



**AHXAMK-W Wiski® ja  
AHXAMK-WP Wiski Plain®**

**KESKIJÄNNITEKAAPELEIDEN  
OMINAISUUDET  
SÄHKÖNJAKELUVERKOSSA**

15.04.2021 O.Anttonen

© 2021 Prysmian Group Finland Oy

**Prysmian**  
Group

Linking  
the Future

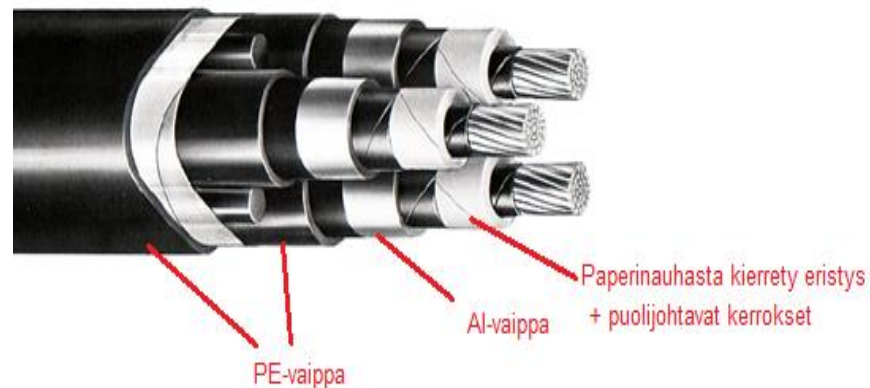
# Agenda

- Paperieristyksestä PEX:iin - APYAKMM: hyvä tuote, mutta paljon työvaiheita
- Paperieristyksestä PEX:iin - Tuotekehitys ja kokeet
- Keskusköyden tehtävät
- Kaapelityypin valinta
- Yhteenveto – keskijännitekaapeleiden ominaisuudet sähkönjakeluverkossa

# Paperieristyksestä PEX:iin

**APYAKMM** (1960-1980-luvuilla):

Hyvä tuote, mutta paljon työvaiheita ja kallis



## 1985 PEX-eristeisen kj-kaapelin kehitys

- verkkoyhtiöille tekninen kysely, jonka perusteella vaatimukset:

- 1) **Käyttöaika >40 vuotta → täysin vesitiivis kaapelirakenne**
- 2) **Maasulkukestoisuus >100 A**
- 3) **Kaksoismaasulkukestoisuus noin 3...9 kA**

# Paperieristyksestä PEX:iin - Tuotekehitys ja -kokeet

## Tuotekehitys ja kokeet 1986-87

- Taivutus-, isku-, kuormitettavuus-, maasulku-, oikosulku-, vesitiiveys-, korroosio-, pakkas-, mekaaniset kokeet, ym.

→ **AHXAMK-W 3x185+35 20kV Wiski®**

- Varusteiden kehitys

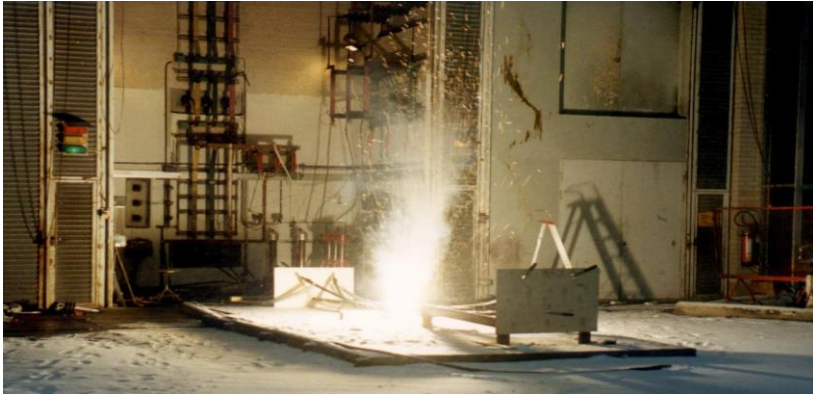


## Koeasennukset:

Vantaan Sähkölaitos ja Helsingin Energia 1987

# Paperieristyksestä PEX:iin - Tuotekehitys ja -kokeet

Maa- ja oikosulkukokeet (19 + 26 kpl)



**Esim.** Maasulku 200 A / 8 min +  
kaksoismaasulku 4.3 kA / 0.2 s  
(Vaasa 1987)

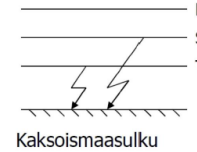
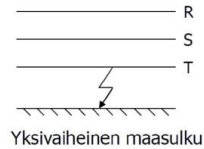
**Vauriot jäävät paikallisiksi.**



# Paperieristyksestä PEX:iin – Keskusköyden tehtävät

AHXAMK-W:n keskusköyden tehtävät

## 1) Kuljettaa kj-verkon vikavirtoja maa- ja kaksoismaasulussa



## 2) Auttaa siirtämään jakeluverkon maapotentiaalia muuntamolta toiselle





## 3) Toimia jakeluverkon *avustavana* maadoituselektrodina (kosteissa ja märissä olosuhteissa)



# Vikatilanteet keski­jänniteverkossa

## Kaksoismaasulkukestoisuus AHXAMK-W ja AHXAMK-WP

	AHXAMK-W 3x185+35 20kV	AHXAMK-WP 3x185 20kV
		
Terminen kestoisuus 0.5 s		
Johdin 65°C → 250°C	27,1 kA	27,1 kA
Kosketussuoja 60°C → 250°C	4,9 kA	4,9 kA
Keskusköysi 25°C → 200°C	8,0 kA	-
Kosketussuoja + keskusköysi	> 8,7 kA	-
Myötäimpedanssi Z1 (65°C)	0.195 + j 0.113 Ω/km	0.195 + j 0.113 Ω/km
Nollaimpedanssi Zo (65°C), maaperä 2300 Ωm	0.882 + j 0.365 Ω/km	1.256 + j 0.774 Ω/km
Reduktiokerroin kr (2300 Ωm)	0.332	0.564
Asennuksen maad.res. R <sub>E</sub>		
Kaapeli suoraan maassa	Keskusköysi > 20 Ω (130 m, 125 Ωm)	- ~ ∞
Kaapeli muoviputkessa	- ~ ∞	- ~ ∞
Laajan maadoitusverkon näkemä resistanssi	Keskusköysi    3 x Lam. 0.27 Ω/km	3 x Lam. 0.54 Ω/km

Keskusköysi on oleellinen vikavirtakestoisuuden kannalta.

# Vikatilanteet keskjänniteverkossa

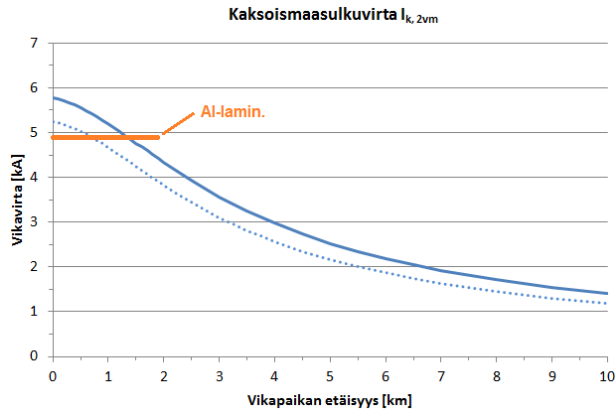
## Kaksoismaasulkukestoisuus AHXAMK-WP 3x185 20kV

KJ-verkon kaksoismaasulkuvirran suuruuteen vaikuttavat mm.

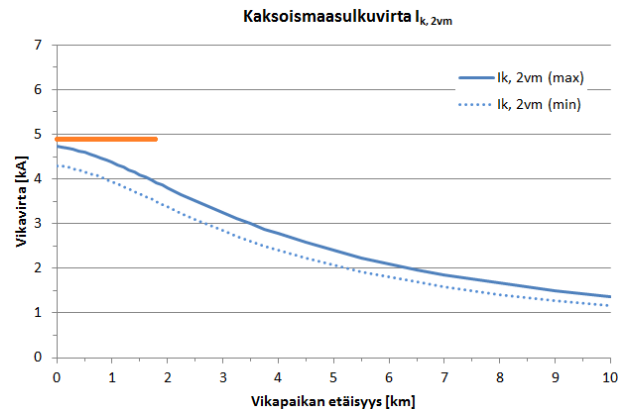
- 110/20 kV muuntajan koko (tyypillisesti 16...40 MVA)
- 110 kV verkon oikosulkuvirta (tyypillisesti 5...20 kA)
- vikapaikan etäisyys 110 kV muuntajasta

**Esim. Vian kesto 0.5 s ja 110 kV verkon oikosulkuvirta 10 kA**

### a) 110/20 kV muuntaja 25 MVA



### b) 110/20 kV muuntaja 20 MVA





**Tilanne muuttuu lähtöarvojen muuttuessa!**



# Vikatilanteet keskiänniteverkossa

## AHXAMK-WP + erillinen HK vs. AHXAMK-W

	AHXAMK-WP 3x185 20kV + HK 35	AHXAMK-W 3x185+35 20kV
		
Terminen kestoisuus 0.5 s		
Johdin 65°C → 250°C	27,1 kA	27,1 kA
Kosketussuoja 60°C → 250°C	4,9 kA	4,9 kA
Keskusköysi 25°C → 200°C	-	8,0 kA
Kosketussuoja + keskusköysi	-	> 8,7 kA
Myötäimpedanssi Z1 (65°C)	0.195 + j 0.113 Ω/km	0.195 + j 0.113 Ω/km
Nollaimpedanssi Zo (65°C), maaperä 2300 Ωm	0.882 + j 0.365 Ω/km	0.882 + j 0.365 Ω/km
Reduktiokerroin kr (2300 Ωm)	0.332	0.332
Asennuksen maad.res. R <sub>E</sub>		
Kaapeli suoraan maassa	Maad.köysi $R_E = \frac{\rho_E}{2\pi L} \ln \frac{L^2}{1,85 \times h \times d}$	Keskusköysi > 20 Ω (130 m, 125 Ωm)
Kaapeli muoviputkessa	Maad.köysi putken ulkop. $R_E = \frac{\rho_E}{2\pi L} \ln \frac{L^2}{1,85 \times h \times d}$	- ~ ∞
Laajan maadoitusverkon näkemä resistanssi	Maad.köysi    3 x Lam. 0.27 Ω/km	Keskusköysi    3 x Lam. 0.27 Ω/km

Wiski Plain® + erillinen 16-35 mm<sup>2</sup> HK ei vastaa 2-maasulkukestoisuudeltaan Wiski®-kaapelia!

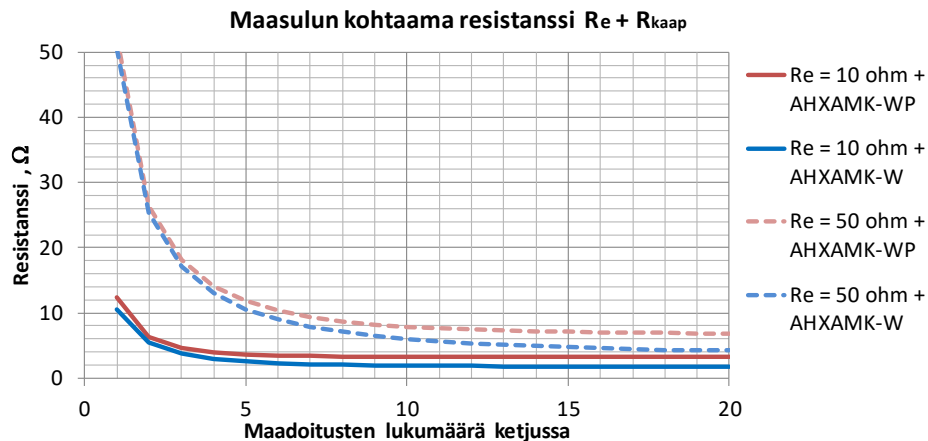
# Kaapelityypin valinta keskijänniteverkkoon

## Maadoitusjännite $U_E$ (SFS 6001)

$$U_E = R_E \cdot I_E \quad (R_E = \text{maadoitusvastus ja } I_E = \text{maasulkuvirta})$$

$$\text{Kaapeli on osa vikavirtapiiriä} \rightarrow U_E = (R_E + R_{\text{kaap}}) \cdot I_E$$

**Esim.** Ketjutettu maadoitus: kaapeli AHXAMK-W/WP 3x185 20 kV,  
muuntamot 1,5 km välein



**Verkon maadoitusresistansseilla on suurin merkitys, mutta kaapelin tyyppi vaikuttaa myös.**

# Yhteenveto

**Wiski® ja Wiski Plain® ovat erilaisia tuotteita** = erilaiset ominaisuudet.

Wiskin **keskusköysi** on tarkoitettu parantamaan **vikavirtakestoisuutta**.  
Wiskin **keskusköysi ei ole** varsinaisesti sähköverkon **maadoituselektrodi**.

**Ei ole** yksiselitteistä **sääntöä, milloin voidaan käyttää WP:tä W:n sijasta**, koska keskijänniteverkon rakenne ja käyttöympäristö ovat erilaiset.

