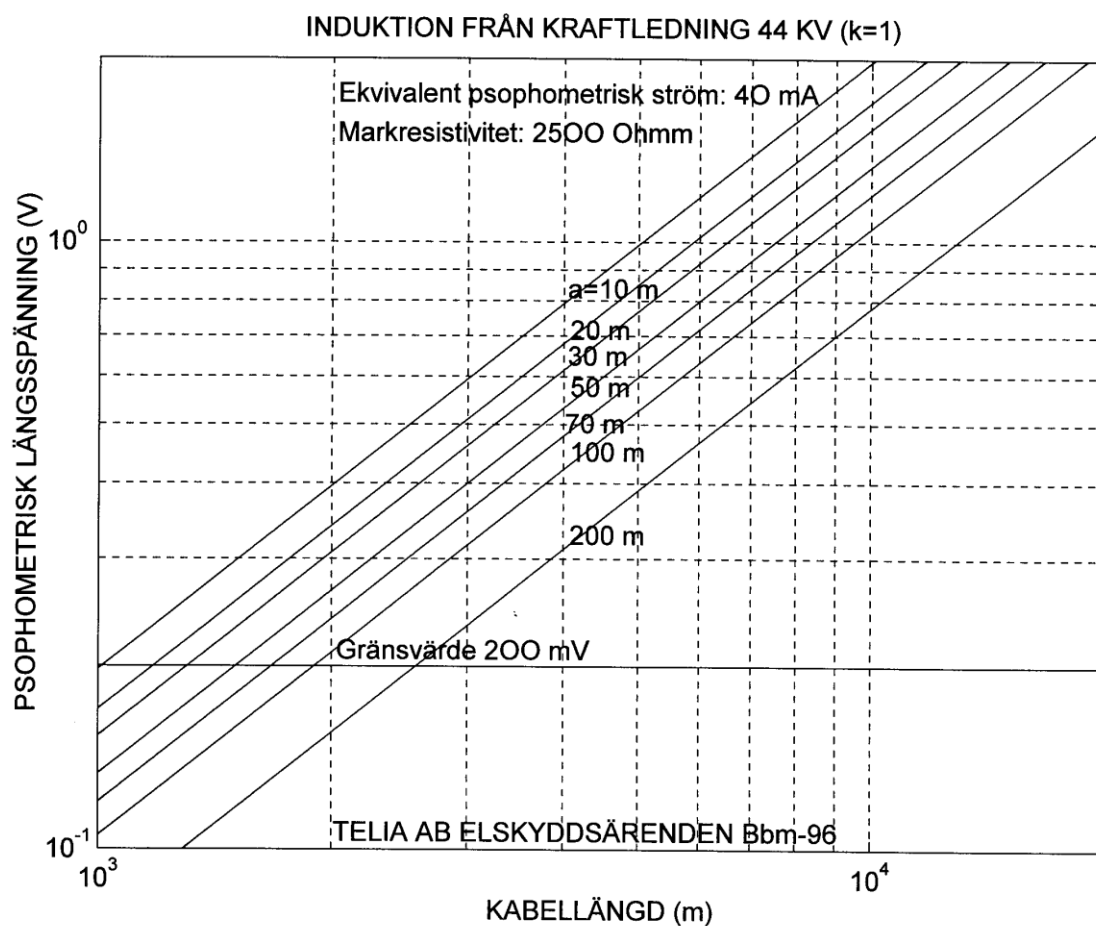




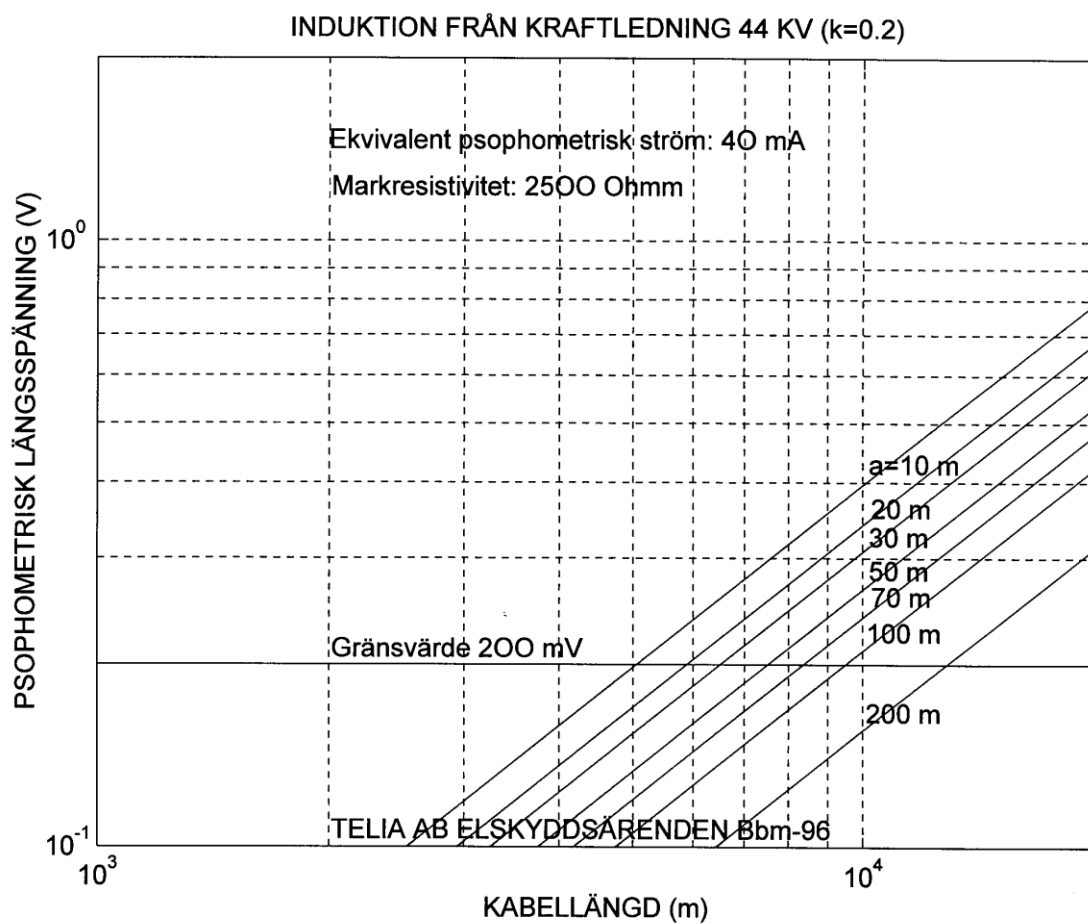
## Diagrambilaga 5



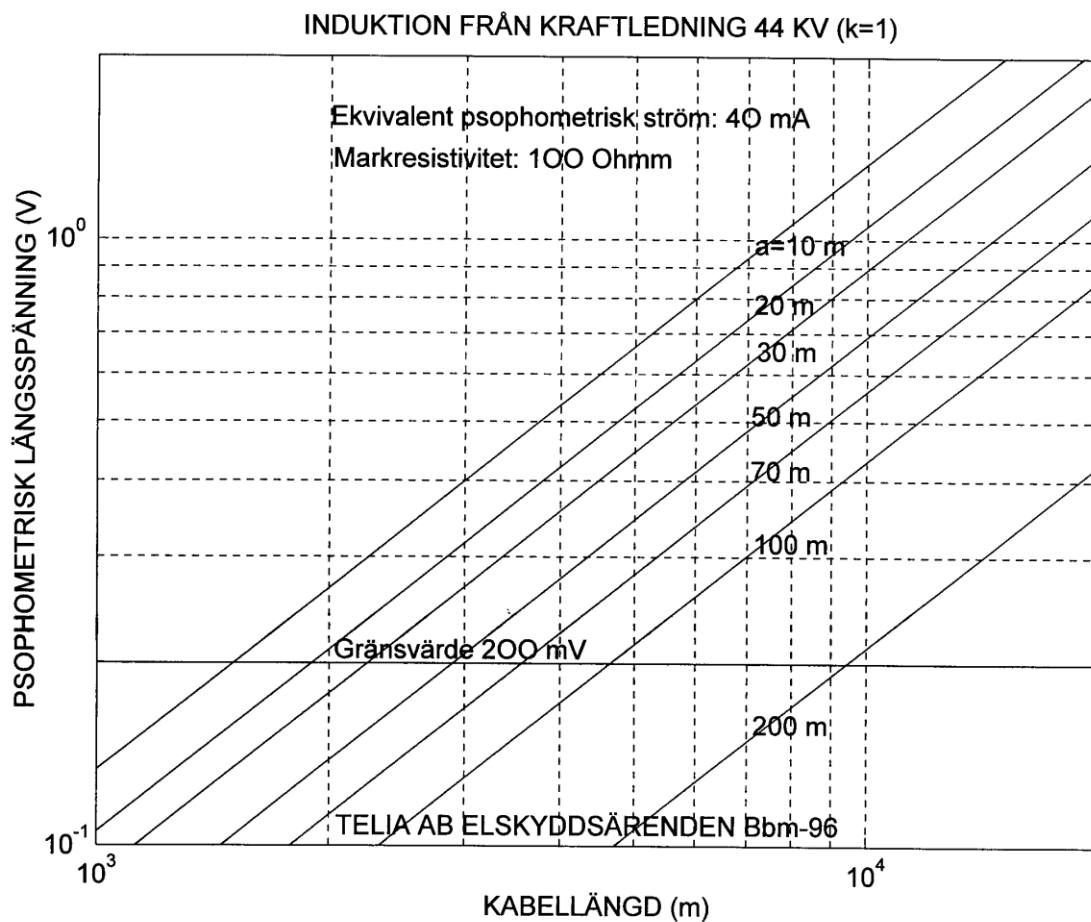
## Diagrambilaga 6



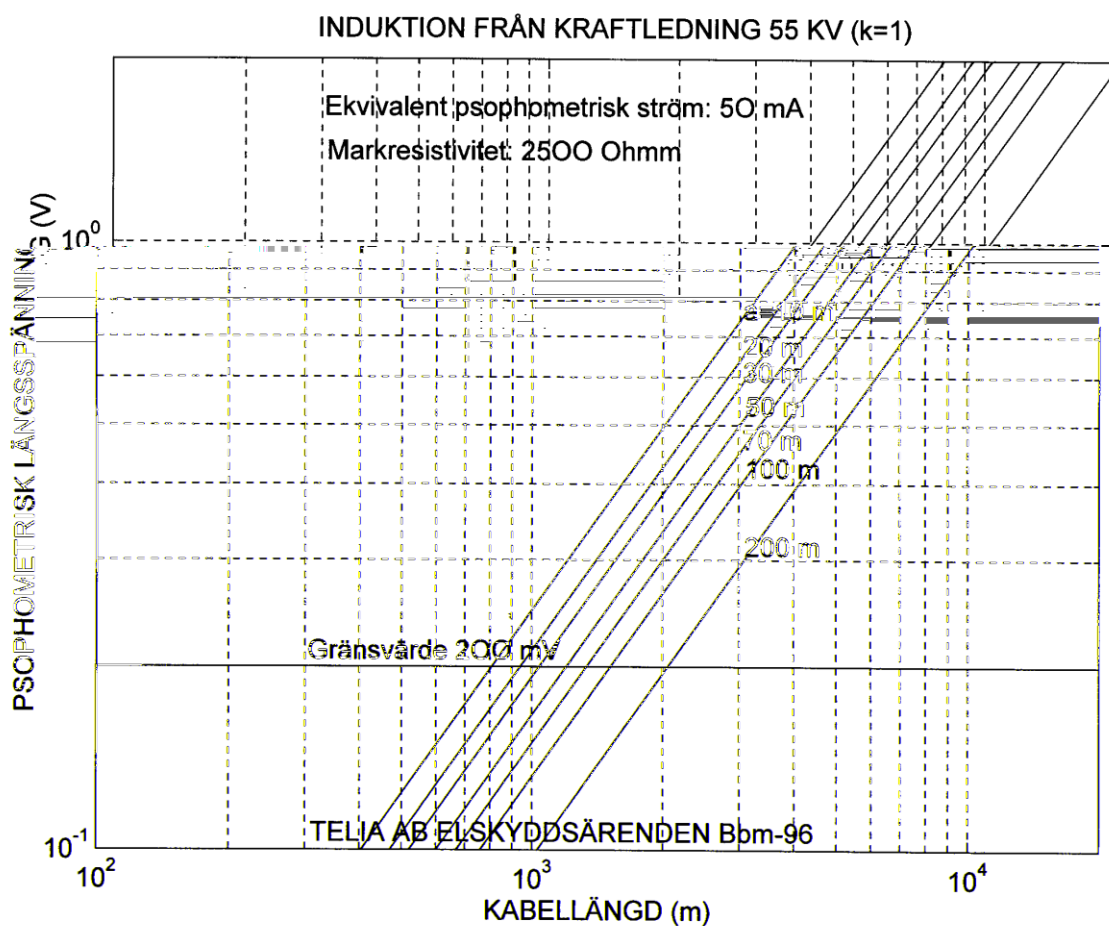
## Diagrambilaga 7



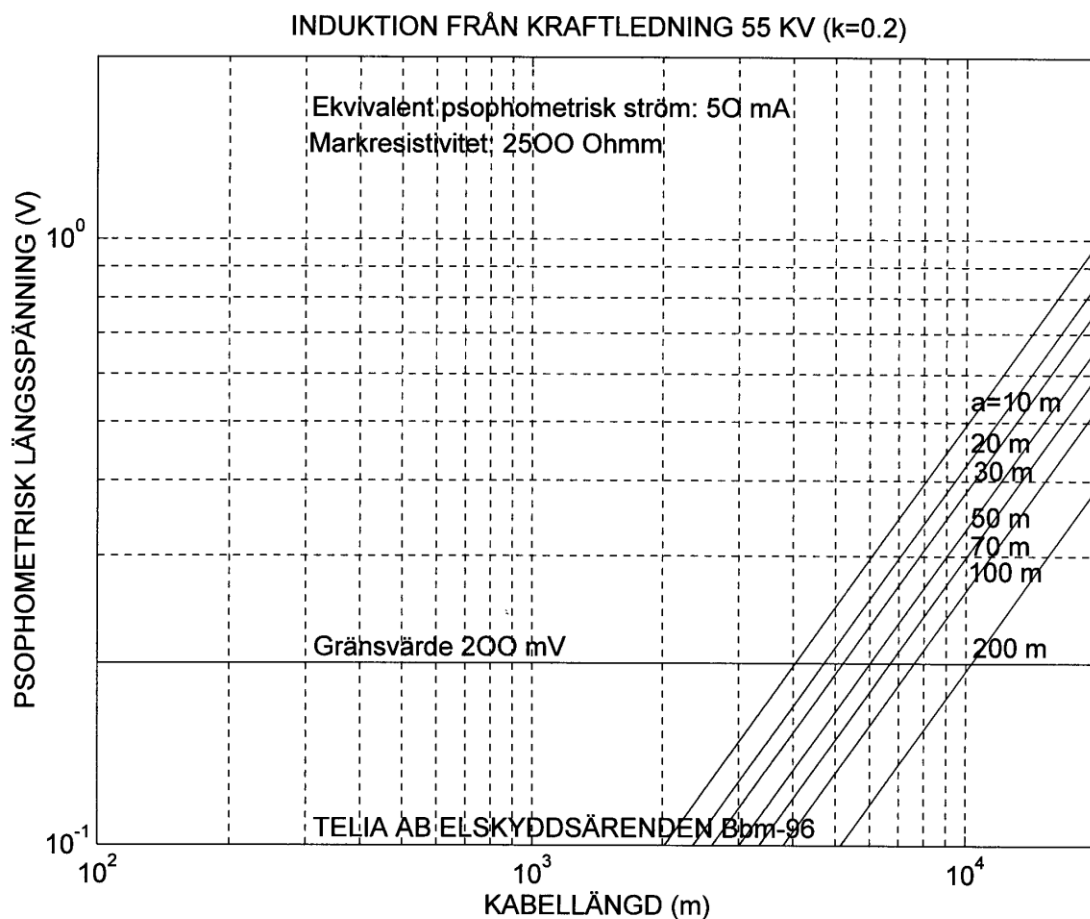
## Diagrambilaga 8



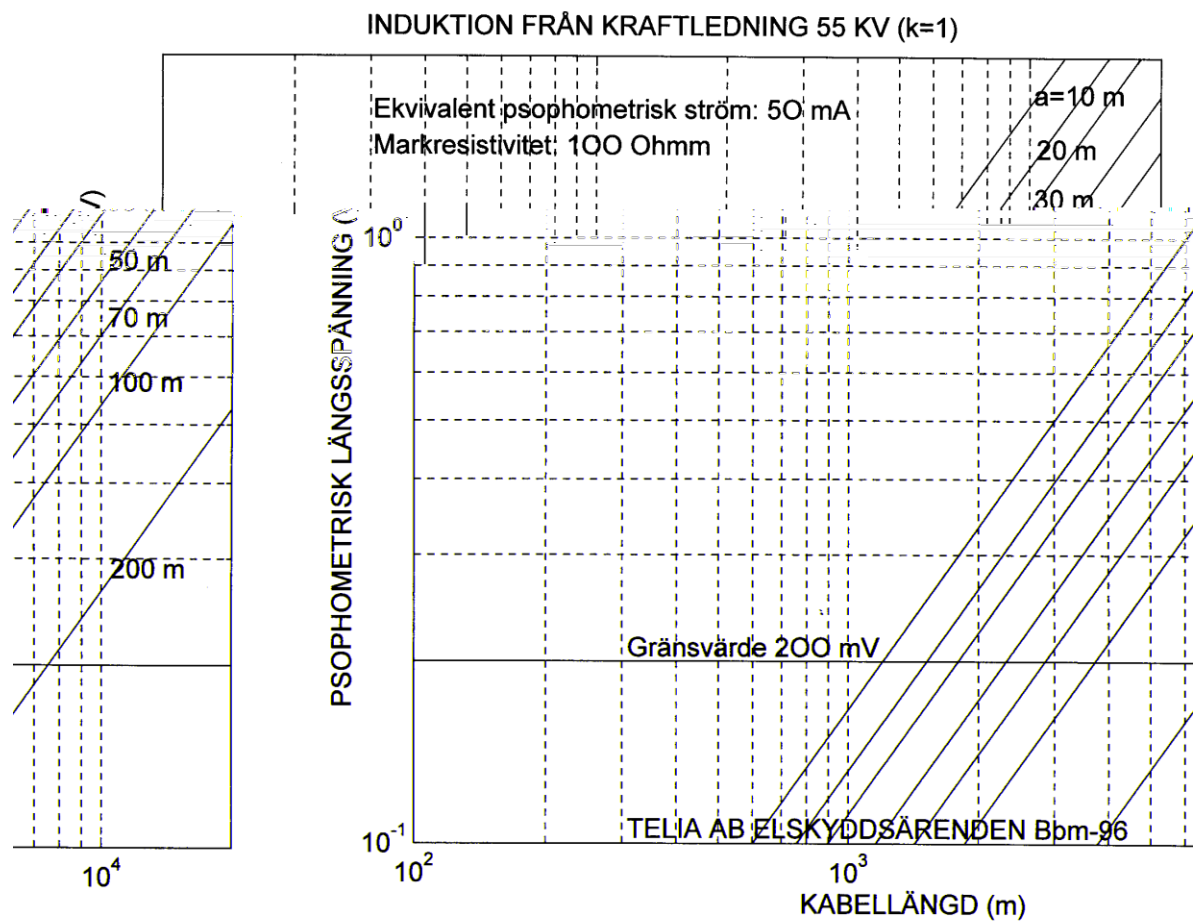
## Diagrambilaga 9



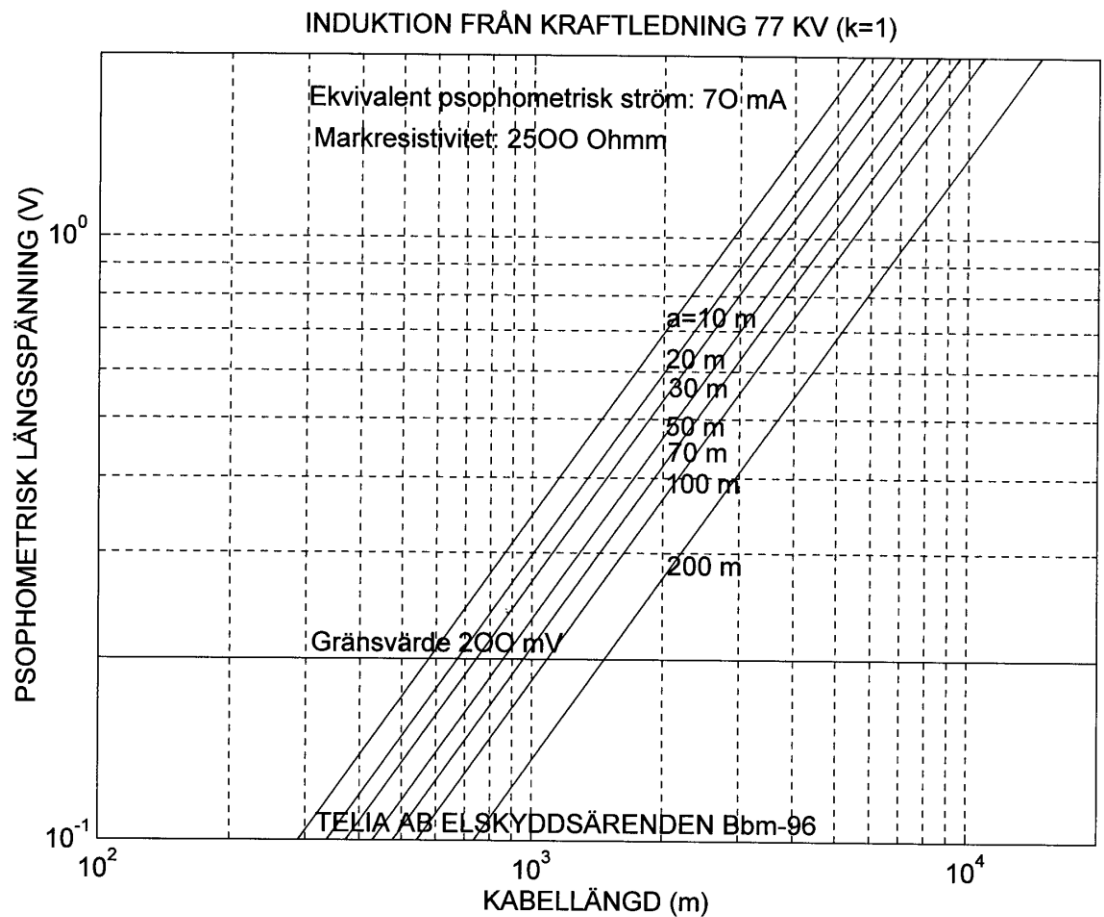
## Diagrambilaga 10



## Diagrambilaga 11

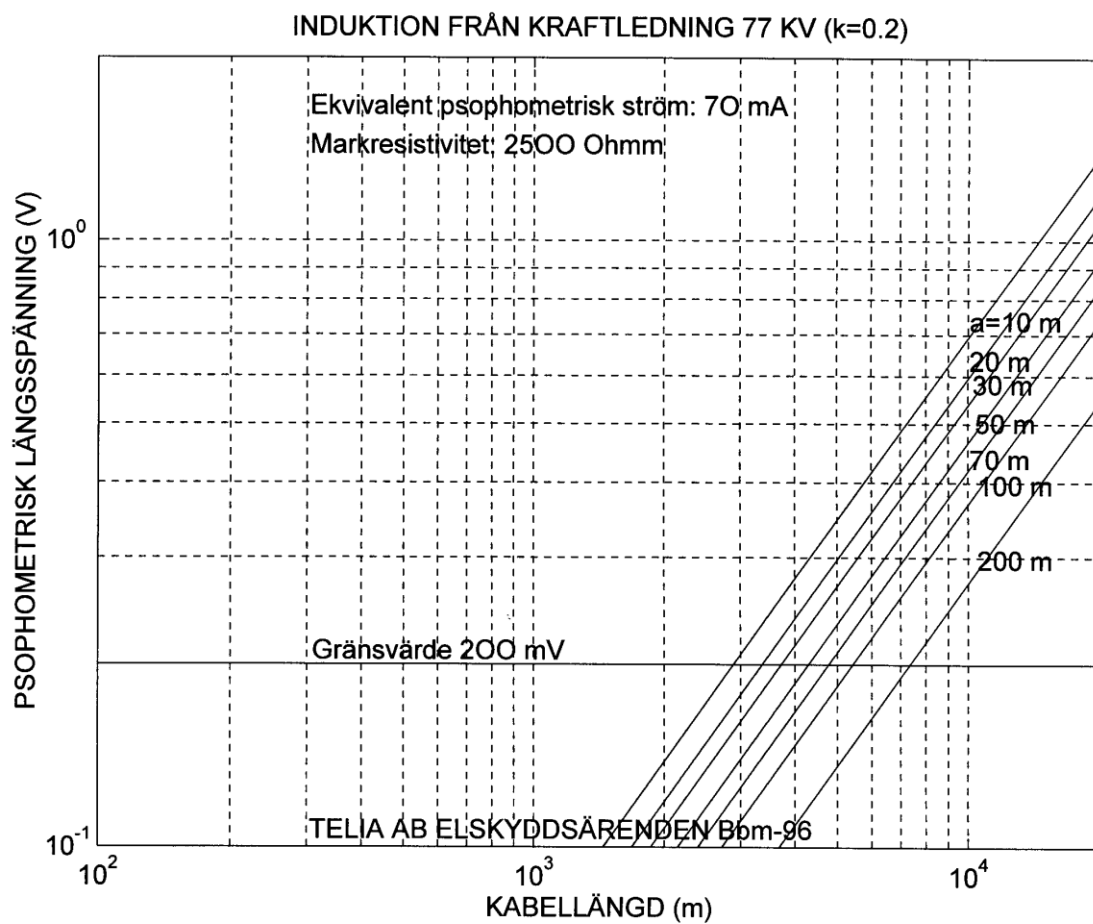


## Diagrambilaga 12

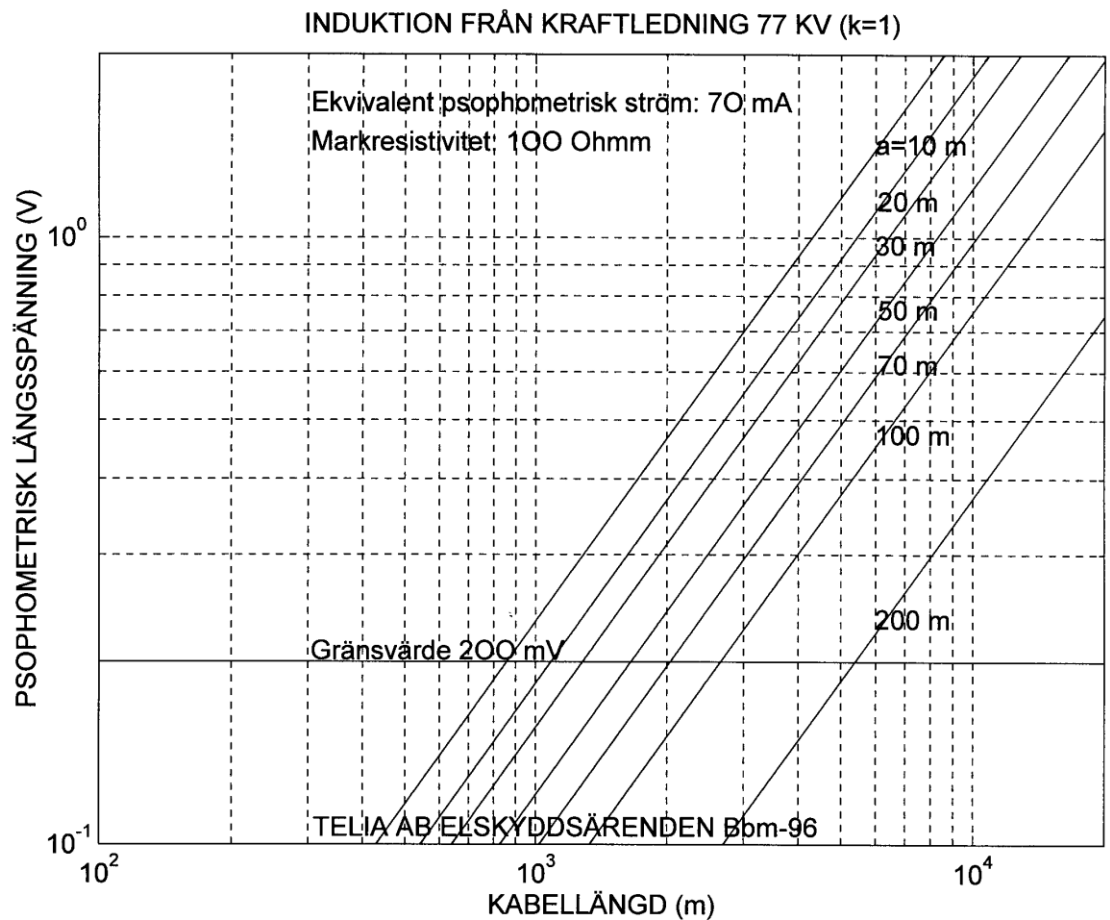




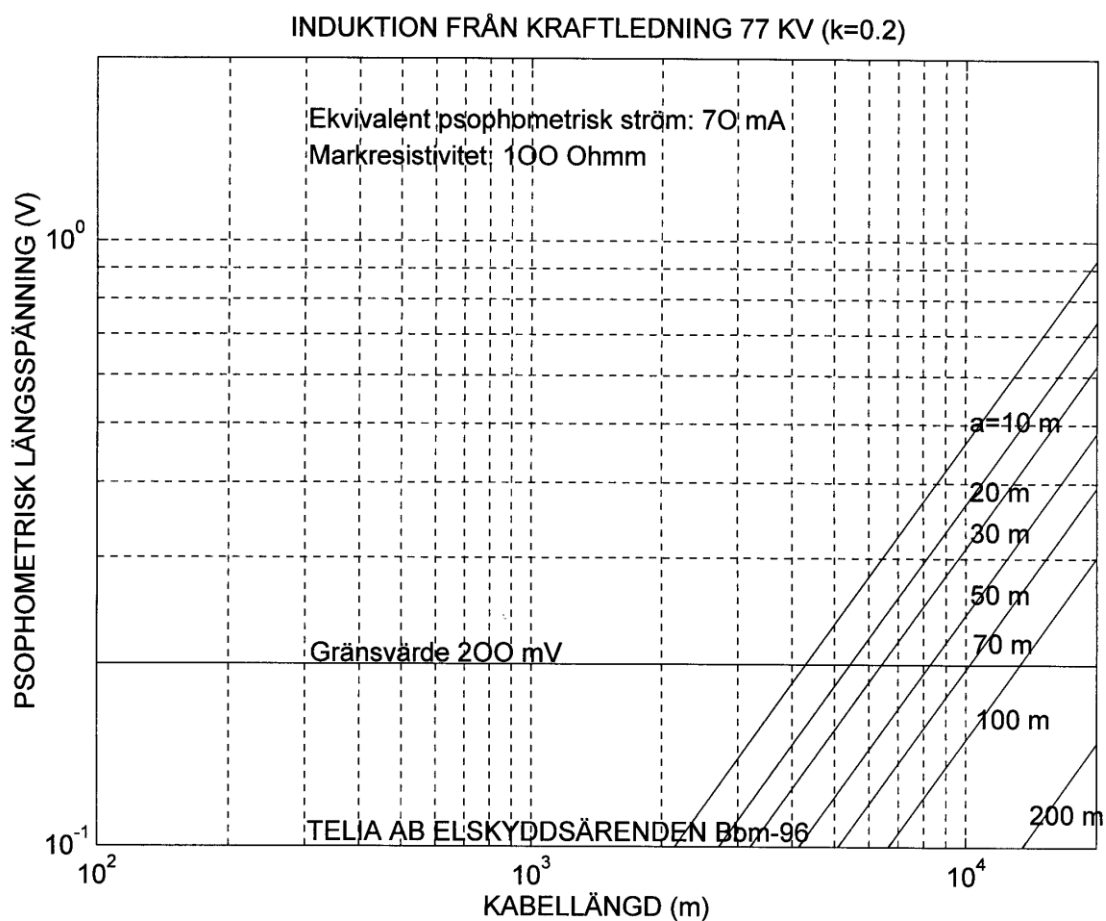
## Diagrambilaga 13



## Diagrambilaga 14

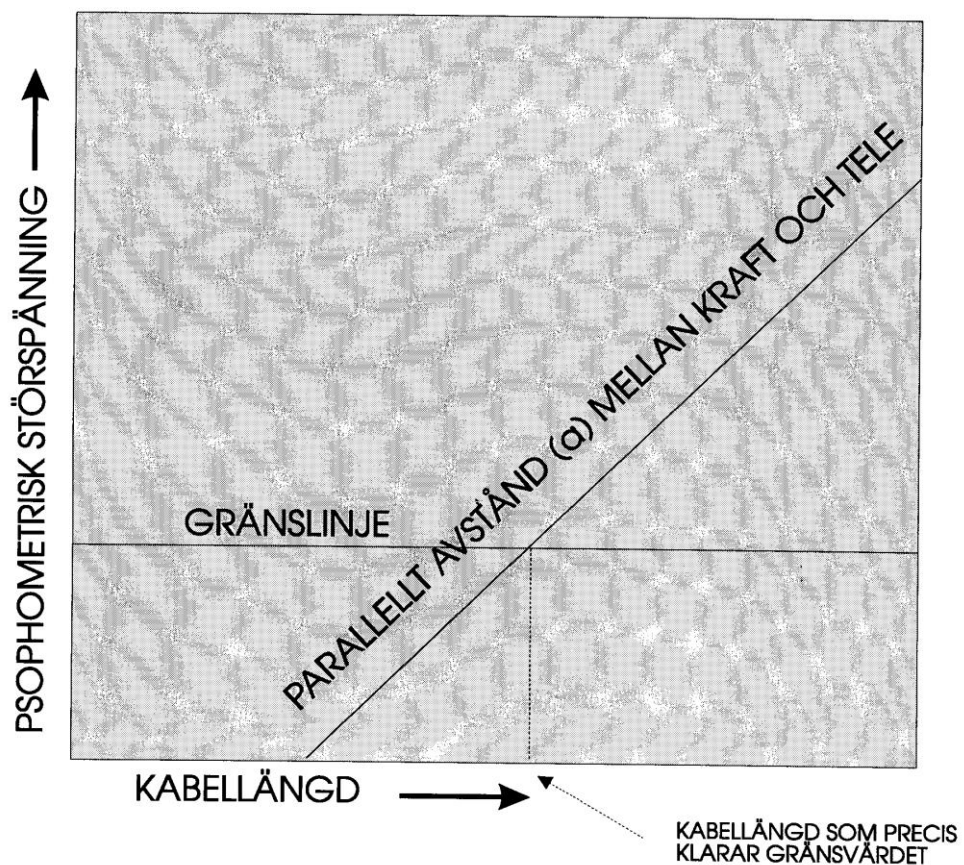


## Diagrambilaga 15



## 7.10 Anvisning för användande av störspänningsdiagram

### ANVISNING FÖR ANVÄNDANDE AV STÖRSPÄNNINGSDIAGRAM



## 8 Placering av telekablar och -stationer intill starkströmsanläggningar med systemspänning över 100 kV

Giltighet:

- Telekablar intill högspänningsförledning.
- Gäller inte parallellföring med högspänningskablar
- Omfattar samtliga telekablar med ledare
- Omfattar samtliga typer av telestationer.

### 8.1 INLEDNING

För att dels förhindra störningar i teleanläggningar, kablar och ledningar, dels förebygga personskador, måste man vid projektering av dessa vara medveten om andra elektriska anläggningars inverkan. Förekommande störningskällor och ur personsäkerhetssynpunkt farliga arbetszoner, utgörs vanligtvis av kraft- och järnvägsanläggningar.

För att vara säker på att den planerade anläggningen inte kommer att störas eller att personskada kan orsakas av felbyggd teleanläggning, måste man planera och bygga efter vissa erfarenheter och rekommendationer vilka har sin grund i både nationella och internationella standarder samt lagar och kungörelser, vilka utgör fundament för denna anvisning.

I anvisningen ingående tekniska termer förklaras i Telestörningsnämnden (TSN), som bilaga till **meddelande 21**, där också grundläggande lagar och kungörelser återfinns.



## **8.2 PLACERING AV TELEKABLAR INTILL HÖGSPÄNNINGSANLÄGGNINGAR MED SYSTEMSPÄNNING ÖVER 100 kV**

### **8.2.1 Växelspänningssystem AC.**

Växelspänningssystem (50 Hz) över 100 kV är direktjordade med vilket menas att transformatorernas nollpunkter är direktjordade. Denna konstruktion medför vid kortslutning av en faslinan till jord utmed kraftledningen, att mycket stora strömmar förs ut i marken vid felstället. Dessa strömmar kan medföra stora spänningsskillnader i markplanet vars effekt kan under olyckliga omständigheter ge upphov till livsfara och materiell förstörelse. Dessa strömmar som också följer felande faslinor, ger upphov till induktion i nära intill liggande metalliska ledningar. Av denna anledning måste särskild försiktighet iakttas vid korsning och förläggning av kabel utmed dessa kraftsystem. Under normal drift kan dessa system ge upphov till störningar i teleanläggningar, om inte de anvisningar som finns, följs.

### **8.2.2 Likspänningssystem HVDC.**

Följande system i drift idag:

- Kontiskan 1-2: Överföring till Jylland från Stenkullen, nordost om Göteborg.
- Baltic Cable: Överföring till Tyskland från likriktaranläggning mellan Svedala och Västra Ingelstad i Skåne.
- Fennoskan: Överföring till Finland från Forsmark i Uppland.
- Gotland II-III: Överföring till Ygne söder om Visby från Västervik.
- SwePol Link: Överföring till Polen från Karlshamn.

HVDC-systemen har förutom likströmmen ett ur telestörningssynpunkt besvärande rippel från 12:e tonen d.v.s. 600 Hz samt övertoner till denna. Vid anläggande av telestationer och kablar i närheten av dessa ställverk och ledningar är det viktigt att sakansvarig inom Telia kontaktas för samråd.



### 8.2.3 Överspänningar på grund av induktion vid kraftledningsfel i växelströmsnätet

Av personsäkerhetsskäl samt för att inte skador i telenätet skall bli en följdverkan vid fel i växelströmsnätet, måste beräkningar utföras, för att utröna om den planerade telekabeln måste förses med överspännings-skydd. Av denna anledning skall alltid sakansvarig kontaktas för sam-råd.

### 8.2.4 Parallellföring med AC- och HVDC-friledningar

Inga **kablar** bör förläggas inom en **zon av 50 meter** ut från kraftledningen. Inga kabelskåp skall placeras inom denna zon. Av personsäkerhetsskäl får ingen **skarvning** av kabel inom denna zon förekomma. Inga **jordningar** får heller förekomma inom denna zon. Vid jordning av exempelvis överspänningsskydd är det viktigt att jordarna placeras så långt från zonerna som möjligt (se bildbilaga sidan 8).

#### **Placering av telekabel i korsning med AC och HVDC kraftledningar**

1. I de fall en telekabel måste korsa en kraftledningslinje, skall alltid **kraftägaren kontaktas** för samråd.
2. Korsning bör utföras så nära rätvinkligt som möjligt. Kabel bör helst jordförläggas upp till ett avstånd av **50 meter** på vardera sidan om kraftledningen. Luftkabelkorsning bör undvikas.
3. Om **jordlinor** följer kraftledningsgatan bör om möjligt kabeln förläggas i plaströr under linorna. Annan lösning kan bli aktuell om kraftbolaget så föreslår.
4. Avståndet mellan en telekabel och stolpar eller andra delar såsom stag vilka tillhör kraftsystemet, skall vara **större än 50 meter**

### 8.3 PLACERING AV TELESTATIONER INTILL AC OCH HVDC HÖG-SPÄNNINGSSYSTEM MED SYSTEMSPÄNNING ÖVER 100 kV

1. För att undvika inverkan från en kraftlednings metalliska förbindelser med jord, bör avståndet mellan dessa samt en telestation och dess jordtag inte vara mindre än 100 meter. Om av vissa skäl detta minsta avstånd inte kan hållas, bör kontakt med sakansvarig inom Telia tas för samråd.
2. Vid placering av telestationer intill högspänningsställverk, ska alltid sakansvarig inom Telia kontaktas för samråd.





## 8.4 GRÄNSVÄRDEN FÖR LÄNGSSPÄNNINGAR I TELEKABLAR

För att undvika taltransmissionsstörningar, bör den psophometriska längsspänningen i en metallisk kabel **inte överstiga 200 mV**. Magnetisk induktion är i sammanhanget det största problemet och av denna anledning måste en induktionsberäkning alltid utföras vid nyanläggning av telekabel.

## 8.5 DIAGRAM SOM BEDÖMNINGSHJÄLPMEDEL

För att underlätta en induktionsberäkning har diagram över längs-spänningen tagits fram för systemspänningarna 130, 200 och 400 kV. Gällande gränsvärde för psophometrisk längsspänning har lagts in i diagrammen. De faktorer som är direkt avgörande för induktionen i en telekabel, är kabelns längd (L) utmed störande kraftledningen samt dess parallella avstånd (a) till densamma.

### 8.5.1 Diagrammens tillämpning

Diagrammen anger den psophometriska störspänningens beroende av en kabels längd (L) och dess parallella avstånd (a) från kraftledningen. Störspänningen är också beroende av mantelskyddsfaktorn (k). Mantelskyddsfaktorn  $k=1$  innebär att kabeln har ingen metallskärm. Om en telekabel har en metallskärm, som är sammanhängande mellan telestationen och termineringspunkten, kommer inducerad störspänning att reduceras. Beräkning har gjorts för en kabel med en reduktionsfaktor  $k=0,2$  med vilket skall förstås att störspänningen blir 0,2 gånger mindre jämfört med om det hade varit en oskärmad plastkabel. Man kan då tillåta fem gånger högre oreducerad störspänning d.v.s. 1000 mV.

Kablar med mantelresistansen ca  $2 \Omega/\text{km}$  har  $k=0,2$ . Exempel på sådan kabel är CHME 150 p 0,5, CHME 100 p 0,7 och samtliga plastmok.

Induktionen är också beroende av markens elektriska ledningsförmåga, vilken brukar beskrivas såsom markresistivitet ( $\rho \Omega\text{m}$ ). Följande värden på markresistiviteten tillämpas:

- $\rho = 2500 \Omega\text{m}$ : Hela landet förutom Skåne enligt nästa punkt.
- $\rho = 100 \Omega\text{m}$ : Endast Skåne nedanför en linje från Simrishamn-Åstorp-Ängelholm-Skålderviken.



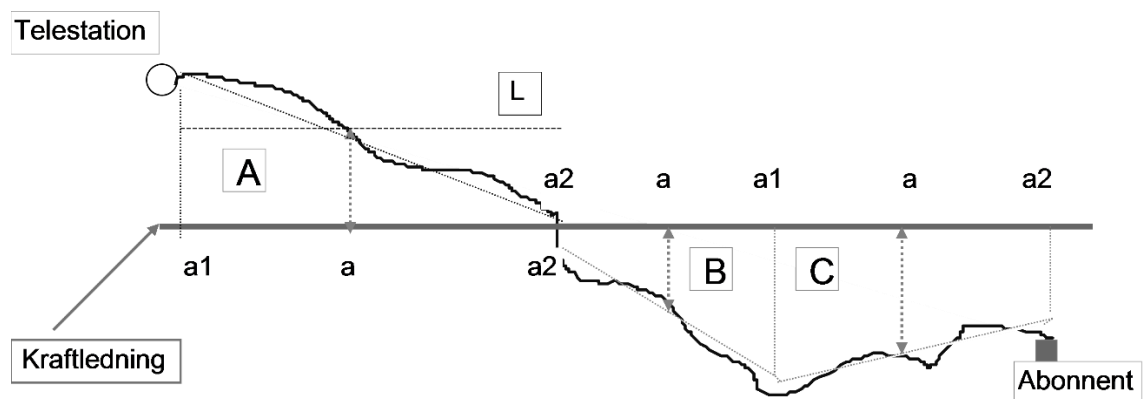


**8.5.2 Följande diagram återfinns i bilagorna:**

| <b>SYSTEMSPÄNNING (kV)</b> | <b><math>k=1</math></b> | <b><math>k=0,2</math></b> | <b><math>\rho=2500 \Omega m</math></b> | <b><math>\rho=100 \Omega m</math></b> | <b>DIAGRAM</b> |
|----------------------------|-------------------------|---------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------|----------------|
| 130                        | X                       |                           | X                                      |                                       | 1              |
| 130                        |                         | X                         | X                                      |                                       | 2              |
| 130                        | X                       |                           |                                        | X                                     | 3              |
| 130                        |                         | X                         |                                        | X                                     | 4              |
| 200                        | X                       |                           | X                                      |                                       | 5              |
| 200                        |                         | X                         | X                                      |                                       | 6              |
| 200                        | X                       |                           |                                        | X                                     | 7              |
| 200                        |                         | X                         |                                        | X                                     | 8              |
| 400 AC+HVDC                | X                       |                           | X                                      |                                       | 9              |
| 400 -"-                    |                         | X                         | X                                      |                                       | 10             |
| 400 -"-                    | X                       |                           |                                        | X                                     | 11             |
| 400 -"-                    |                         | X                         |                                        | X                                     | 12             |

### 8.5.3 Tillämpningsexempel

Avståndet mellan en teleledning och en kraftledning är inte alltid helt parallell, därför måste man räkna fram ett ekvivalent avstånd ( $a$ ) enligt följande exempel:



En teleledning enligt bilden skall projekteras utmed en kraftledning. Ledningen korsar kraftledningen på ett ställe. Ytan mellan teleledning och kraftledning delas upp i tre delar A, B, C. För vart och ett av dessa delar beräknas ett ekvivalent parallellavstånd ( $a$ ). Avståndet ( $a$ ) tillsammans med längden ( $L$ ) på kraftledningen inom varje beräknings-avsnitt, är nödvändigt att känna till för att kunna tillämpa diagrammen. Det ekvivalenta avståndet ( $a$ ) beräknas på följande sätt:

$$a = \sqrt{a_1 \cdot a_2} \quad [\text{Meter}]$$

I exemplet måste tre avläsningar i diagrammet göras. De tre avlästa spänningsvärdena summeras:

$$U = U_A + U_B + U_C \quad [\text{Volt}]$$

Spänningssummeringen kan uttryckas mera generellt som följer:

$$U = U_1 + \dots + U_n = \sum_{i=1}^n U_i$$

För att uppfylla spänningsgränsvärdet skall störspänningen inte överstiga nedanstående gränsvärde:

$$U \leq 200\text{mV}$$

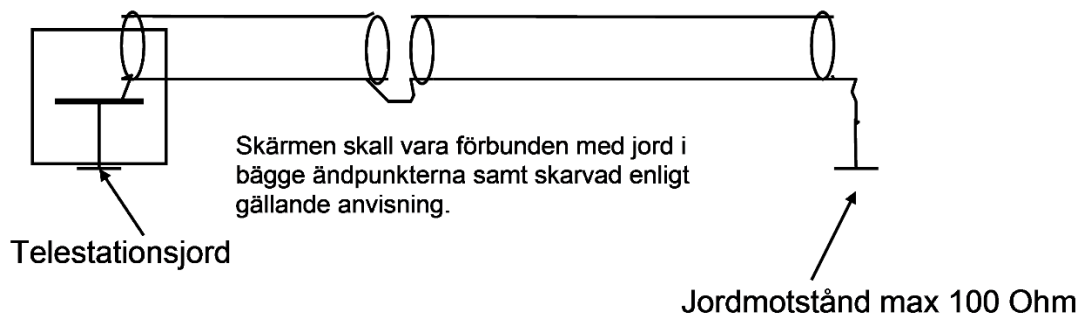


## 8.6 VIKTIGT I SAMBAND MED ANVÄNDNING AV ALUMINIUM-MANTLAD TELEKABEL

För att kunna utnyttja en metallskärms störningsdämpande egenskaper, är det nödvändigt att följa de skarvningsanvisningar som gäller.

Kabeln skall skarvas enligt följande skiss:

RSS



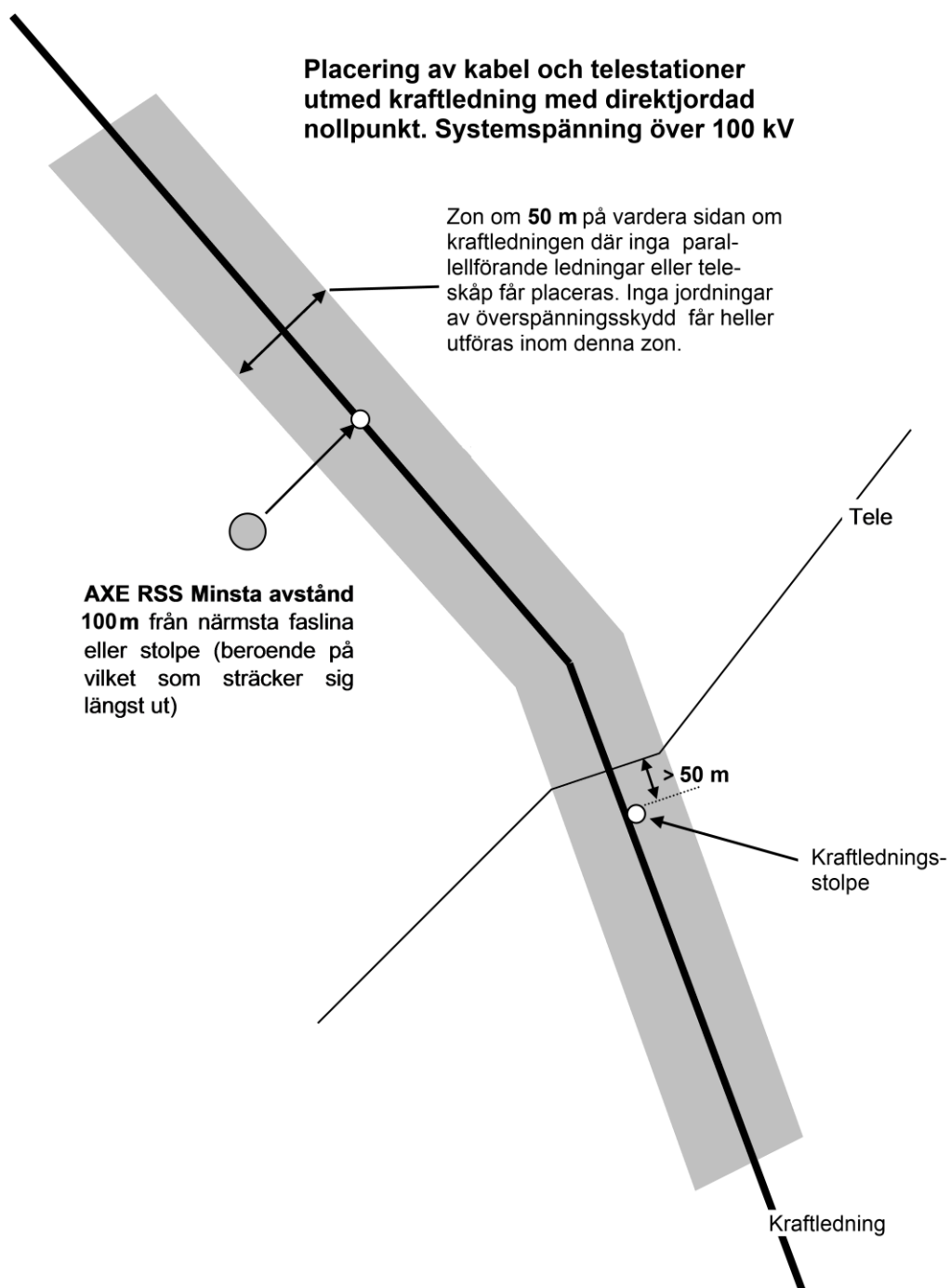
## 8.7 SPECIALFALL

Om störspänningsgränsvärdet under speciella omständigheter inte kan hållas, eller man blir tvingad att använda en del av kraftledningsgatan på grund av terrängen, bör optokabel läggas. Termineringspunkten måste då förses med en AXE/RSS eller AXE/RSM, beroende på abonnent-antalet. I fall med enstaka abonnenter kan man använda enkanals-radiolänk eller annan nyare teknik.

Vid osäkerhet ska sakansvarig inom Telia kontaktas för samråd.

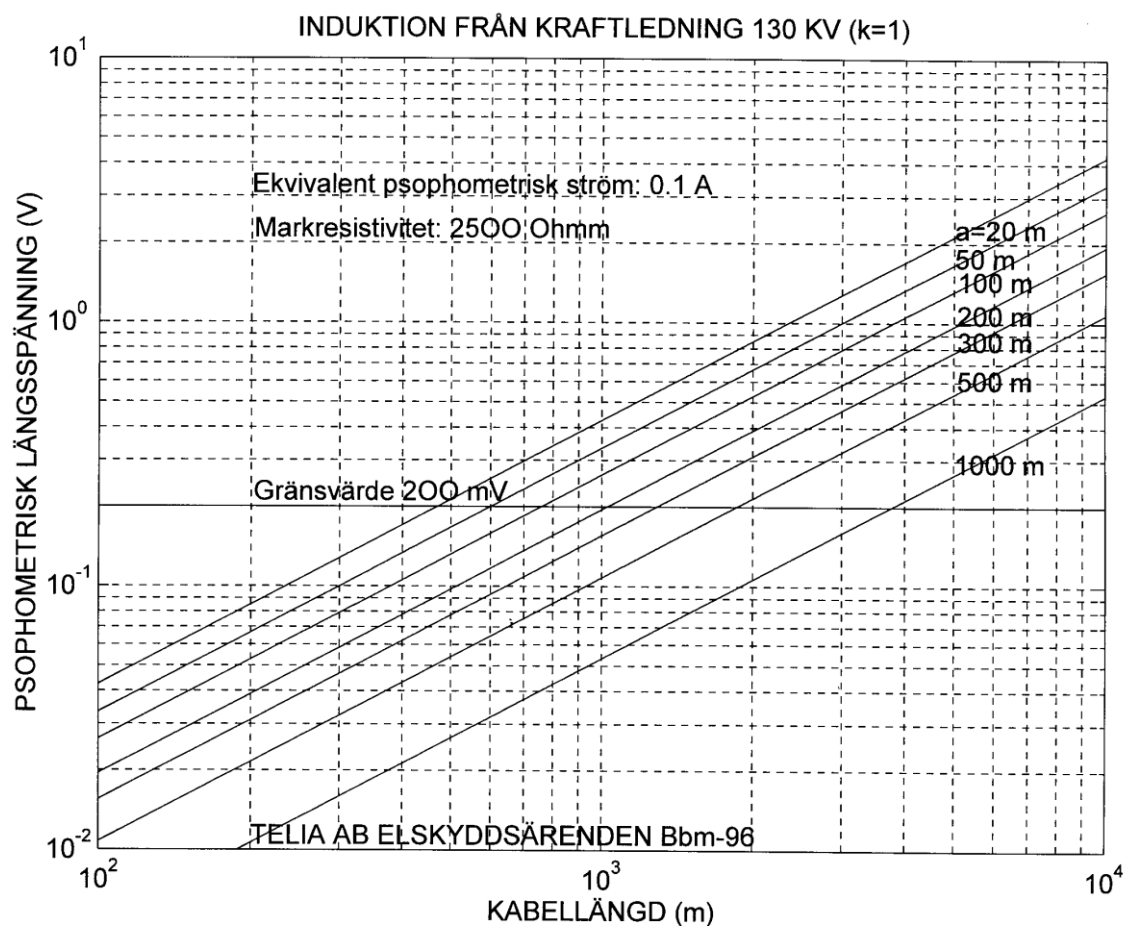


## 8.8 BILDBILAGA

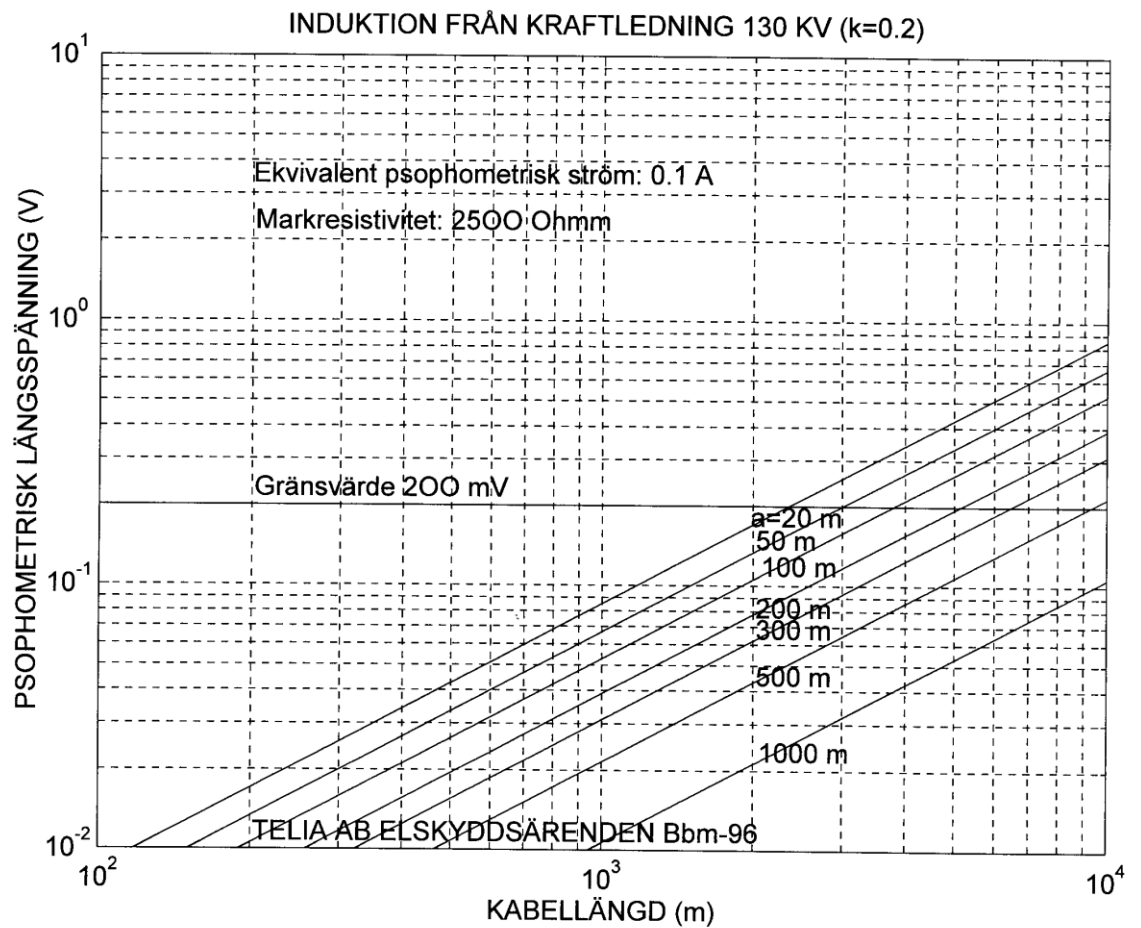


**8.9 DIAGRAMBILAGA 1 – 12**

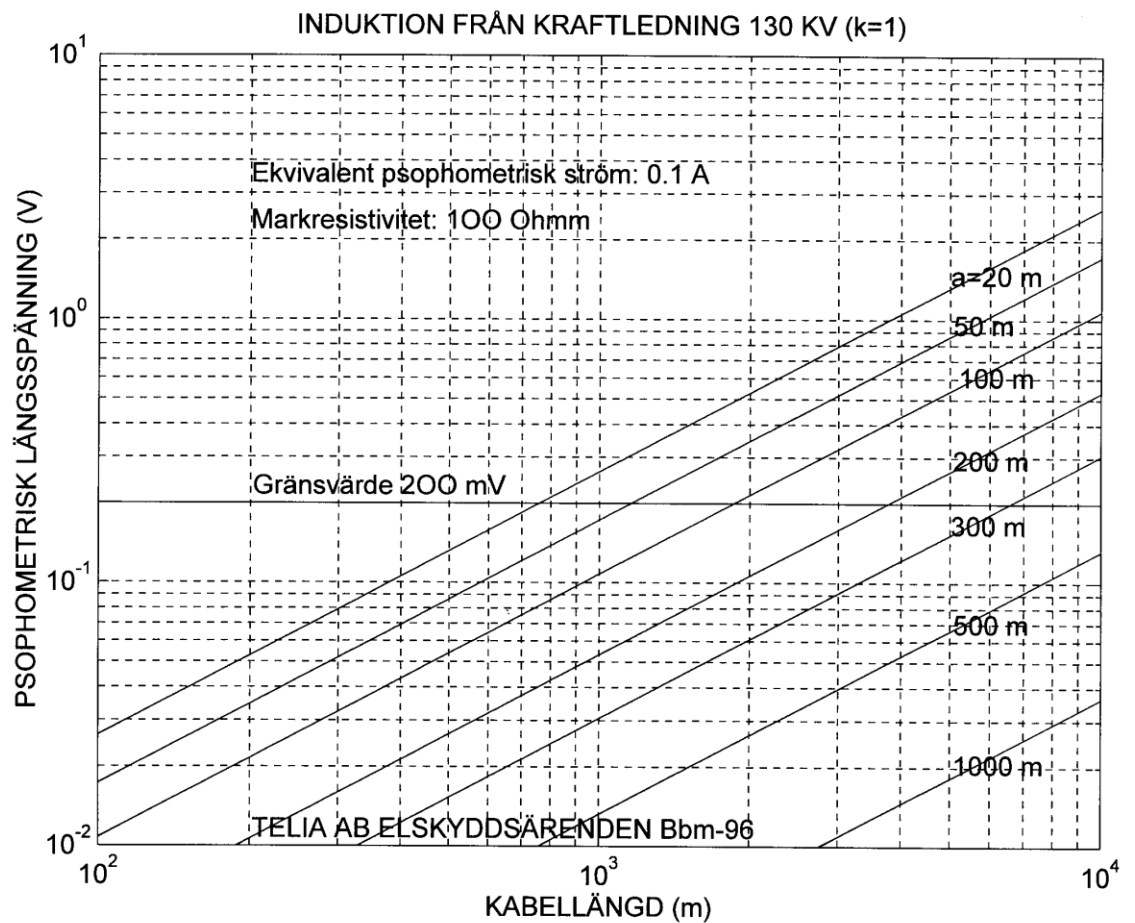
## Diagrambilaga 1



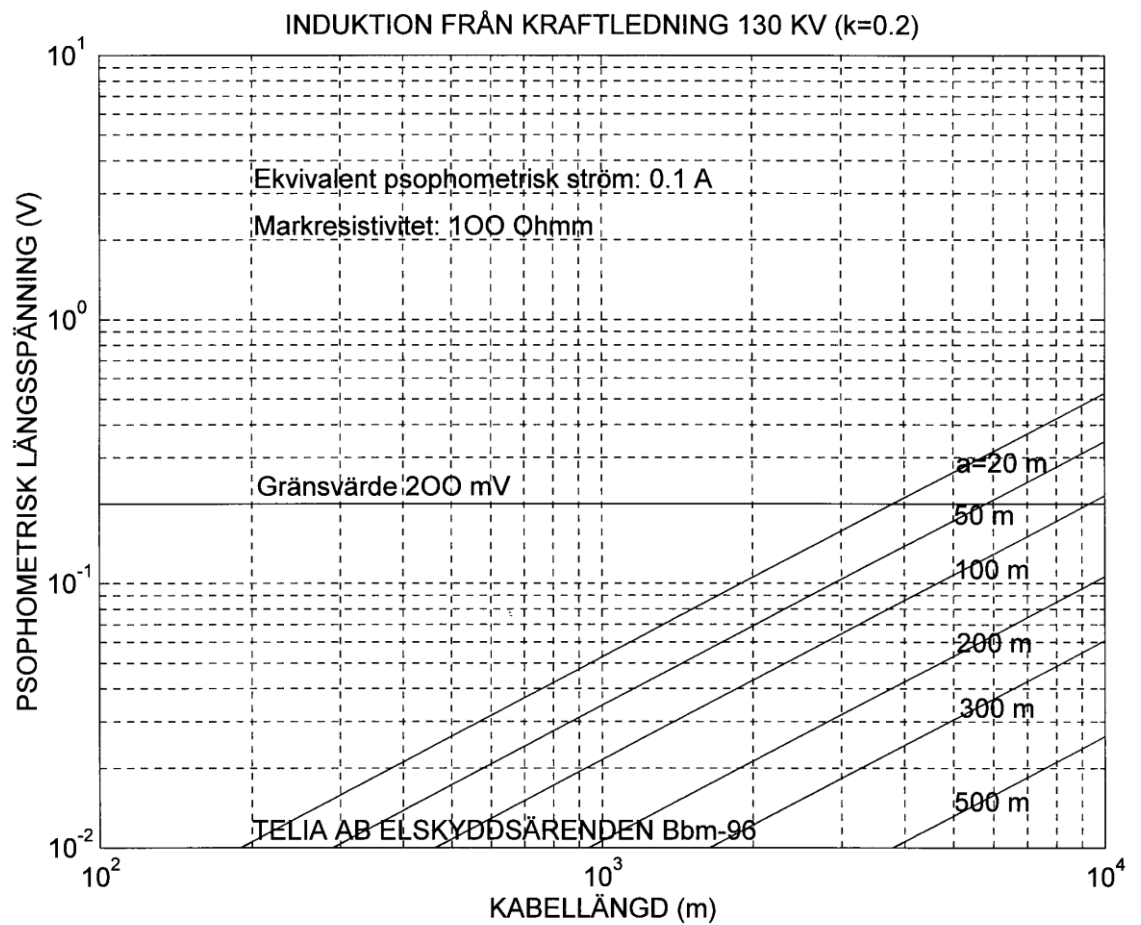
## Diagrambilaga 2



## Diagrambilaga 3

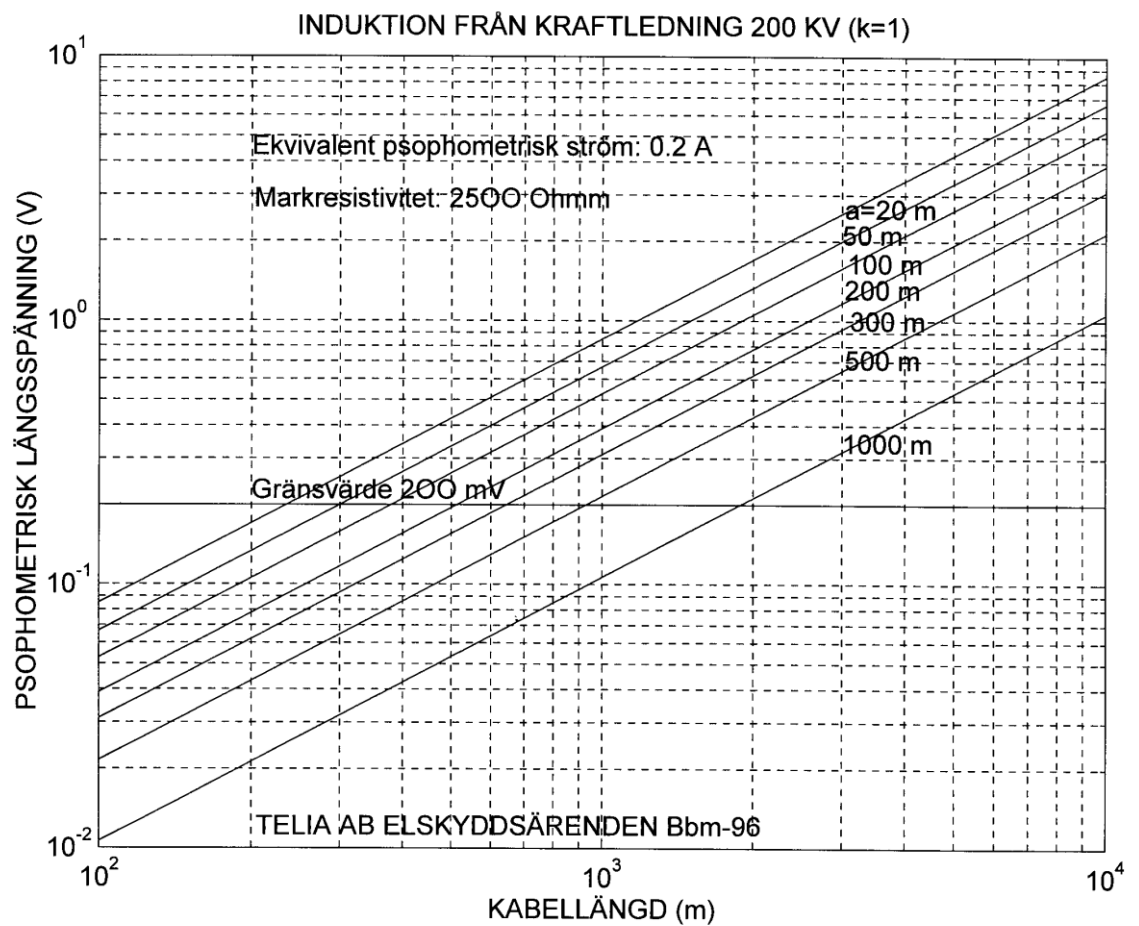


## Diagrambilaga 4

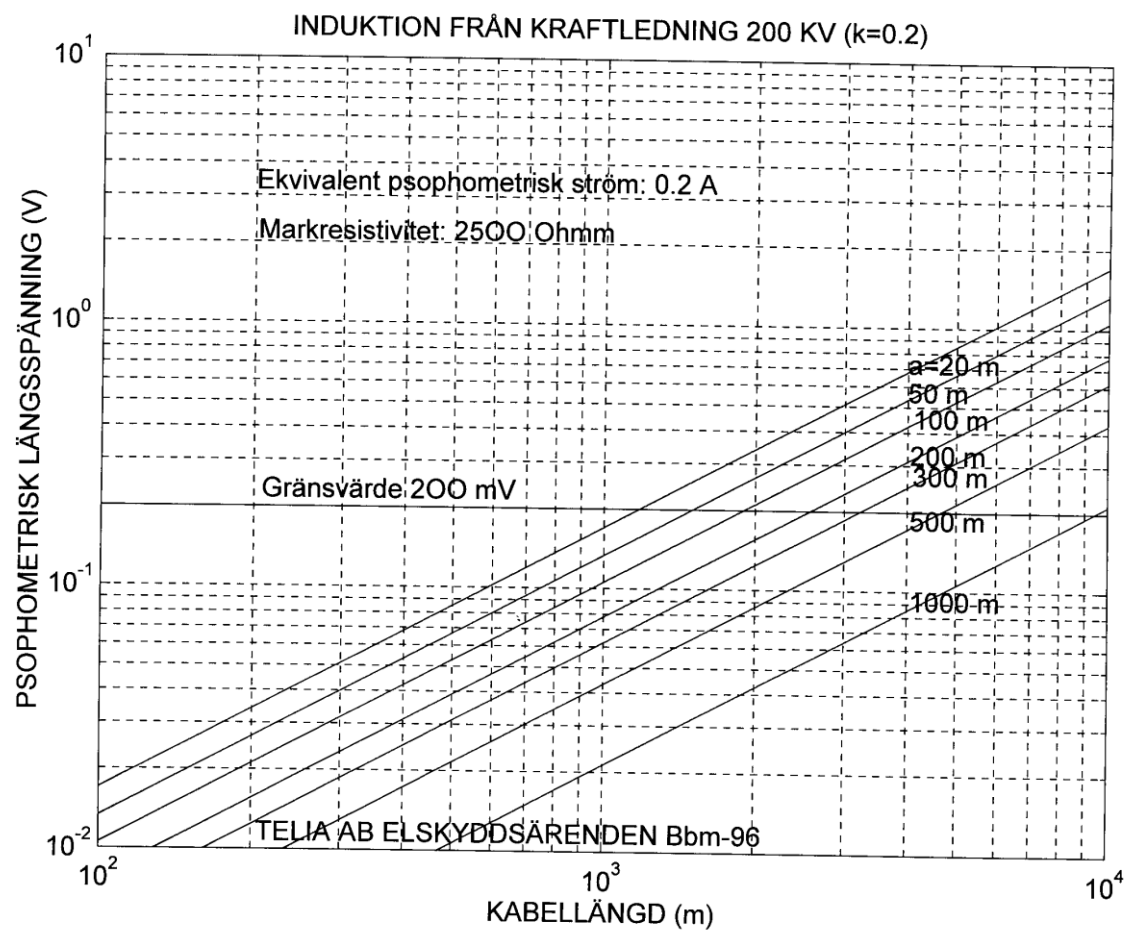




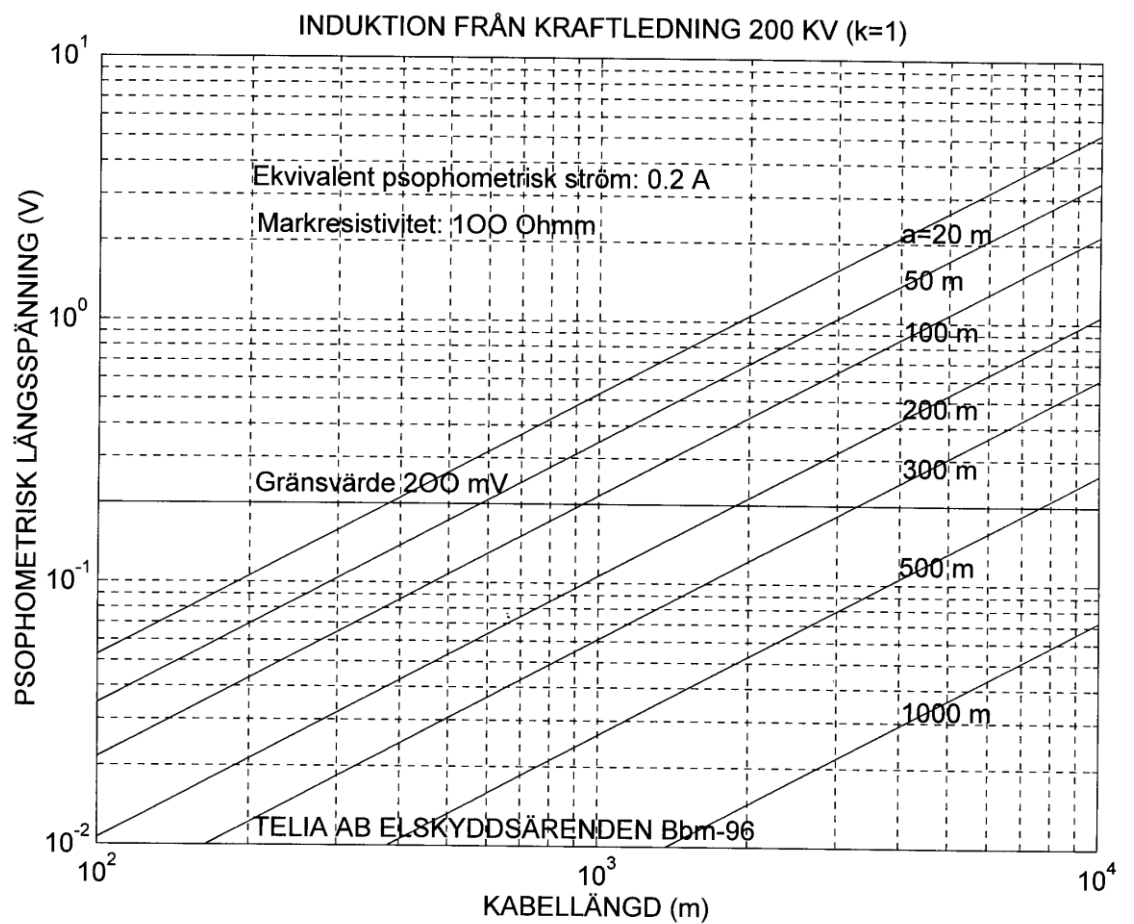
## Diagrambilaga 5



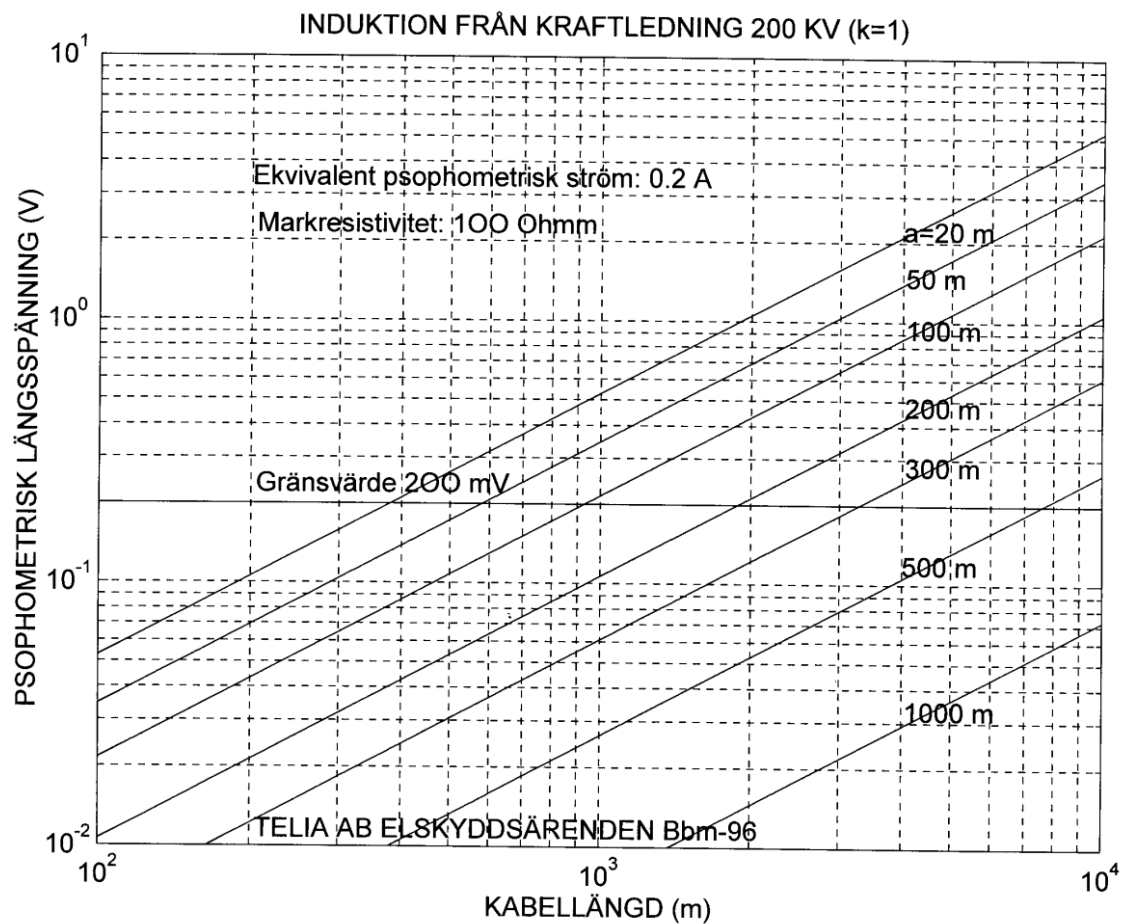
## Diagrambilaga 6



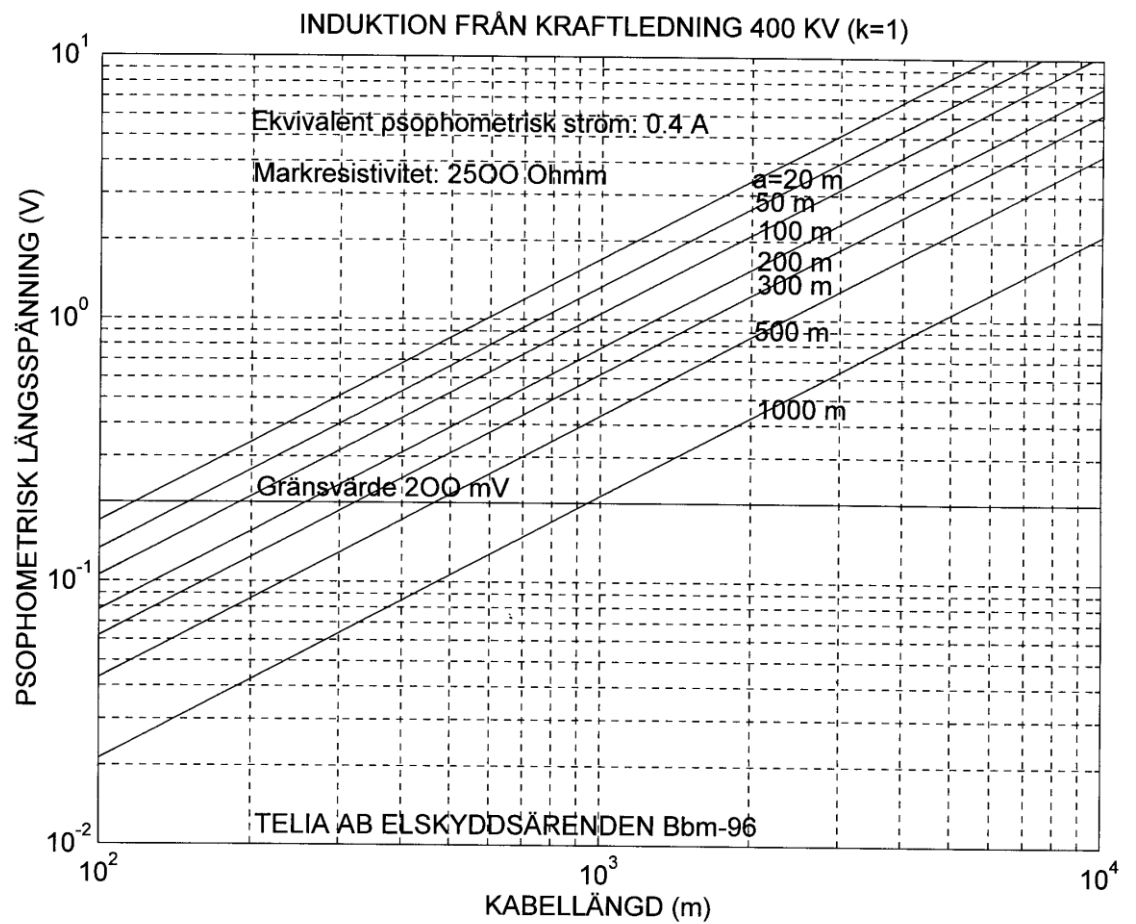
## Diagrambilaga 7



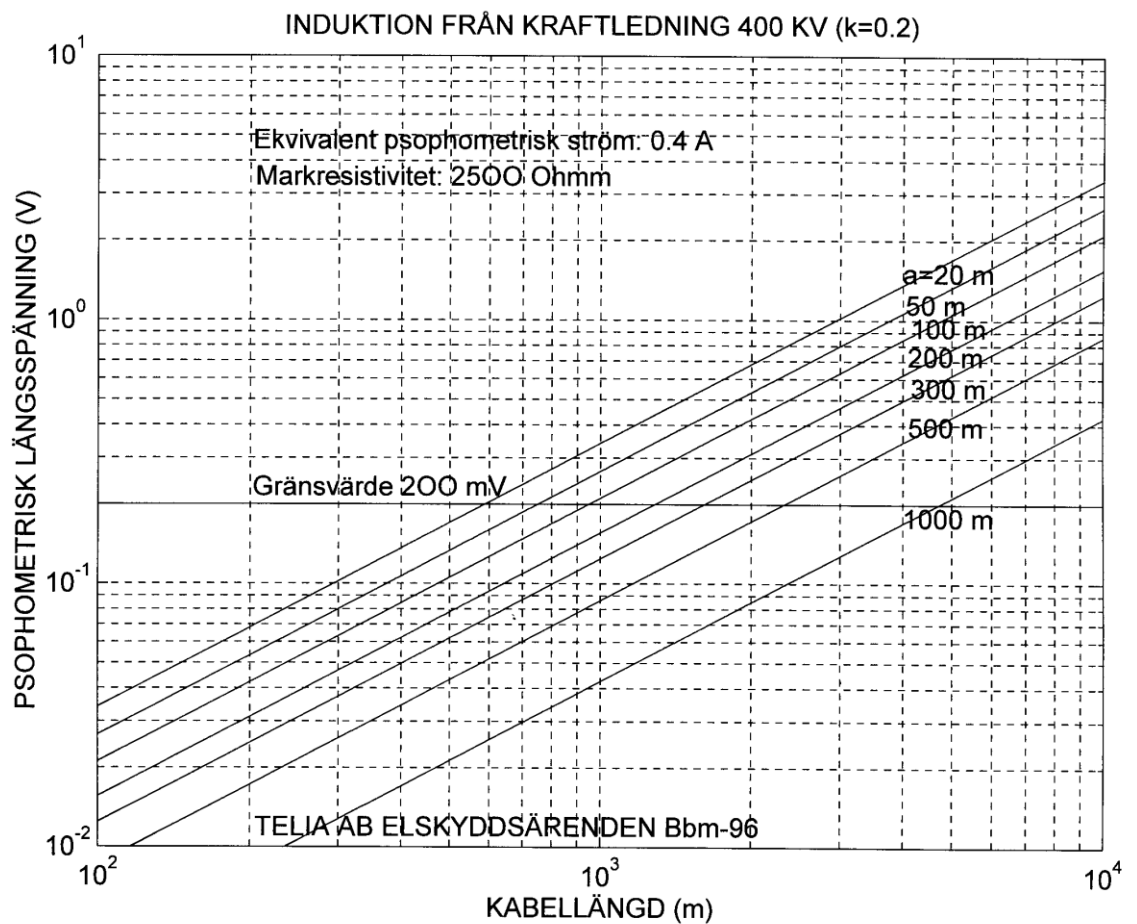
## Diagrambilaga 7



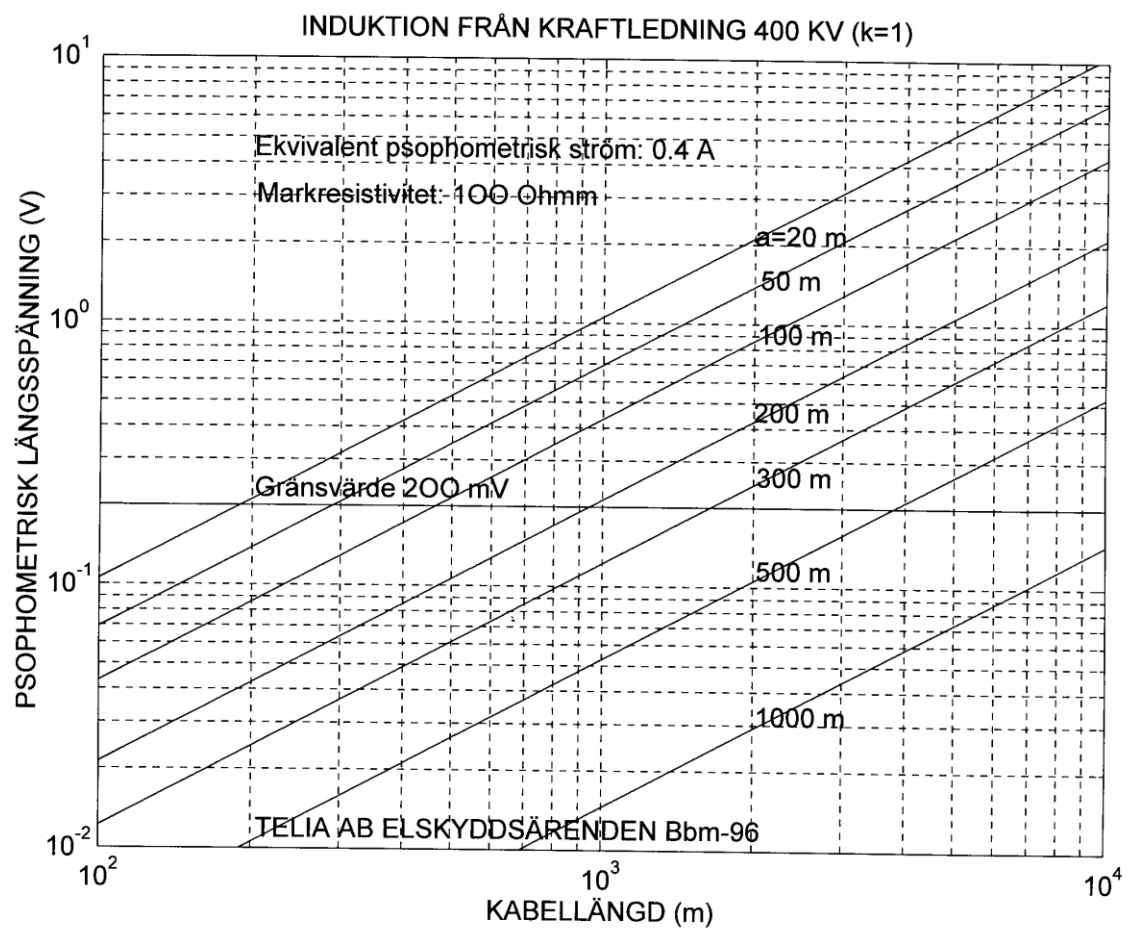
## Diagrambilaga 9



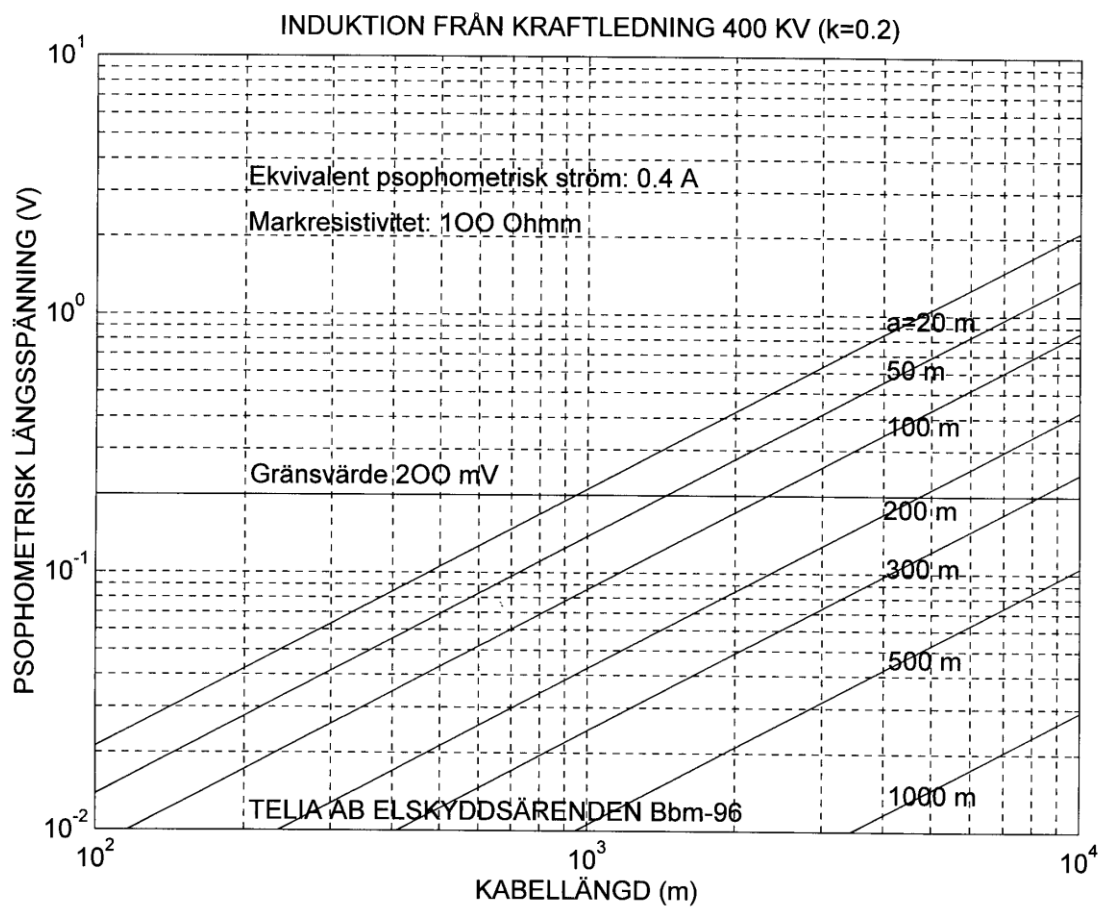
## Diagrambilaga 10



## Diagrambilaga 11



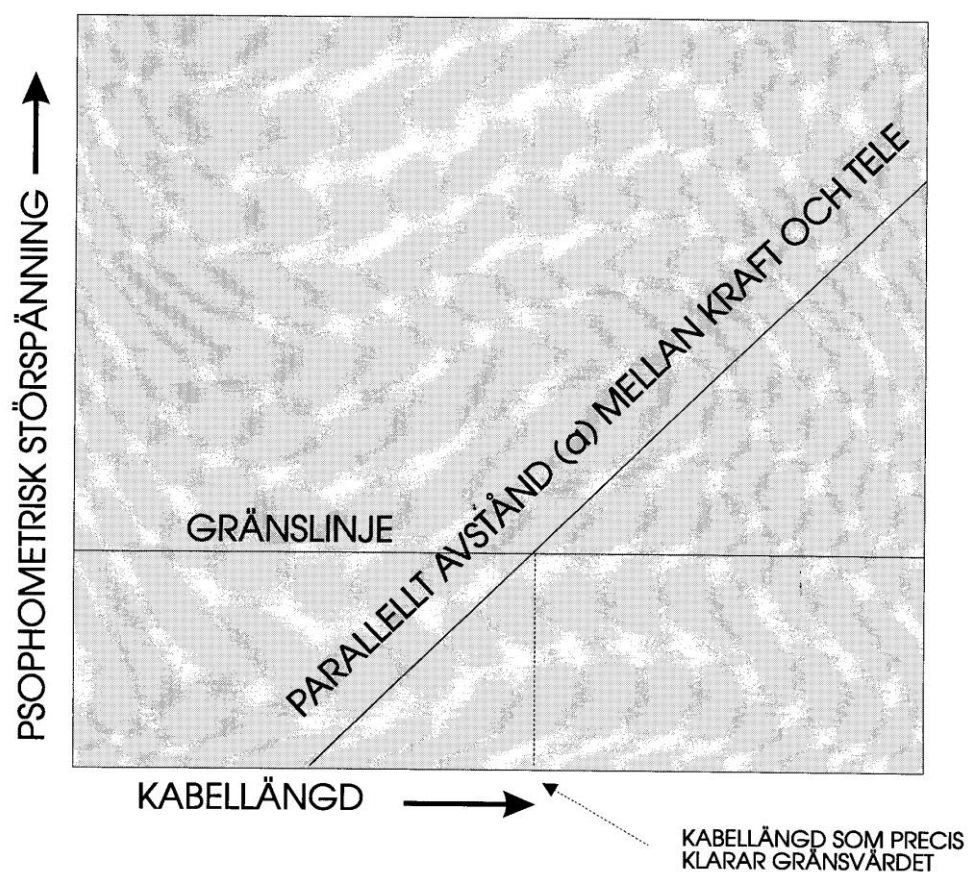
## Diagrambilaga 12





## 8.10 ANVISNING FÖR ANVÄNDANDE AV STÖRSPÄNNINGSDIAGRAM

### ANVISNING FÖR ANVÄNDANDE AV STÖRSPÄNNINGSDIAGRAM



## 9 Placering av telekablar och -stationer intill elektriska järnvägar och spårvägar

### Inledning

För att förhindra störningar i teleanläggningar, kablar och ledningar samt förebygga personskador, måste man vara medveten om andra elektriska anläggningars inverkan på teleanläggningar. Störningskällor och ur personsäkerhetssynpunkt farliga arbetsområden utgörs vanligtvis av kraft- och järnvägsanläggningar.

För att vara säker på att teleanläggningen inte kommer att störas eller att personskada kan orsakas av felaktigt byggd anläggning, måste man planera och bygga efter vissa erfarenheter och rekommendationer, vilka har sin grund i både nationella och internationella standarder samt lagar och förordningar, vilka utgör fundament för denna anvisning.

I anvisningen ingående tekniska termer förklaras i Telestörningsnämnden (TSN), som bilaga till **meddelande 21**, där också grundläggande lagar och kungörelser återfinns.

### 9.1 PLACERING AV TELEKABLAR OCH -STATIONER INTILL BEFINTLIGA ELEKTRIFIERADE JÄRNVÄGAR OCH SPÅRVÄGAR

### 9.2 PLACERING AV KABEL UTMED JÄRNVÄG ELLER SPÅRVÄG

Störningar från järnvägar och spårvägar orsakas av de s.k. övertonerna som härrör från driftströmmen och alstras av matningsströmmen och av fordonen själva.

Järnvägar drivs av en ström med frekvensen 16Hz. Övertoner alstras främst av loken (drivenheterna).

Spårvägar inkl. tunnelbanor och förortståg (inte pendeltåg) drivs av likström, som dock innehåller övertoner från likriktningen. I fall med spårvägar kan strömförsörjningen ske antingen genom kontaktledning eller strömskena (tunnelbana). I stadskärnor sker dock en väsentlig reduktion av störningarna genom den s.k. kulturfaktorn. Här är i allmänhet inverkan på telenätet från spårvägar obefintlig. Dock bör korrosion från likströmmen beaktas.



### 9.2.1 I huvudsak gäller följande:

- Inga kablar bör parallellförläggas inom en **zon av 20 meter** ut från en järnväg eller spårväg. I tätort gäller en zon om 2,5 m. Inga **kabelskåp** får placeras inom denna zon. Ingen **skarvning** av kabel inom denna zon får förekomma eller **jordning** av exempelvis överspänningsskydd (se bilaga).
- Om en kabel måste korsa en järnväg eller spårväg, bör korsningen helst vara så nära vinkelrät som möjligt inom zonen och kabelns närmsta avstånd till en av järnvägens stolpfundament skall vara **större än 2,5 meter**.
- Om kabeln efter korsningen måste följa järnvägen eller spårvägen på en sådan sträcka att **det psophometriska gränsvärdet** (gränsvärde för störning) överskrids, måste skärmad kabel användas ända från telestationen och där vara ansluten till stationsjord. I annat fall bör undanflyttning ske.

## 9.3 PLACERING AV TELESTATIONER UTMED JÄRNVÄGAR OCH SPÅRVÄGAR

För att undvika inverkan av rälspotentialer eller med andra ord sådana spänningar som uppstår i omgivande mark utefter banan, bör en telestation inte placeras närmare än 50 meter från en järnvägsanläggning. Om av vissa skäl inte detta minsta avstånd kan hållas, bör **sakansvarig** kontaktas för samråd.

Spårvägar förekommer uteslutande i tätorter, där inga särskilda restriktioner normalt är nödvändiga. Om placering närmre än 20 m är aktuell, bör sakansvarig inom Telia kontaktas för samråd.

## 9.4 GRÄNSVÄRDE FÖR PSOFOMETRISK LÄNGSSPÄNNING

För att undvika taltransmissionsstörningar bör den **psophometriska längsspänningen i en telekabel inte överstiga 200 mV**.

### 9.4.1 Bedömning av längsspänningen

För att underlätta en bedömning av störningarna, har ett beräkningsprogram för den s.k. längsspänningen i form av ett Excel kalkylblad skapats. De faktorer som är direkt avgörande för induktionen (den inducerade längsspänningen) i en telekabel, är kabelns längd (L) utmed järnvägen, dess avstånd från densamma samt markresistiviteten ( $\rho$ ).

Beräkningsmetoden är beskriven i bilaga.

Därefter multipliceras med kulturfaktorn varvid erhålls den resulterande längsspänningen  $U_{res}$ .

För att uppfylla gränsvärdet skall 
$$U_{res} \leq 200 \text{ mV}_{psoph}$$



## 9.5 UNDANFLYTTNING AV TELEKABLAR OCH -STATIONER VID ELEKTRIFIERING AV BEFINTLIGA JÄRNVÄGAR

Då en befintlig järnväg skall elektrifieras, gäller det att beakta störningsrisken och personsäkerheten, då järnvägen tas i drift. Undanflyttning av kablar i samband med byggandet, behandlas inte i denna instruktion.

### 9.5.1 FLYTTNING AV TELEKABLAR

I samband med att en järnvägslinje elektrifieras måste telekablar flyttas så att störningar om möjligt undviks då banan tas i drift. Intill banan och vid korsningar måste vissa avstånd hållas till kontaktledningsstolparna, som utgör jordtag för järnvägen genom förbindning med den jordade rälen, s-rälen.

I huvudsak gäller följande:

- Alla kablar av sådan längd och avstånd från järnvägen, att risk för störningar finns, skall bytas ut mot metallskärmad kabel och om möjligt flyttas från banan. Metallskärmen måste vara hel till (förbunden med)stationsjordtaget, se avsnitt 4 nedan, för att anläggningen ska vara skyddad mot störningar. För att inga onödiga åtgärder vidtas i detta skede, planeras förändringar, då beräknade störningar överskrider 500 mV<sub>psof</sub>. Beräkning kan ske enligt metod beskriven i p. 2.3.1 **med gränsvärdet 200 mV<sub>psof</sub>**. Vid beräkningar, som utförs med bifogat Excel-program, skall även hänsyn tas till kulturfaktorn i tätorter och markresistiviteten i området. Rådfråga sakansvarig.
- **Jordtag för åsk- och överspänningsskydd** får inte förekomma inom 20 m från banan. Likaså får ingen jordning av åsk- och överspänningsskydd via blank blykabel ske inom denna zon. Om åsk- eller överspänningsskydd måste placeras inom denna zon skall jordlinan förses med ventilavledare.
- Vid flyttning av en kabel, som korsar järnvägen, bör korsningen helst vara vinkelrät upp till minst 20 m på vardera sidan om denna. Kabelns närmsta avstånd till järnvägens kontaktledningsstolpar skall vara **större än 2,5 meter**.



## 9.5.2 FLYTTNING AV TELESTATIONER

Flyttning av telestationer är en dyrbar åtgärd. Inte bara stationen själv ska flyttas, marktillstånd ska ordnas mm. Även kabelnätet måste till viss del byggas om. Att flytta en telestation p.g.a. befarade störningar bör i möjligaste mån undvikas.

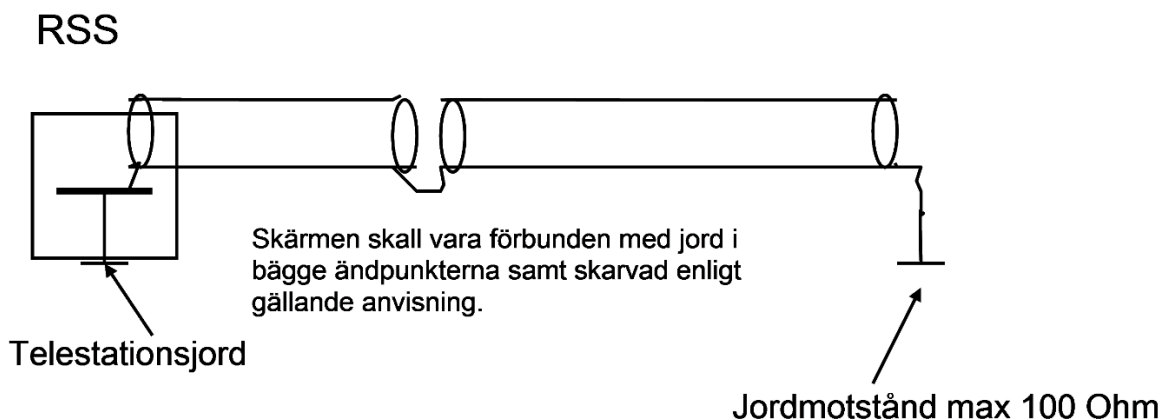
Regeln är, att är stationen belägen närmare banan än 50 m finns en risk att rälspotentialen vid tågpassager kan påverka stationsjordtaget och ge störningar. Detta beror dock på en rad faktorer.

P.g.a. den höga flyttkostnaden, bör man alltid anordna provdrift på banan så snart och så realistiskt som möjligt för att undersöka nödvändigheten att flytta telestationen.

Man bör då i första hand mäta den psophometriska störningsnivån och även nivån av grundtonen 16  $\frac{2}{3}$  Hz. Gränsvärdena 500 mV respektive 60 V skall användas som beslutsgränser för flyttning. Alternativt kan vissa åtgärder såsom skärmning av vissa kablar ställa sig billigare.

## 9.6 KABELSKÄRMAR

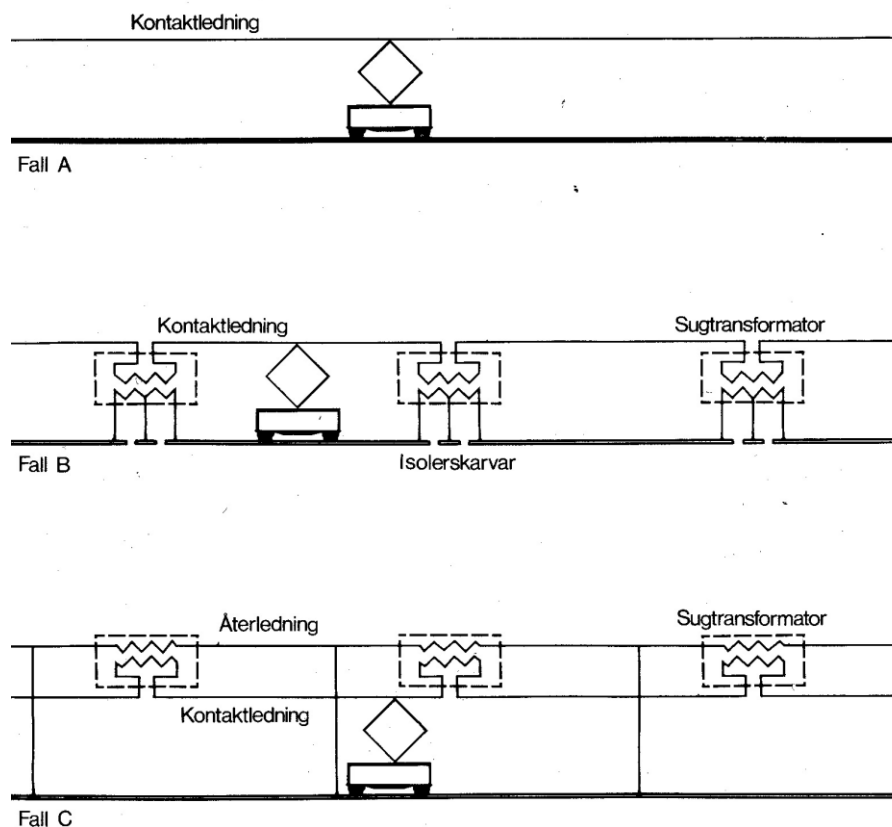
För att kunna utnyttja skärmverkan på en metallskärmad kabel skall metallen vara galvaniskt förbunden ända till stationsjord.



## 9.7 OLIKA JÄRNVÄGSSYSTEM

### 9.7.1 BT-SYSTEM

BT-system (Booster Transformer, sugtransformator [svenska]) är det vanligast förekommande. Fram till 1998 har svenska järnvägar byggts med detta system, se fall C i figur nedan. Även fall B har förekommit, men efter hand byggts bort.



Fall A visar, hur en järnväg strömförsörjs, då risken för störningar är liten (t ex. korta banor, låg markresistivitet).

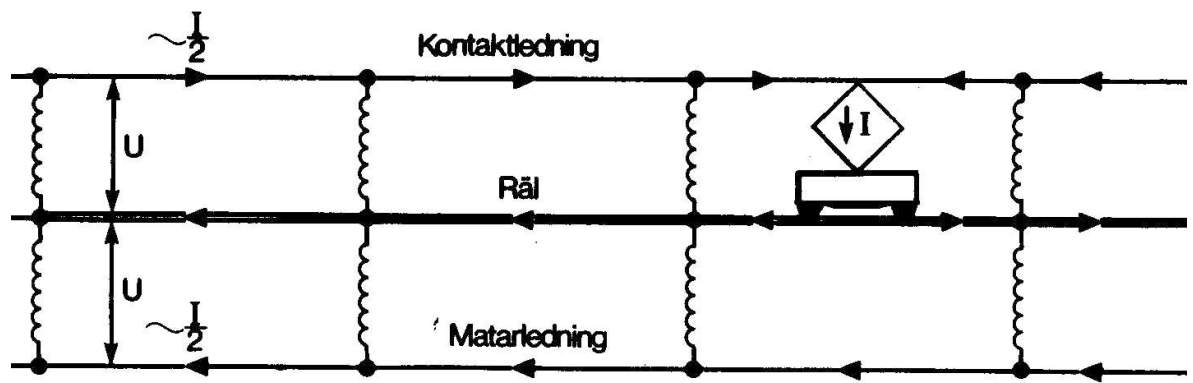
Avståndet mellan sugtransformatorerna är ca 5 km. Mittemellan dessa finns en s.k. driftjordpunkt (jordslutare), en förbindelse mellan räls och återledning. Strömmen går från loket till jordslutaren och upp i återledningen, således längst 2,5 km.

På denna sträcka "läcker" en del av strömmen ut i marken. Det är denna ström, som stör telenätet. Mätningar har visat, att den psophometriska strömmen, att använda vid beräkningar uppgår till 0,5 A.



### 9.7.2 AT-SYSTEM

1998 introducerades AT-systemet (Auto Transformator), se figur nedan, på nya banor och elektrifieringar samt som förstärkning av vissa banor med tung trafik bl.a. malmbanan. AT-system har flera fördelar ur kraftteknisk synvinkel och verkar generera mindre telestörningar. Störningsströmmen verkar vara ca 1/5 av den vid BT-system d.v.s ca 0,1 A<sub>p</sub> att användas vid beräkningarna.



*Autotransformatorsystem*



### 9.7.3 BILAGOR

#### 9.7.4 Beräkningsmetoder

Inducerade spänningar ( $U$ ) beräknas enklast med följande metod:

$$U = \omega M I \text{ [V]}$$

där  $\omega = 2 \pi f \text{ [rad/s]}$

$f$  = frekvensen

$M$  = ömsesidig induktans mellan störande och störd ledning [H]

$I$  = störande ström [A]

#### 9.7.5 Parallella ledningar

$M$  beräknas enklast med "Haberlands formel".

$$M = m * L$$

där  $L$  = parallellsträckans längd [m]

$$m = 10^{-7} \ln \left( 1 + \frac{\rho * 6 * 10^5}{a^2 * f} \right) \text{ [H/m]}$$

där  $\rho$  = ekvivalent markresistivitet

$a$  = avståndet mellan ledningarna

#### 9.7.6 Inte parallella ledningar

Excel-programmet utför beräkningen enligt denna metod.

**Då störande och störd ledning icke är parallella görs en indelning av dessa till ett s.k. polygontåg, d.v.s. raka delar, som dock inte behöver vara parallella.** (Se figur nedan. Observera att avstånden  $d$  i figuren motsvarar  $a$  i Excel).

Ömsesidiga induktansen för varje avsnitt beräknas med Haberlands formel integrerad. Därefter adderas varje avsnitt, varvid störningsspänningen erhålls.

Formeln blir  $\int m dl$ . Utför man integralen får man:





$$\bar{M}_{a_1, a_2} = \frac{10^{-7}}{a_2 - a_1} \int_{a_1}^{a_2} \ln \left( 1 + \frac{k^2}{a^2} \right) da$$

or —

$$\bar{M}_{a_1, a_2} = \frac{10^{-7}}{a_2 - a_1} \left\{ a_2 \ln \left( 1 + \frac{k^2}{a_2^2} \right) - a_1 \ln \left( 1 + \frac{k^2}{a_1^2} \right) + 2k \arctan \frac{k(a_2 - a_1)}{a_1 a_2 + k^2} \right\}$$

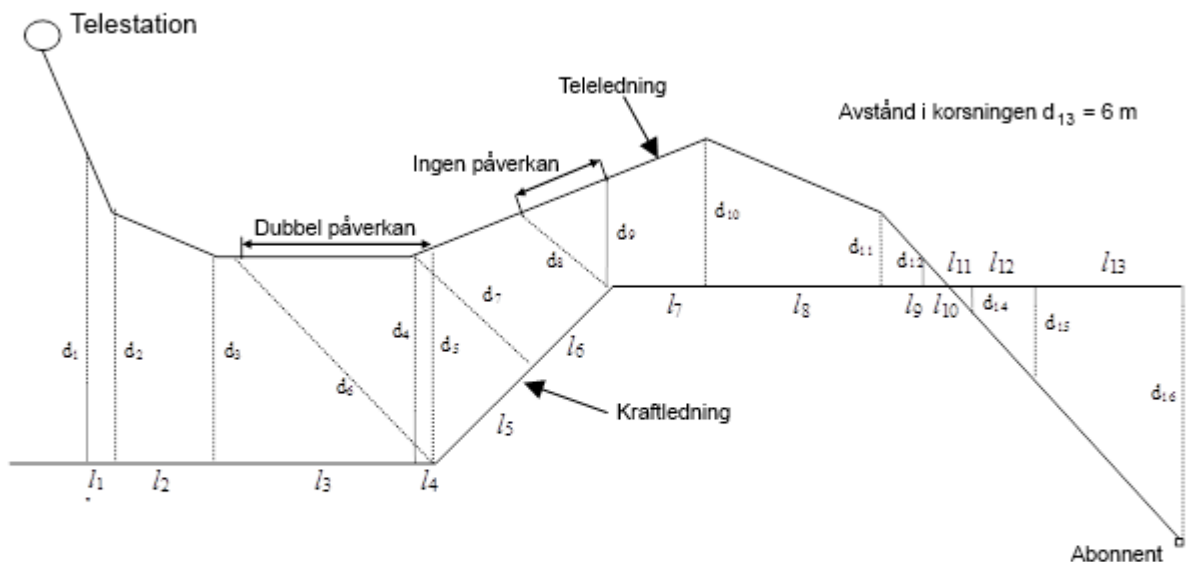
With —

$$G(a) = a \ln \left( 1 + \frac{k^2}{a^2} \right) - 2k \arctan \frac{k}{a} \dots \dots \dots$$

we have also —

$$\bar{M}_{a_1, a_2} = \frac{10^{-7}}{a_2 - a_1} \{ G(a_2) - G(a_1) \} \text{ H/m.} \dots \dots \dots$$

**OBS!**  $a_1$  och  $a_2$  får aldrig vara lika. Då får man division med noll i ovanstående formel.  
Gäller även i Excel-arket.



### 9.7.7 Markresistivitet

Markens resistivitet,  $\rho$  [ $\Omega$  m], d.v.s. inversen till ledningsförmågan,  $\sigma$  [S/m (Siemens/m)] är av avgörande betydelse för störningens storlek, d.v.s.  $\rho = 1/\sigma$ .

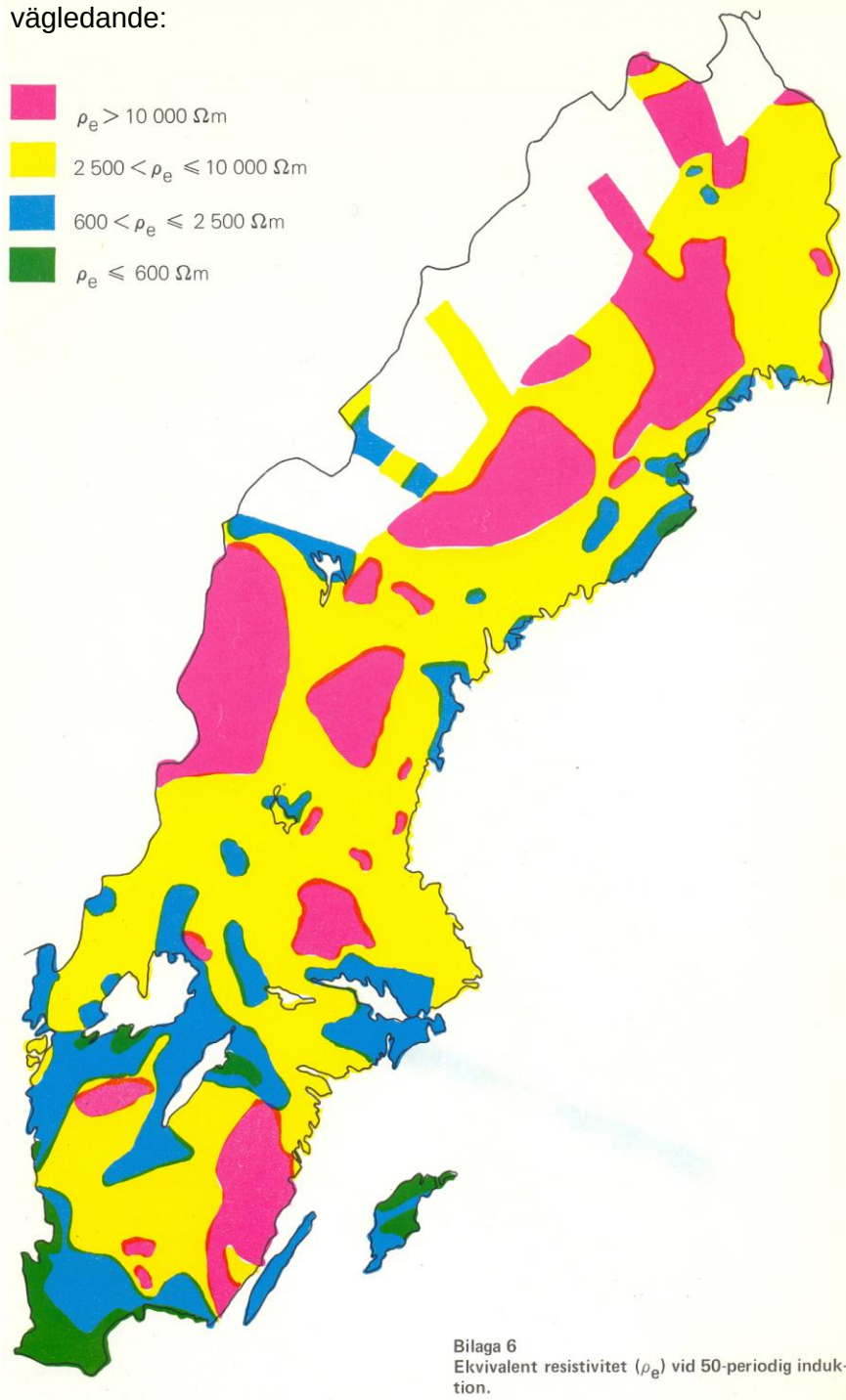
Eftersom markens resistivitet varierar kraftigt, både lokalt och över hela landet, samt beror av störningens frekvens, d.v.s. nedträngningsdjupet (lägre frekvenser tränger ned djupare och når högre resistiviteter [berggrunden]) bör följande värden användas:

| Område                              | $f \leq 50$ Hz    | $f = 800$ Hz     |
|-------------------------------------|-------------------|------------------|
| Sydvästra Skåne, söder om Söderåsen | 600 $\Omega$ m    | 150 $\Omega$ m   |
| Småland, Blekinge utom kustdelarna  | 10 000 $\Omega$ m | 2 500 $\Omega$ m |
| Övriga landet                       | 2 500 $\Omega$ m  | 600 $\Omega$ m   |



### 9.7.8 Karta över markresistivitet

För mer detaljerade beräkningar, kan följande karta, som gäller för  $f \leq 50$  Hz vara vägledande:



## **10 Teoretisk beräkning av inducerade spänningar med syfte att förebygga störningar i teleförbindelser.**

### **10.1 SAMMANFATTNING**

Det har varit nödvändigt att beskriva de beräkningsmetoder som används för att förebygga magnetisk induktion i teleledningar, dels därför att en sammanfattning av dessa metoder saknas och dels som ett led i Telias kvalitetsarbete.

Vid all beräkning av ömsesidig induktans tillämpas Haberlands formel, som är mycket användbar. Tillämpningen av denna visas för både parallellitet och icke parallellitet mellan kraftledningar och teleförbindelser. Den ömsesidiga induktansen är en parameter, som är nödvändig att känna till, för att kunna utföra induktionsberäkningar.

Bilagespecifikation:

Bilaga 1-4 Ömsesidiga induktansen: Kurvexempel

Bilaga 5-7 Induktion: Beräkningsexempel

Bilaga 8-11 Felanalys

### **10.2 INLEDNING**

Syftet med den här anvisningen är att redovisa vilka metoder som används vid Telia för att teoretiskt beräkna ömsesidig induktans och induktion mellan tele- och kraftledningar. Behovet av sådana beräkningar finns för att kunna avgöra hur stor induktion en teleledning kan utsättas för utmed kraftledningar och järnvägar. Som ett resultat av dessa beräkningar kan man bedöma vilka skyddsmetoder som skall användas vid störningar eller nyanläggning. Sådana skydd kan utgöras av överspänningsskydd, längsspänningsfilter eller metallskärmade kablar, etc.

Även som ett led i kvalitetsarbetet behövs dokumentering av arbetsmetoder.

**HABERLANDS FORMEL FÖR BERÄKNING AV ÖMSESIDIG INDUKTANS MELLAN TELELEDNING OCH KRAFTLEDNING**



### 10.3 Parallellism mellan tele- och kraftledning

Första steget i en induktionsberäkning är att beräkna den ömsesidiga induktansen (m) mellan den störande ledningen och den störda ledningen.

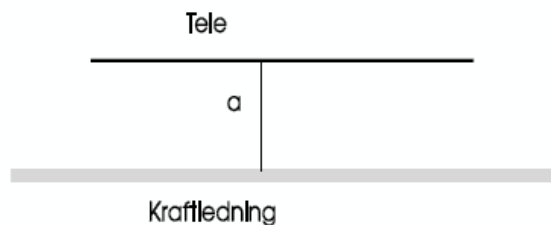
Den ömsesidiga induktansen (m) beräknas enligt Haberlands formel (Formel 1):

$$m = 10^{-7} \cdot \ln \left( 1 + \frac{\rho \cdot 6 \cdot 10^5}{f \cdot a^2} \right) \text{ H/Meter}$$

Faktorn  $10^{-7}$  ger sorten [H/meter] medan faktorn  $10^{-4}$  ger sorten [H/km]. Även andra kombinationer kan väljas efter önskemål.

Räta avståndet (a) mellan störande och störd ledning, anges i sorten meter (Se Fig 1). Ledningarna i detta fall förutsätts vara parallella. I bilagorna 1-4 visas både linjär logaritmisk representation av m, för frekvenserna 50 och 800 Hertz.

Fig 1



#### 10.4 Ingen parallellism mellan tele- och kraftledning.

Medelvärdesbildning av en funktion erhålls med hjälp av följande uttryck (Formel 2):

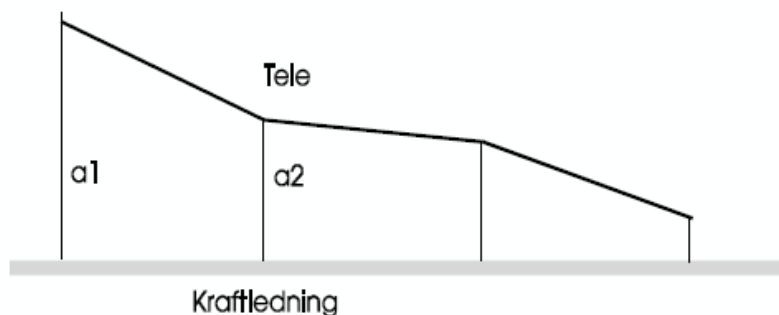
$$y = \frac{1}{x_2 - x_1} \int_{x_1}^{x_2} f(x) dx$$

Härmed erhålls följande uttryck (Formel 3) för beräkning av den ömsesidiga induktansen (m), med hjälp av Haberlands formel:

$$m = \frac{10^{-7}}{a_2 - a_1} \int_{a_1}^{a_2} \ln \left( 1 + \frac{\rho \cdot 6 \cdot 10^5}{f \cdot a^2} \right) da \quad [H / m]$$

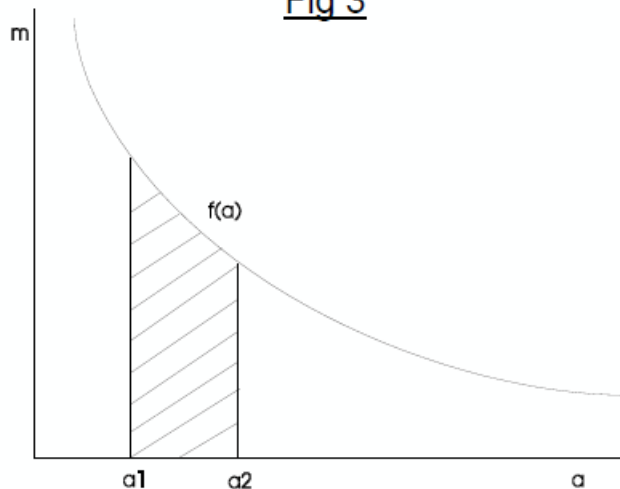
Syftet med beräkningen är att finna ett medelvärde på den ömsesidiga induktansen (m) mellan gränserna  $a_1$  och  $a_2$  som i verkligheten utgörs av två olika avstånd mellan tele- och kraftledning (se Fig.2).

Fig 2



Avståndsvärdena används, som tydligare framgår av Fig.3, att söka medelvärdet av funktionen  $f(a)$  mellan de angivna gränsvärdena, således medelvärdet av den ömsesidiga induktansen (m). Beroende av vilken dimension på sorten som har använts erhålls medelvärdet av m som [H/km] eller som i det aktuella fallet [H/meter].

**Fig 3**



Den fullständigt beräknade integralen är enligt nedanstående uttryck (Formel 4-6):

$$m = \frac{10^{-7}}{a_2 - a_1} \left[ a_2 \cdot \ln \left( 1 + \frac{k^2}{a_2^2} \right) - a_1 \cdot \ln \left( 1 + \frac{k^2}{a_1^2} \right) + 2k \cdot \arctan \left( \frac{k(a_2 - a_1)}{a_1 \cdot a_2 + k^2} \right) \right] [H / m]$$

$$k^2 = \left( \frac{\rho \cdot 6 \cdot 10^5}{f} \right) \quad (+)k = \sqrt{k^2}$$

Med lätthet kan nu den ömsesidiga induktansen (m) beräknas med hjälp av dator eller med en mera avancerad kalkylator. Med hjälp av en digitizer och dator kan avstånd mellan tele- och kraftledning beräknas och matas in i ovanstående formel. Användande av digitizer och dator innebär mindre felavvikelser vid beräkningarna, eftersom de beräknade induktionsavsnitten kan uppdelas i många smala segment.



## 10.5 INDUKTIONSBERÄKNING

När parallellitet råder mellan störande- och störd ledning, insätts värdet på den ömsesidiga induktansen ( $m$ ) i följande formel för beräkning av den inducerade spänningen ( $U$ ), vars uttryck är som följer (Formel 7):

$$U = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot m \cdot l \cdot k \text{ (Volt)}$$

Men även följande samband finns (Formel 8):

$$\omega = 2\pi f$$

Samt att (Formel 9):

$$M = m \cdot l$$

Vilket slutligt ger uttrycket (Formel 10):

$$U = \omega \cdot M \cdot I \cdot k \text{ (Volt)}$$

Vi har också (Formel 11):

$$U = Z \cdot I \cdot k \text{ (Volt)}$$

$U$ = inducerad spänning (V)

$f$ = frekvens (Hz)

$I$ = inducerande ström (A)

$m$ = ömsesidig induktans (H/m)

$M$ = total induktans(H)

$\omega$ = vinkelfrekvens

$\rho$ = markresistiviteten ( $\Omega m$ )

$a$ = räta avståndet mellan störande- och störd ledning (m)

$l$ = beräkningsavsnittets längd på kraftledningen (m)

$k$ = reduktionsfaktor

$Z$ = kopplingsimpedansen ( $\Omega$ )

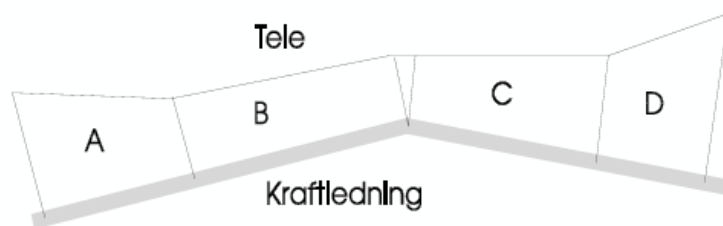
Som framgår används litet ( $m$ ) för den ömsesidiga induktansen, då den uttrycks per längdenhet och med stort ( $M$ ) för total induktans, vilken erhålls när ( $m$ ) multipliceras med induktionssträckans längd ( $l$ ). Betydelsen av detta är som framgår av följande.





Vid beräkning av den inducerade spänningen ( $U$ ), är det sällan att man har att göra med rent parallella sträckor, därför måste man uppdelat ytan mellan ledningarna i ett antal segment (se Fig 4).

**Fig 4**



Den inducerade spänningen ( $U$ ) är här en summa av de fyra delsegmentens (A-D) beräknade spänningsvärden (Formel 12):

$$U = U_A + U_B + U_C + U_D$$

vilket generellt kan uttryckas (Formel 13):

$$U = U_A + U_B + U_C + \dots U_n = \sum_{i=A}^n U_i$$

Ger det viktiga sambandet (Formel 14):

$$U = \omega \cdot I \cdot k \sum_{i=1}^n (m \cdot l)_i = \omega \cdot I \cdot k \sum_{i=1}^n M_i$$



### 10.5.1 REDUKTIONSAKTOR

I formlerna för beräkning av induktion ingår reduktionsfaktorn ( $k$ ), vilken beräknas enligt följande (Formel 15):

$$k = \frac{R}{\sqrt{R^2 + (\omega \cdot L)^2}}$$

Där

$$\omega = 2\pi f$$

$R$  = mantel- eller tråddresistans/längdenhet ( $\Omega/\text{km}$ )

$L$  = induktans/längdenhet ( $\text{H}/\text{km}$ )

För en kabel utan metallmantel är reduktionsfaktorn  $k=1$ . Om kabeln däremot omsluts av en metallskärm, är reduktionsfaktorn  $k<1$ . En väl skärmad kabel bör ha en reduktionsfaktor  $k<0.1$ . Den inducerade spänningen i en kabel blir om  $k=0.1$ , 10 gånger lägre jämfört med om  $k=1$ .

### 10.5.2 PRAKTISK TILLÄMPNING

Följande formel (16) är mycket användbar när man vill veta på vilket avstånd en kabel skall förläggas för att inte längsspänningen ( $U$ ) inte skall överstiga ett visst gränsvärde (a utlöst ur Haberlands formel):

$$a = (+) \sqrt{\frac{\rho \cdot 6 \cdot 10^5}{f \left( e^{\frac{U}{I \cdot k \cdot \omega \cdot 10^{-7}}} - 1 \right)}} \quad (\text{m})$$

Praktiskt kan man använda formeln för att exempelvis se hur avståndsvärdet ( $a$ ) varierar med olika värden på reduktionsfaktorn ( $k$ ).

Med användande av formel 1, kan olika praktiska diagram tas fram. Exempel på detta visas i bilagorna 5-7. Man kan där utläsa hur lång en kabel högst får vara, om den är förlagd på olika avstånd  $a$  från en kraftledning eller järnväg, för att inte induktionsspänningen i denna skall överstiga ett visst gränsvärde.



### 10.5.3 TILLÄMPNINGSEXEMPEL MED FELANALYS

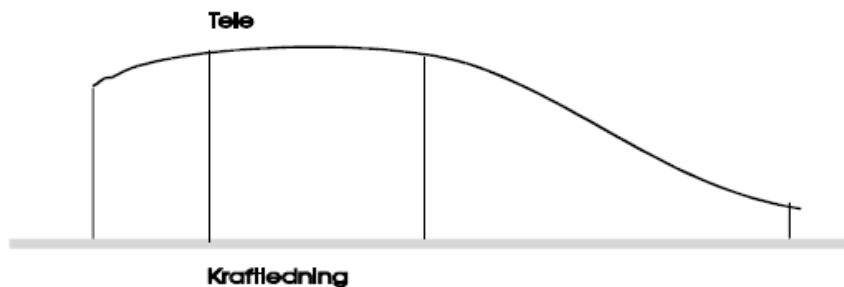
Man kan fråga sig, hur ska man segmentera området mellan en teleledning och en kraftledning, för att kalkyleringen inte skall avvika för mycket, jämfört med en noggrann beräkning. Eller med andra ord, hur noggrann behöver man vara vid beräkningarna?

Vid en noggrann beräkning av störspänningen i exemplet som visas i bilaga 8,

som har segmenterats i 18 delar ( $n=18$ ), visar det sig vid jämförelse med en segmentering i 3 delar ( $n=3$ ), att endast 1.64% felavvikelse erhålls (se bil 3). Jämfört med den noggranna beräkningen så ökar spänningsvärdet endast med 1.64%. Men om man minskar antalet segment ytterligare så ökar felprocenten betydligt. Om ytan mellan ledningarna uppdelades endast i ett segment (en linje mellan början och slut på teleledningen, se bil.11) erhöles en spänningsökning om 18.03%. Omvändningen gäller också, för om ledningen kröker åt andra hållet, erhålls i stället ett för litet spänningsvärde.

Sammanfattningsvis, bör ytan mellan de två ledningarna, uppdelas minst i tre delar om teleledningen kröker, vilket konkretiseras av nedanstående exempel:

Fig 5

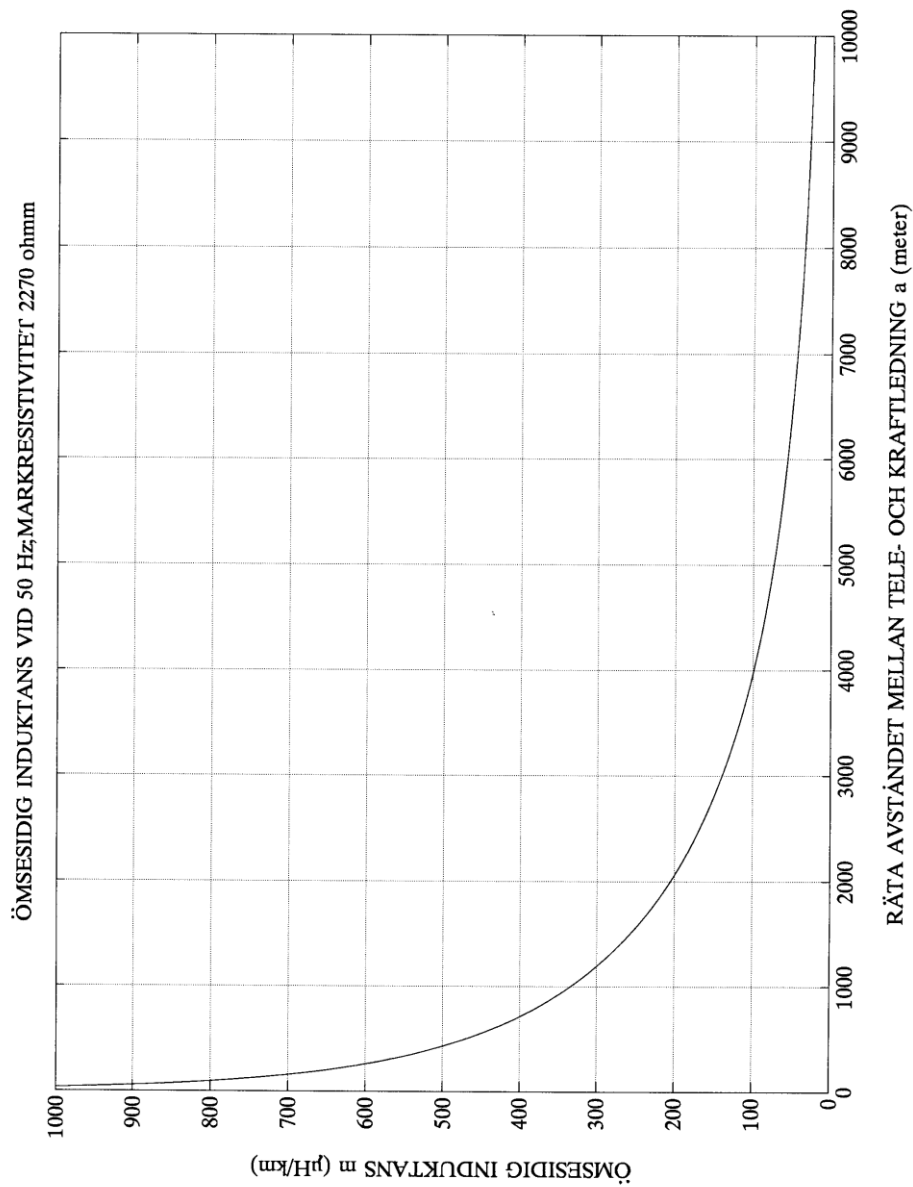


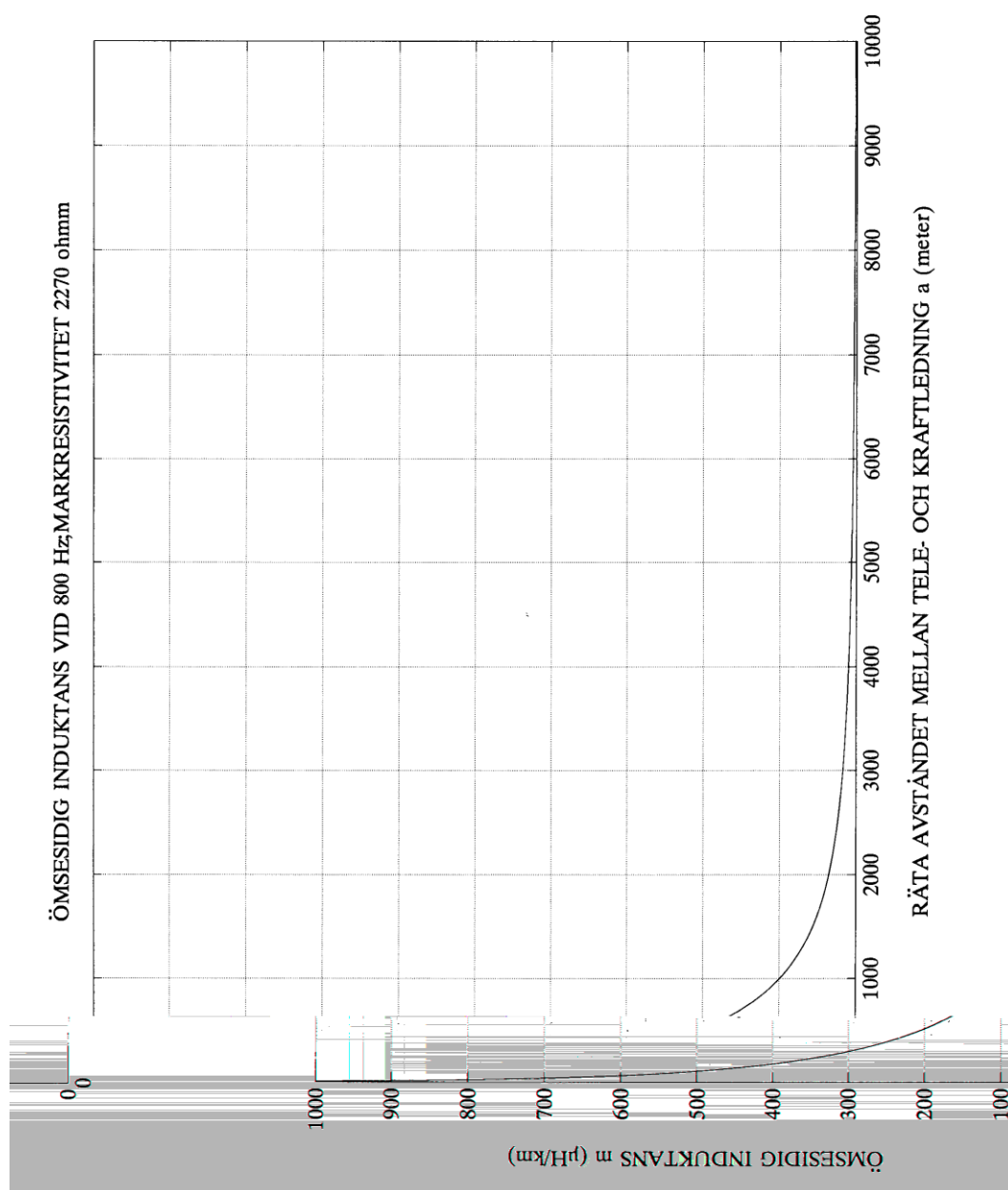
Således skall ( $n$ ) i formel 13 vara:  $n > 2$

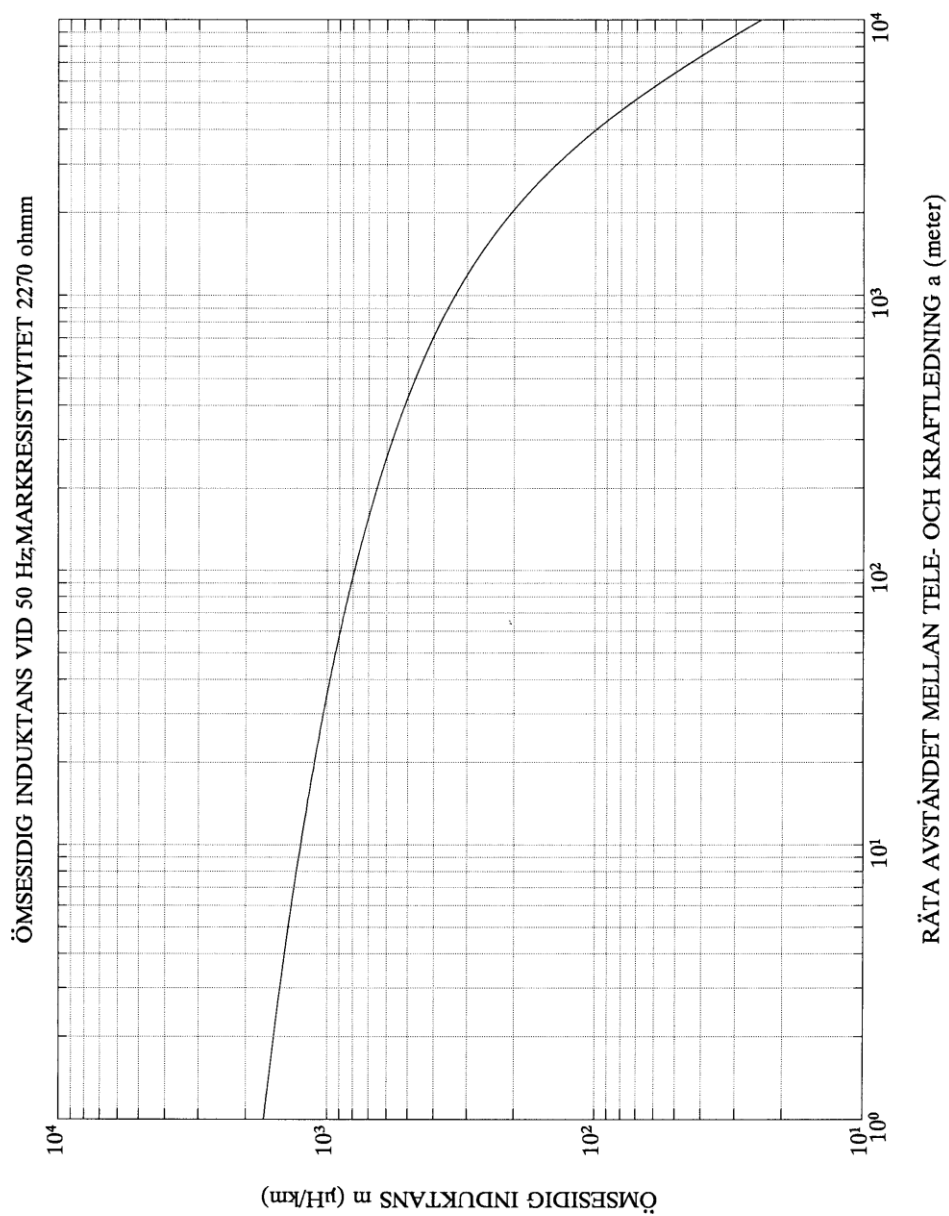
För att värdet på  $U$  skall vara tillförlitligt.

## 10.6 Bilder för ömsesidig induktans

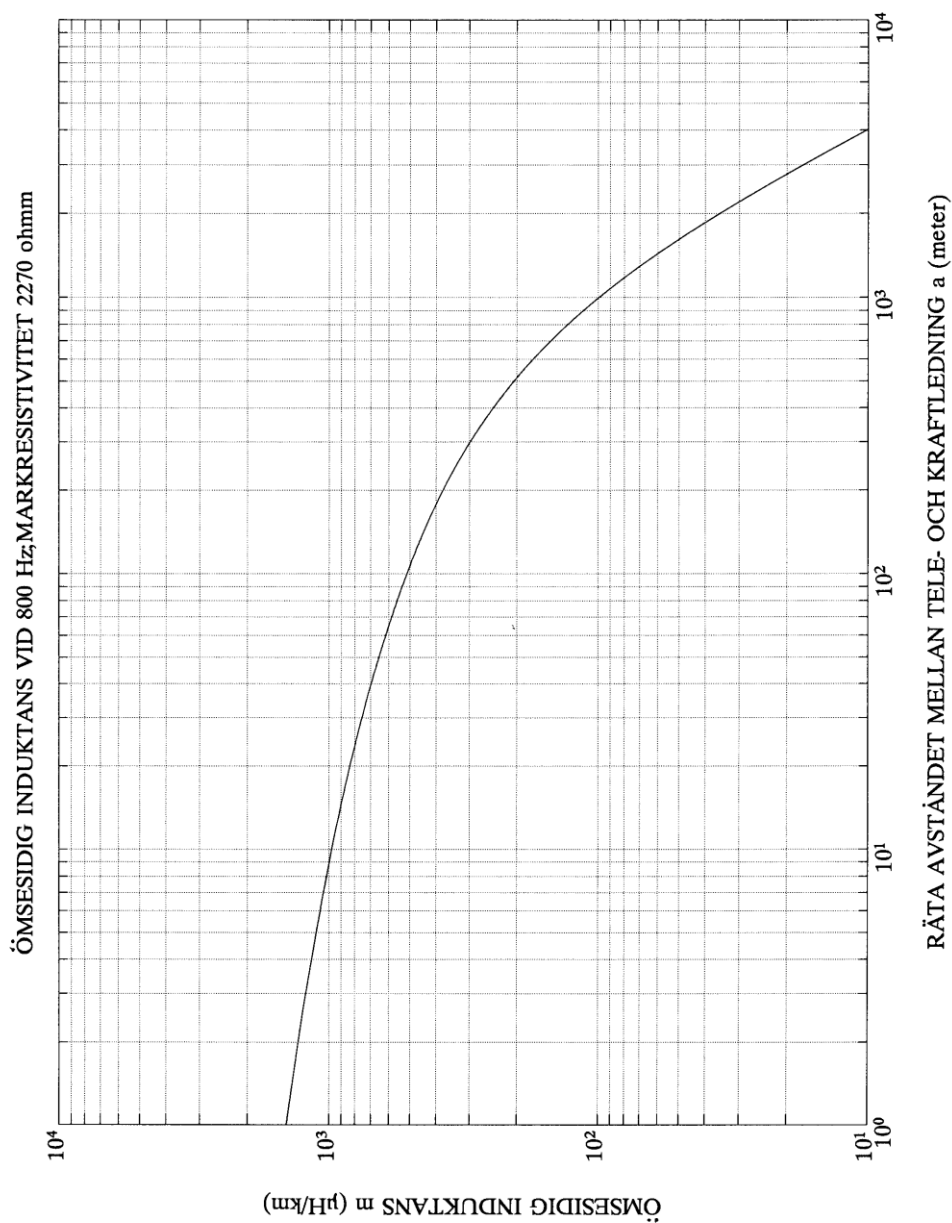
Bil. 1



*Bil. 2*


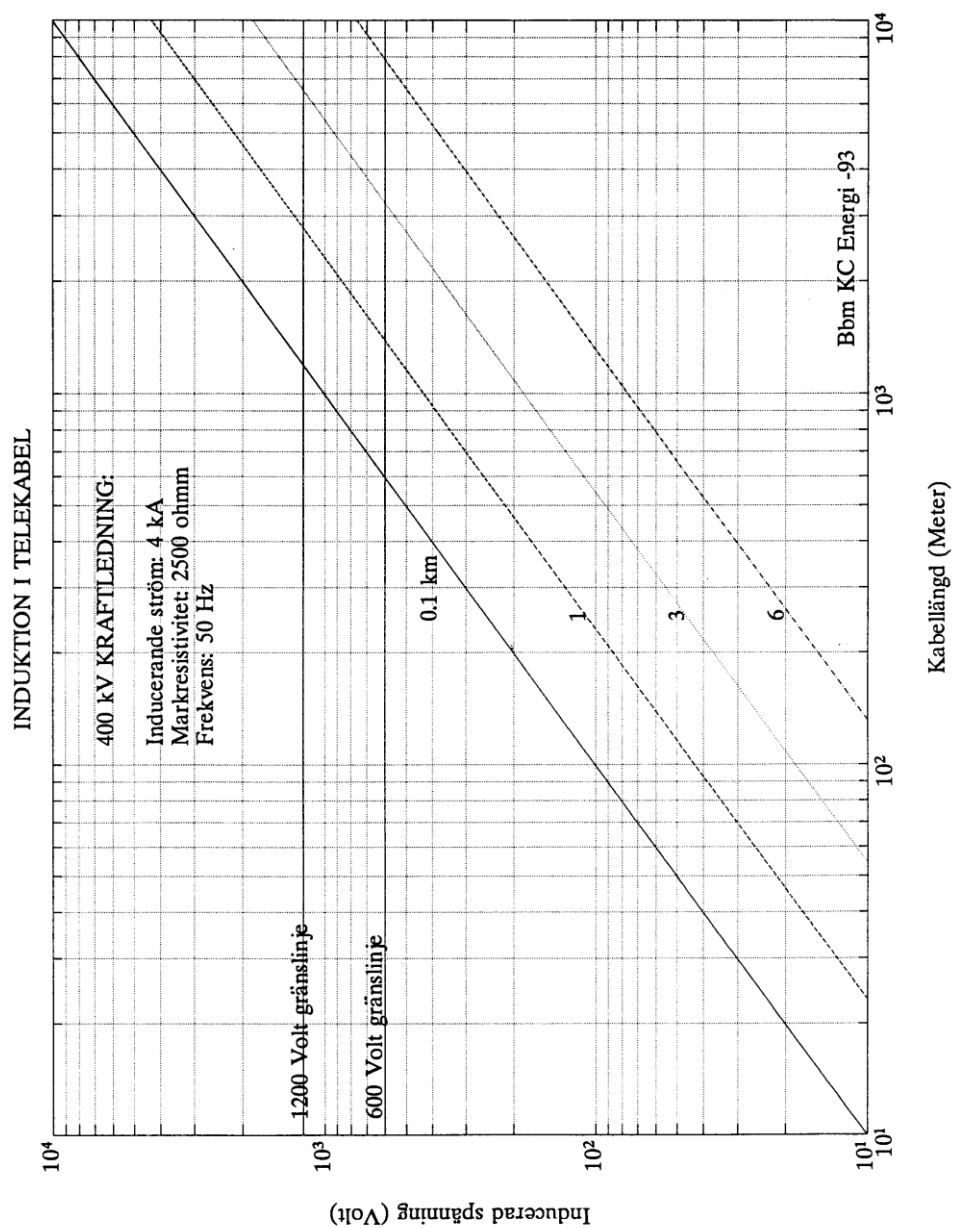
**Datum**  
2019-12-11**Sida**  
78 (86)**Godkännande**  
Telia - Teknikutveckling**Dokument-id**  
100 56-A 131/0-4**Rev.**  
A**Handläggare**  
Telia - Teknikutveckling**Relation**  
-*Bil. 3*

B.1.4



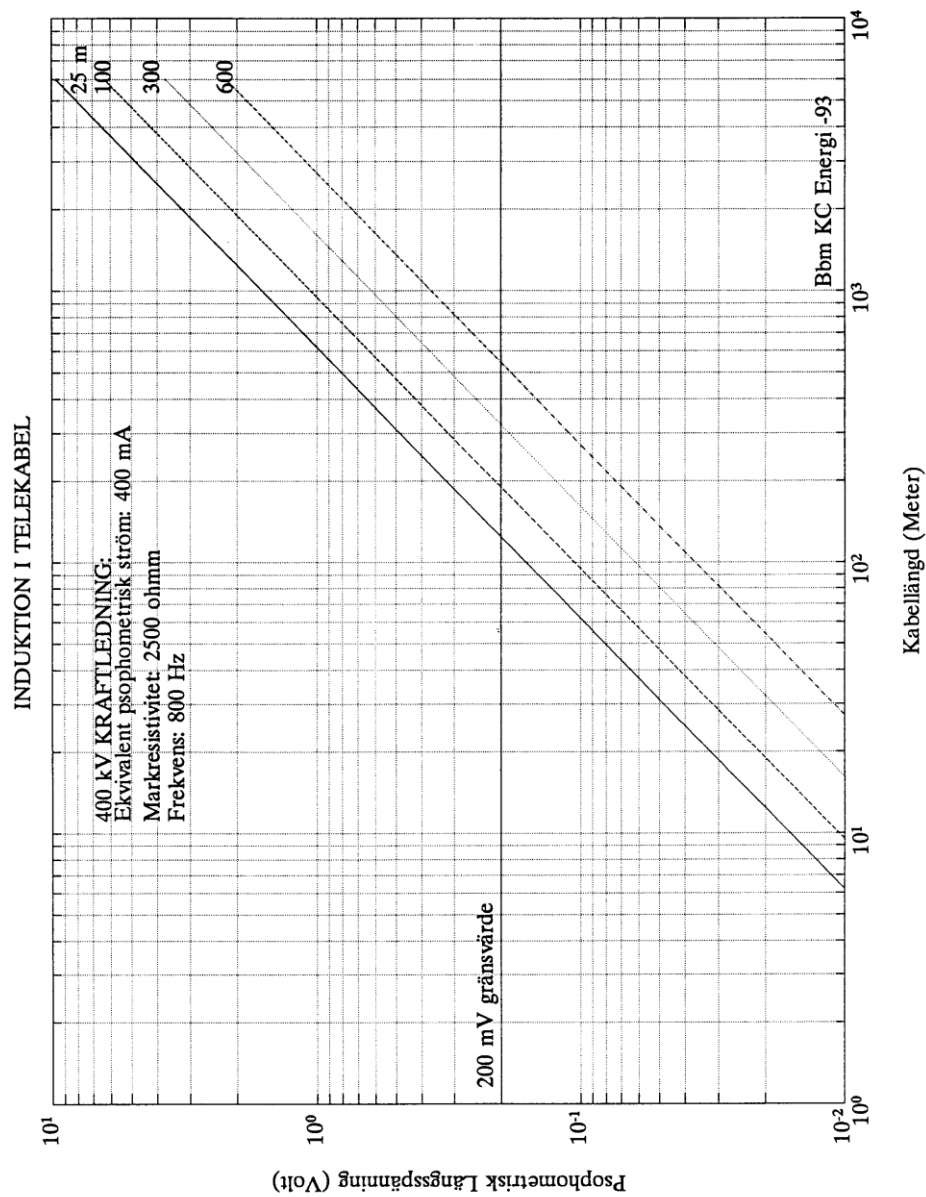
Datum  
2019-12-11Sida  
80 (86)Godkännande  
Telia - TeknikutvecklingDokument-id  
100 56-A 131/0-4Rev.  
AHandläggare  
Telia - TeknikutvecklingRelation  
-

Bil. 5

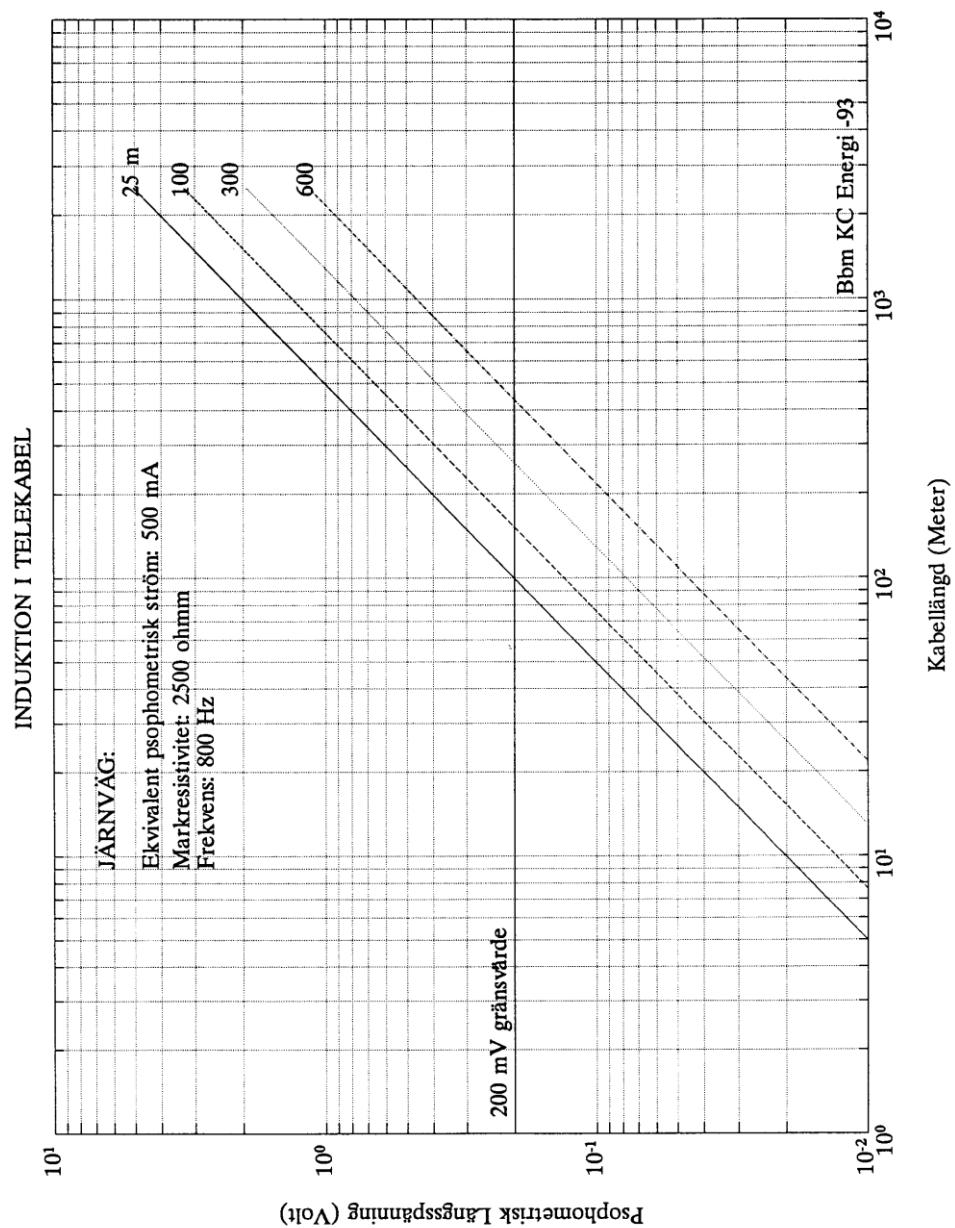




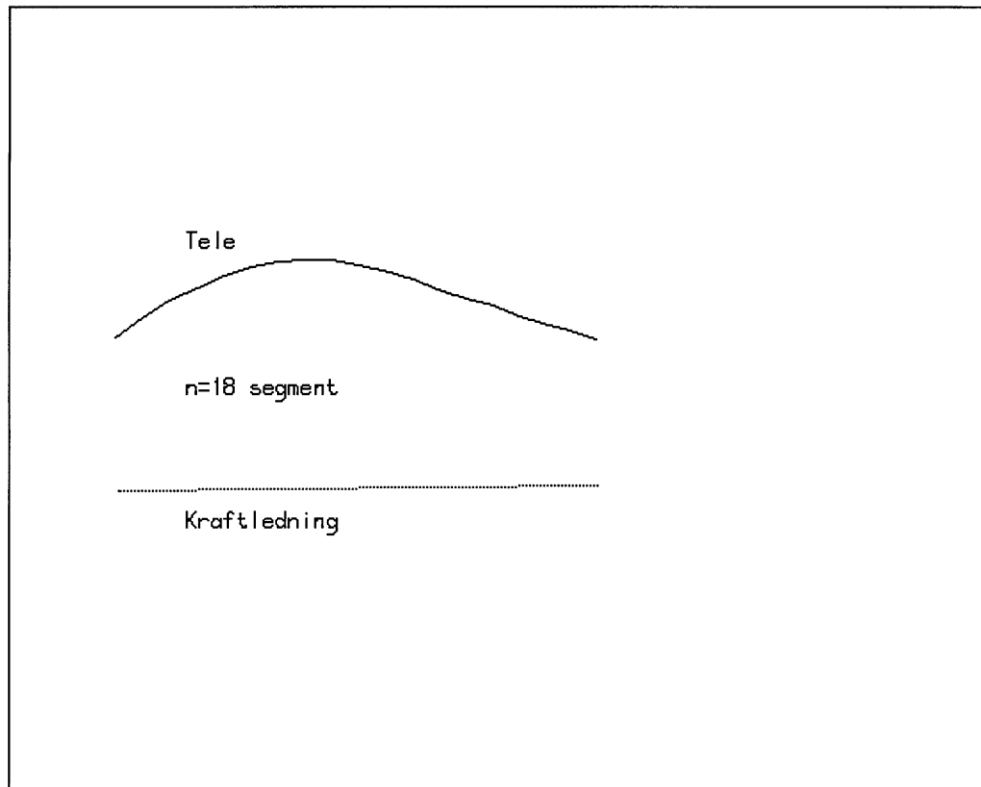
Bil. 6



Bil. 7



B.1.8



Skala 1: 10000

PARAMETERVÄRDEN

Inducerande ström= .5 (A)  
Markresistivitet= 2500 (ohmm)  
Frekvens= 800 (Hz)

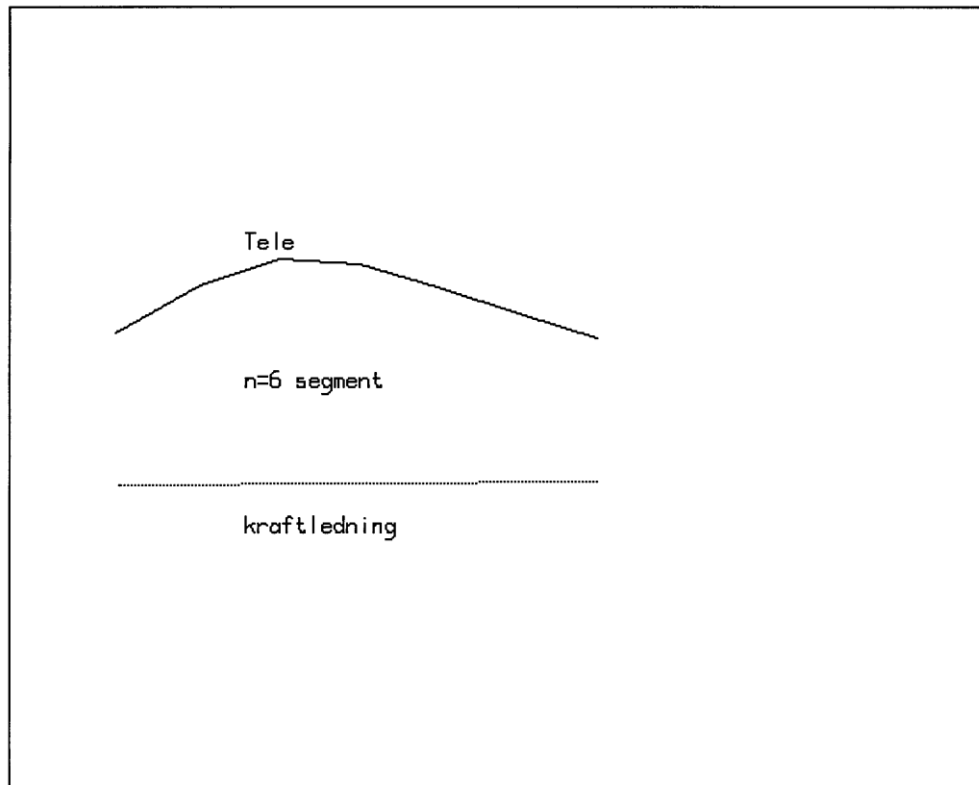
BERÄKNADE VÄRDEN

Ömsesidig induktans= 244 (uH)  
Induktionssträcka= .89 (km)  
Inducerad spänning= 613.24 (mV)



Datum  
2019-12-11Sida  
84 (86)Godkännande  
Telia - TeknikutvecklingDokument-id  
100 56-A 131/0-4Rev.  
AHandläggare  
Telia - TeknikutvecklingRelation  
-

Bil. 9



Skala 1: 10000

PARAMETERVÄRDEN

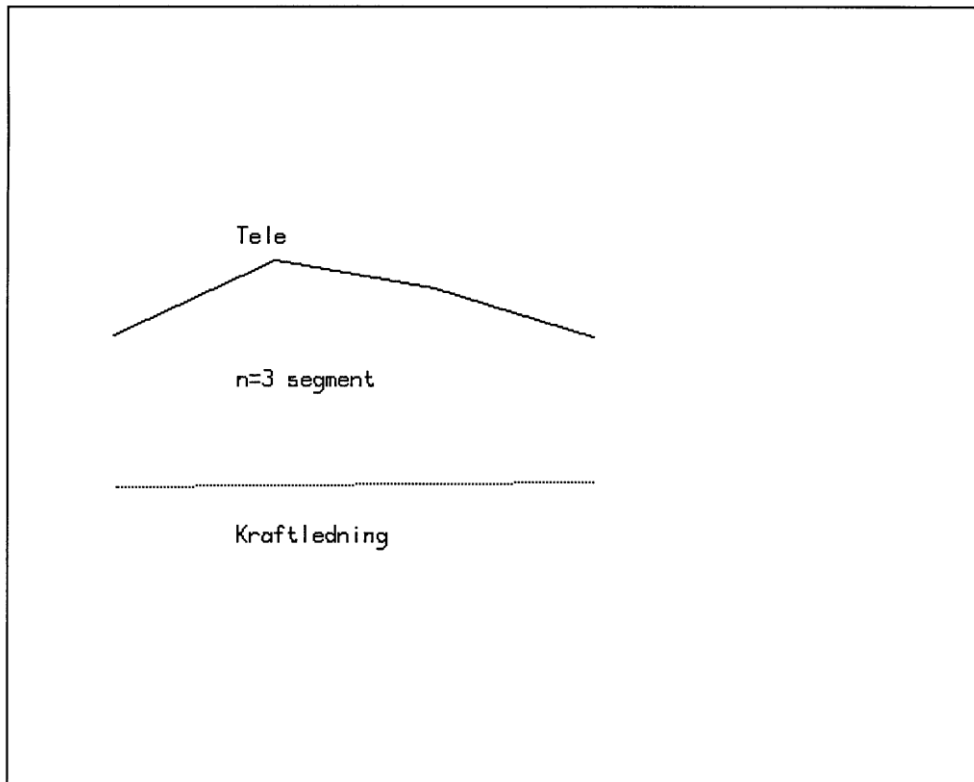
Inducerande ström= .5 (A)  
Markresistivitet= 2500 (ohmm)  
Frekvens= 800 (Hz)

BERÄKNADE VÄRDEN

Ömsesidig induktans= 245 (uH)  
Induktionssträcka= .9 (km)  
Inducerad spänning= 615.75 (mV)



B.1.10



Skala 1: 10000

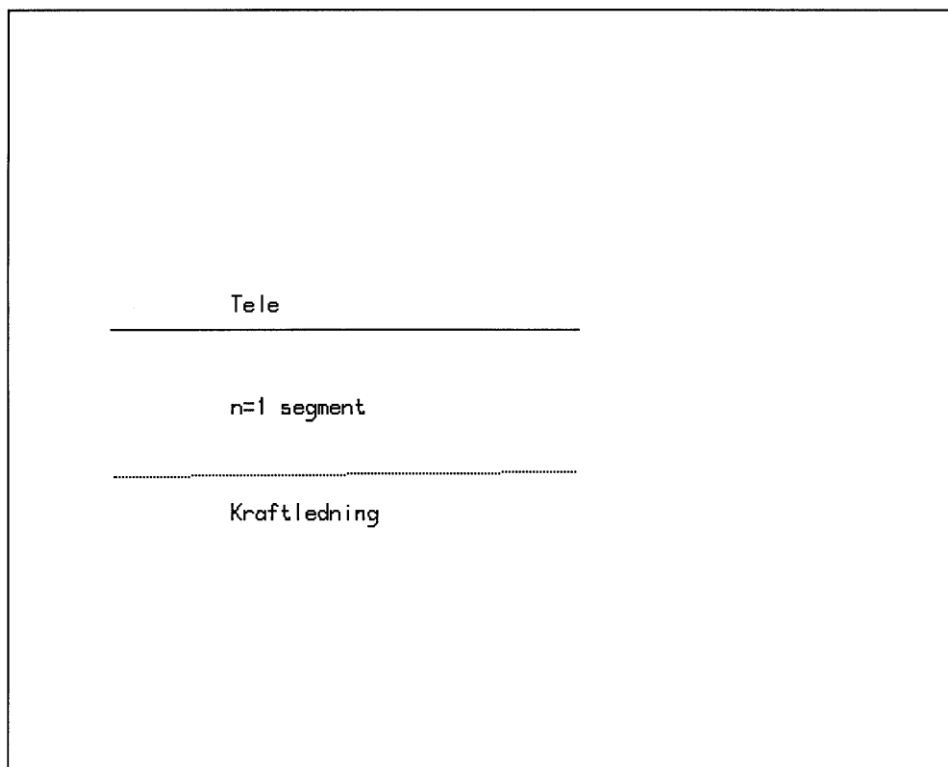
PARAMETERVÄRDEN

Inducerande ström= .5 (A)  
Markresistivitet= 2500 (ohmm)  
Frekvens= 800 (Hz)

BERÄKNADE VÄRDEN

Ömsesidig induktans= 248 (uH)  
Induktionssträcka= .9 (km)  
Inducerad spänning= 623.29 (mV)



**Datum**  
2019-12-11**Sida**  
86 (86)**Godkännande**  
Telia - Teknikutveckling**Dokument-id**  
100 56-A 131/0-4**Rev.**  
A**Handläggare**  
Telia - Teknikutveckling**Relation**  
-*B.1.11*

Skala 1: 10000

**PARAMETERVÄRDEN**

Inducerande ström= .5 (A)  
Markresistivitet= 2500 (ohmm)  
Frekvens= 800 (Hz)

**BERÄKNADE VÄRDEN**

Ömsesidig induktans= 288 (uH)  
Induktionssträcka= .9 (km)  
Inducerad spänning= 723.82 (mV)

