

# KONSEKVENSN AV HÖGRE BERÖRINGSSPÄNNING OCH KORTARE FRÅNKOPPLINGSTID VID JORDFEL I DIREKTJORDADE STARKSTRÖMSANLÄGGNINGAR

**Energiforskupdrag, juni 2024**

## Presentation - Innehåll

---

- Introduktion
  - Uppdrag, frågeställning och avgränsningar
  - Slutsatser
  - Arbetsgång och metodik
  - Rapportinnehåll
- Riskanalys - Vad kan hända och vilka kan konsekvenserna bli av en regelverksändring
- Rekommendation

# Frågeställningen – Textmässig I ELSÄK-FS 2022:1, 5 kap, 7 §

Nuvarande föreskriftstext:

- *I högspänningsanläggningar med jordslutningsströmmar överstigande 500 A, kan betryggande säkerhet anses föreligga om förhöjda markpotentialer till följd av jordslutningsströmmen är utjämnade och förekommande spänningar inte överstiger 220 V vid en mätresistans om 1 kOhm.*
- *Krav på maximal feltid om 0,5 sekunder.*

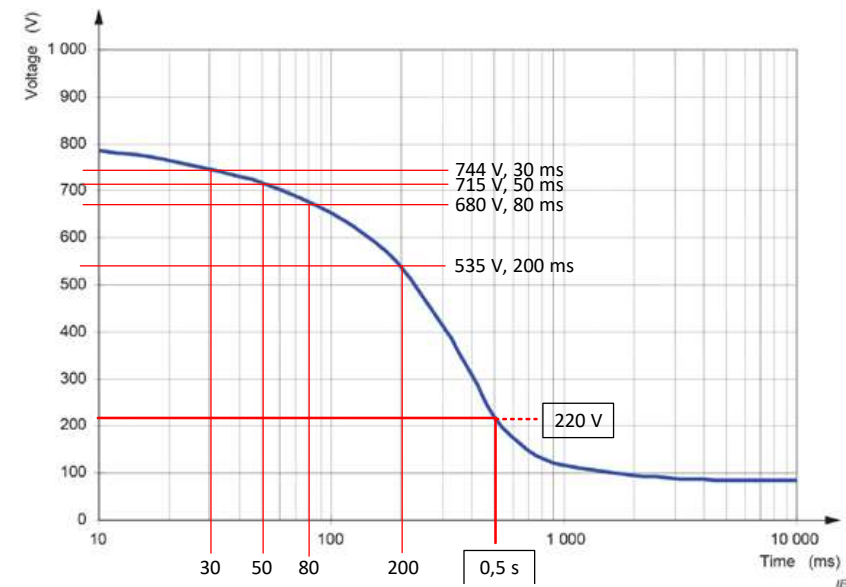
Anpassning av föreskriftstexten till SS-EN 50522\*):

- Istället för nuvarande krav på maximalt 220 V beröringsspänning, skulle man kunna tänka sig en högre beröringsspänningen om fränkopplingstiden för det primära jordfelet är kortare än 0,5 s, i enlighet med kurvan i SS-EN 50522.
- Vilka skulle konsekvenserna bli av en sådan regelverksändring?

\*) utg. 2:2022

Fault duration $t_f$ s	Permissible touch voltage $U_{Tp}$ V
0,05	725
0,10	655
0,20	525
0,50	225

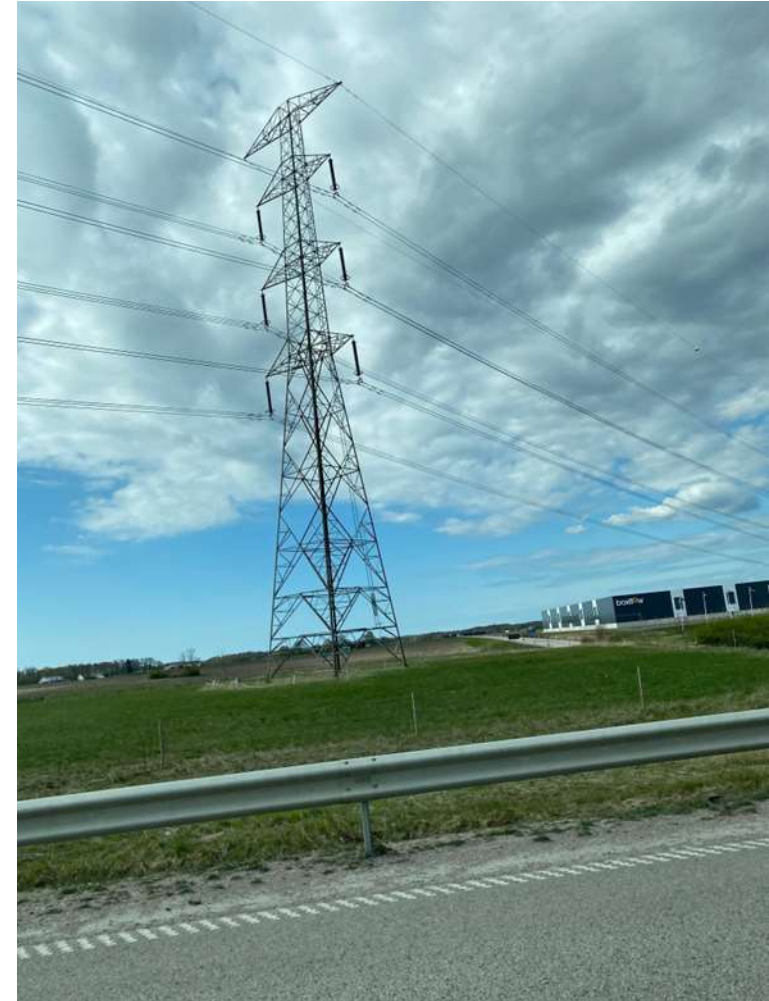
Tabellvärden från SS-EN 50522\*), Tabell B.4



Blå kurvan från SS-EN 50522\*), Figur 8

## Avgränsningar

- Analysen har fokus på risken för skada på anläggningar och komponenter eller störning av driften
- Uppdraget omfattar inte fara för person eller djur till följd av elchock
  - Denna frågeställning är belyst på annat sätt



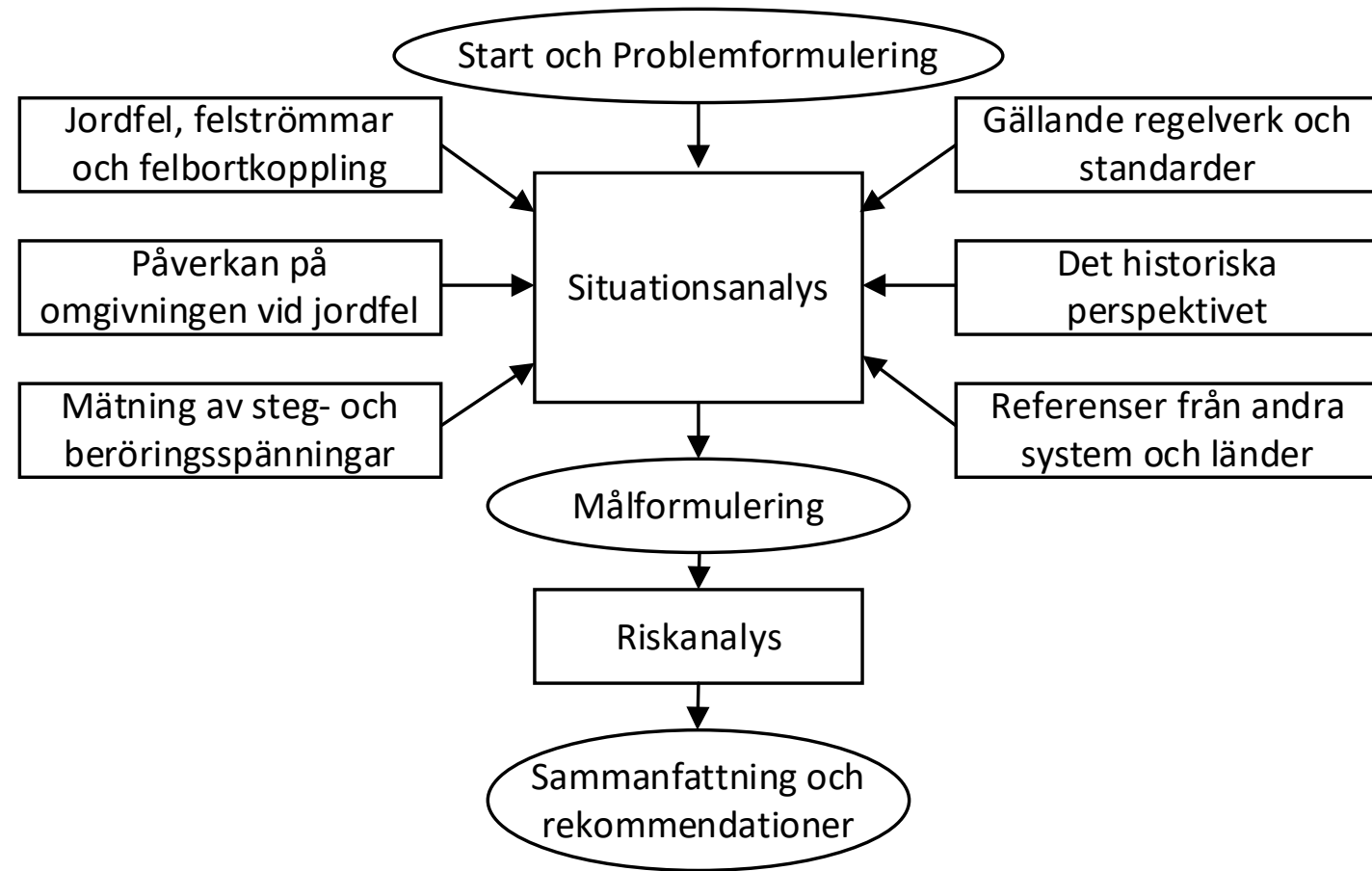
## Slutsatser – Analyser - Acceptanskriterier

---

- Projektet har inte funnit några tungt vägande skäl som talar mot en sådan föreskriftsändring
- Analysen har omfattat den elektriska faran i samband med överförda potentialer i form av
  - Markpotentialhöjning, genom resistiv spänningsdelning
  - Induktion, genom parallellgående strömbanor
  - Influens, genom kapacitivt kopplade spänningar
- Acceptanskriterier
  - Det är rimligt att acceptera en föreskriftsändring till priset av
    - en marginell ökning av antalet felfunktioner och skadade apparater.
  - Det är inte rimligt att acceptera en föreskriftsändring till priset av
    - en signifikant ökad brandrisk.

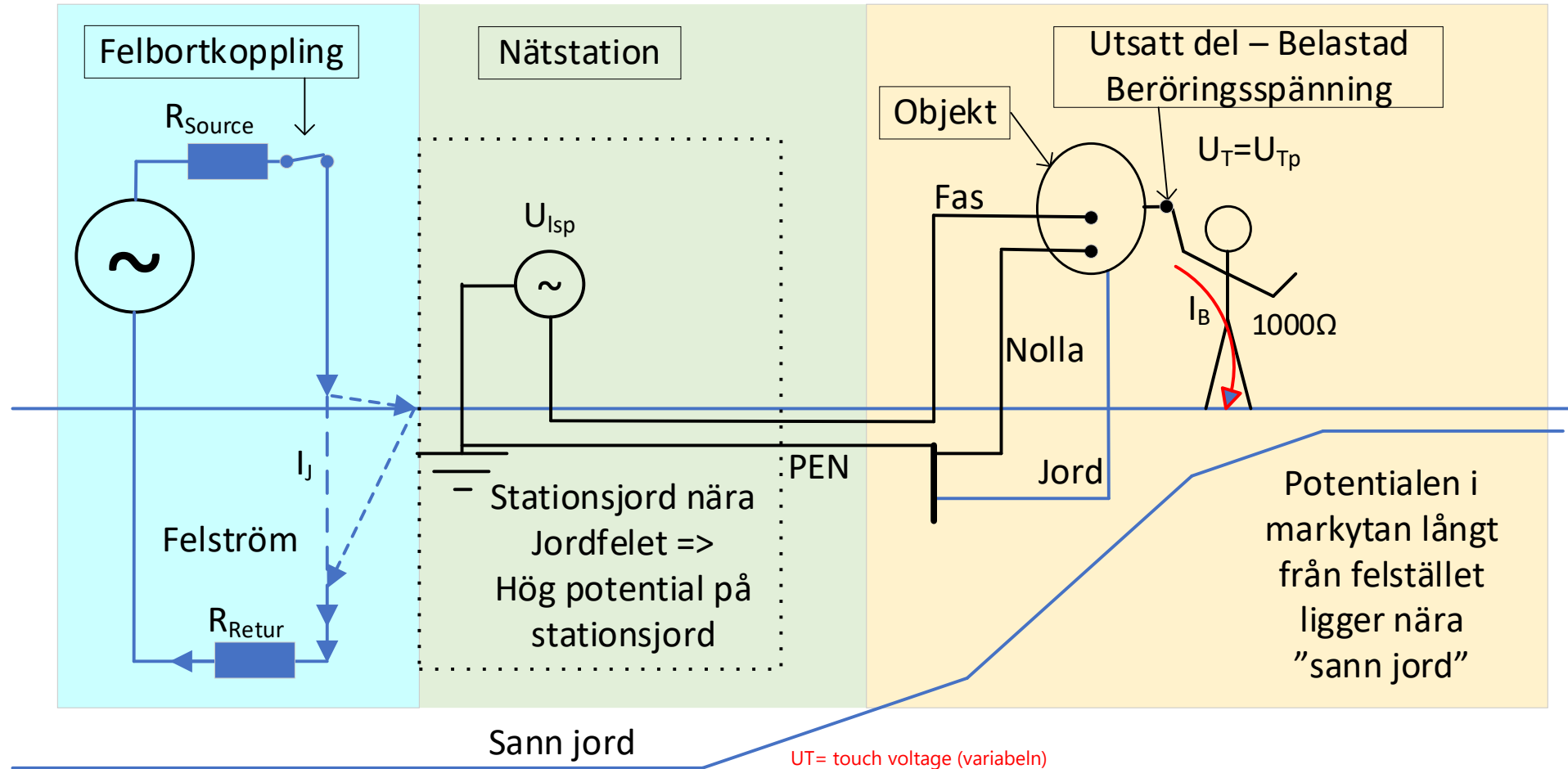
# Arbetsgång och metodik

- 1) En omsorgsfull problemformulering
- 2) En omfattande situationsanalys
- 3) En noggrann målformulering
- 4) En djupgående riskanalys
  - a) Risksituationer
    - i. Markpotentialhöjning
    - ii. Induktion
  - b) Konsekvensanalys
    - i. Driftstörning
    - ii. Haveri – installationer, utrustning
    - iii. Brand
- 5) Slutsatser och rekommendationer



# Frågeställningen visualiserad – Utgångsläge – Markpotentialhöjning

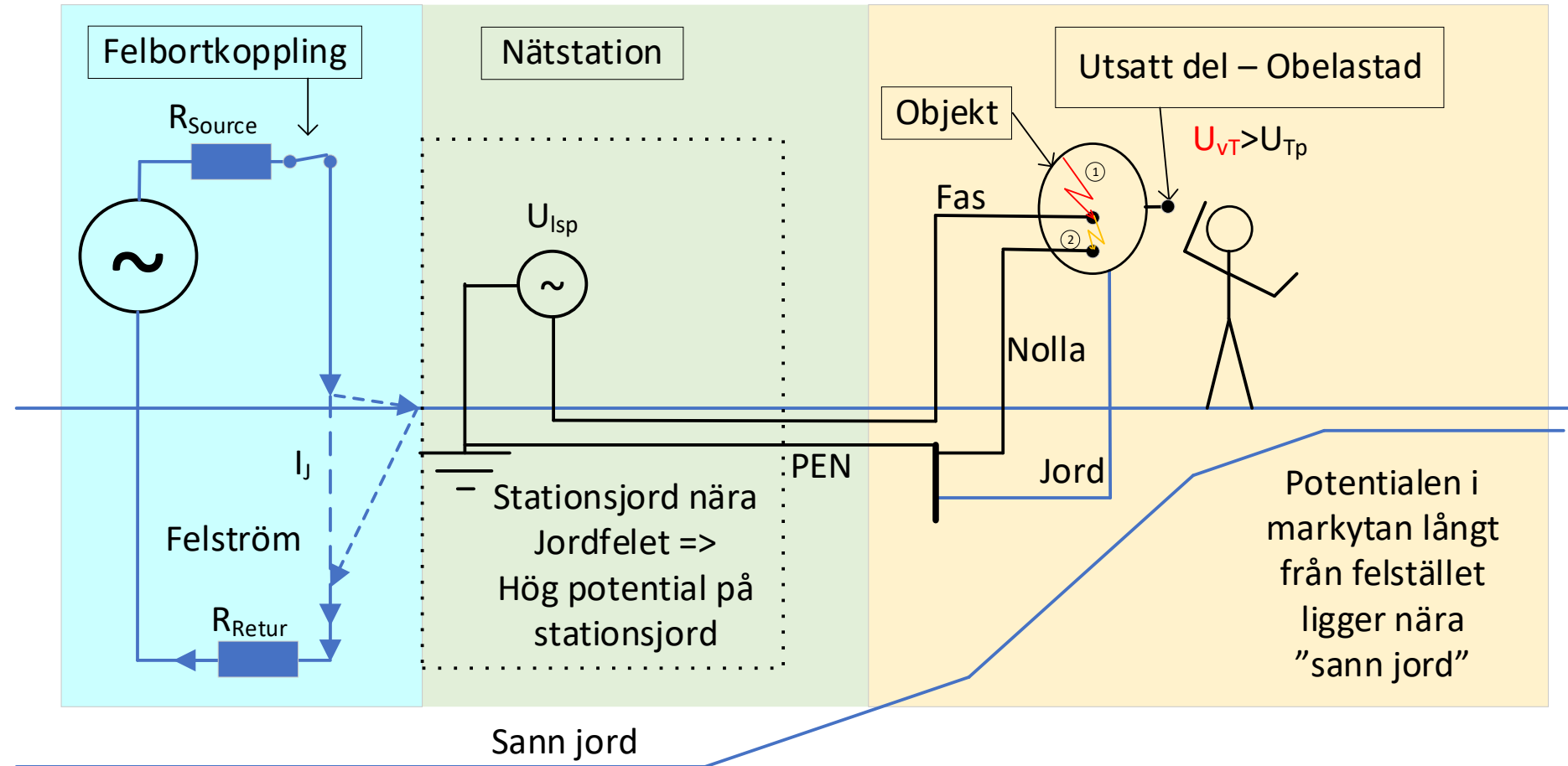
- Gubbe långt bort, nära sann jord
- PEN-referens nära jordfelet
- - Eller omvänt
- $U_T = U_{tp}$



$U_T$  = touch voltage (variabeln)  
 $U_{Tp}$  = permissible touch voltage (gränsvärde t ex 800 V)  
 $U_{vT}$  = prospective touch voltage (variabel) - obelastade värdet  
 $U_{vTp}$  = prospective permissible touch voltage (svarande mot gränsvärdet) - obelastade värdet  
 Se: EN 50522:2022

# Frågeställningen visualiserad – Gubben släpper fingret – Risk för objektet?

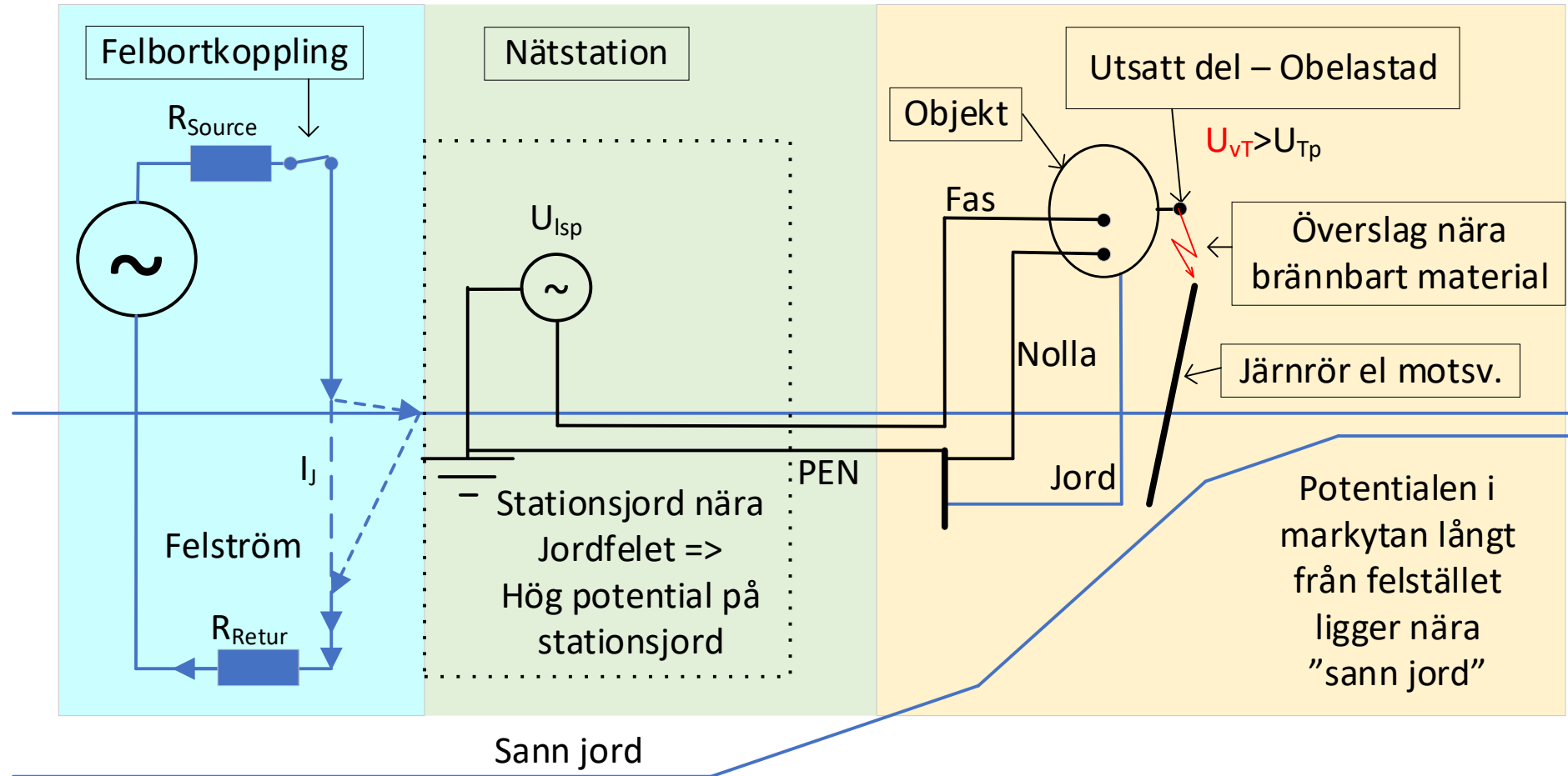
- Gubbe långt bort
- Systemreferens nära jordfelet
- $U_{vT} > U_{Tp}$
- Risk för objektet?
  - Driftstörning
  - Haveri
  - Brand
- Analys av olika objekt, med och utan skyddsjord





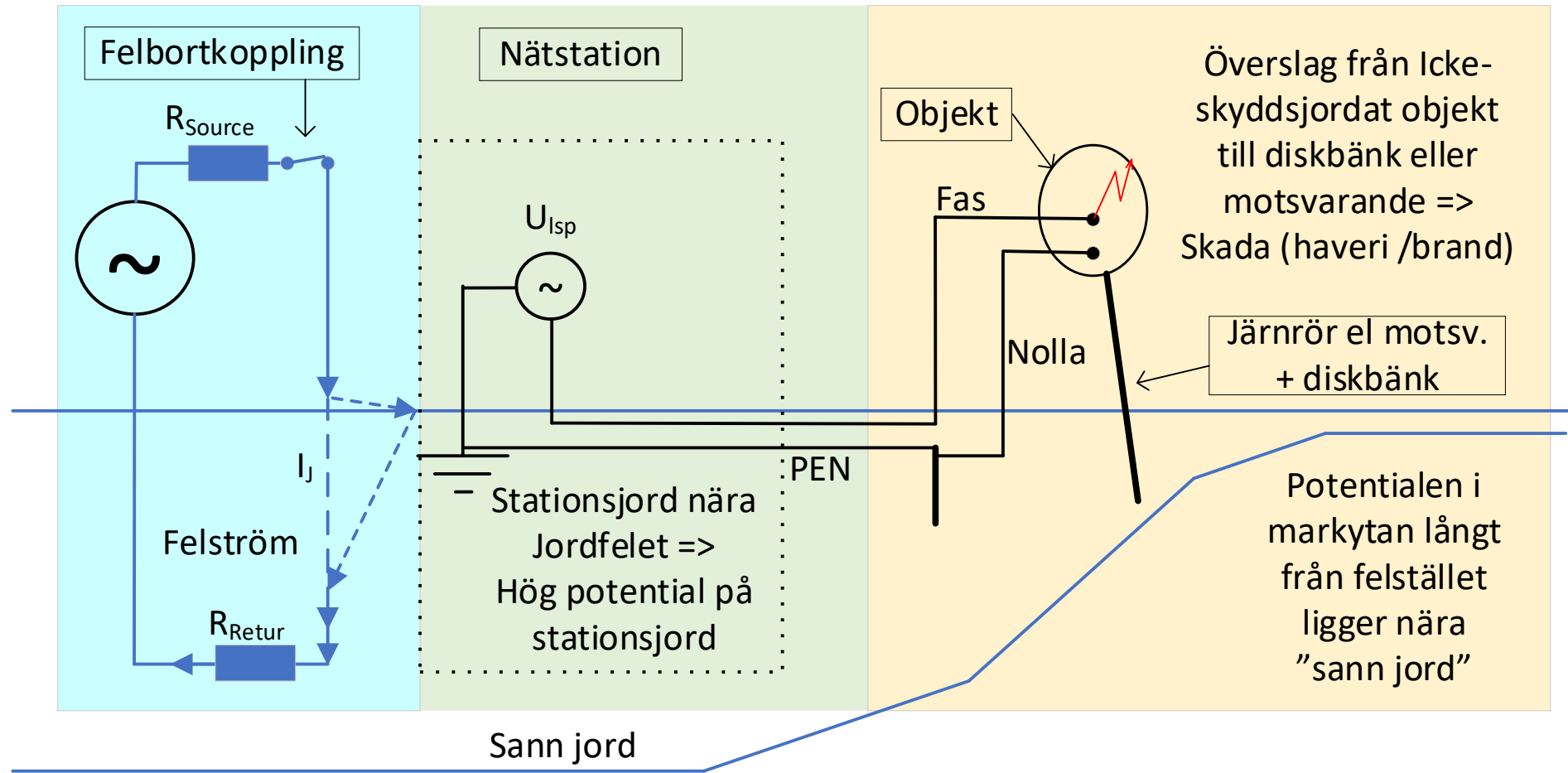
# Frågeställningen visualiserad – Överslag till järnrör – Olika markpotential

- Lokal jord, järnrör, skiljer sig från systemjord
- $U_{vT} > U_{Tp}$
- Risk för objektet?
- Kanske?
- Överslag mellan hölje och lokalt jordad komponent
- Dock kort feltid och liten energi i överslagsgnistan



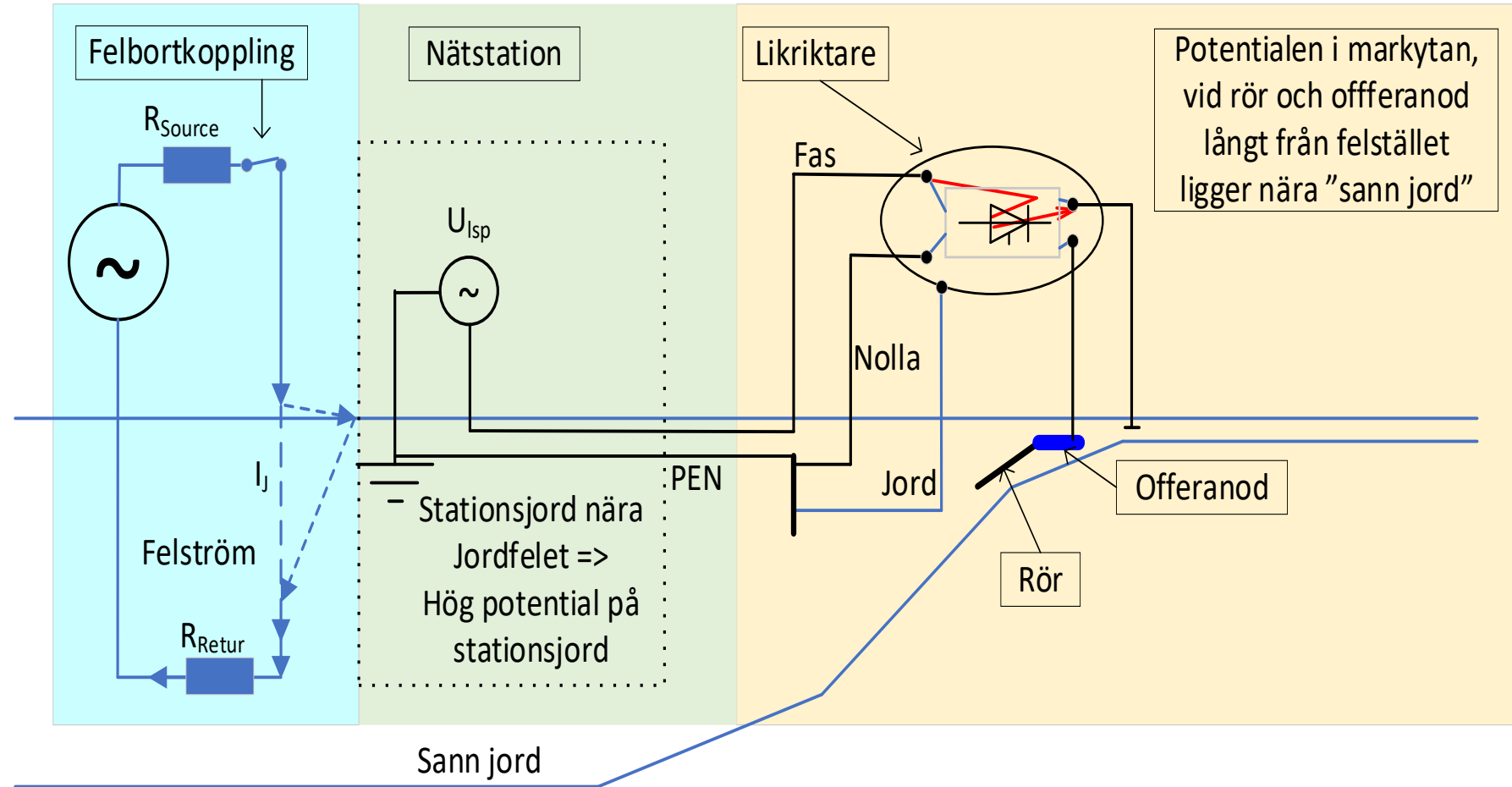
# Frågeställningen visualiserad – Ojordad brödrost på lokalt jordad diskbänk

- Icke skyddsjordat objekt, med ledande hölje, som har kontakt med lokal jord
- $U_{VT} > U_{Tp}$
- Risk för objektet?
- Kanske?
- Överslag inne i objektet
- Dock kort feltid och liten energi i överslagsgnistan

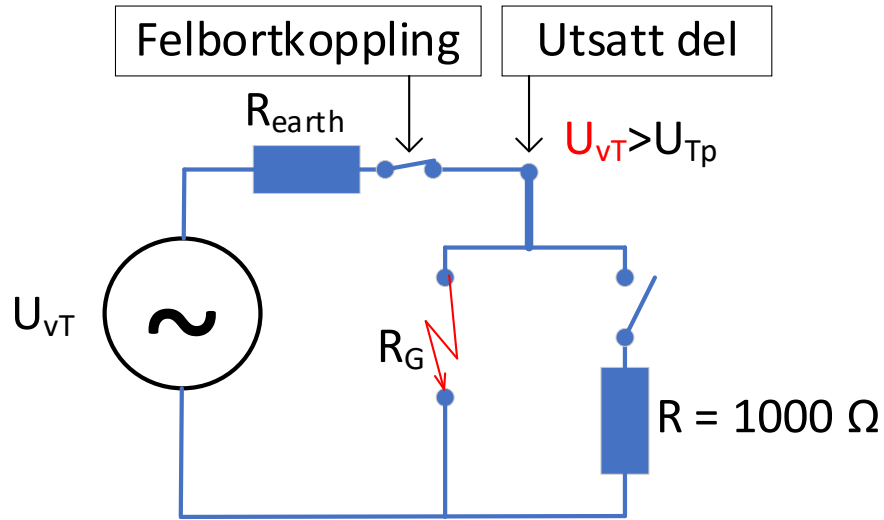


# Frågeställningen visualiserad – Elektronik eller isolerande transformator som objekt

- Isolerande transformator eller elektronik som objekt med lokal jord på sekundärsidan
- $U_{vT} > U_{Tp}$
- Risk för objektet?
- Kanske?
- Överslag inne i objektet
- Ingångarna borde skyddas med överspänningsskydd



# Risk för brand - Energi i tändande gnista



- För  $t_c < 0.2$  s - mindre energi i ljusbågen
- $U_{tp}$  från kurvan för motsvarande  $t_c$
- $U_{vT}$  är ansatta värden,  $R_{earth}$  (och  $R_G$ ) har beräknats
- $W_G$  är maximalt utvecklad energi i ljusbågen
- Ju högre  $U_{vT}$ , ju högre ljusbågsenergi
- Jfr:
  - Tändsticka (som får brinna ut) :1300 Ws
  - Stötdon LV, 1,5 / 3 kV: 500 Ws

$U_{Tp}$ [V]⌘	$t_c$ [s]⌘	$U_{vT}$ [kV]⌘	$W_G$ [Ws]⌘
537⌘	0,200⌘	30⌘	820⌘
537⌘	0,200⌘	10⌘	<b>284⌘</b>
537⌘	0,200⌘	2⌘	<b>73⌘</b>
413⌘	0,300⌘	30⌘	<b>942⌘</b>
413⌘	0,300⌘	10⌘	<b>323⌘</b>
413⌘	0,300⌘	2⌘	<b>78⌘</b>
314⌘	0,400⌘	30⌘	<b>952⌘</b>
314⌘	0,400⌘	10⌘	<b>324⌘</b>
314⌘	0,400⌘	2⌘	<b>74⌘</b>
220⌘	0,500⌘	30⌘	831⌘
220⌘	0,500⌘	10⌘	281⌘
220⌘	0,500⌘	2⌘	62⌘

## Risikanalyt – Sammanfattning

- Hög beröringsspänning på utsatt del – långt mellan lokal jord och systemjord
  - Risk för överslag inne i apparaten? - **Knappast**
- Lokal jord fysiskt nära skyddsjord
  - Risk för överslag mellan hölje och "järnrör"? – **Kanske**
  - Risk för brand? - **Knappast**
- Ojordad brödrost på diskbänk
  - Risk för överslag i apparaten och haveri – **Kanske**
  - Risk för brand? - **Knappast**
- Isolerande transformator eller elektronik med lokalt jordat objekt
  - Risk för överslag i den isolerande transformatorn / elektroniken? – **Kanske**
  - Risk för brand? – **Knappast**
- Induktion i teleledningat – **Löses med överspänningsskydd**

**Underlag för  
riskbedömning och  
rekommendation!!!**

## Rekommendation 1(3)

---

- **DNV har inte funnit några tungt vägande skäl som talar mot en förändring av föreskriften och tillstyrker därmed att svensk standards fordringar skulle kunna ersätta nuvarande krav i lagstiftningen.**
- Rekommendationen baseras på följande slutsatser från riskanalysen:
  - 1) Så länge fas, neutral och skyddsjord alla har en gemensam potentialreferens i matande nätstations stationsjord, kan inga skadliga spänningar uppstå mellan dessa ledare i, till nätstationen kopplade, felfria och korrekt utförda lågspänningsanläggningar, eller därtill kopplade apparater. Om lokal jord, skild från matande stationsjord, leds in i en apparat, skulle dock en skadlig potentialskillnad kunna uppstå. Apparaten skulle då kunna haverera, men knappast orsaka någon brand.
  - 2) Under vissa speciella förhållanden skulle en skadlig potentialskillnad kunna uppstå mellan fas eller neutral och skyddsjordat hölje, alternativt mellan fas och neutral. För alla felströmmar, jordfelsström eller kortslutningsström, där fasledaren är involverad skyddar gruppcentralens säkring mot brand. För fel mellan neutral och skyddsjord finns ingen bakomliggande felströmsdrivande spänning och ett eventuellt överslag eller genomslag slocknar när jordfelsströmmen bryts. En apparat kan haverera, men knappast orsaka någon brand.

## Rekommendation 2(3)

---

- 3) Elektroniska apparater, t ex likriktare för katodiskt korrosionsskydd av metallrör i mark, där sekundärkretsens ena eller båda poler är lokalt jordade kan utsättas för överspänningar inne i apparaten i samband med markpotentialhöjning vid jordfel, som beror på potentialskillnaden mellan lokal jord och matande nätstations jordtag. Den elektroniska apparaten skulle kunna haverera, men knappast kunna orsaka någon brand. Elektroniska apparater där risk för sådan överspänning föreligger bör skyddas med överspänningsskydd.
  
- 4) Under mycket ogynnsamma förhållanden skulle en skadlig potentialskillnad kunna uppstå mellan en skyddsjordad metallisk kapsling som hämtar sin potential långt bort via PEN-ledaren och ett närliggande lokalt jordat metallföremål. Om det då finns lättantändligt och brännbart material i omedelbar närhet skulle en överslagsgnista kunna starta en brand. Beräkningar visar dock att med rimliga värden på ingångsdata, såsom beröringsspänning och motsvarande obelastat spänningsvärde, så blir energiinnehållet i en sådan överslagsgnista så litet att det är mycket osannolikt att en brand ska kunna starta.

## Rekommendation 3(3)

---

- 5) Maximalt tänkbart energiinnehåll i en överslagsgnista med dagens regelverk har jämförts med motsvarande värden för den föreslagna föreskriftsändringen, varvid endast marginella skillnader har konstaterats.
- 6) Skador till följd av induktion i näraliggande signalkablar har hittills förebyggts med överspänningsskydd, vilket bedöms fungera bra även med en förändring av föreskriften.
- 7) Icke-elektriska anläggningar, såsom vägräcken, viltstängsel och liknande bedöms inte kunna ta skada av den föreslagna föreskriftsändringen eller orsaka brand i sin omgivning.
- 8) Om en höjning av tillåten beröringsspänning inte kommer att påverka storleken på jordfelsströmmen, kommer anläggningar, som inte kontrolleras i samband med en beröringsspänningsmätning, att kunna utsättas för höga spänningar. Dessa spänningar är inte beroende av storleken på tillåten beröringsspänning utan direkt beroende av storleken på jordfelsströmmen.



# DNV

## A trusted voice to tackle global transformations - DNV can and will make a difference

**Daniel Karlsson**

daniel.karlsson@dnv.com

+46-732-498923

**www.dnv.com**

**SAFER, SMARTER, GREENER**

The trademarks DNV GL®, DNV®, the Horizon Graphic and Det Norske Veritas® are the properties of companies in the Det Norske Veritas group. All rights reserved.