



DANISH
TECHNOLOGICAL
INSTITUTE

Teknologiparken
Kongsvang Allé 29
DK-8000 Århus C
Telefon +45 72 20 10 00
Telefax +45 72 20 10 19

info@teknologisk.dk
www.teknologisk.dk

Appendix: A

Title: Transformer turbine 19
Middelgrunden
Insulation analysis

Item: Part from HV coil phase W

Pages: 11

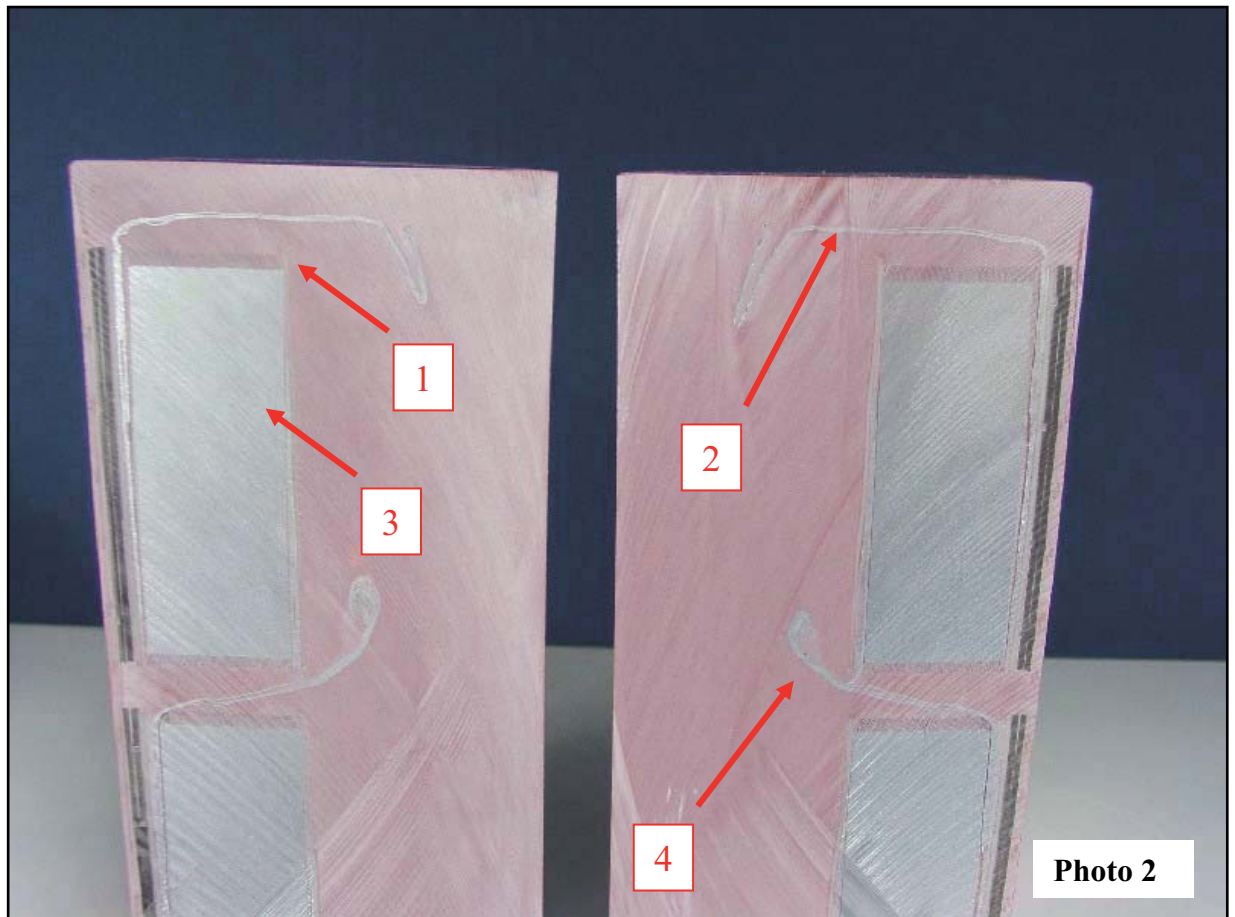
Author signature:

Martin Olsen
Accident Investigation
and Safety
Date: May 19, 2003
File: 1154834



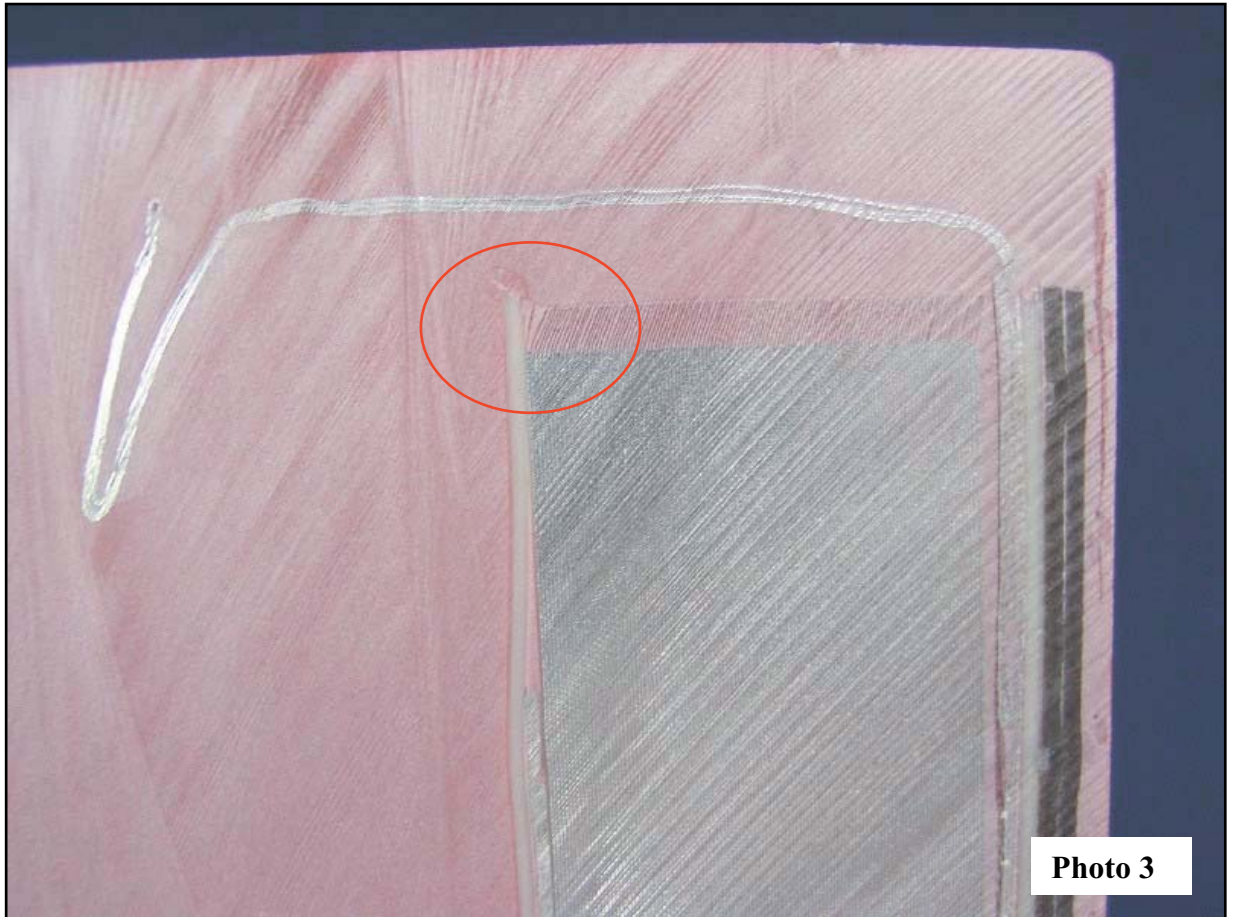
Del af HV spole fra transformatoren i turbine 19, der blev indleveret til undersøgelse sidste år.

Til denne undersøgelse udføringsenden lokaliseret med ultralyd, og på billedet ses opskæring på sav med diamant klinge.



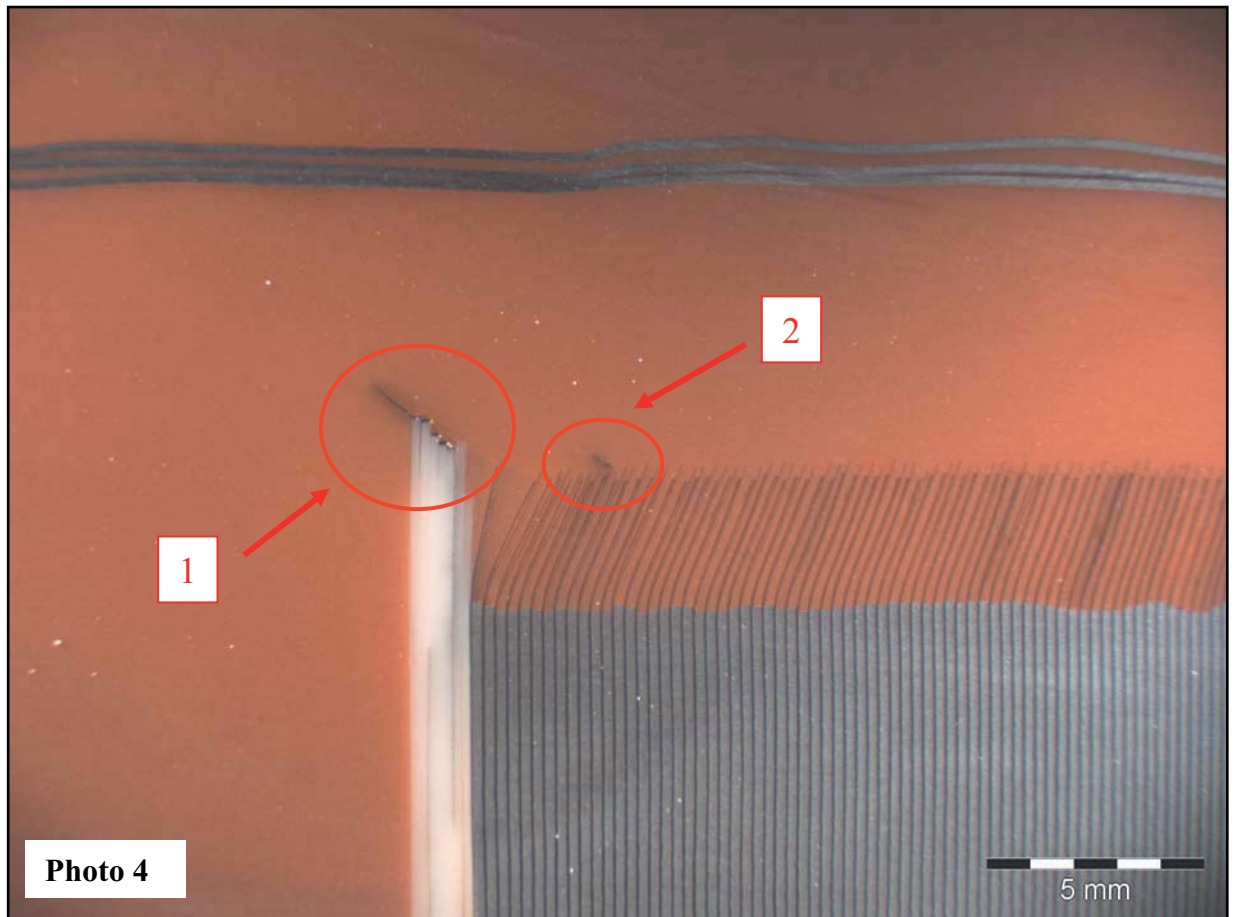
Opskæringen viser HV coil i tværsnit før bearbejdning.

1. Det yderste hjørne af øverste delspole
2. Udførings enden til fase terminalen er ført fra inderste vinding på øverste spole, afstanden til vindingerne er en af de ting der er under mistanke for at have indflydelse på skaderne
3. Øverste af i alt 12 ens delspoler, viklingen er af aluminium folie og består af ca 100 vindinger adskilt med 2 isolations materialer mellem vindingerne, samt ekstra isolation inderst og yderst om delspolen.
4. Delspolerne er seriekoblede hvor inderste vinding er koblet til yderste på efterfølgende spole.



En nærmere undersøgelse af området hvor der er oplevet fejl, viste en mulig revnedannelse omkring grundisolationens hjørneafslutning.

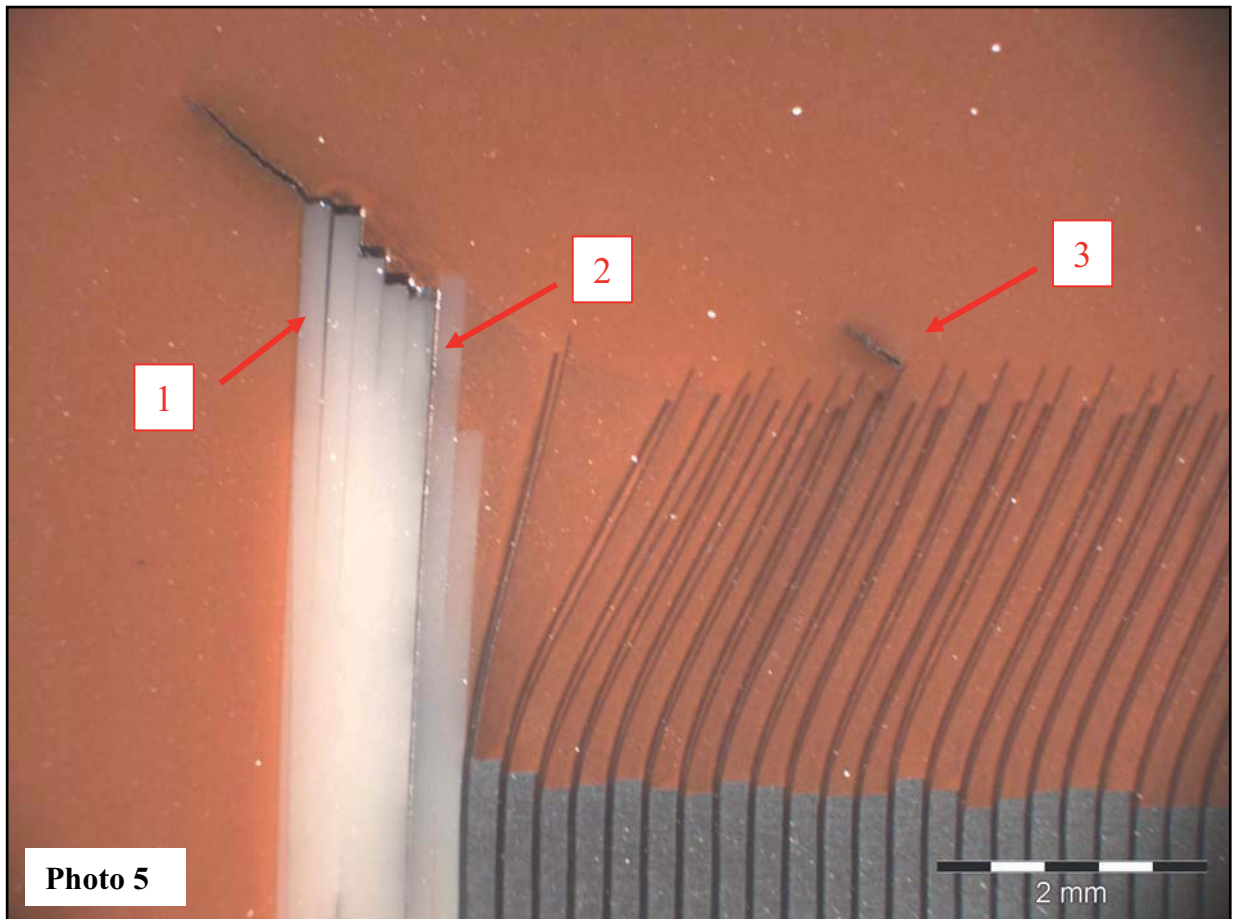
Vi valgte at undersøge iagtagelsen nærmere og udførte microslib for at muliggøre nærmere undersøgelse



Overfladen efter microslib.

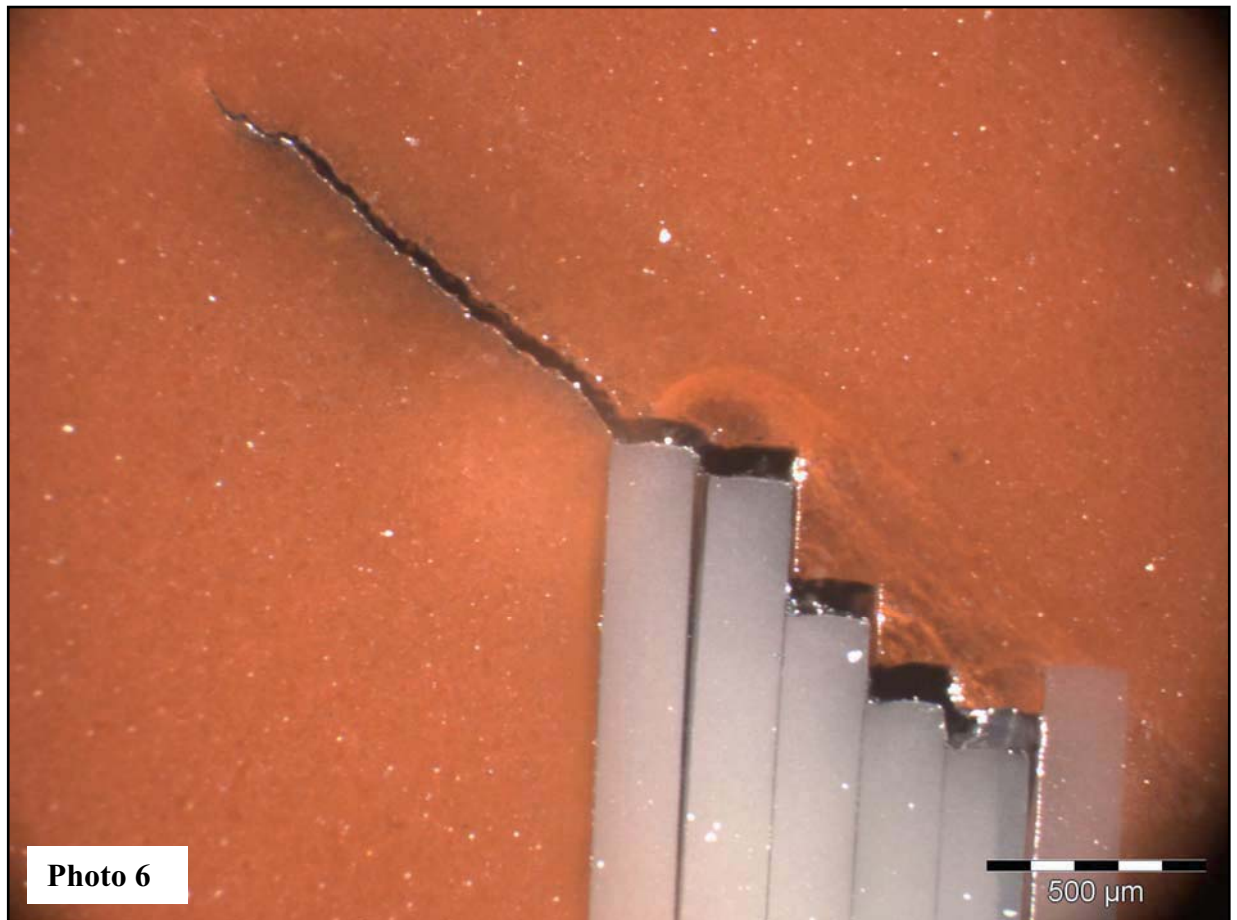
1. Revne udbredt fra yderste grundisolation, orienteret mod udføringsende.
2. Mindre revne orienteret i samme retning udbredt fra yderste ende af turn - turn insulation system.

Begge disse revner er fundet i netop det område af transformeren hvor vi mener isolations systemet er mest følsomt for impulsspændinger (transienter)



Samme område som sidste billede.

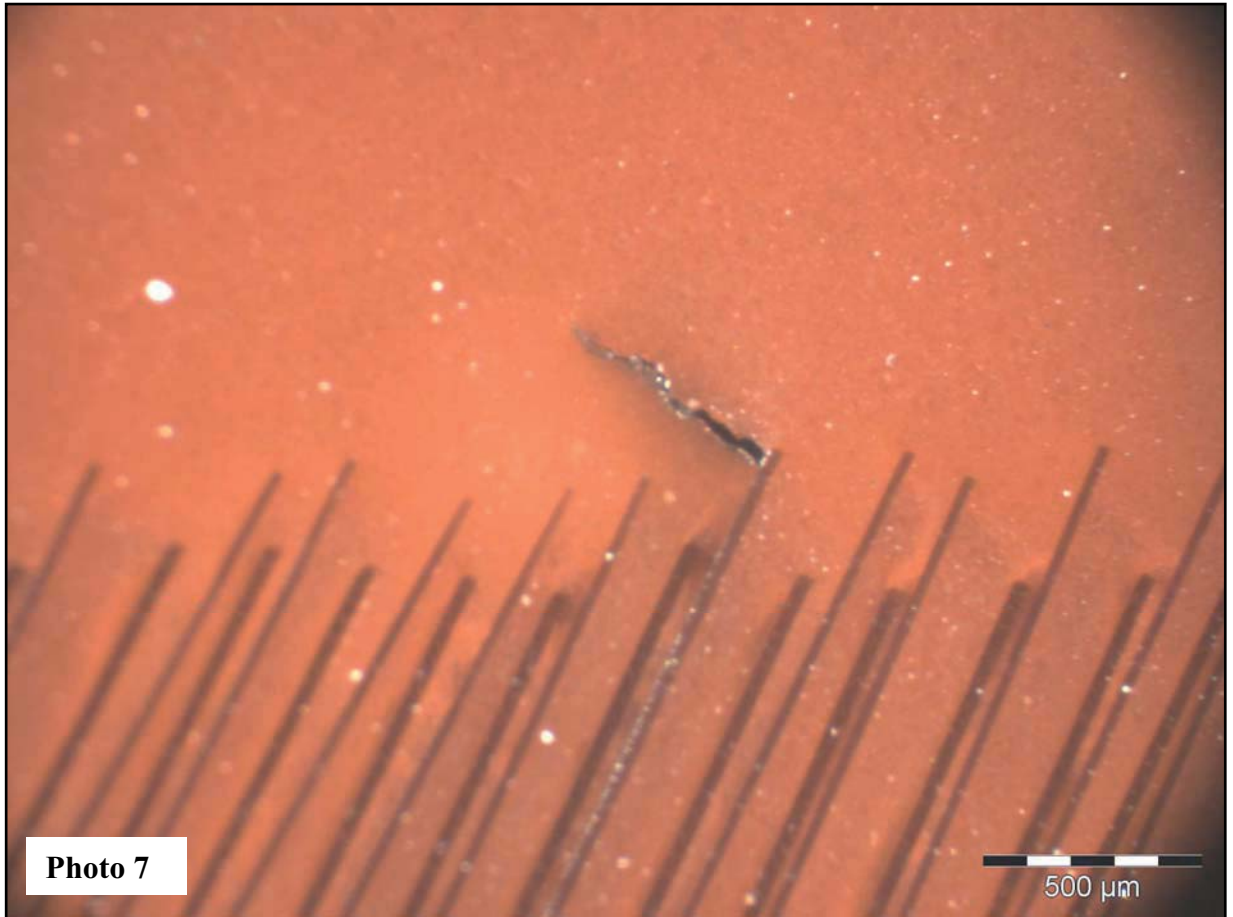
1. Her fremgår det tydeligt at revnen udbreder sig fra grundisolationen. Det bemærkes endvidere at de yderste 5 lag grundisolation er "krympet" i længde.
2. Mellem 5 og 6 lag af de i alt 7 lag isolation ses en delaminering og de inderste to lag er ikke krympet.
(De inderste lag kan være af andet materiale ?, spørgsmål rettes til Siemens)
3. Den lille revne starter fra turn-turn isolationens længste lag mellem 7 og 8 yderste vinding i spolen.



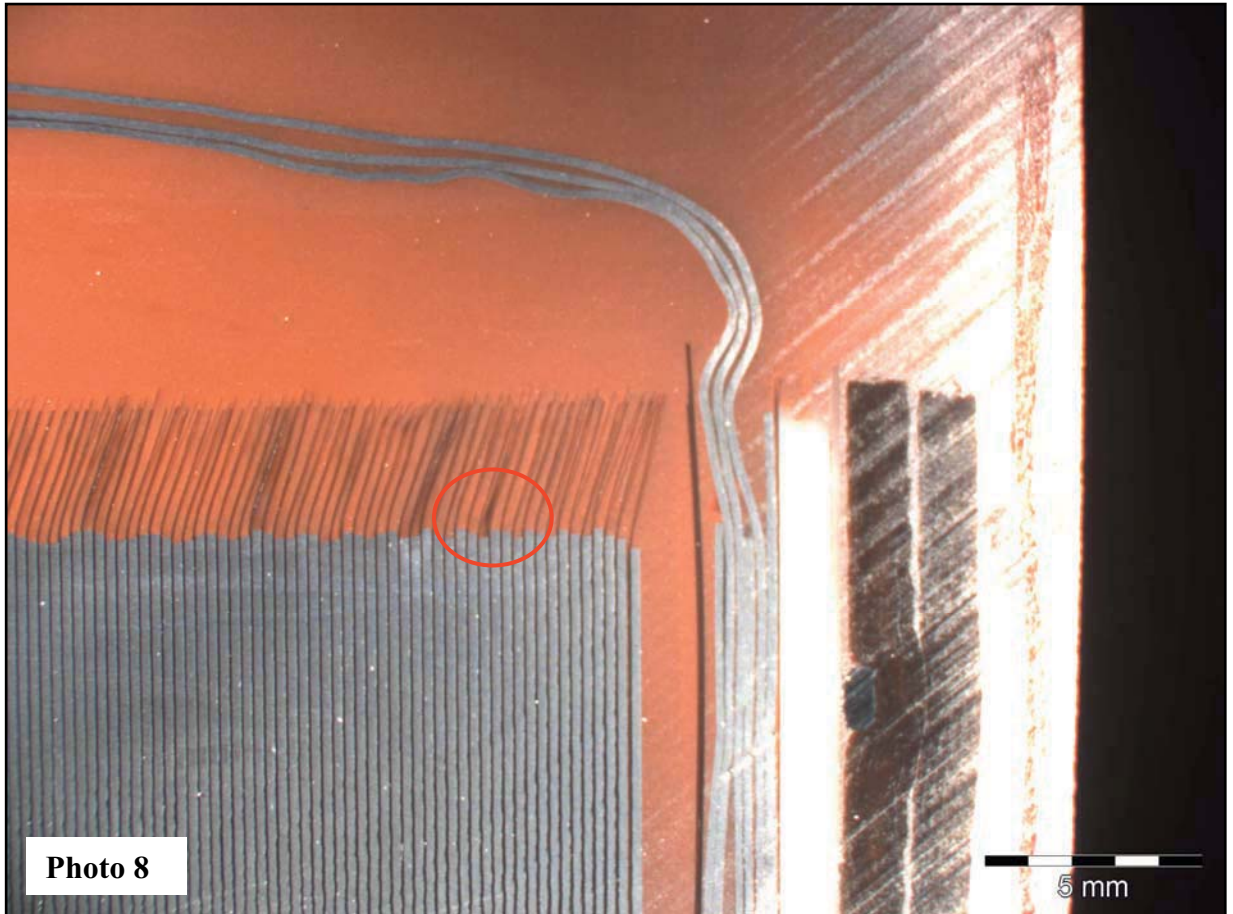
Nærbillede af den største revne.

Spørgsmålet om revnens opståend og alder er afgørende.

- A) Er det medfødt ?
- B) Gennereet af transformerens driftsmiljø ?
- C) Vi har konstateret variation af geometri og homonegitet i isolations systemet og nu også revner !
Lever den generelle kvallitet op til drift betingelserne ?
Lever designet op til driftbetingelserne ?



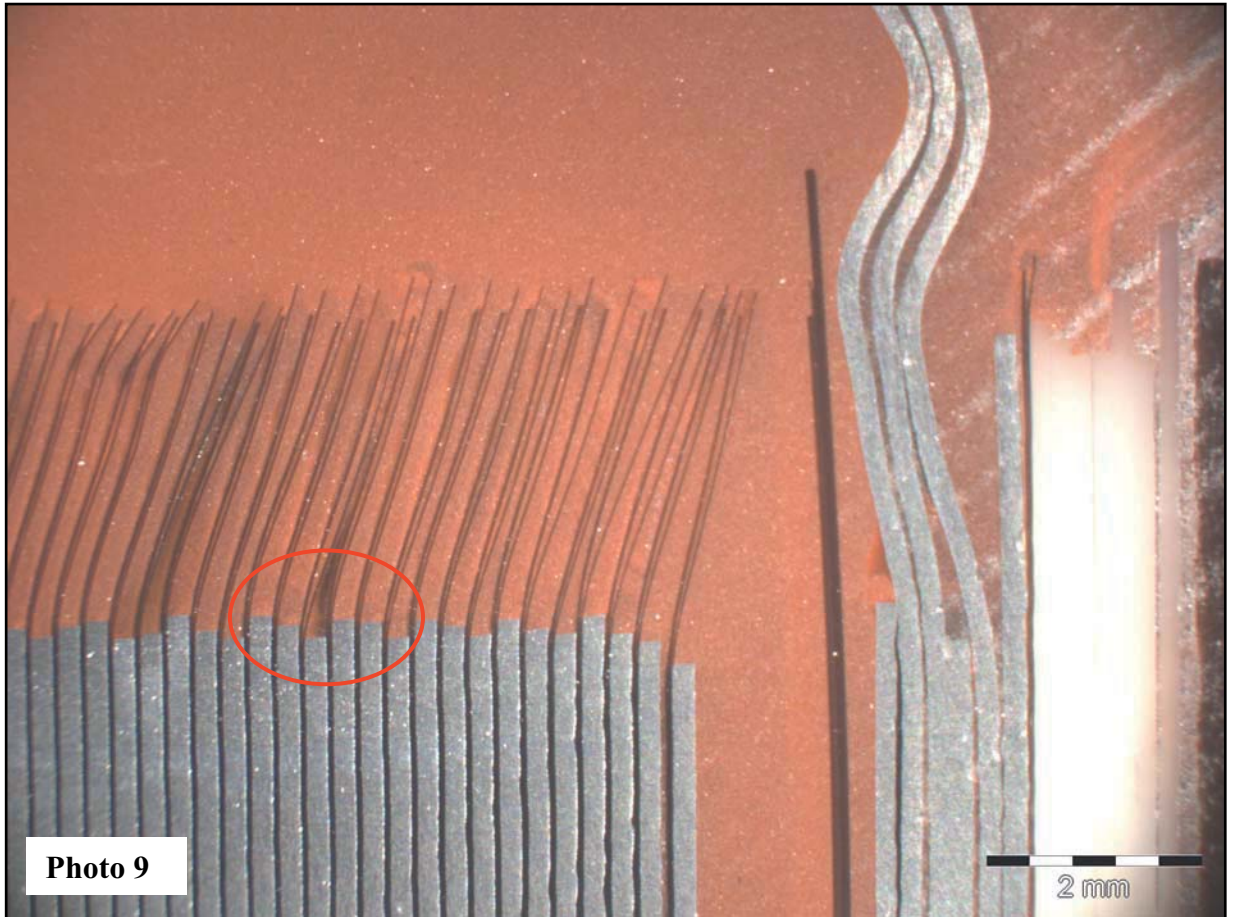
Nærbillede af den mindste revne.



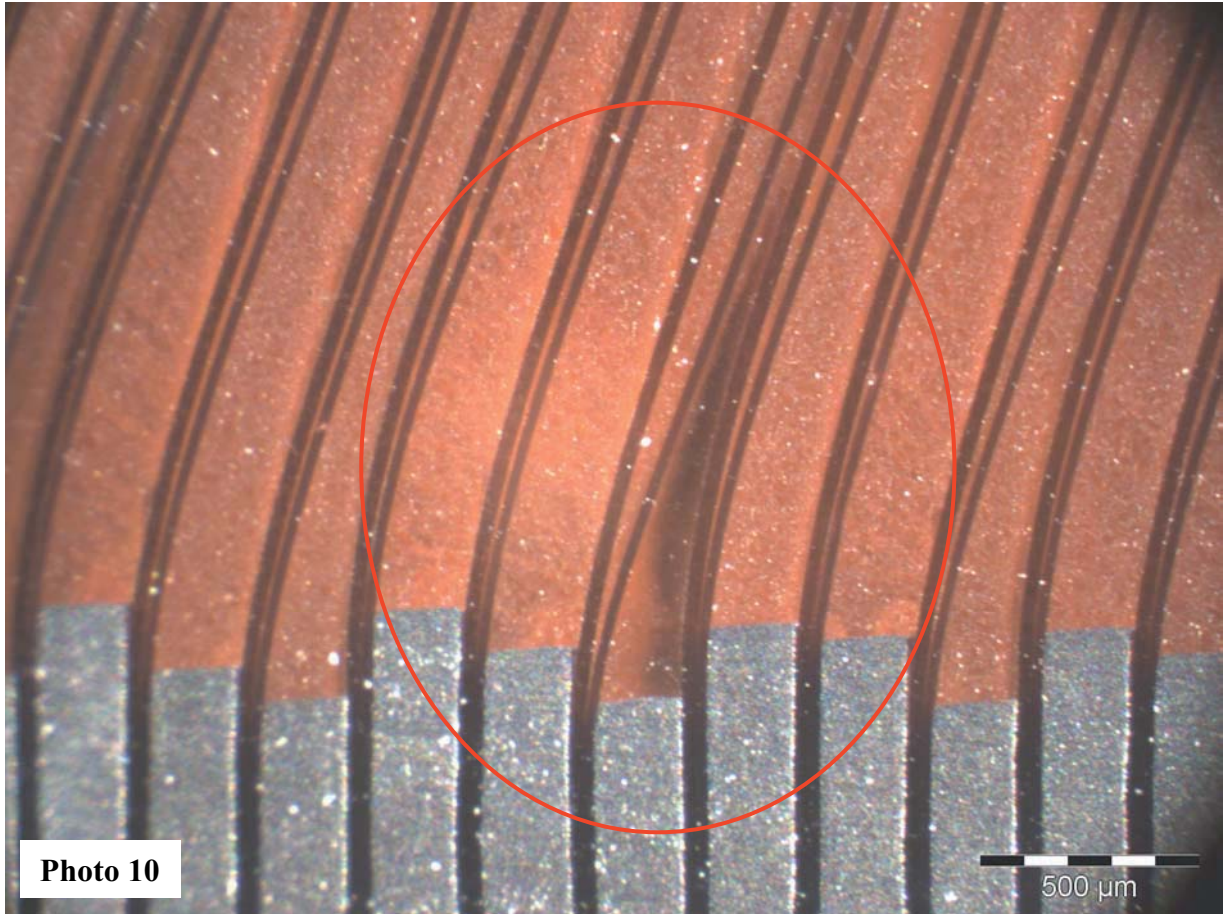
Inderste del af øverste spole, hvor udføringsenden forbindes til spolen.
Den røde cirkel viser et udvalgt område med variation af indstøbningsmassen, som igen vises i nærfoto på næste side.

Ud over geometrie forhold for udføringsenden, kigger vi også efter variation (inhomogenitet) i indstøbningsmassen. Sidste undersøgelse af trafo 19 viste nogle områder mellem turn-turn isolationen hvor der ligeledes var mulige variationer.

Sådanne variationer påvirker isolationssystemets egenskaber negativt, og det er vores opfattelse at det netop her langs kanten af øverste spole (og måske også for den nederste spole ?) er mest kritisk, fordi det øger muligheden for fejl forårsaget af transients mellem udføringsenden og øverste spoles overside.



Lidt tættere på samme område som sidste billede.



Området i cirklen er ikke homogent og det betyder noget for isolationssystemets egenskaber.

Der er efter vores opfattelse ikke “heldigt” med variationerne, som vi mener i værste fald kan være en medvirkende faktor til levetidsproblemer, specielt i området mellem udføringsende og spoleende som denne dokumentation alene er udført på.