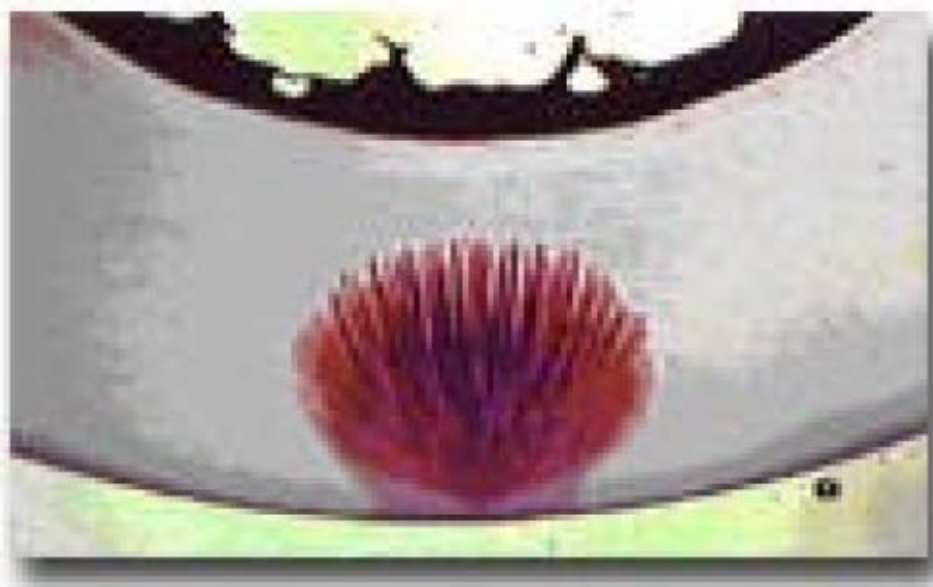


## Diagnosticering af PEX-kabler

Erfaringerne fra dansk elforsyning har vist, at PEX-kabler, der ikke er radialt vandtætte, får forøget fejlrisiko efter at have været i drift i 15-30 år. Fejlene skyldes, at PEX-isolationen er nedbrudt og indeholder såkaldte vandtræer.



Figur 1. Eksempel på vandtræ i PEX-isolation. Vandtræet er farvet rødt for at synliggøre det.

Vandtræer dannes i PEX'en i et samspil mellem fugt, urenheder (eller ujævnheder) og elektrisk felt. De bliver gradvist større og kan til sidst gå hele vejen igennem isolationen. Samtidigt med at vandtræerne vokser, nedsættes kablets holdfasthed, og til sidst kan kablet fejle. Kabelfejlen opstår typisk i forbindelse med en jordfejl andetsteds i nettet, som har medført forhøjede spændinger på de ikke-fejlramte faser.

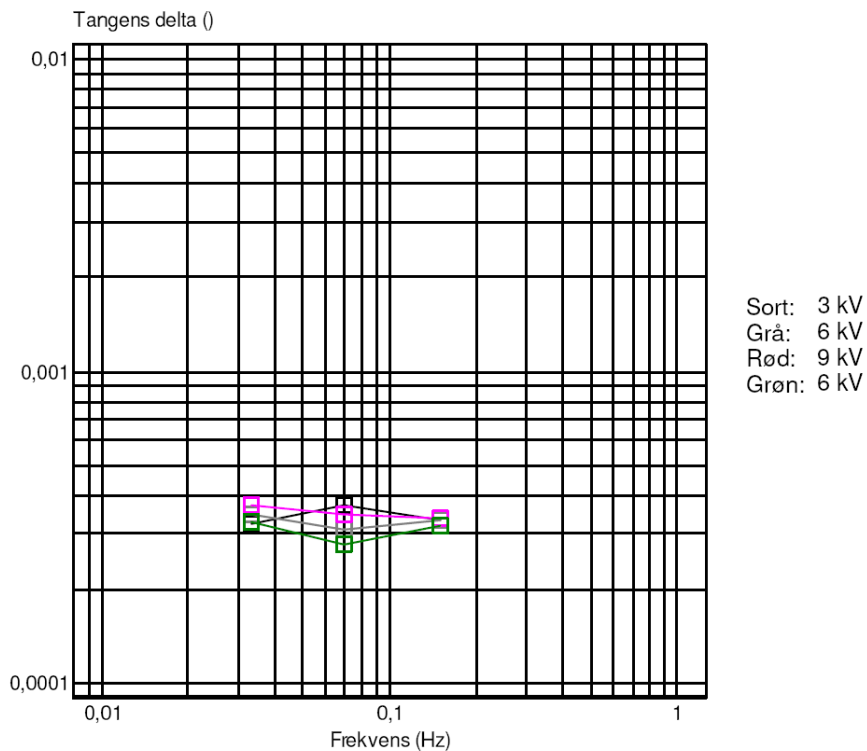
Erfaringerne viser også, at graden af nedbrydning af PEX-kablerne varierer, selv for kabler, der er installeret på samme tidspunkt.

### Kabeldiagnosticering er baseret på måling af tabene i kablet

Når der dannes vandtræer i isolationen, bliver den mere ledende, og det kan konstateres ved en måling af de dielektriske tab i isolationen. Tabene angives normalt ved tabsvinklen, eller rettere tangens til tabsvinklen: tangens  $\delta$ .

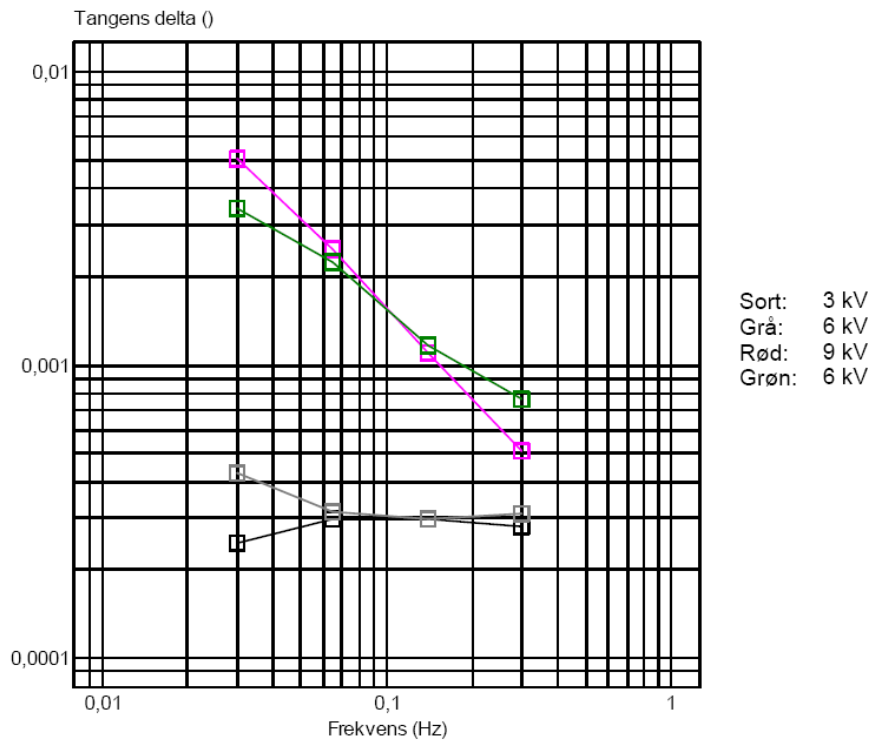
Dansk Energi benytter en målemetode, der kaldes dielektrisk spektroskopi, hvor tabene måles ved forskellige frekvenser i området omkring 0,1 Hz og ved tre forskellige spændingsniveauer, for 10 kV kabler f.eks. 3, 6 og 9 kV mellem fase og jord. Efter målingen ved 9 kV gentages en måling ved et lavere spændingsniveau for at kontrollere, om tabene falder til bage til samme niveau som ved starten af målingen. Kablets isolationstilstand bestemmes herefter ud fra tabenes variation med spænding og frekvens.

Et "sundt" kabel er kendetegnet ved lave tab, der ikke stiger væsentligt med spændingen, se figur 2.



Figur 2. Måleresultat for et kabel med god isolationstilstand

Et ældet kabel har højere tab, og tabene stiger desuden med spændingen. Ved målingen i figur 3 blev der konstateret kraftigt forhøjede tab ved spændinger over kablets driftsspænding på ca. 6 kV til jord, og ved den efterfølgende måling ved 6 kV var tabene stadig forhøjede. Det er et tegn på, at kablet har meget stor risiko for at fejle i tilfælde af, at der forekommer en overspænding, f.eks. i forbindelse med en jordfejl.



Figur 3. Måleresultat for et kabel fra 1983 med meget nedbrudt PEX-isolation

Kablet i figur 3 blev vurderet at være dårligt og blev anbefalet udskiftet, hvis man ville undgå fejl. Netselskabet kunne dog acceptere risikoen for fejl på kablet og holdt det i drift. Efter ca. to år skete der et gennemslag i kablet, da der indtraf en jordfejl på et andet kabel.

### **Hvilke kabler er i farezonen?**

I Danmark er der installeret ca. 45.000 km PEX-kabel på 10-20 kV niveau. Indtil videre er det dog kun en begrænset del af disse kabler, der er tæt på at have opbrugt deres levetid. Det drejer sig primært om kabler, der er fremstillet med såkaldt dampvulkanisering, hvor tværbindingen af PEX'en er foregået under højt tryk i en dampatmosfære. I Danmark ophørte man med at anvende denne metode i 1978, mens man andre steder har anvendt metoden i længere tid. Mange dampvulkaniserede kabler er allerede blevet udskiftet, men der er stadig en del i drift.

Kabler, der er fremstillet i en kvælstofatmosfære, såkaldt tørvulkaniserede, har indtil videre kun meget få rene isolationsfejl, dvs. fejl der ikke skyldes en ydre påvirkning. Diagnostiske målinger på nogle af disse kabler har dog vist, at der er kabler, der er betydeligt ældede, og kablet i figur 3 er et eksempel på et meget nedbrudt, tørvulkaniseret kabel.

I alle kabler, der ikke er radialt vandtætte eller ligger i meget tørre omgivelser, må det forventes, at der med tiden udvikles vandtræer i isolationen, og at det er denne vandtræs vækst, der er afgørende for kablets levetid.