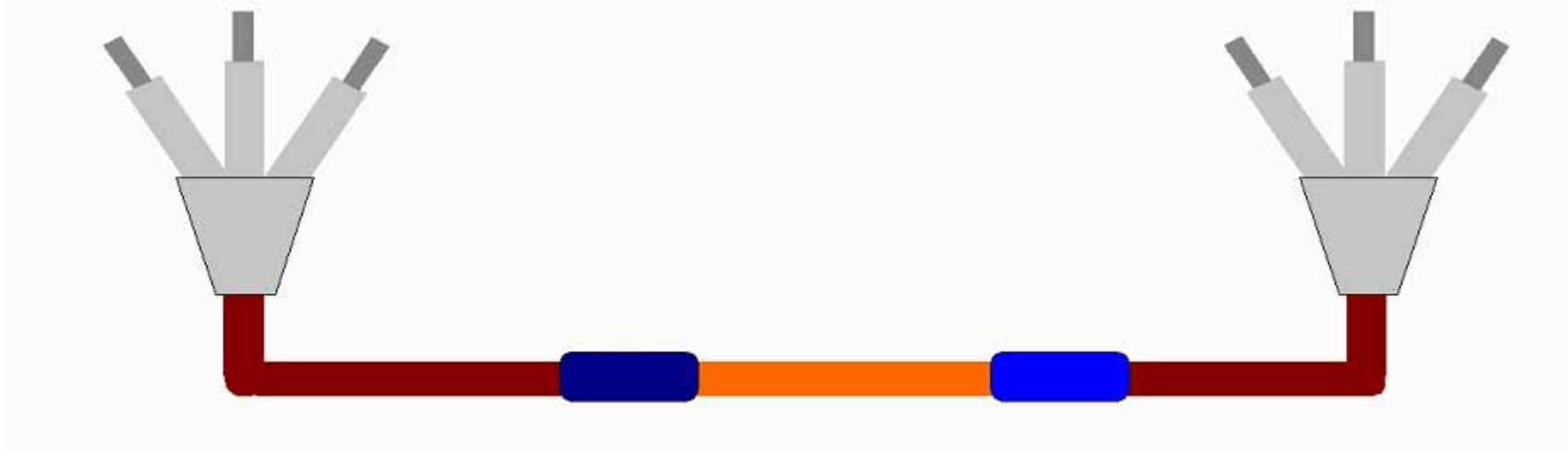


Kábeldiagnosztikai tapasztalatok
az E.ON Észak-dunántúli
Áramszolgáltató Zrt. területén

Szigetelésdiagnosztikai
Konferencia Bikal 2006 04. 26-28.

Típusos erősáramú kábelhálózat

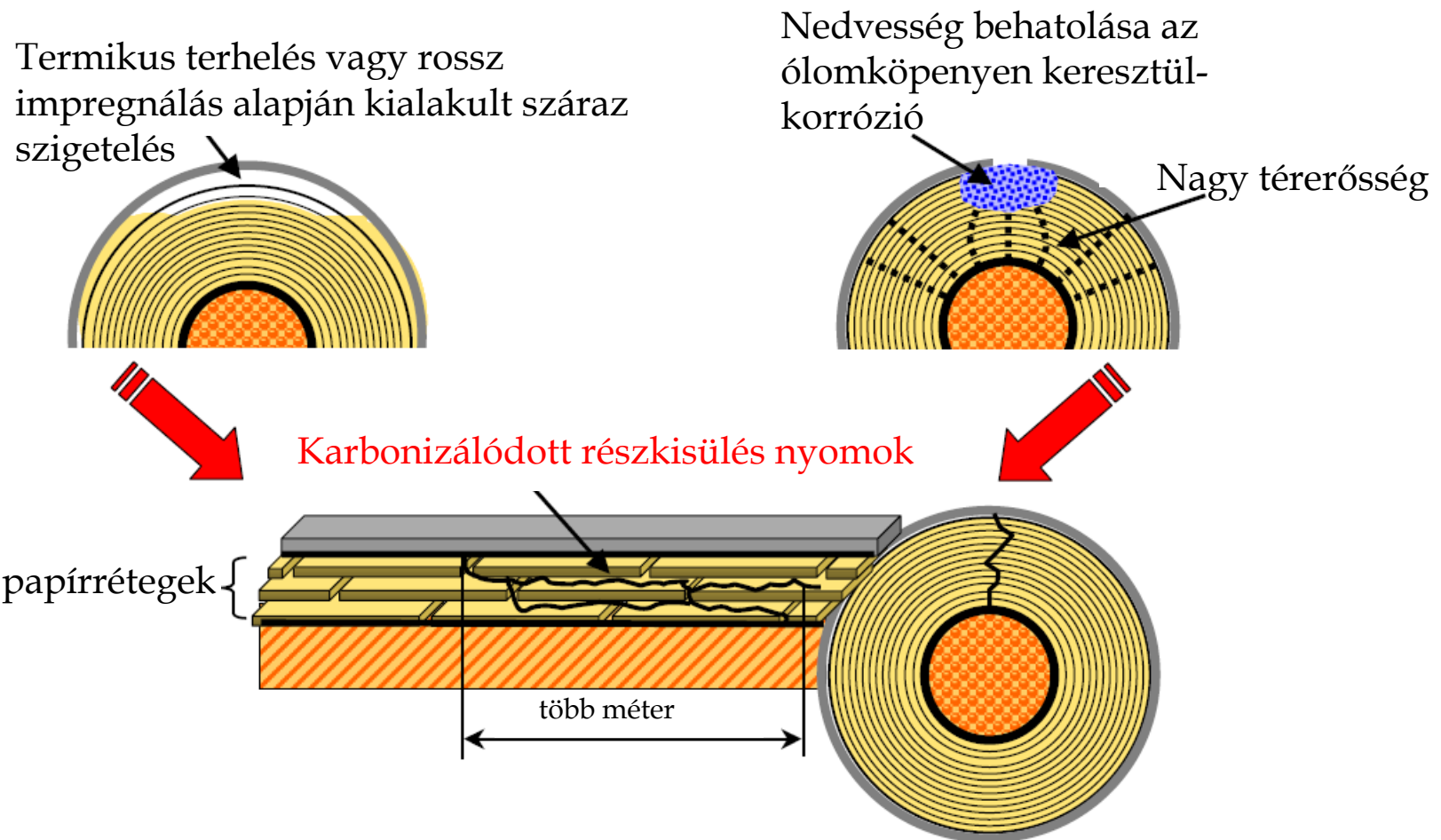


Kábelszakasz:

- Kábel
- Összekötők
- Végelzárók

- Különböző típusok
- Különböző életkor
- Különböző múlt

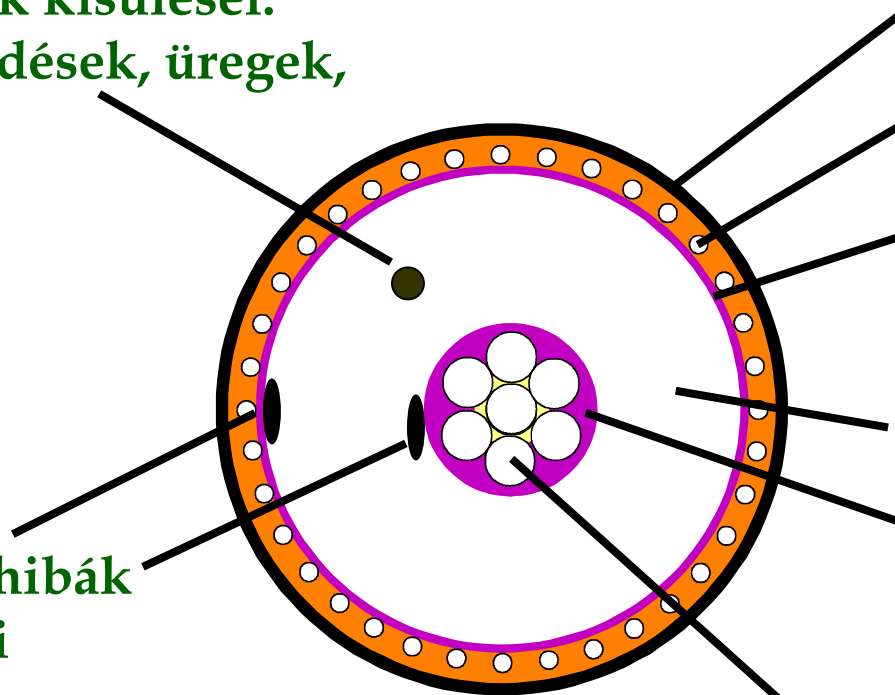
Részleges kisülések kialakulásának okai az olajpapír szigetelőben



Szigetelésromlás okai extrudált és olaj-papír szigetelésű kábeleknél

Belső hibák kisülései:
szennyeződések, üregek,
treeing

**Felületi hibák
kisülései**



Víz behatolása

Az árnyékolás korróziója

Csatlakozási felület
öregedése

Tree kialakulása

Elektrokémiai
elváltozások a belső
árnyékoláson

Mechanikai igénybevétel
és vezetők érintkezési
korróziója

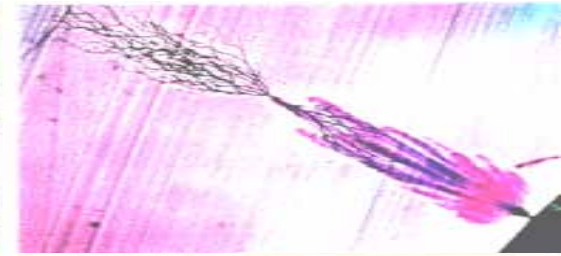
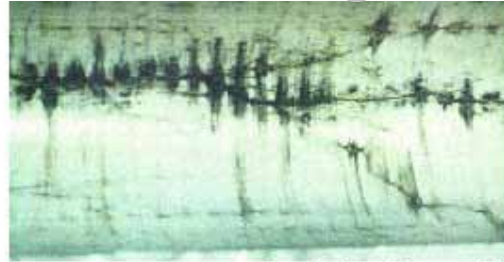
Az erősáramú kábelek tipikus szigetelésromlási folyamatai

Szerelvények	felfekvési problémák → PD; rossz keményedés → repedés PD; Vezetési problémák → túlmelegedés → repedés → PD; helyi térerő koncentráció → PD
Extrudált szigetelés	Félvezető réteg sérülése → helyi térerő koncentrációk → PD; Belső üregek → alacsony permittivitás → PD villamos treek → PD
Olaj-papír szigetelés	olajfolyás → száraz régiók → PD; túlmelegedés → PD víz behatolása → korrózió → PD helyi térerő koncentráció → PD

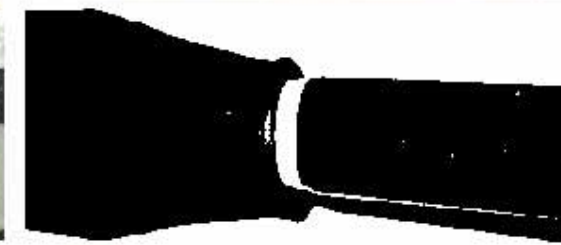
Erősáramú kábelek szigetelési hibái



Összekötő öregedése



Kábelszigetelés öregedése



Rossz szerelés

Végelzáró öregedése

Helyi (lokális) és egész szigetelésre kiterjedő romlás

A kábelszigetelés különböző romlásai két nagy csoportba oszthatók:

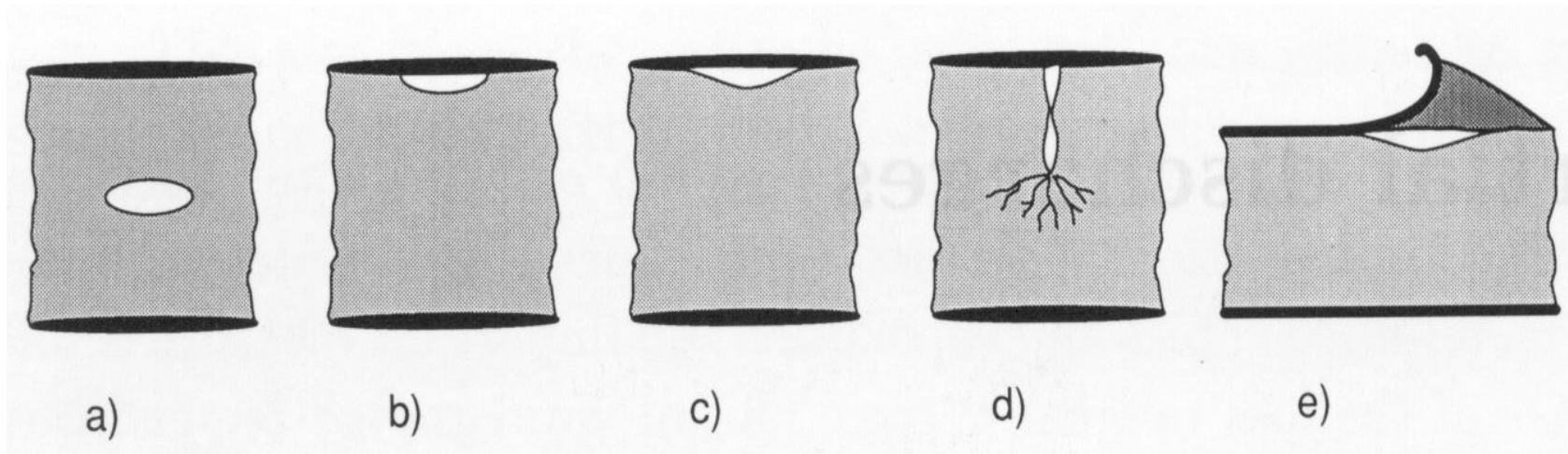
- Helyi (lokális) meghibásodás
- Általános, a szigetelés egészére kiterjedő romlás

Diagnosztikai eszközök kiválasztása

Két tipikus diagnosztika:

- Lokális hiba kimutatása: Részleges kisülés (PD)
- Ált. romlás kimutatása: Visszatérő fesz. (RVM)

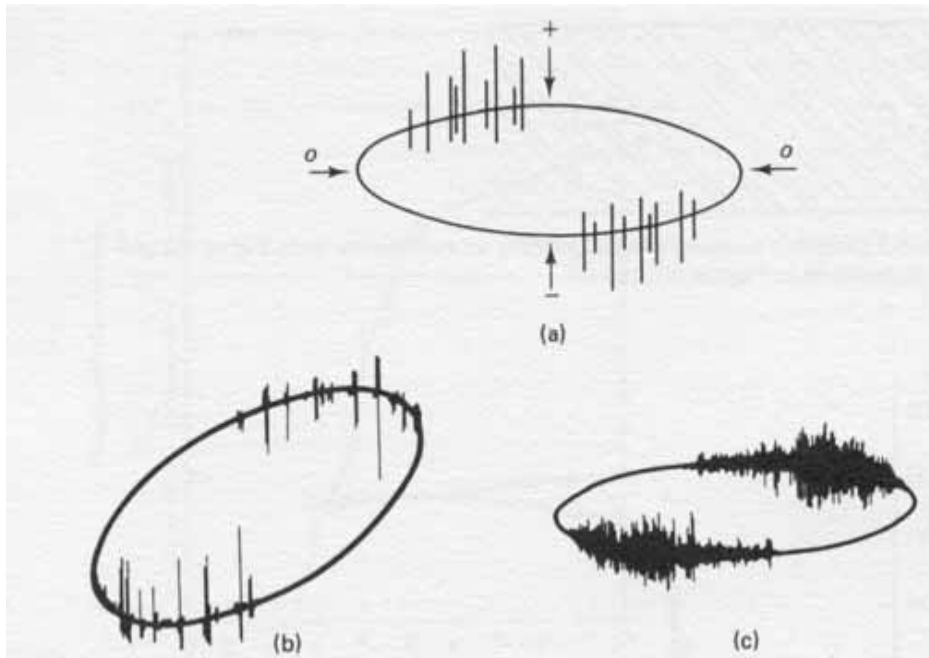
Tipikus lokális hiba: részleges kisülések előfordulása



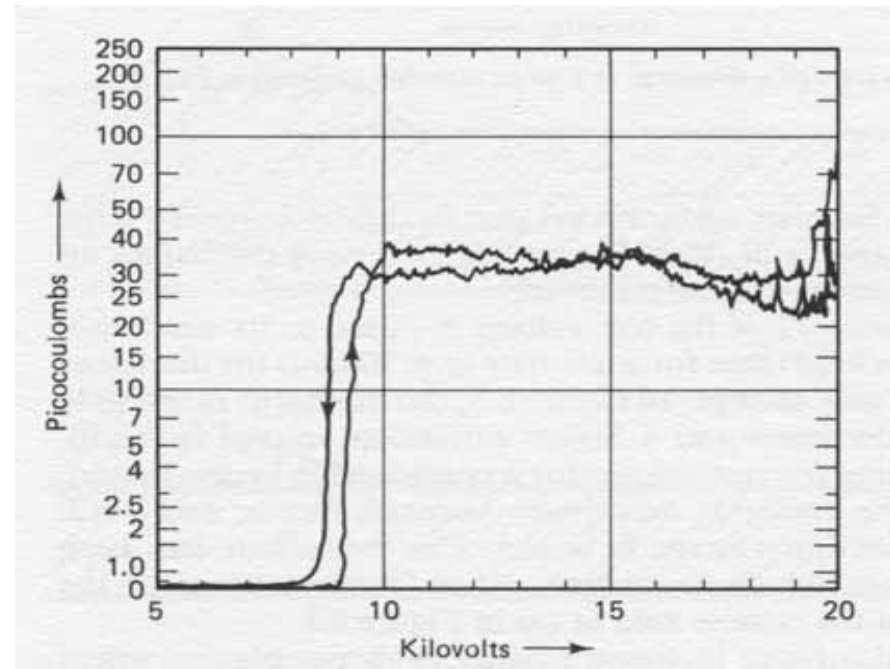
Belső részleges kisülések:

- a) teljesen körülvéve a dielektrikum által
- b) elektródához kapcsolódó üreg
- c) nem tapadó elektróda
- d) treeing által kezdeményezett
- e) hosszanti villamos térrel kapcsolódó

Részkisülések jellemzői

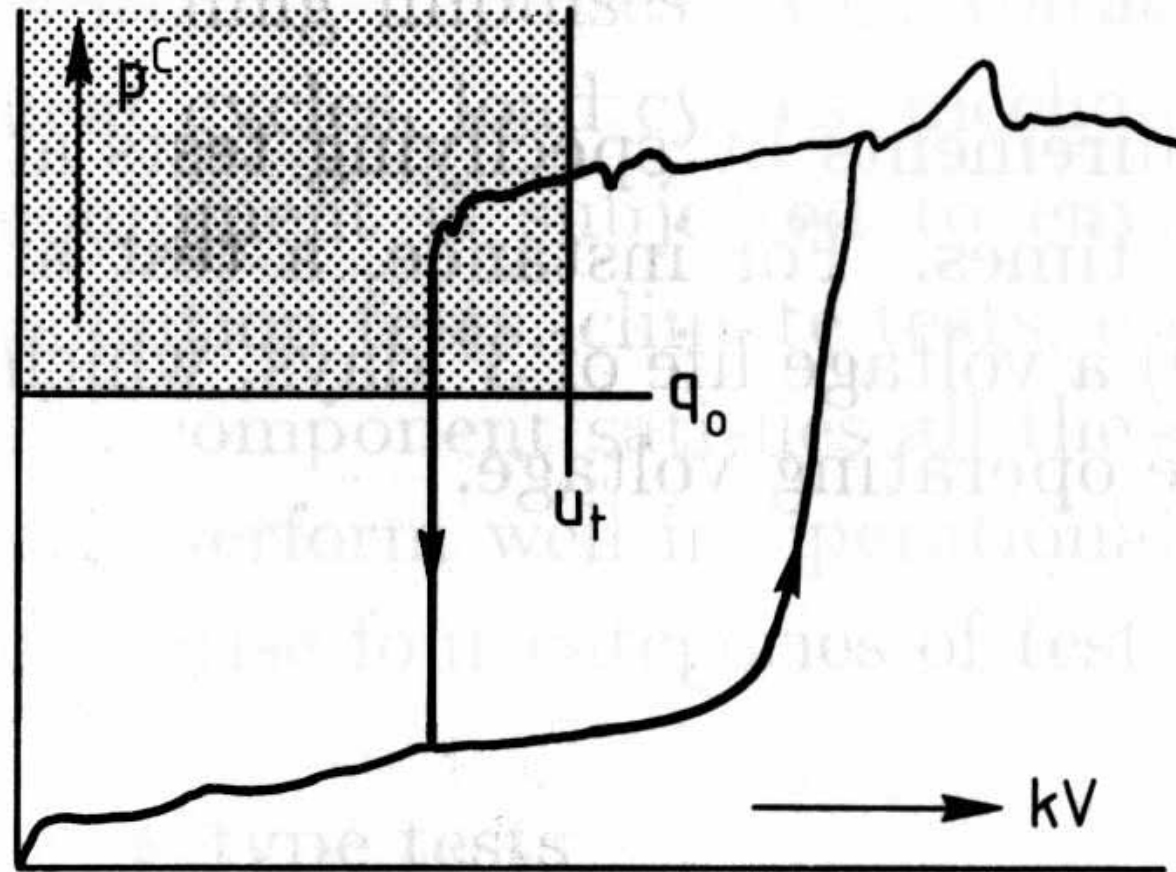


**A részleges kisülések
igen érzékenyen jelzik a
szigetelési problémákat.**



[Cigre, 1969]

A részleges kisülések jellemzői



PDEV

(Kialvási feszültség)

PDIV

(Begyújtási feszültség)

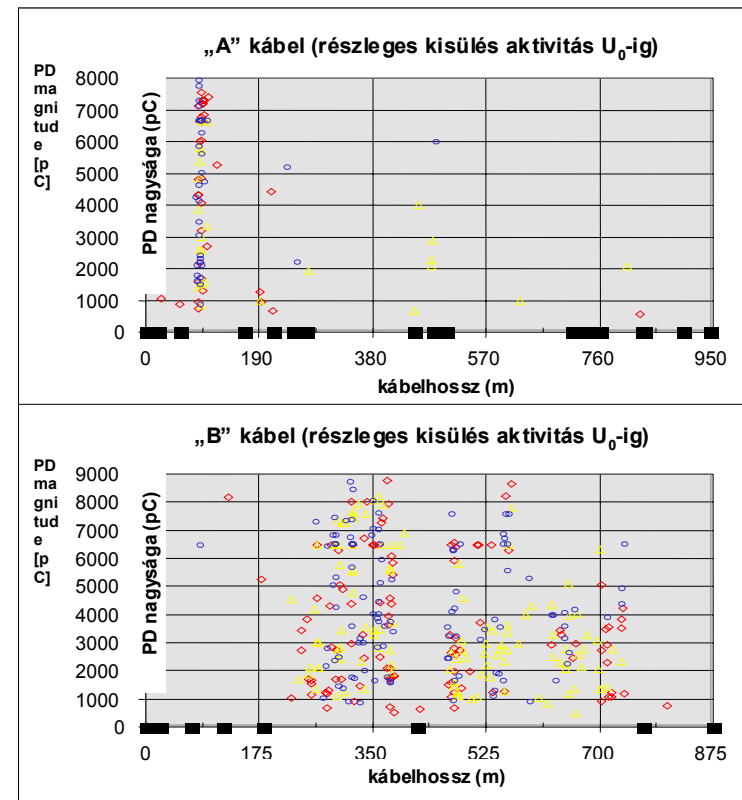
Részleges kisülés vizsgálat. Az U_t feszültség alatt mért q_0 -nál nagyobb mértékű részleges kisülés nem elfogadható, ld. az árnyékolt területet.

Részleges kisülés mérés értelmezési szabályok

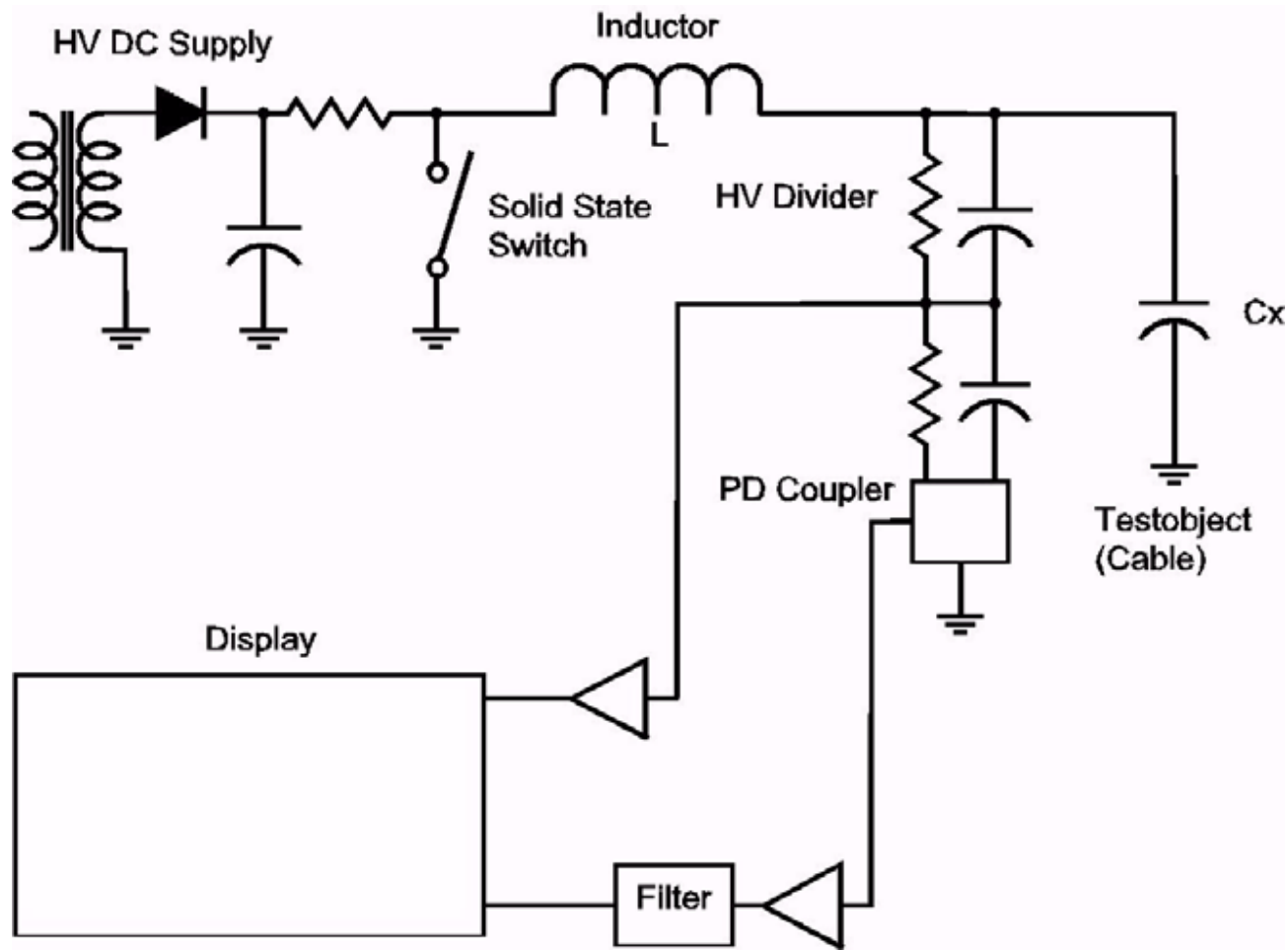
PD begyűjtési fesz.	< üzemi fesz.	> üzemi fesz.
PD kialakítási fesz.	< üzemi fesz.	> üzemi fesz.
PD nagysága	< tipikus érték	> tipikus érték
PD intenzitása	alacsony	magas
PD minták	egy-egy impulzus	nagyszámú impulzusok
PD lokalizálás	kábel szigetelésben	kábel szerelvényekben
PD térkép	elszórt PD	koncentrikus PD

Koncentrikus, és elszórt, részkisülés eloszlás az elosztóhálózati kábeleknél

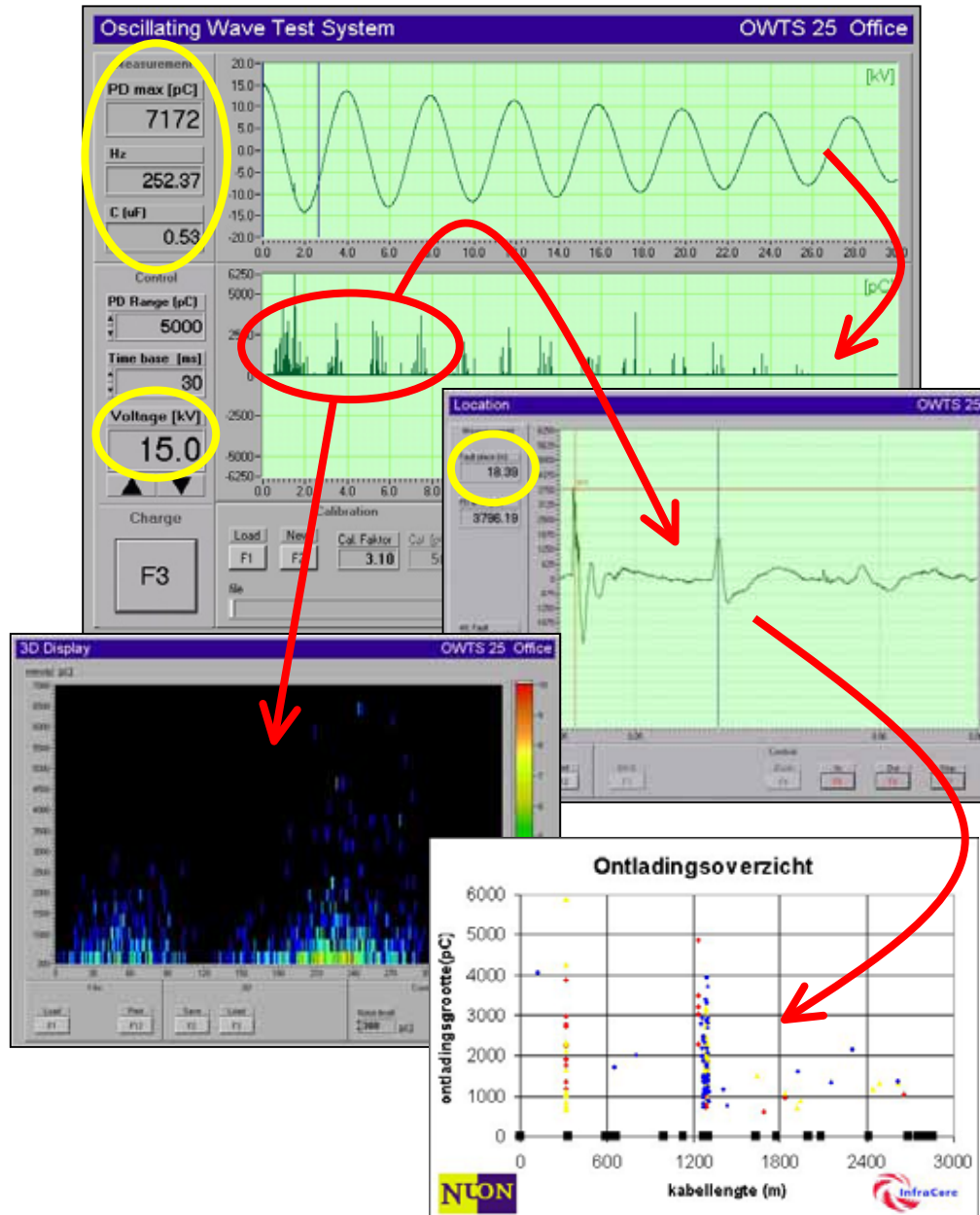
- Helyi „hiba”
 - javítás után a szigetelés jó állapotú lesz
- kiterjedt „hiba”
 - leggyengébb pont javítása után rövid idővel ismét kialakul egy újabb leggyengébb pont



Az OWTS[®] működési elve

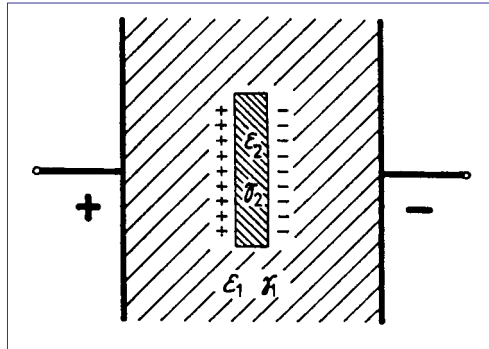


A kábel újljenyomata

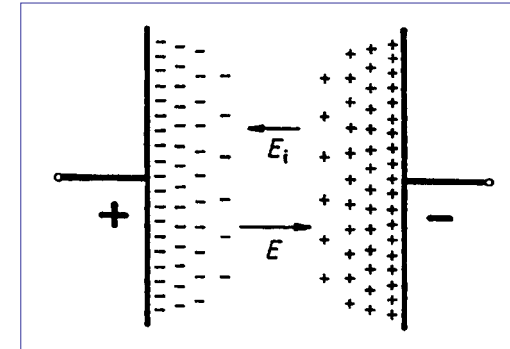


PD begyűjtási fesz. PDIV;
PD kialvási fesz. PDEV;
PD nagysága;
PD intenzitása;
PD-minta (2D & 3D);
PD-térkép.

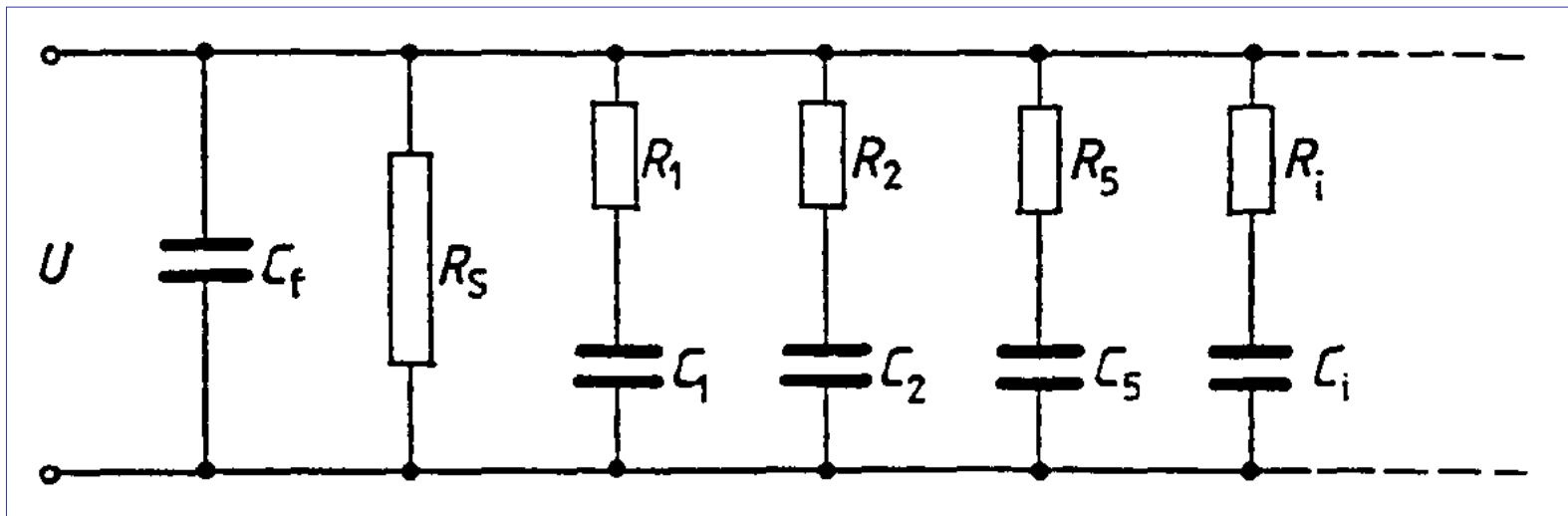
Határréteg és tértöltéses polarizáció a kábelszigetelésben



Határréteg polarizáció

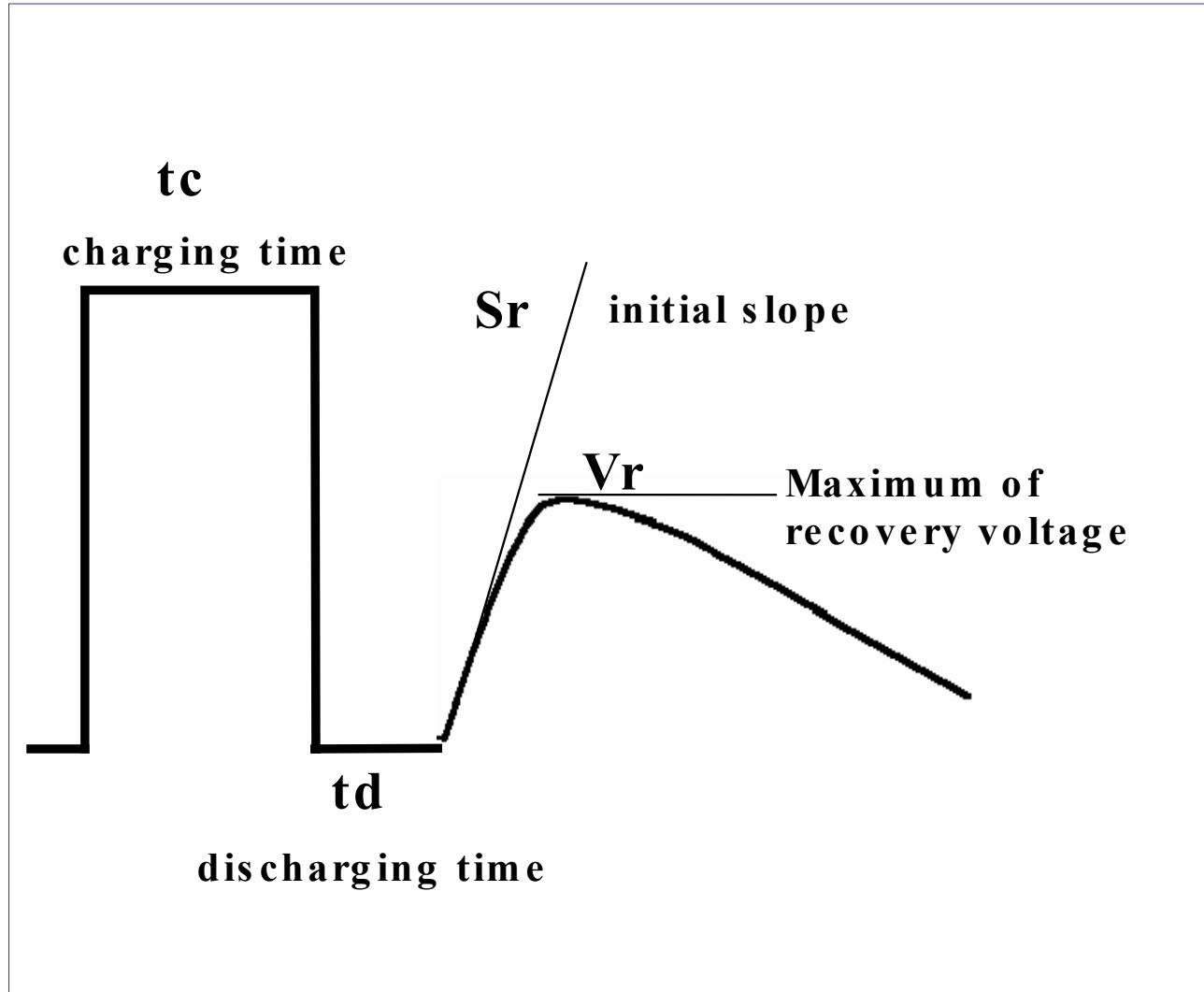


Tértöltéses polarizáció

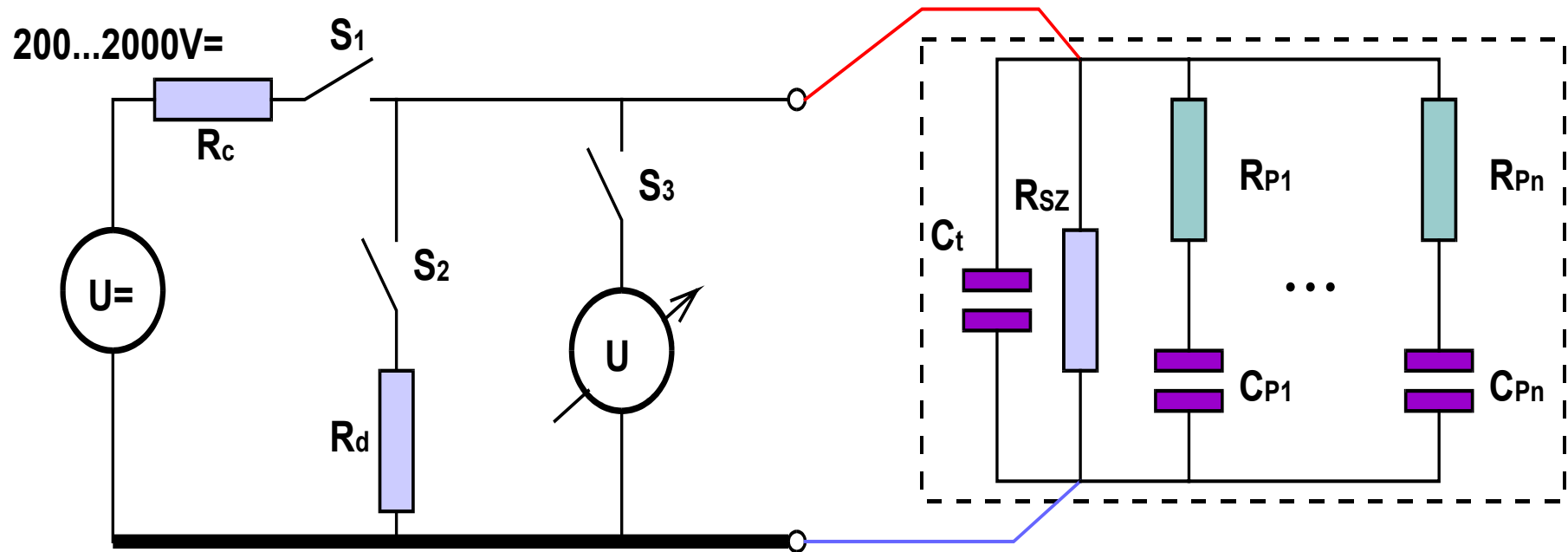


Több időállandós szigetelés modell

Az RVM módszer feszültség(idő) görbéje

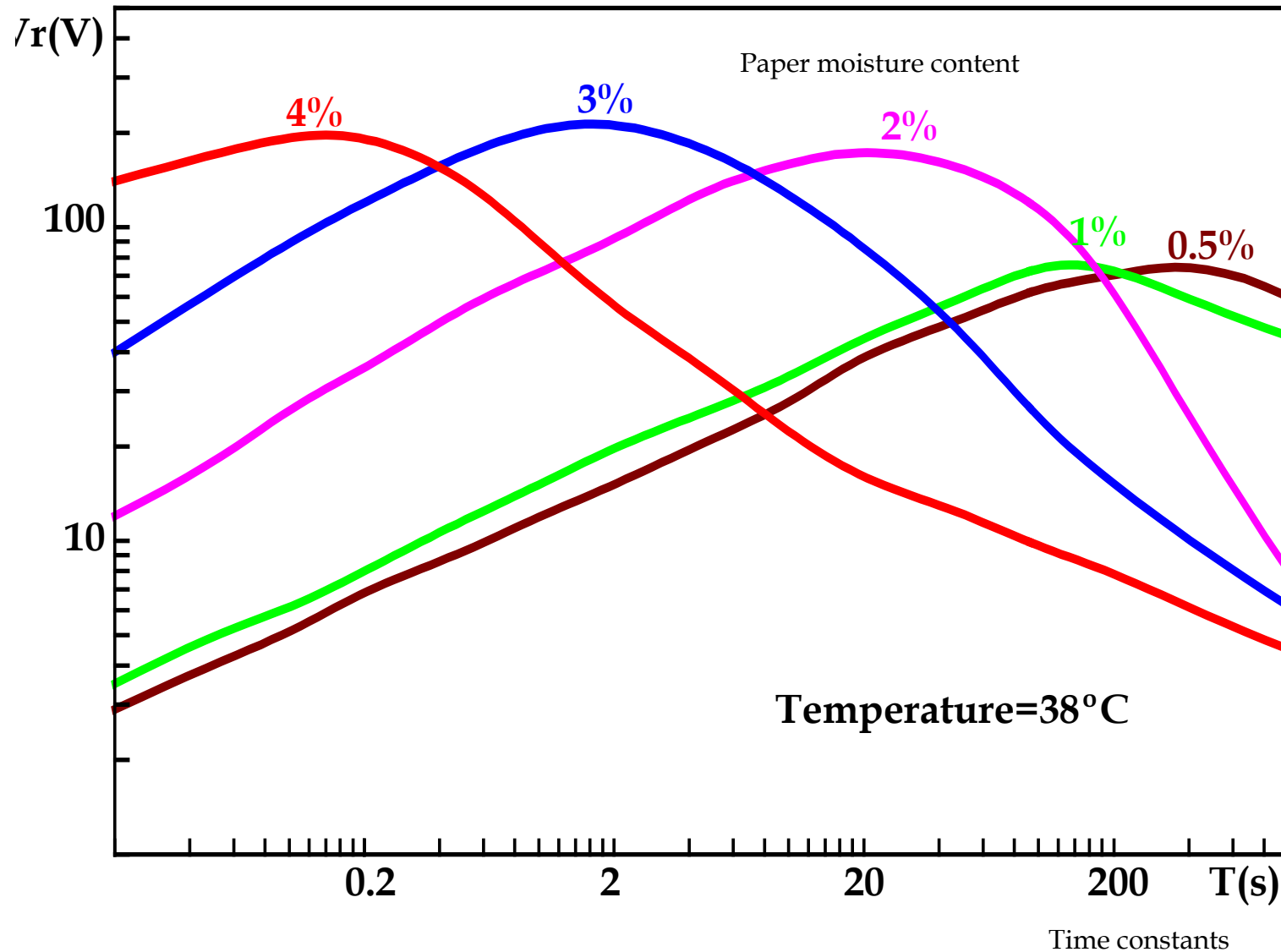


Visszatérő feszültség mérés egyszerűsített sematikus ábrája

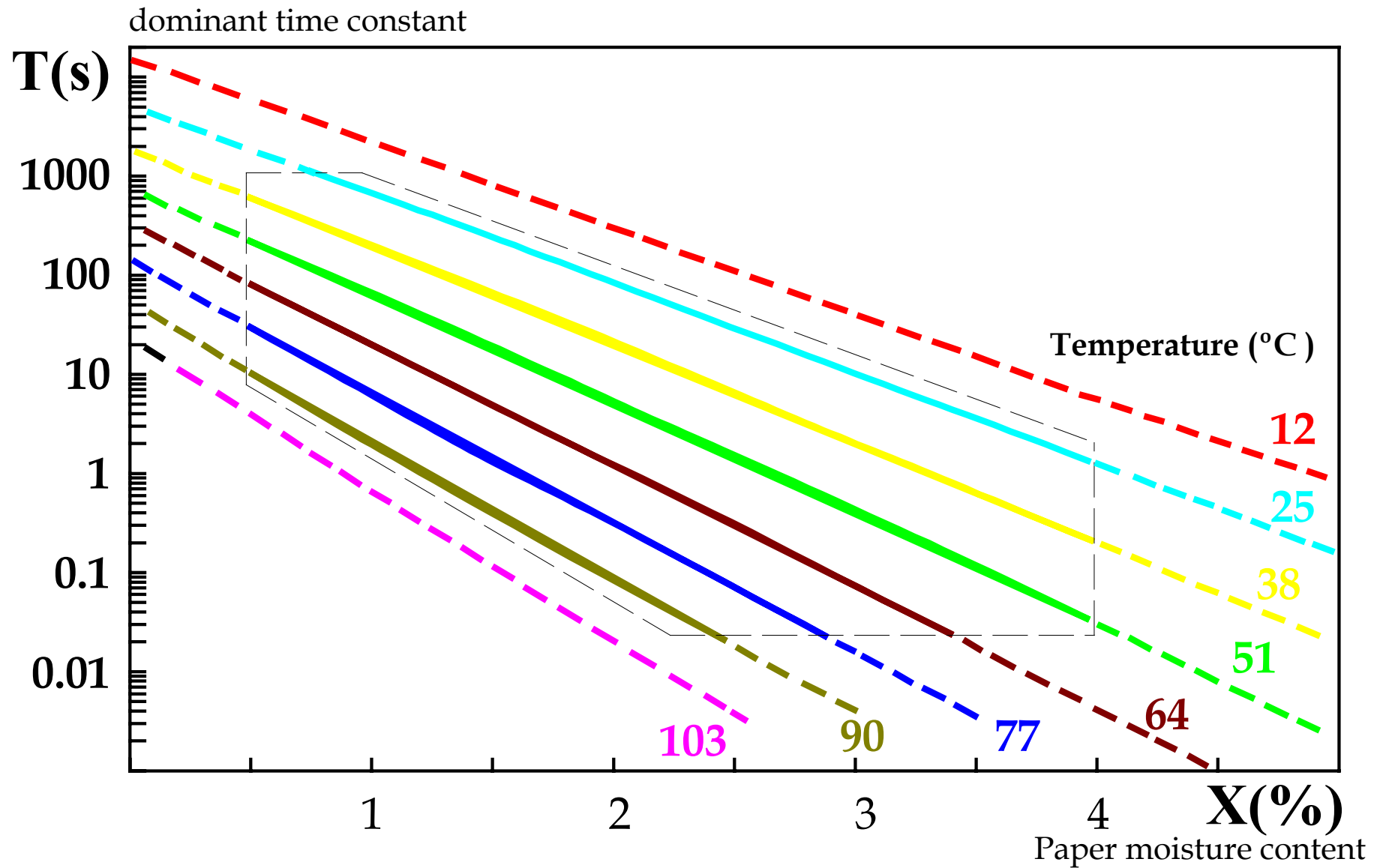


Különböző nedvességtartalomhoz tartozó RVM feszültség(idő) görbék adott hőmérsékleten

Curves, derived from the maxima of the return voltages



Nomogram az RVM mérési eredmények kiértékeléséhez



További mérések az elosztóhálózati kábelek szigetelési állapotának megállapításához

- 50 Hz ipari frekvenciás részleges kisülés mérés,
- 0.1Hz, $\text{tg}\delta$, PD-mérés,
- relaxációs árammérés,
- szigetelési ellenállásmérés,
- $\text{tg}\delta$ -és kapacitás mérés 50 Hz-en a feszültség függvényében

Kábeldiagnosztikai műszerek az E.ON EED-nél



Mérési eredmények kiértékelése

Olaj/papír szigetelésű kábel esetén a „jó” szigetelési állapotra jellemző állapotjellemzők:

- „száraz”, azaz a papíros nedvességtartalma nagyon minimális
- öregedési termékektől mentes,
- nincs vagy kevés üreg a szigetelőanyagban,
- végelzárók és összekötők szerelése megfelelő technológiával történt.

Mérési eredmények kiértékelése

Az ismert diagnosztikai módszerek alkalmazása esetén a „jó” olaj-papír szigetelési állapotra az alábbi eredmények jellemzőek:

- **nagy szigetelési ellenállás** (nagyobb, mint $100 \text{ M}\Omega \cdot \text{km}$),
- határréteg polarizáció **nagy „domináns” időállandójú** legyen
- RVM módszerrel mérve a domináns időállandó nagyon „jó” állapot esetén **1000 s**, jó állapot esetén pedig **100 s** vagy annál nagyobb,
- az 50 Hz-es veszteségi tényező az új kábelre megadott gyári érték körüli legyen (kábelenként változó, de általában **$\text{tg}\delta \leq 50 \cdot 10^{-4}$**)

Mérési eredmények kiértékelése

Extrudált műanyag szigetelésű (PE/XLPE) kábel esetén a „jó” szigetelési állapotra jellemző állapotjellemzők:

- „száraz” azaz **nem történt vízbehatolás** a sérült burkolat mentén
- a szigetelőanyag vastagsága mindenütt azonos
- a szigetelőanyag homogén **légzárványmentes**
- végelzárók és összekötők szerelése megfelelő technológiával történt.
- az árnyékolóréteg korróziómentes, és folytonos

Mérési eredmények kiértékelése

Az ismert diagnosztikai módszerek alkalmazása esetén a „jó” állapotra az alábbi eredmények jellemzőek:

- **nagy szigetelési ellenállás** (nagyobb, mint $500 \text{ M}\Omega \cdot \text{km}$),
- az 50 Hz-es veszteségi tényező az új kábelre megadott gyári érték körüli legyen (kábelenként változó, de általában $\text{tg}\delta \leq 6-8 \cdot 10^{-4}$ (tapasztalati érték)

Mérési eredmények kiértékelése

„jó” állapotú olaj/papír ill. PE/THPE kábelek mérési jellemzői

- a **feszültség függvényében** a névleges fázisfeszültségig a veszteségi tényező ($\text{tg } \delta$) **ne, vagy alig növekedjen,**
- a **feszültség függvényében** az erőteljes változásra jellemző un. könyökpont az állandó **üzemi** igénybevételt jelentő **fázisfeszültségtől minél távolabb legyen,**
- a **kapacitás** a feszültség függvényében hasonlóan viselkedjen, mint a veszteségi tényező, azaz **ne változzon a feszültség függvényében,** ill. a jellegzetes **könyökpont minél nagyobb feszültségen legyen**
- a részleges kisülési (PD) tulajdonságok is a fentieknek megfelelően alakuljanak, azaz **névleges feszültségig ne legyen számottevő részleges kisülés,** ill. a **könyökpont minél nagyobb feszültségre essen,** ezzel nagyobb a kábel „szigetelési” tartaléka.

XLPE/PILC szigetelésű kábel több „helyi hibával”

kábel adatai

- Mérés dátum(ok): '03.06.26. ; '05.07.27; '06.04.13.
- Üzemi feszültség: **20 kV**
- Kábelszakasz általános típusa: **XLPE/PILC, NA2XS(F)2y/SZAPhKeOVB**
- Végelzáró típusa „A” oldali tr. állomás felől :**RAYCHEM** olajtartályos
- Végelzáró típusa: „B” oldali tr. állomás felől : **3M hideg zsugor**
- Kábelszakasz hossza: **895 m**
- Terjedési félsebesség: **85 m/μs**

XLPE/PILC szigetelésű kábel több „helyi hibával”

Szigetelési ellenállás mérés adatai

Fázis	'03.06.26.	'05. 07.27.
L1	2700 MΩ	670 MΩ
L2	247 MΩ	200 MΩ
L3	1830 MΩ	2000 MΩ
t	28 °C	30 °C

- A szigetelési ellenállás határértéke *olaj-papír* szigetelésű kábelek esetén $100 \text{ M}\Omega \cdot \text{km}$.

- A kábelszakasz számított szigetelési ellenállása $R_{\text{szig}} = 110 \text{ M}\Omega$

-A szigetelési ellenállás számított határértékét az MSZ 13207 szabvány alapján a mért hossz függvényében számítottuk.

-A szigetelési ellenállás értékei különösen L2-ben nagyon alacsonyak, de L1-ben is számottevő romlás tapasztalható

XLPE/PILC szigetelésű kábel több „helyi hibával”

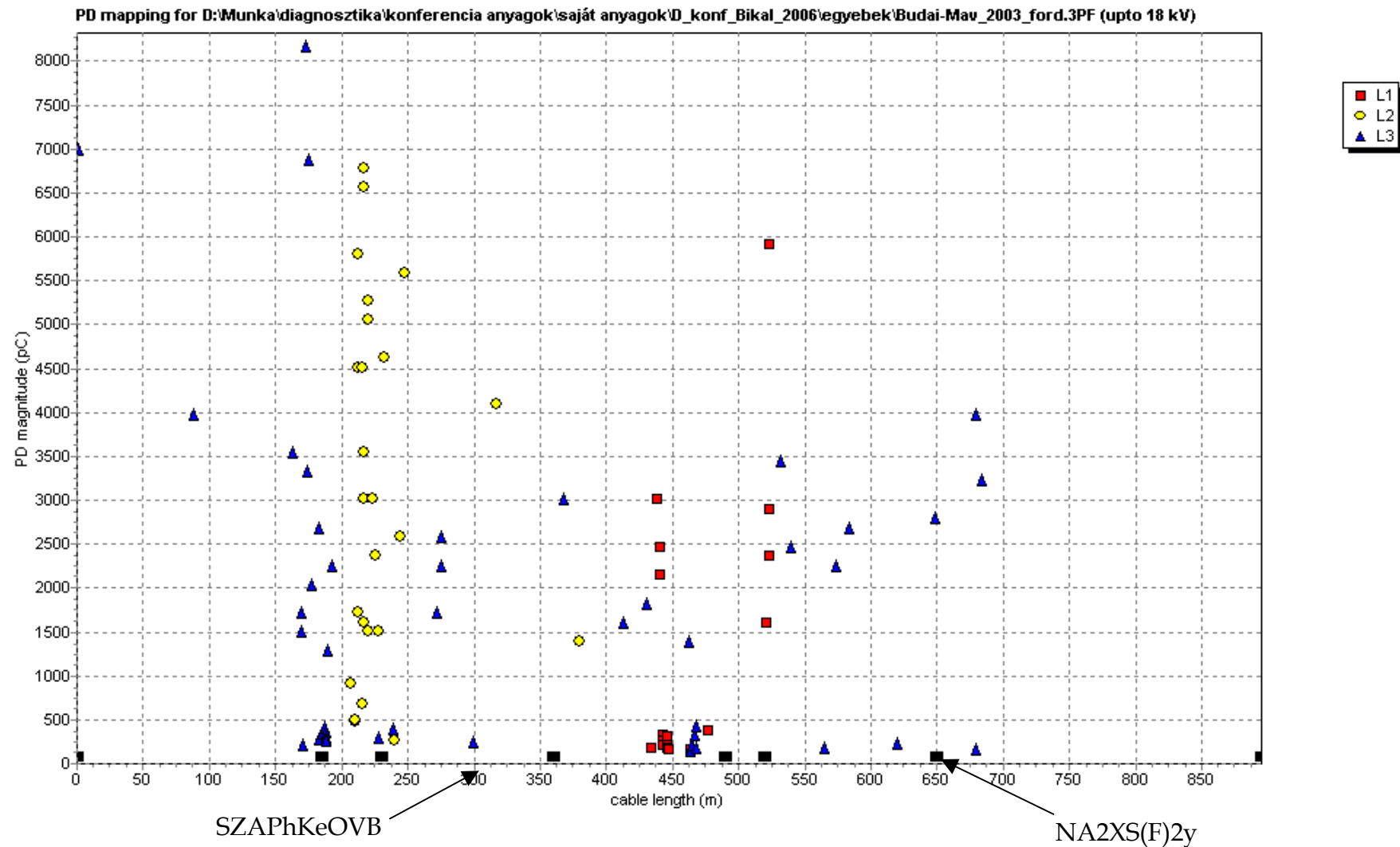
Részkisülés mérés adatai

		<i>L1</i>		<i>L2</i>		<i>L3</i>	
<i>Mérés dátuma</i>		03.06.26	05.07.27.	03.06.26	05.07.27.	03.06.26	05.07.27.
<i>Háttérzaj (pC)</i>		8	34	8	37	8	28
<i>U_{be csúcs} (kV)</i>		9	8	9	8	10	9
<i>Részleges kisülés (pC)</i>	U ₀	6400	10750	6600	7130	6700	7000
	1.5 U ₀	8300	-	14600	-	7600	-

- A begyújtási feszültségek mindhárom fázisban csökkentek a két mérés között eltelt időszak alatt
- A második mérést részkisülésmentes mérőkabel beiktatásával végeztük, amelynek csillapítása kb. 60 %. A táblázatban az átszámított értékek szerepelnek.
- 18 kV csúcsfeszültség felett a kábel nem a beállított értékre töltődött fel, ezért 1,5 U₀ feszültségen nem vizsgáltuk

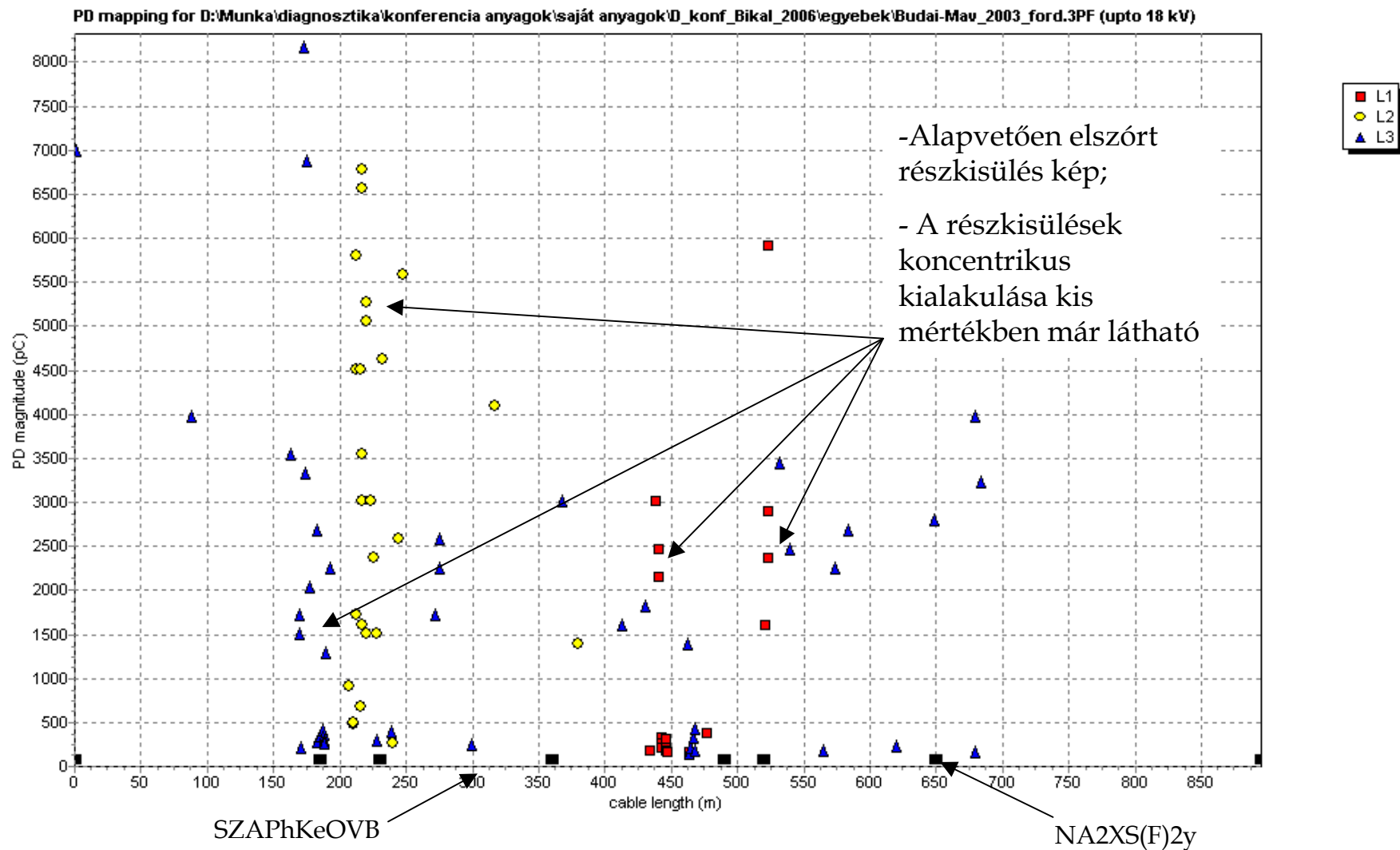
XLPE/PILC szigetelésű kábel több „helyi hibával”

A 2003. 06.26-i mérés részkisülés térképe



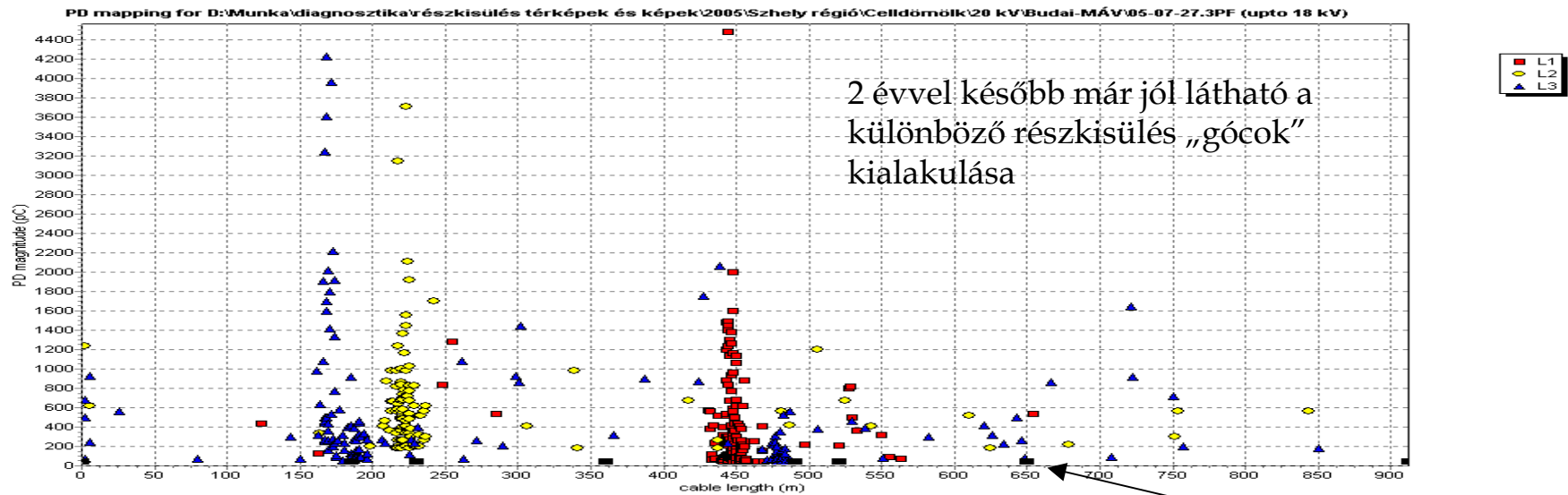
XLPE/PILC szigetelésű kábel több „helyi hibával”

A 2003. 06.26-i mérés részkisülés térképe

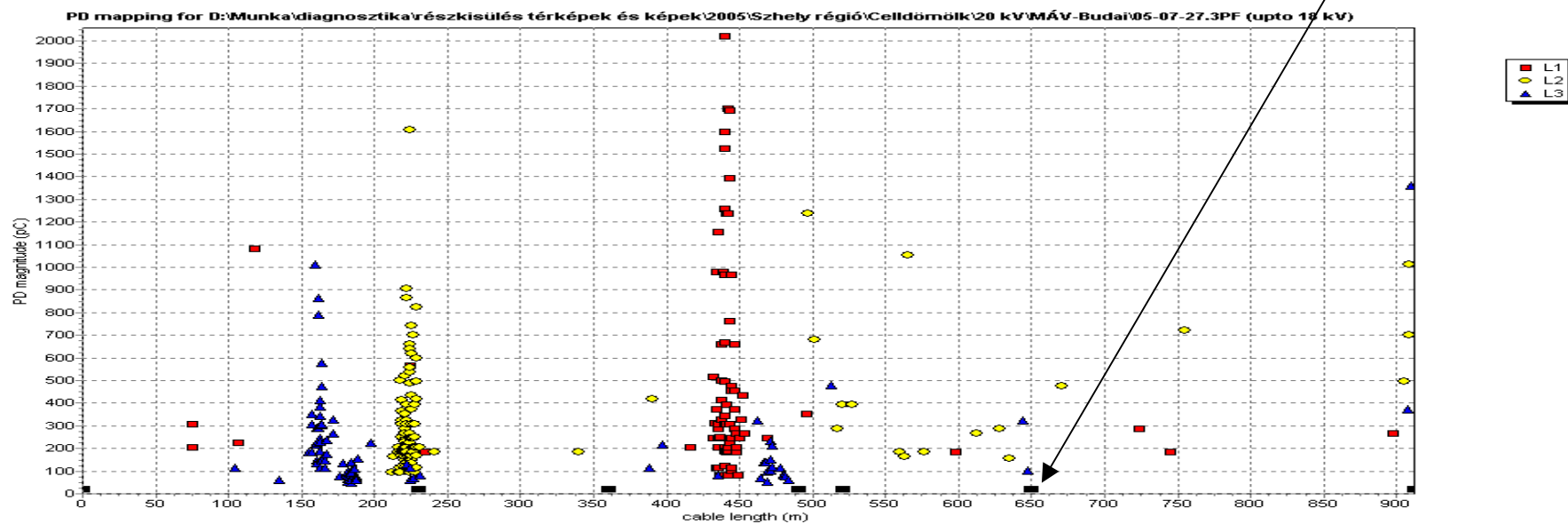


XLPE/PILC szigetelésű kábel több „helyi hibával”

A 2005.07.27-i mérés részkisülés térképe U_n feszültségen „A”-”B” irány

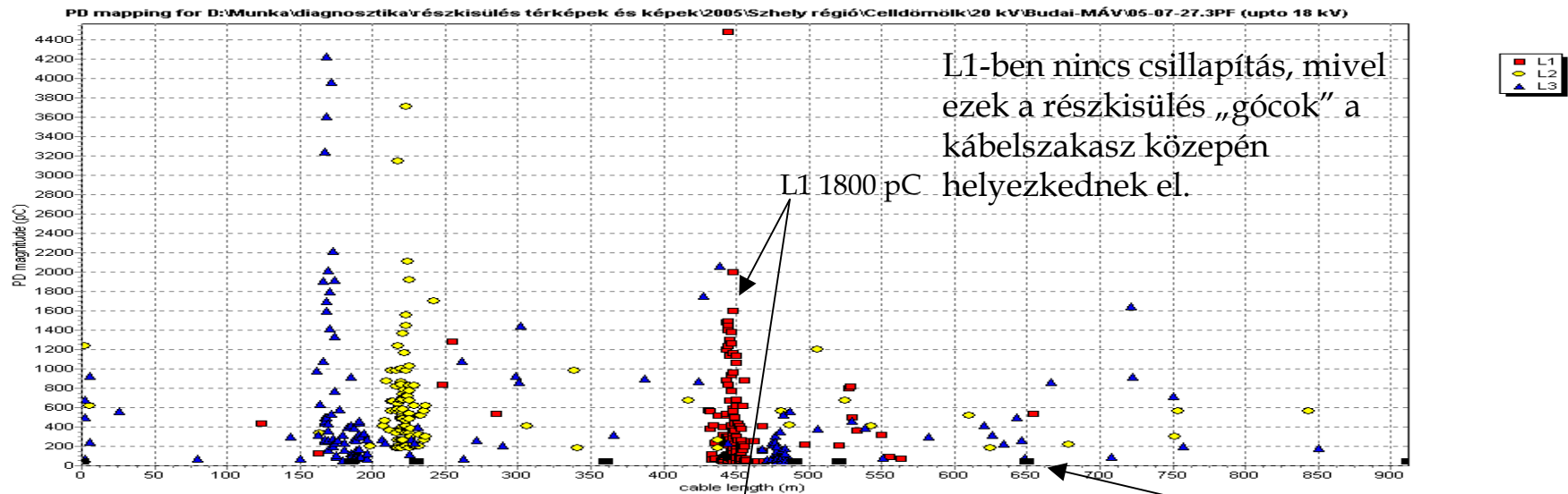


A 2005.07.27-i mérés részkisülés térképe U_0 feszültségen „B”-”A” irány tükörképe

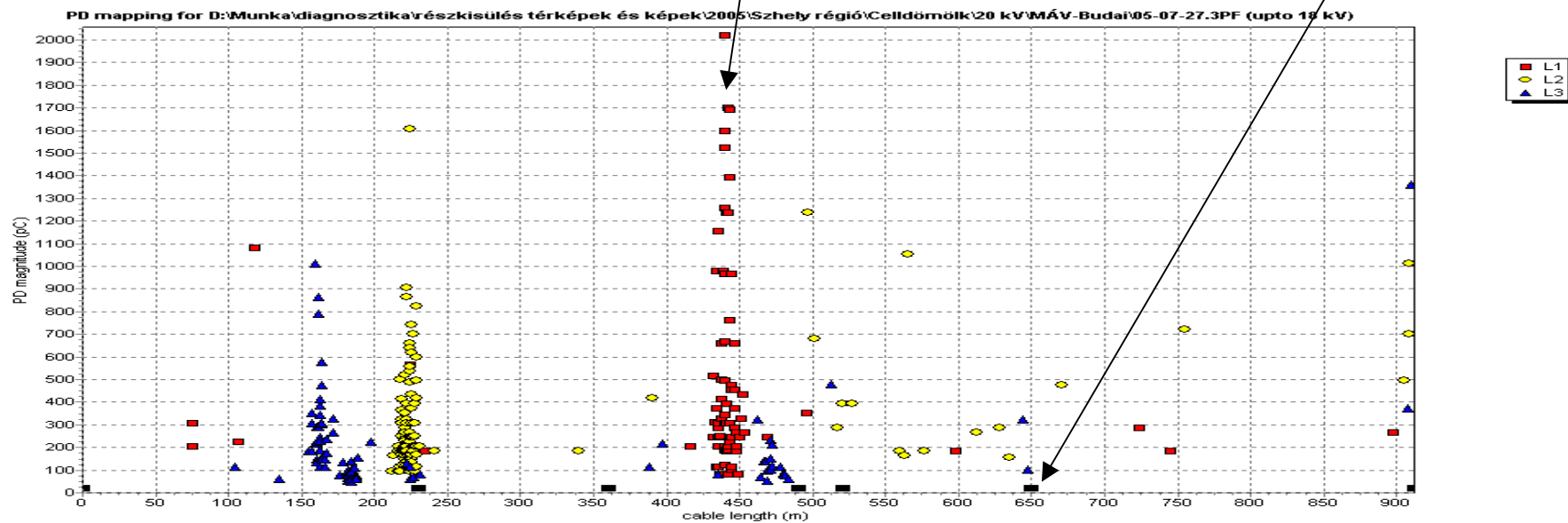


XLPE/PILC szigetelésű kábel több „helyi hibával”

A 2005.07.27-i mérés részkisülés térképe U_n feszültségen „A”-”B” irány

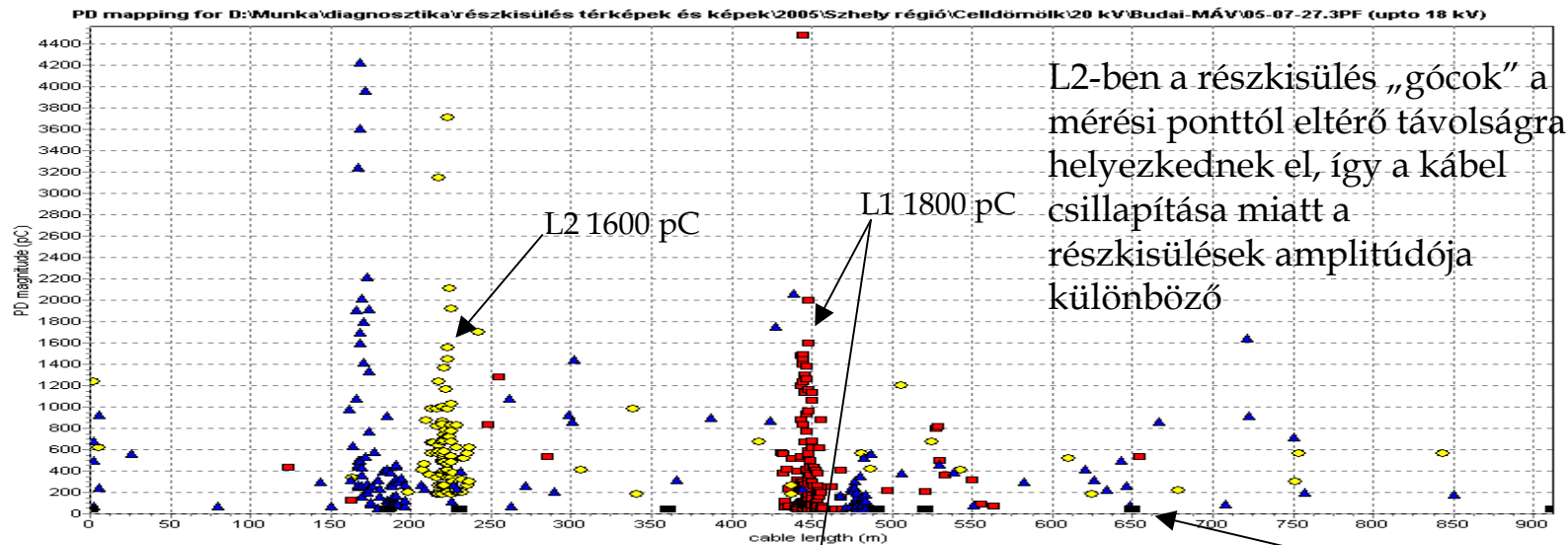


A 2005.07.27-i mérés részkisülés térképe U_0 feszültségen „B”-”A” irány tükörképe



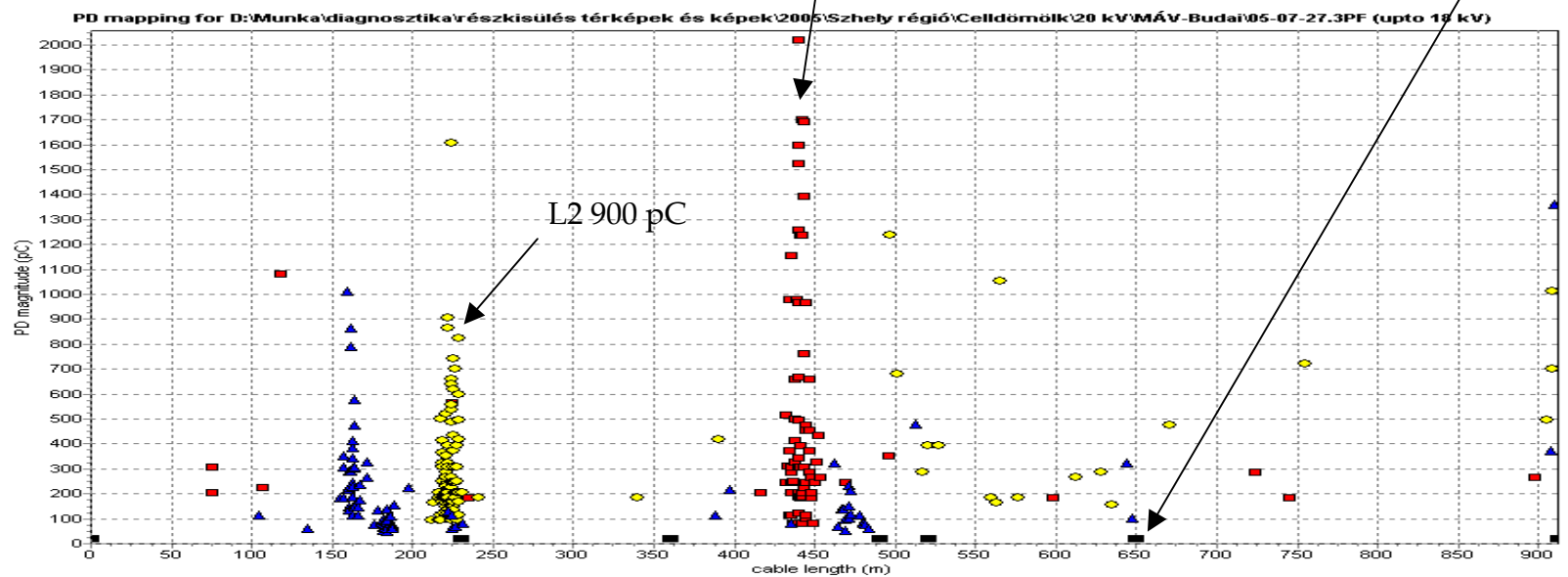
XLPE/PILC szigetelésű kábel több „helyi hibával”

A 2005.07.27-i mérés részkisülés térképe U_0 feszültségen „A”-”B” irány



L2-ben a részkisülés „gócok” a mérési ponttól eltérő távolságra helyezkednek el, így a kábel csillapítása miatt a részkisülések amplitúdója különböző

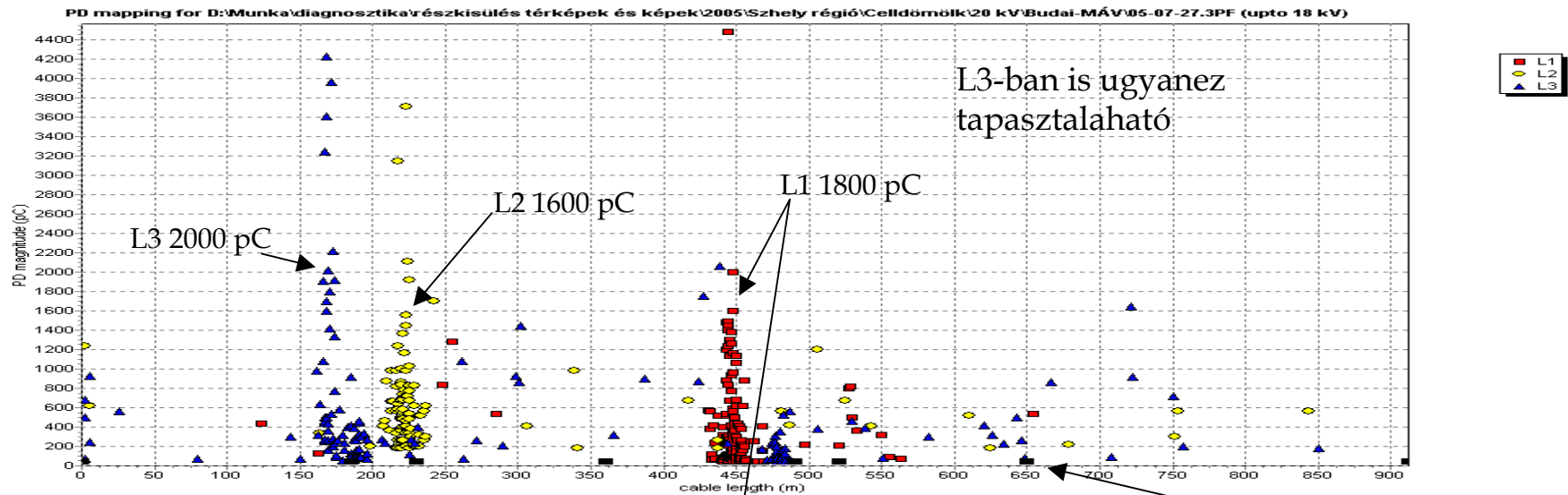
A 2005.07.27-i mérés részkisülés térképe U_0 feszültségen „B”-”A” irány tükörképe



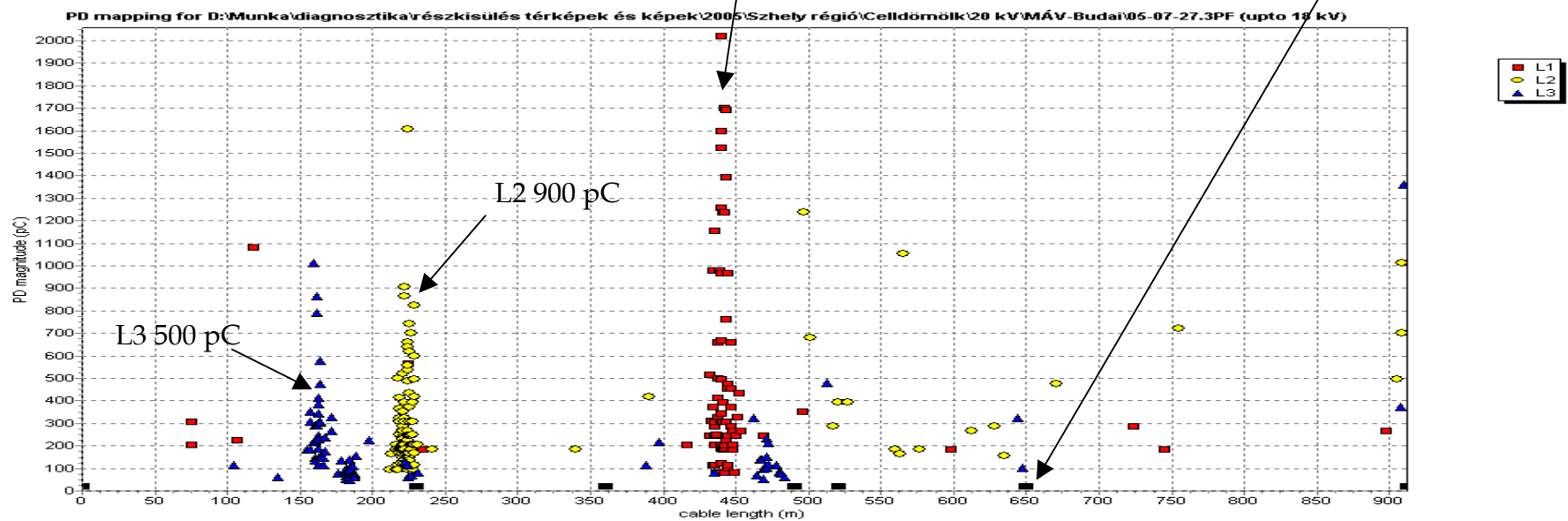
NA2XS(F)2y

XLPE/PILC szigetelésű kábel több „helyi hibával”

A 2005.07.27-i mérés részkisülés térképe U_0 feszültségen „A”-”B” irány



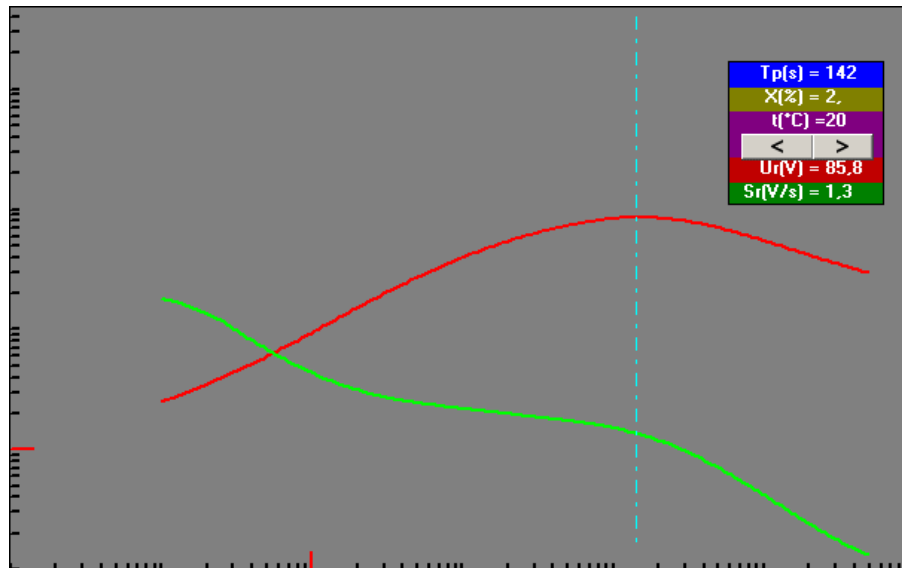
A 2005.07.27-i mérés részkisülés térképe U_0 feszültségen „B”-”A” irány tükörképe



XLPE/PILC szigetelésű kábel több „helyi hibával”

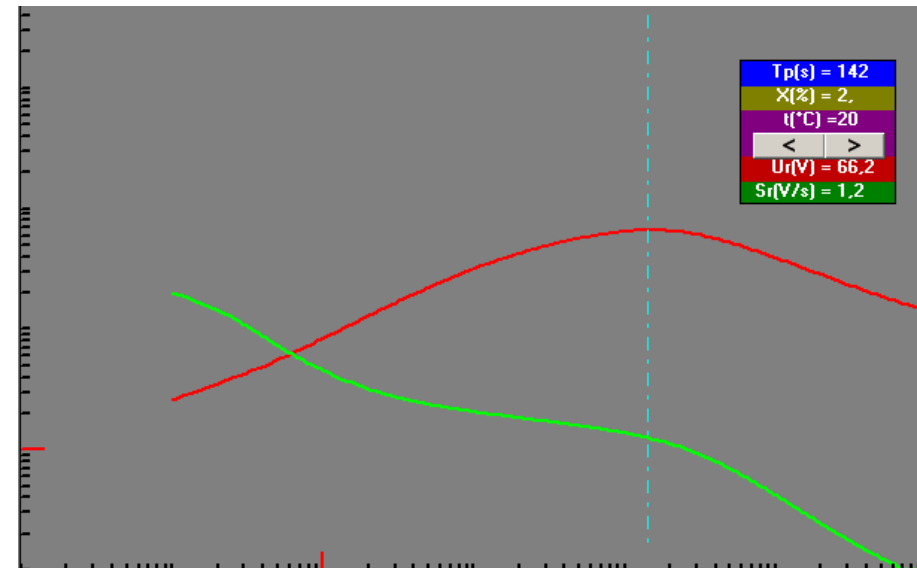
Az összevont RVM mérések visszatérő feszültség, és meredekség görbéi

2003.06.26.



Tp(s)	142
X(%)	2
Ur(V)	85,5
S ₁₀₀	17,74
t (°C)	28

2005.07.27.

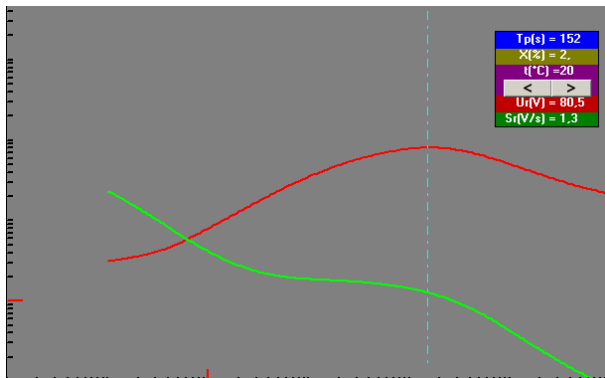


Tp(s)	142
X(%)	2
Ur(V)	66,2
S ₁₀₀	19,8
t (°C)	30

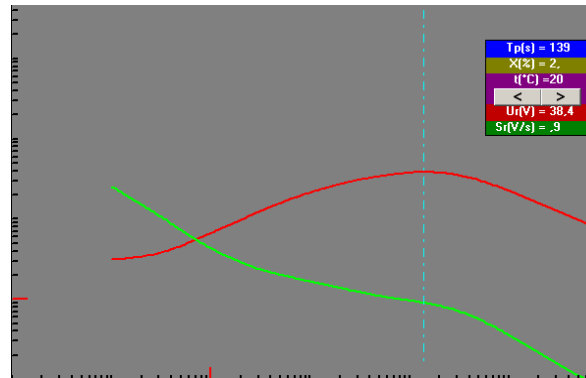
XLPE/PILC szigetelésű kábel több „helyi hibával”

A 2005.07.27-i RVM mérés fázisonkénti visszatérő feszültség, és meredekség görbéi

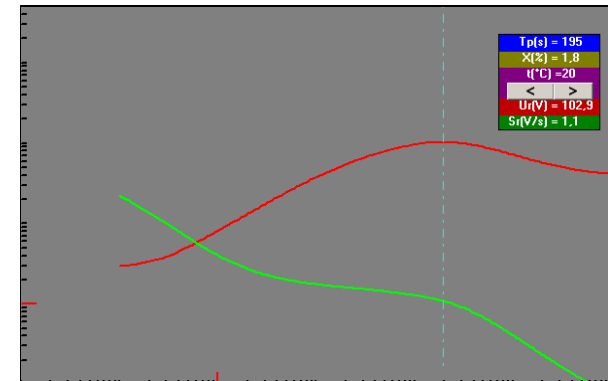
L1 fázis



L2 fázis



L3 fázis



Tp(s)	152
X(%)	2
Ur(V)	80,5
S ₁₀₀	23,32
t (°C)	30

Tp(s)	139
X(%)	2
Ur(V)	38,4
S ₁₀₀	25,32
t (°C)	30

Tp(s)	195
X(%)	1,8
Ur(V)	102,9
S ₁₀₀	22,38
t (°C)	30

XLPE/PILC szigetelésű kábel több „helyi hibával”

Kiegészítő információk

- Ez a kábelszakasz egy szabadvezeték-kábel vegyes hálózat része, aminek következtében végleges kioldás csak az GVA-LVA ciklus után történik, ha a hibát nem múltó jellegű zárlat okozta.
- A kábelszakasz azért lett ismételten kiválasztva, mert az üzemeltető arra hivatkozott, hogy a kábelen többször volt múltó jellegű hiba, vagyis a GVA-LVA ciklus után helyreállt az üzem.
- A kábel 2005. 07. 27. , és 2006. 03. 23. között eltelt 8 hónap alatt nem volt feszültség alá helyezve.
- 2006. 03.23.-án korábbi kábeles üzemzavarok miatt a kábelvonalat be kellett venni az üzembe.
- Kb. 10 perces üzem után átütött, amelynek eredményeképpen a kábelhibahely mérőköcsit a helyszínre hívták.
- Először 36 kV-tal 0,1Hz-en (fázis-föld között) 15 percig feszültségpróbazták eredménytelenül.
- Ezt követően 36 kV egyenfeszültséget kapcsoltak rá, melynek eredményeképpen kb. 5 perc után a kábel L2 fázisa átütött, az „A” ponttól 520 méterre lévő összekötőben.

XLPE/PILC szigetelésű kábel több „helyi hibával”

Képek a meghibásodott „malacról”

A meghibásodott „malac” a kábelárókban, kiemelés előtt,



...majd kiemelve a kábelárókból.

XLPE/PILC szigetelésű kábel több „helyi hibával”

Megállapítások

- A két mérés között eltelt időszak alatt az olaj-papíros szigetelő általános állapota számottevően nem változott, a részleges kisülések, azonban koncentrikusan több ponton jelentős mértékben előjöttek.
- Az RVM mérés eredményeit összevetve a szigetelési ellenállás értékeivel, várható volt, hogy a kábel a feszültségpróba során L2-ben fog átütni.
- A domináns időállandó $T_p(s)=142$ értéke, valamint az ahhoz tartozó 2%-os nedvességtartalom, és az átütési nehézségek alapján elmondható, hogy az összekötő még nem volt „üzemzavarveszélyes” állapotban.
- a részleges kisülés mérést mindkét oldalról elvégezve, és a térképeket elemezve elmondható, hogy az OWTS módszer alkalmas a rész kisülések geometriai elhelyezkedésének lokalizálására.

XLPE/PILC szigetelésű kábel több „helyi hibával”

Szigetelési ellenállás mérés adatai

Fázis	03'06.26.	05' 07.27.	06'04.13.
L1	2700 MΩ	670 MΩ	1820 MΩ
L2	247 MΩ	200 MΩ	4780MΩ
L3	1830 MΩ	1950 MΩ	4300 MΩ
t	28 °C	30 °C	10 °C

- A szigetelési ellenállás határértéke *műanyag* szigetelésű kábelek esetén $100 \text{ M}\Omega \cdot \text{km}$.

- A kábelszakasz számított szigetelési ellenállása $R_{\text{szig}} = 110 \text{ M}\Omega$.

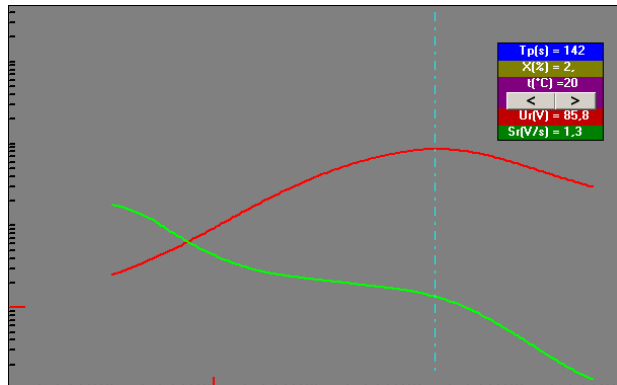
A mérési eredményeket elemezve, mindhárom fázisban a szigetelési ellenállás értéke jóval meghaladja a szabvány által előírt minimálisan elvárt értéket.

- Ennek elsősorban az a *jelentős hőmérséklet különbség* az oka.

XLPE/PILC szigetelésű kábel több „helyi hibával”

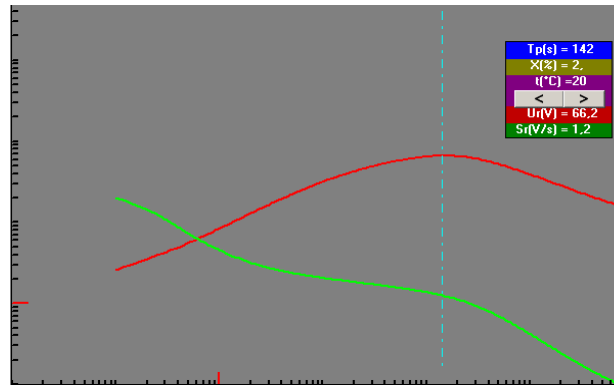
Az összevont RVM görbék, visszatérő feszültség, és meredekség görbéi

03' 06.26.



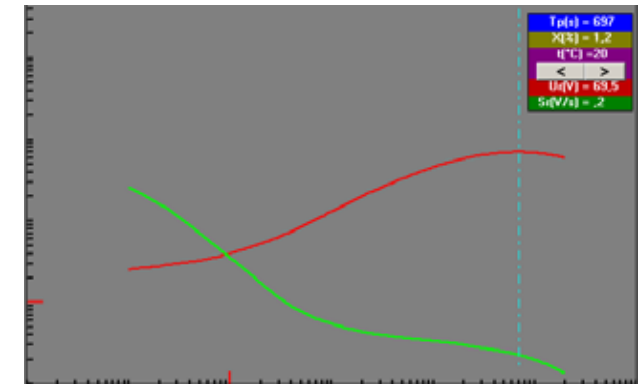
Tp(s)	142
X(%)	2
Ur(V)	85,2
S ₁₀₀	17,74
t (°C)	28

'05 07.27.



Tp(s)	142
X(%)	2
Ur(V)	66,2
S ₁₀₀	19,8
t (°C)	30

'06 04.13.

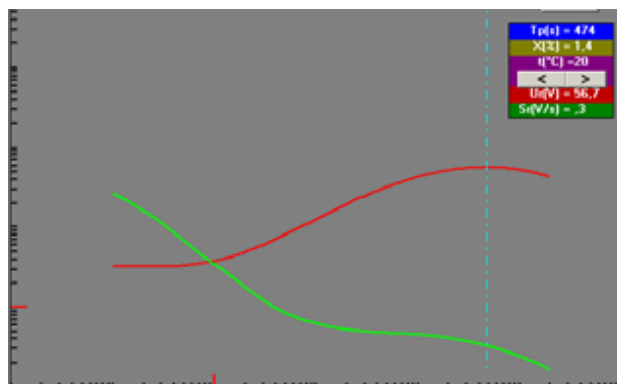


Tp(s)	697
X(%)	1,2
Ur(V)	69,5
S ₁₀₀	25,99
t (°C)	10

XLPE/PILC szigetelésű kábel több „helyi hibával”

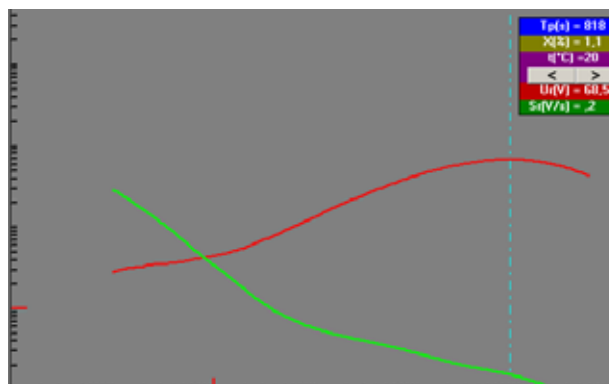
A 2006.04.13-i mérés fázisonkénti RVM visszatérő feszültség, és meredekség görbéi

L1



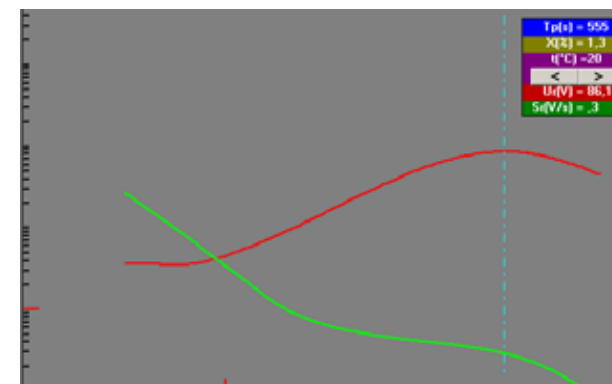
$T_p(s)$	474
$X(\%)$	1,4
$U_r(V)$	56,7
S_{100}	26,58
$t(^{\circ}C)$	10

L2



$T_p(s)$	818
$X(\%)$	1,1
$U_r(V)$	68,5
S_{100}	29,38
$t(^{\circ}C)$	10

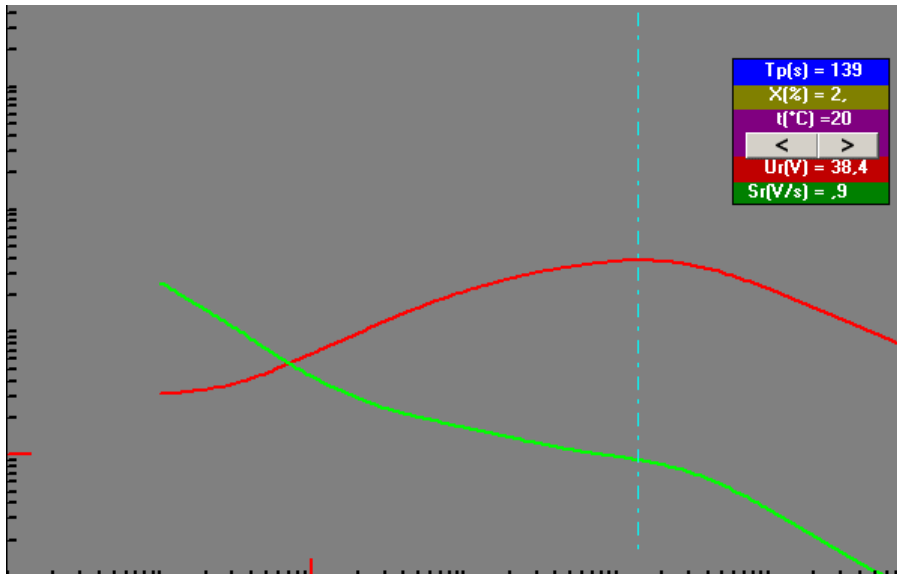
L3



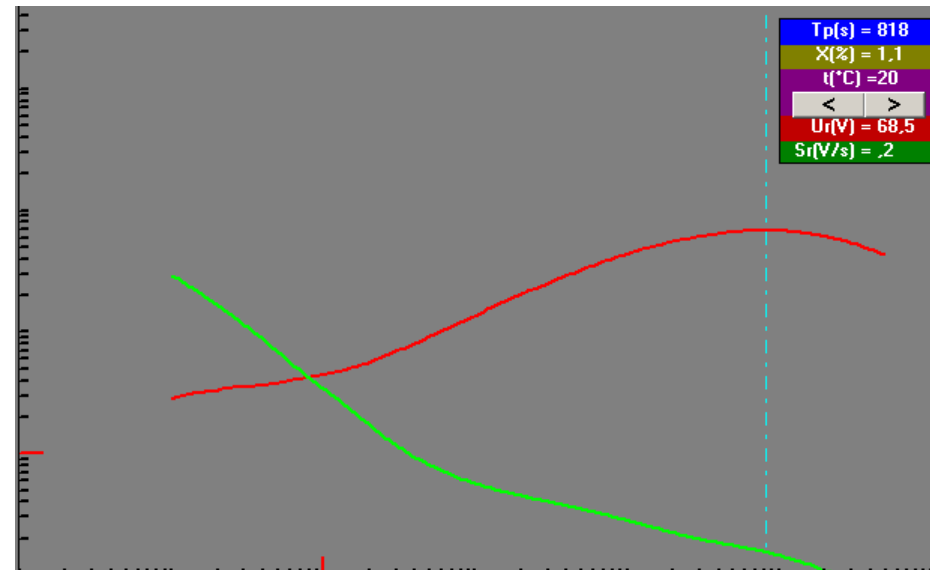
$T_p(s)$	555
$X(\%)$	1,3
$U_r(V)$	86,1
S_{100}	27,43
$t(^{\circ}C)$	10

XLPE/PILC szigetelésű kábel több „helyi hibával”

A 2005.07.27-i, és a 2006.04.13-i mérések L2 fázisban mért RVM visszatérő feszültség, és meredekség görbéi



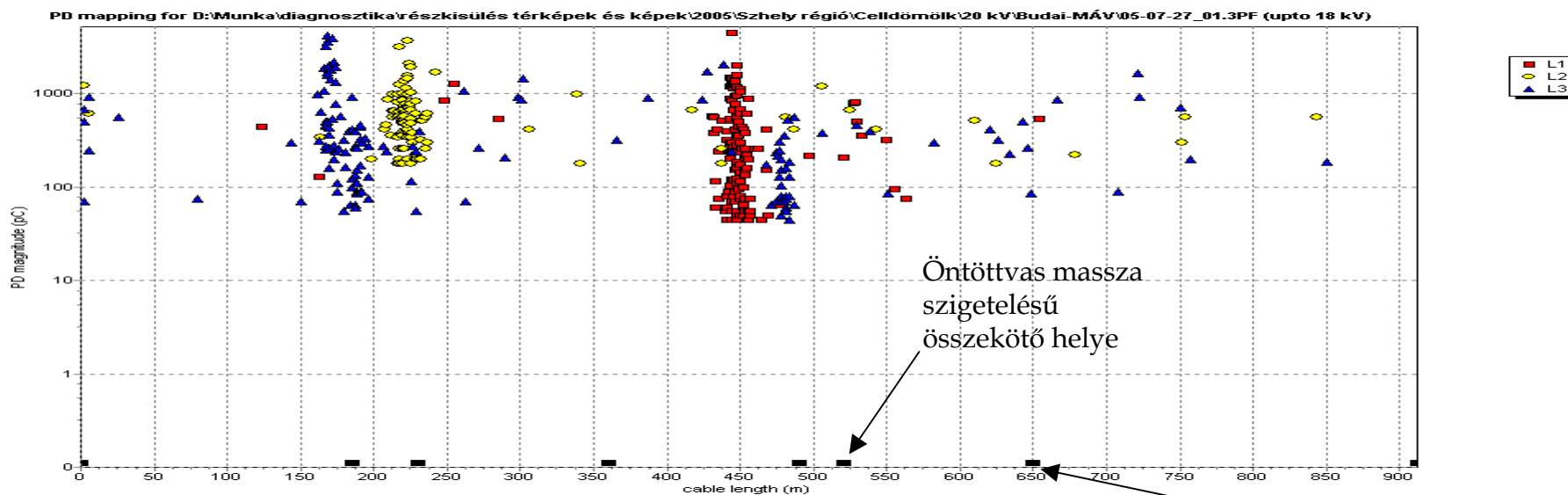
Tp(s)	139
X(%)	2
Ur(V)	38,4
S ₁₀₀	25,32
t (°C)	30



Tp(s)	818
X(%)	1,1
Ur(V)	68,5
S ₁₀₀	29,38
t (°C)	10

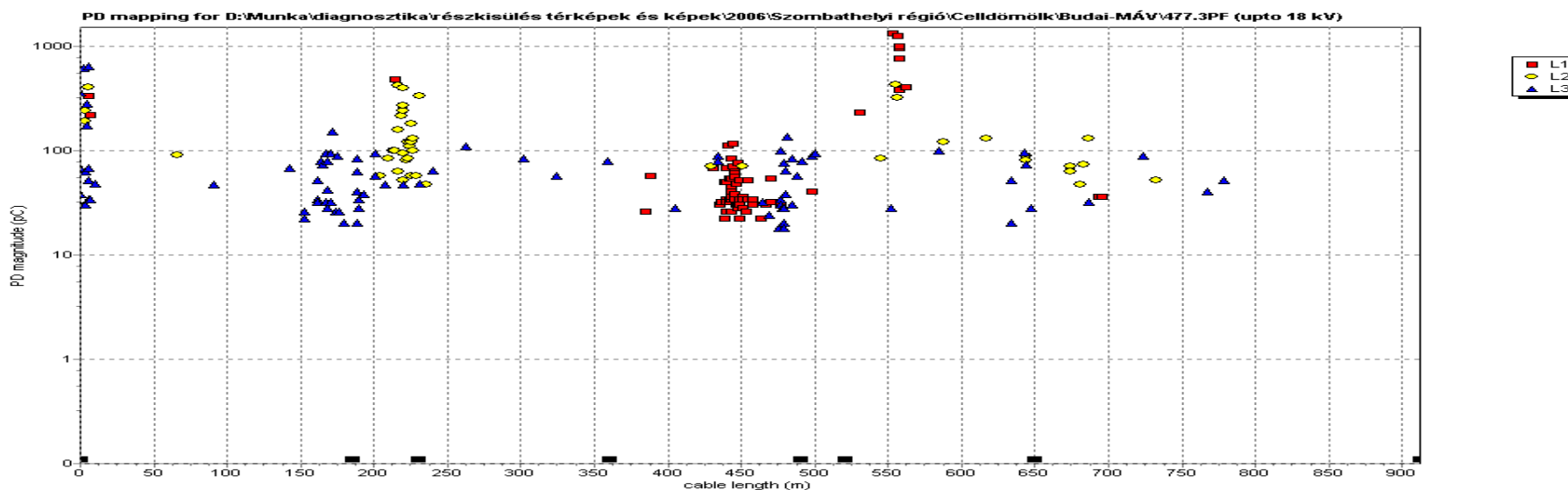
XLPE/PILC szigetelésű kábel több „helyi hibával”

A 2005.07.27-i mérés részkisülés térképe II. feszültségen „A”-”B” irány



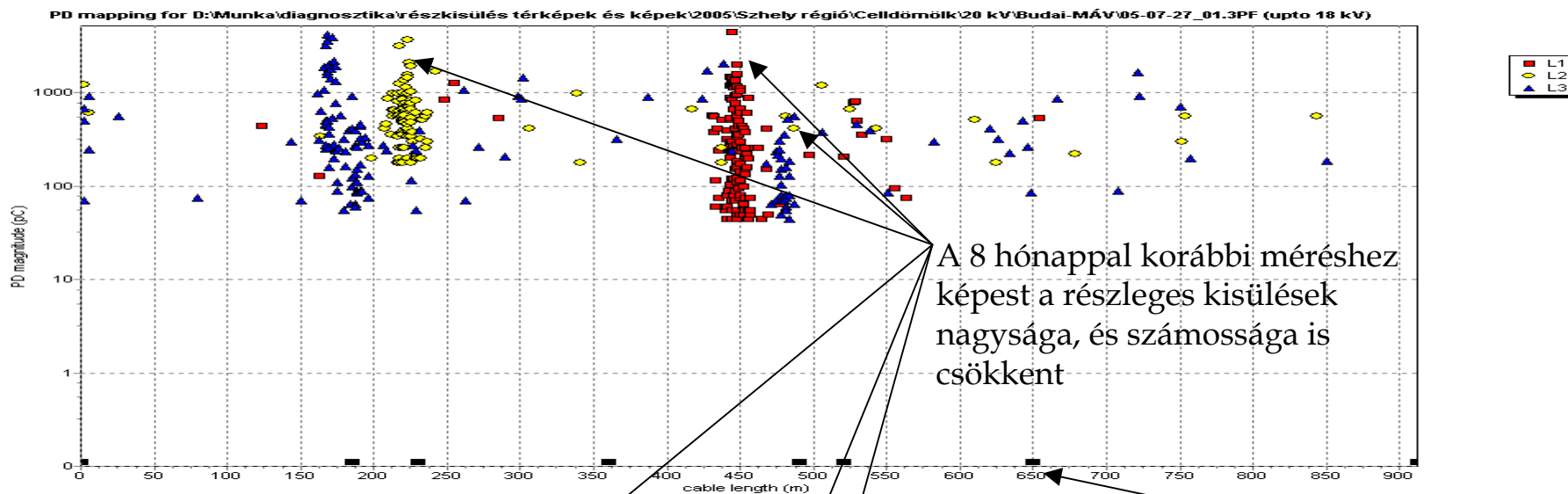
A 2006.04.13-i mérés részkisülés térképe U₀ feszültségen „A”-”B” irány

NA2XS(F)2y

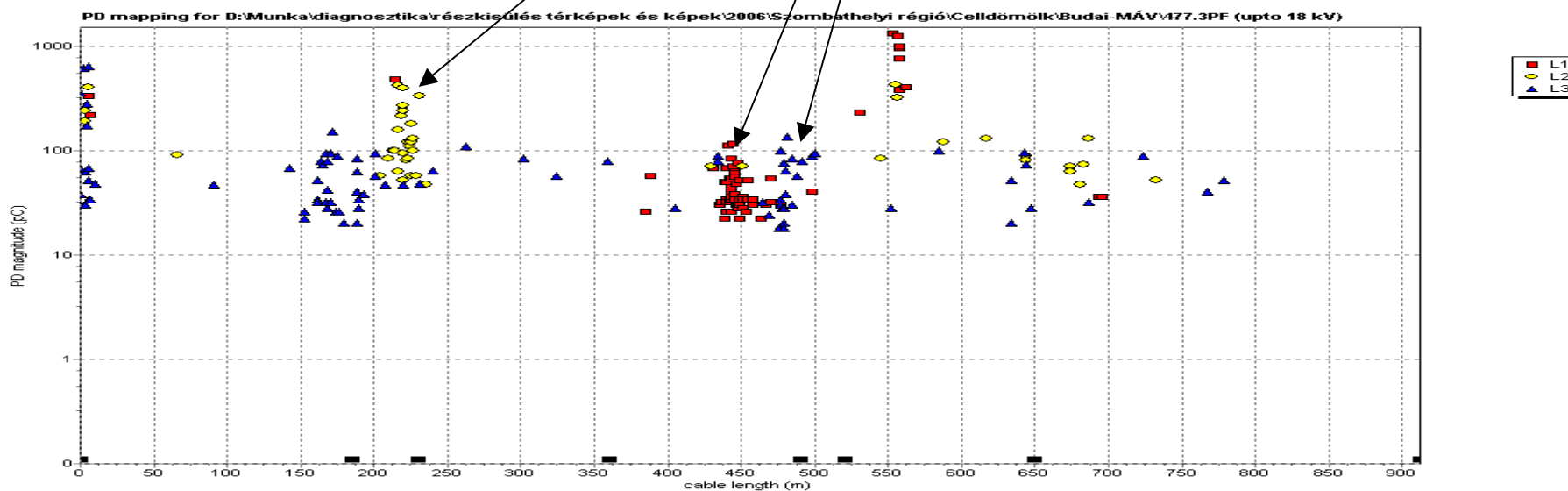


XLPE/PILC szigetelésű kábel több „helyi hibával”

A 2005.07.27-i mérés részkisülés térképe II. feszültségen „A”-”B” irány



A 2006.04.13-i mérés részkisülés térképe U₀ feszültségen „A”-”B” irány



XLPE/PILC szigetelésű kábel több „helyi hibával”

Mérések összegzése

- A mérési sorozat alapján megállapítható, hogy az öntöttvas massa szigetelésű összekötő eltávolításával nem változott jelentősen a kábel általános szigetelési állapota.
- A domináns időállandó magasabb értéke a nagy hőmérséklet különbségből adódott.
- A részkisülés mérés eredménye azt mutatja, hogy nem sikerült eltávolítani egyetlen „részkisülés göcot” sem a kábelvonal javítása során.
- Összességében elmondható, hogy az olaj-papíros szigetelési állapota jó. A jelenlegi terhelési viszonyok mellett még sokáig biztonságosan üzemeltethető lenne, ha a részkisülés „gócokat” feltárnák és eltávolítanák.
- A diagnosztikai vizsgálat eredményei alapján elmondható, hogy érdemes mérlegelni a kábelszakasz olaj-papíros részének teljes kiváltása helyett, annak javítását. Ez alapján jelentős beruházási költség takarítható meg.

PE/PILC szigetelésű kábel halmozott problémával; XLPE szigetelésű kábel „helyi hibával”

kábel adatai

- Mérés dátum(ok) (év, hó, nap): '03.09.23.; '05.06.14., '05.06.24.
- Üzemi feszültség: 10 kV
- Kábelszakasz általános típusa: PE, PILC, THPE; SZAQKrKVM SZAPKMVB; NA2XS(F)2y
- Végelzáró típusa „A” oldali tr. állomás felől :RAYCHEM olajtartályos, Schrack
- Végelzáró típusa „B” oldali tr. állomás felől : RAYCHEM olajtartályos, Schrack
- Kábelszakasz hossza: 370 m

PE/PILC szigetelésű kábel halmozott problémával

Szigetelési ellenállás mérés adatai

Fázis	03'09.23.	05' 06.14.
L1	260 MΩ	230 MΩ
L2	270 MΩ	270 MΩ
L3	350 MΩ	320 MΩ
t	17 °C	25 °C

A szigetelési ellenállás határértéke olaj-papíros szigetelésű kábelek esetén **100 MΩ*km**.

A kábelszakasz számított szigetelési ellenállása
R_{szig} = 270 MΩ

A szigetelési ellenállás értékei már az **első mérés során kritikusnak bizonyultak L1, L2-ben**. A két mérés között eltelt időszakban **számottevő romlás nem volt tapasztalható**.

PE/PILC szigetelésű kábel halmozott problémával

Részleges kisülés mérés adatai

		<i>L1</i>		<i>L2</i>		<i>L3</i>	
<i>Mérés dátuma</i>		03'09.23.	05'06.14.	03'09.23.	05'06.14.	03'09.23.	05'06.14.
<i>Háttérzaj (pC)</i>		200	135	180	128	200	145
<i>U_{be csúcs} (kV)</i>		8	7	8	8	7	7
<i>Részleges</i>	U ₀	5800	2780	31100	16200	5150	1150
<i>kisülés</i>	1,2 U ₀	32770	18100	32770	25750	32770	10680
<i>(pC)</i>	1,5 U ₀	32770	29480	32770	38600	32770	24850

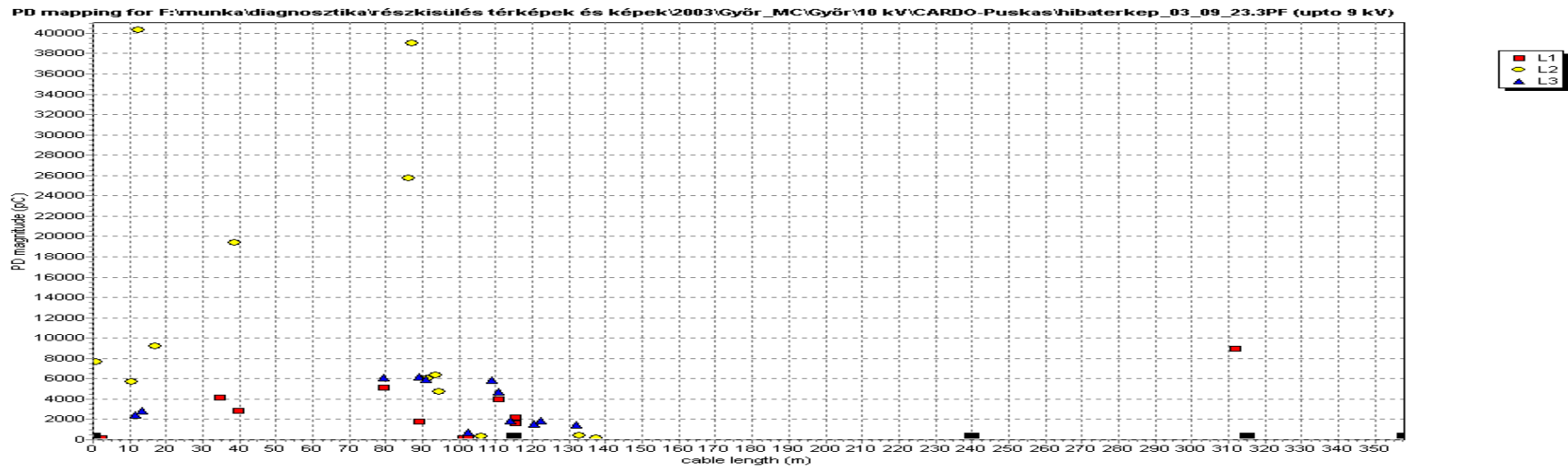
A részleges kisülések begyújtási feszültsége a két mérés között eltelt időszak alatt csak L1-ben csökkent.

A 2005-ben mért **begyújtási feszültségek L2-L3-ban** feltehetően azért **nem csökkentek** a 2003 évi mérésekhez képest , mert **2003-ban egyik oldali csatlakozót sem bontották el** a szakaszolóról, míg **2005-ben a mérés oldali csatlakozó elbontásra került.**

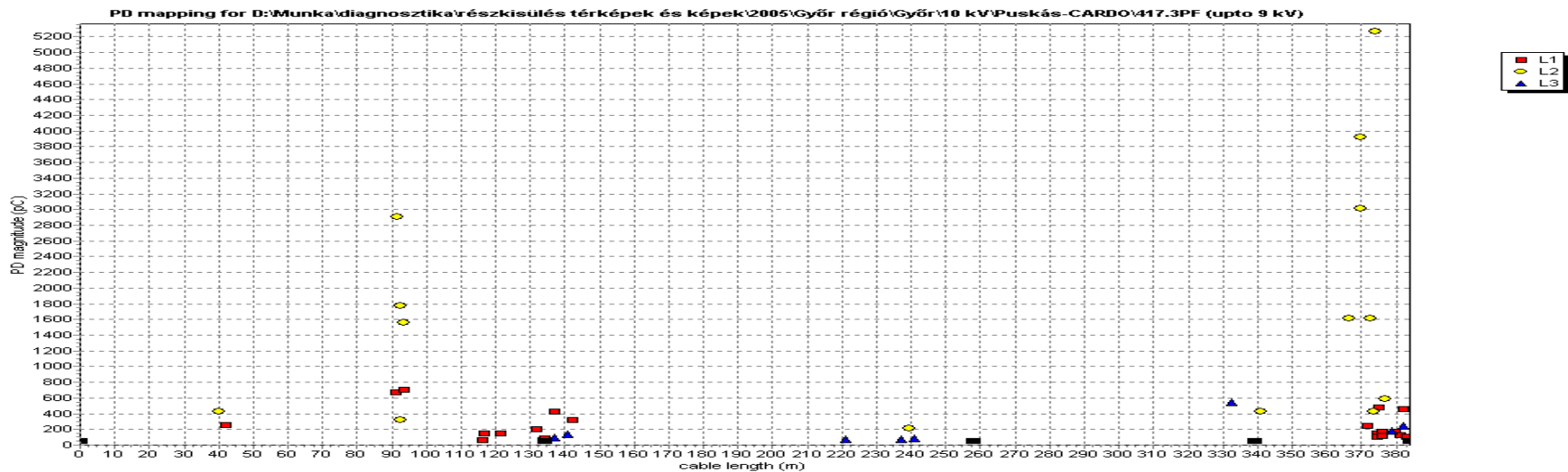
A második mérést részkisülésmentes mérőkábel beiktatásával végeztük, amelynek csillapítása kb. 60 %. A táblázatban az átszámított értékek szerepelnek.

PE/PILC szigetelésű kábel halmozott problémával

A 2003.09.23-i mérés részkisülés térképe U_0 feszültségen „A”-”B” irány



A 2005.06.14-i mérés részkisülés térképe U_0 feszültségen „B”-”A” irány tükörképe

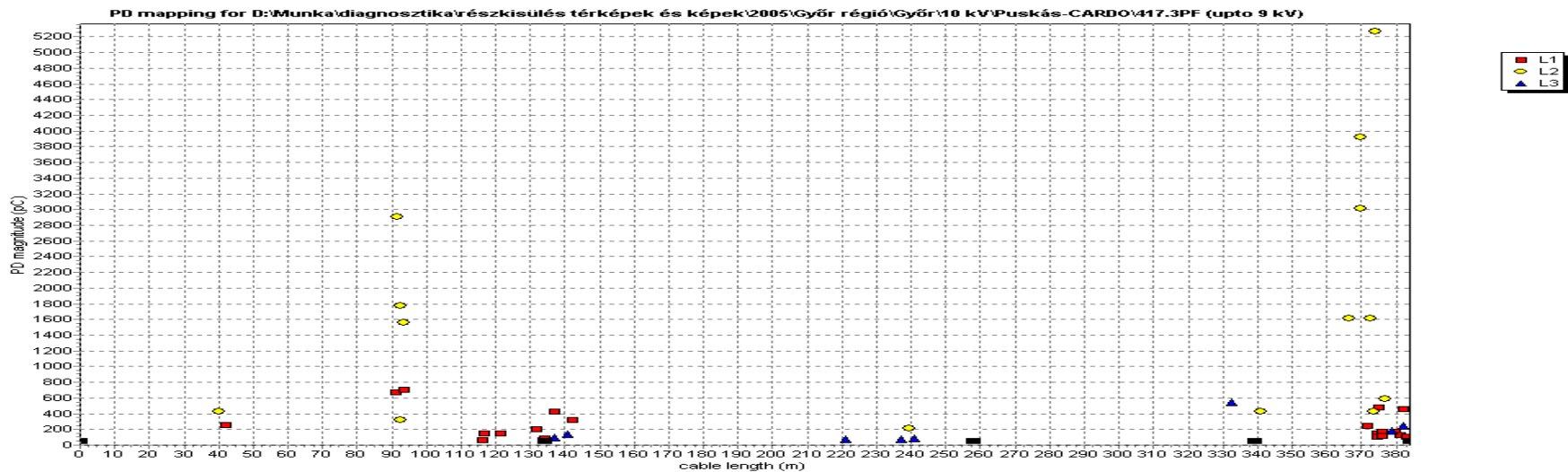


PE/PILC szigetelésű kábel halmozott problémával

A 2003.09.23-i mérés részkisülés térképe U_0 feszültségen „A”-”B” irány

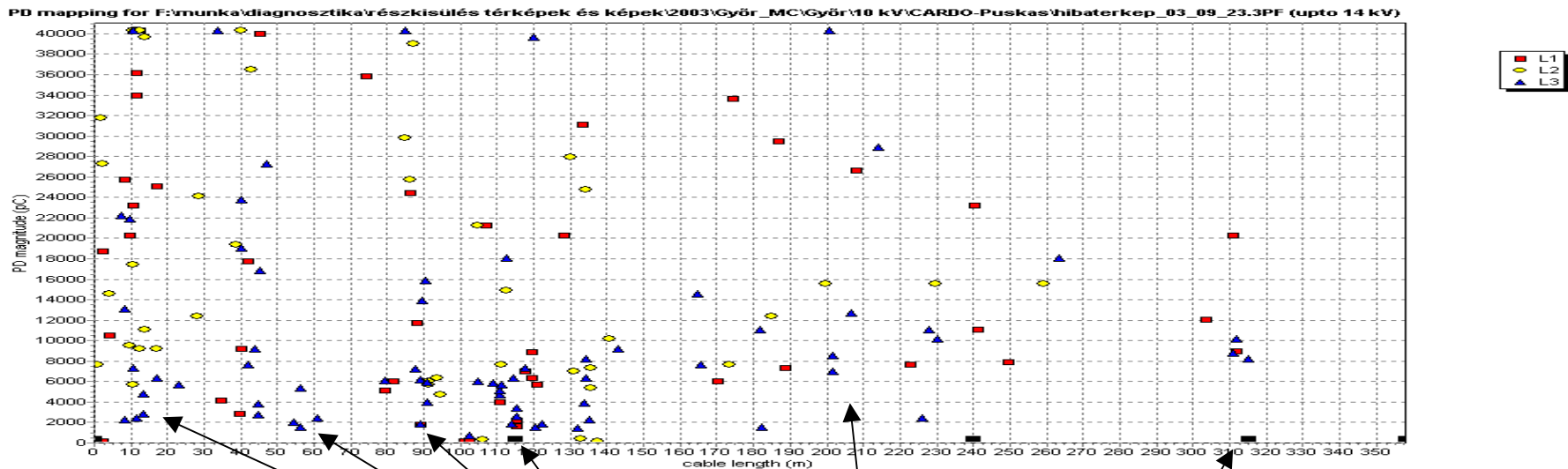


A 2005.06.14-i mérés részkisülés térképe U_0 feszültségen „B”-”A” irány tükörképe

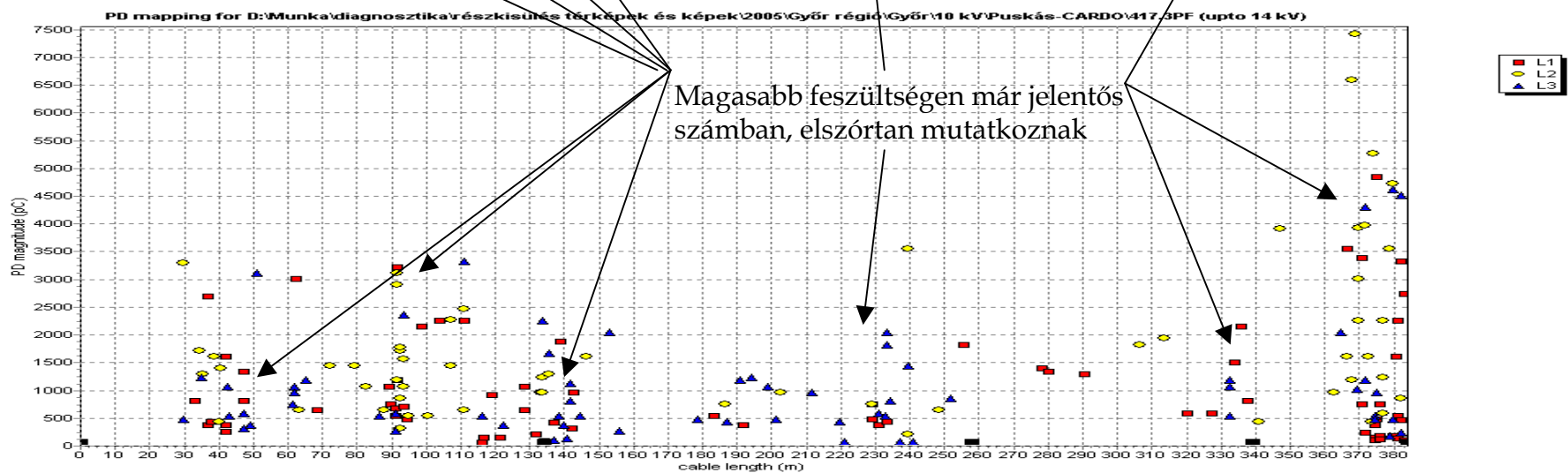


PE/PILC szigetelésű kábel halmozott problémával

A 2003.09.23-i mérés részkisülés térképe 1,5 U₀ feszültségen „A”-”B” irány



A 2005.06.14-i mérés részkisülés térképe 1,5 U₀ feszültségen „B”-”A” irány tükörképe



PE/PILC szigetelésű kábel halmozott problémával

Kiegészítő információk

- A tg δ - 2005-ben $0,5U_0 - 2U_0$ között $60-80 \cdot 10^{-4}$ között változott.
- A szigetelési ellenállás alacsony értéke,
- a részkisülések alacsony U_0 alatti begyújtási feszültsége, és elszórt jellege,
- valamint az 50 Hz-es tg δ $0,5 U_0$ -és $2 U_0$ közötti 31,67 % növekménye alapján,
- a kábelszakaszt cserére javasoltuk.
- A kábelszakasz cseréje 2005 nyarán meg is történt, ugyanazon a nyomvonalon.
- Közvetlenül a csere után ismételten megmértük a kábel villamos jellemzőit, felvéve így a kábel „ujjlenyomatát”.

XLPE szigetelésű kábel „helyi hibával”

Szigetelési ellenállás mérés adatai

Fázis	05'06.24.	06' 04.11.
L1	98 400 MΩ	290 MΩ
L2	130 MΩ	320 MΩ
L3	124 MΩ	470 MΩ
t	28 °C	10°C

- A szigetelési ellenállás határértéke műanyag szigetelésű kábelek esetén **500 MΩ*km** (MSZ 13207).

- A kábelszakasz számított szigetelési ellenállása $R_{szig} = 1300 \text{ M}\Omega$

-a 2005-ben a szigetelési ellenállás mért értékei L2-L3-ban, 2006-ban pedig mindhárom fázisban alacsonyabbak voltak a minimálisan elvárt számított értéktől.

-Ennek okát pontosan nem lehet tudni, mert **egyik mérésnél sem lettek a túloldali kábelsarúk a szigetelő rudakról elbontva.**

XLPE szigetelésű kábel „helyi hibával”

Részleges kisülés mérés adatai

		<i>L1</i>		<i>L2</i>		<i>L3</i>	
<i>Mérés dátuma</i>		'05.06.24.	'06.04.11.	'05.06.24.	'06.04.11.	'05.06.24.	'06.04.11.
<i>Háttérzaj (pC)</i>		200	50	150	40	220	50
<i>U_{be csúcs} (kV)</i>		9	7	8	8	8	7
<i>Részleges kisülés (pC)</i>	U ₀	450	32770	700	260	1120	350
	1,2 U ₀	1670	32770	1440	930	2810	1390
	1,5 U ₀	2300	32770	1880	1270	3060	2250
	2 U ₀	3950	32770	2870	2460	3130	2260

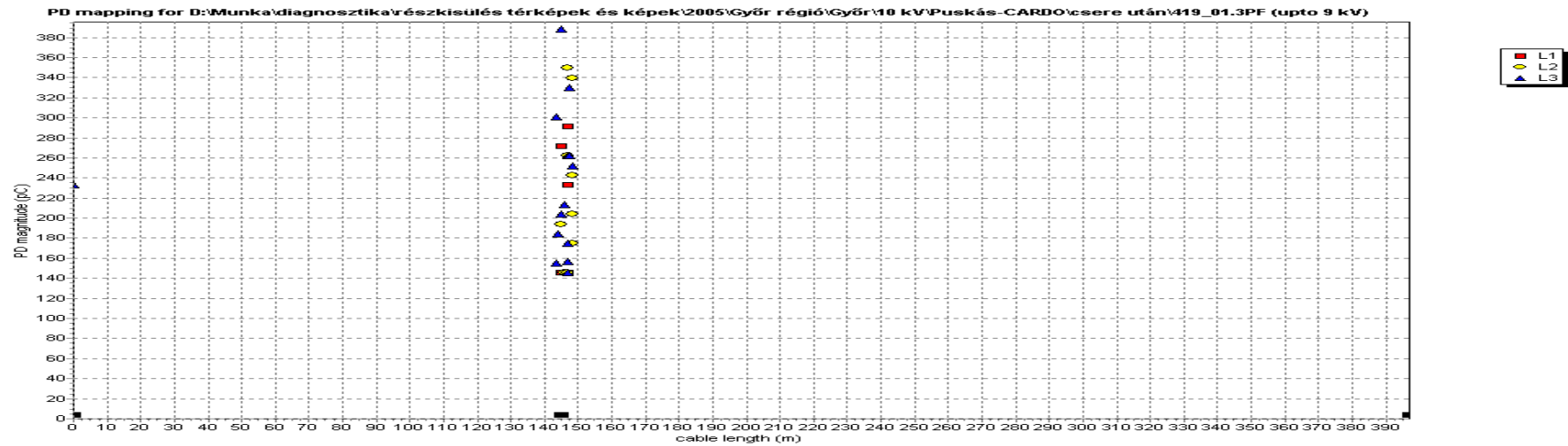
-L1 és L3 fázisban a begyújtási feszültségek csökkentek a két mérés közötti eltelt 9 hónap alatt.

-A második mérést részkisülésmentes mérőkábel beiktatásával végeztük, amelynek csillapítása kb. 60 %. A táblázatban az átszámított értékek szerepelnek.

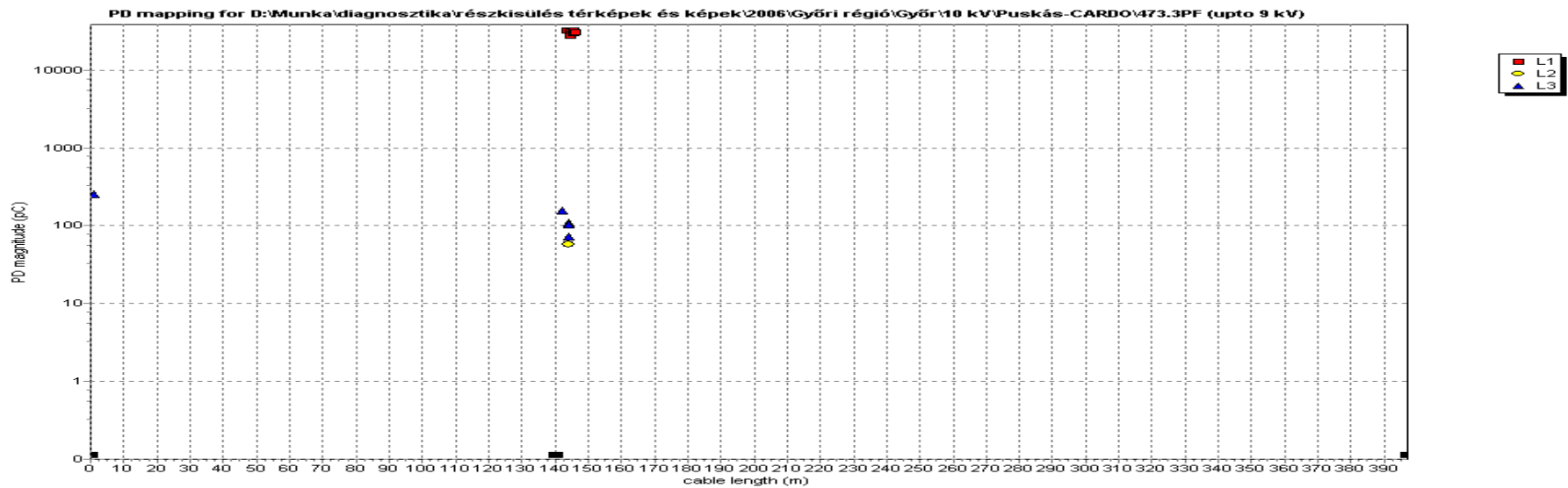
-L3-ban a részleges kisülések értékei „kilógnak” a mérési tartományból.

XLPE szigetelésű kábel „helyi hibával”

A 2005.06.24-i mérés részkisülés térképe U_0 feszültségen

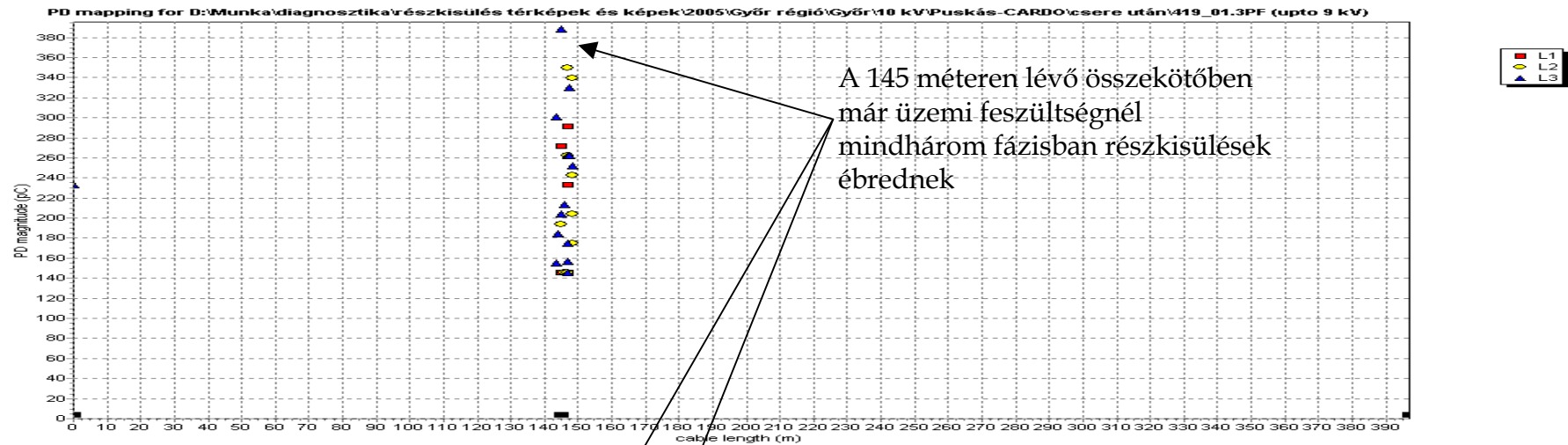


A 2006.04.11-i mérés részkisülés térképe U_0 feszültségen

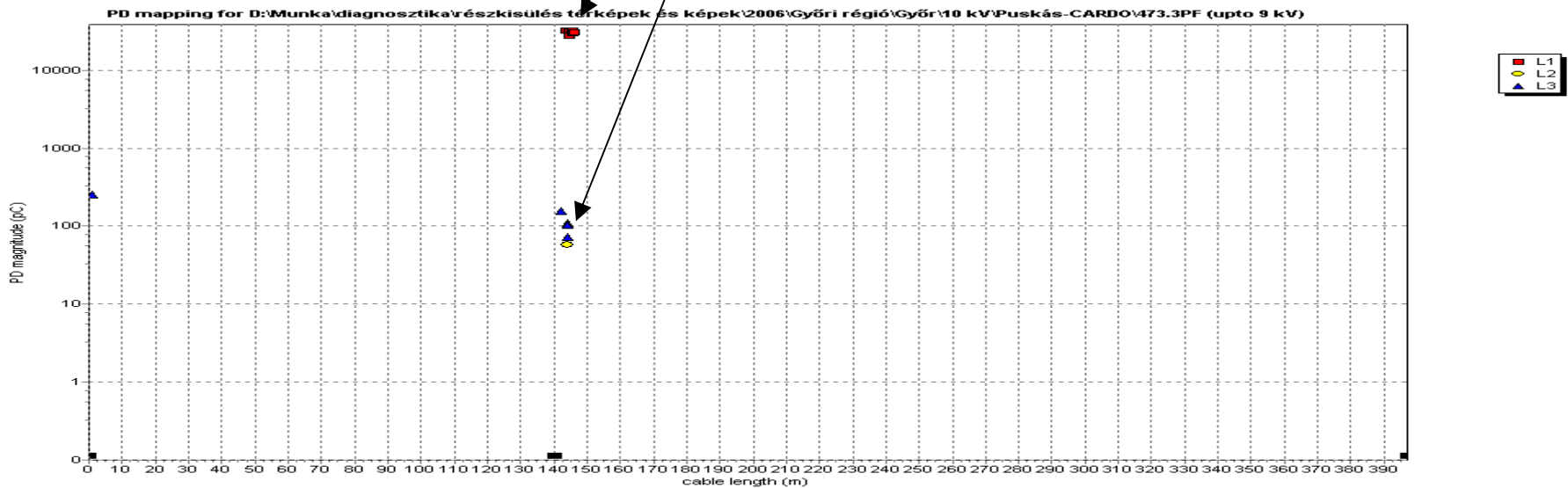


XLPE szigetelésű kábel „helyi hibával”

A 2005.06.24-i mérés részkisülés térképe U_0 feszültségen

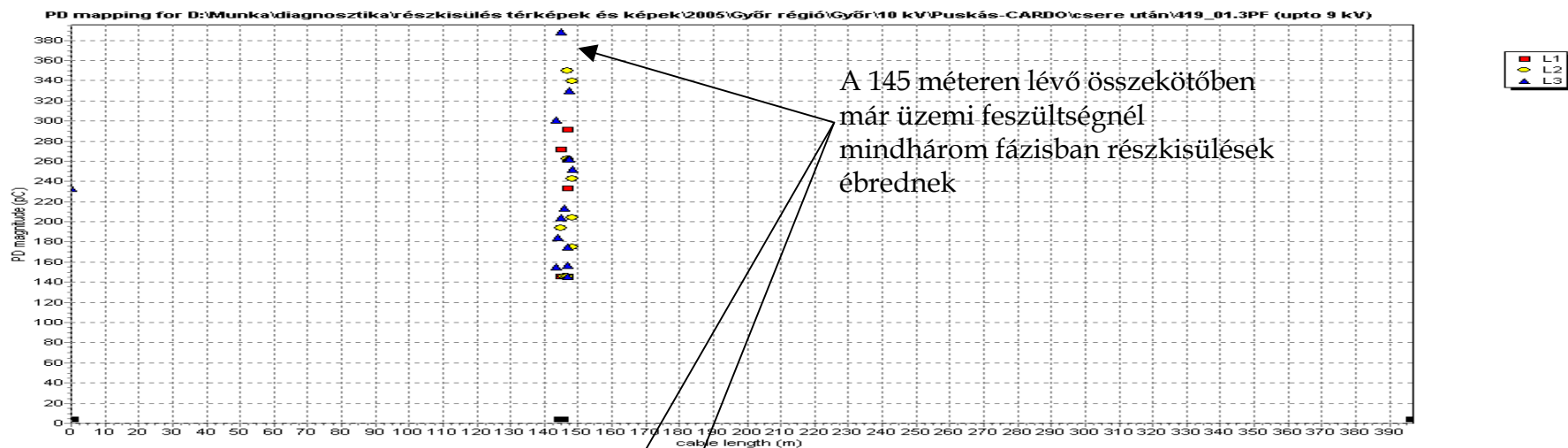


A 2006.04.11-i mérés részkisülés térképe U_0 feszültségen

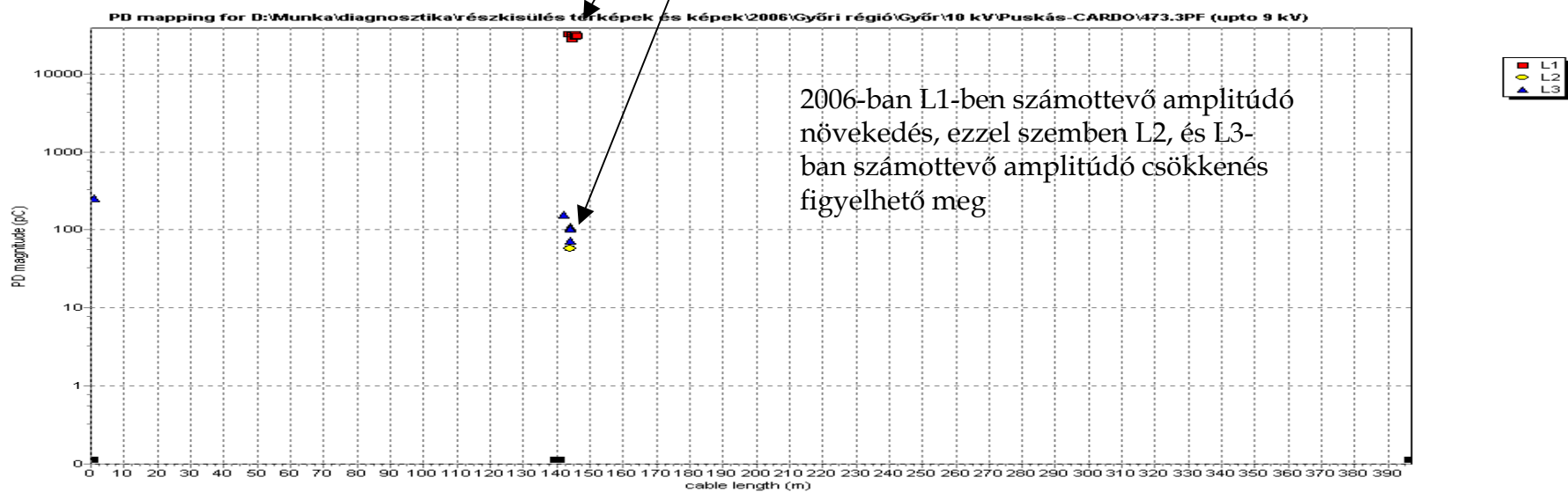


XLPE szigetelésű kábel „helyi hibával”

A 2005.06.24-i mérés részkisülés térképe U_0 feszültségen

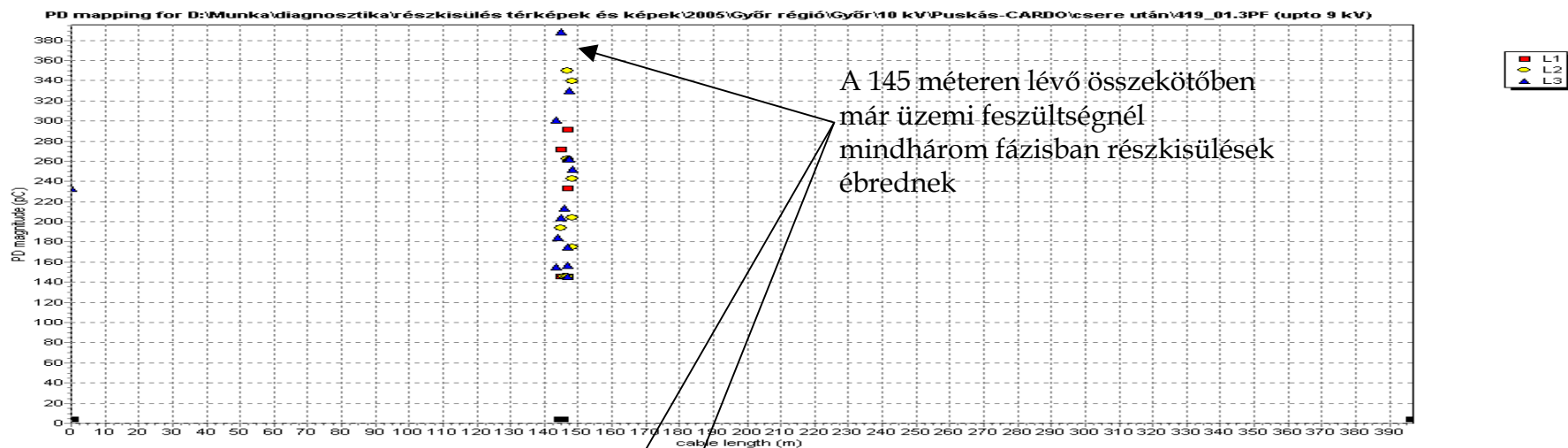


A 2006.04.11-i mérés részkisülés térképe U_0 feszültségen

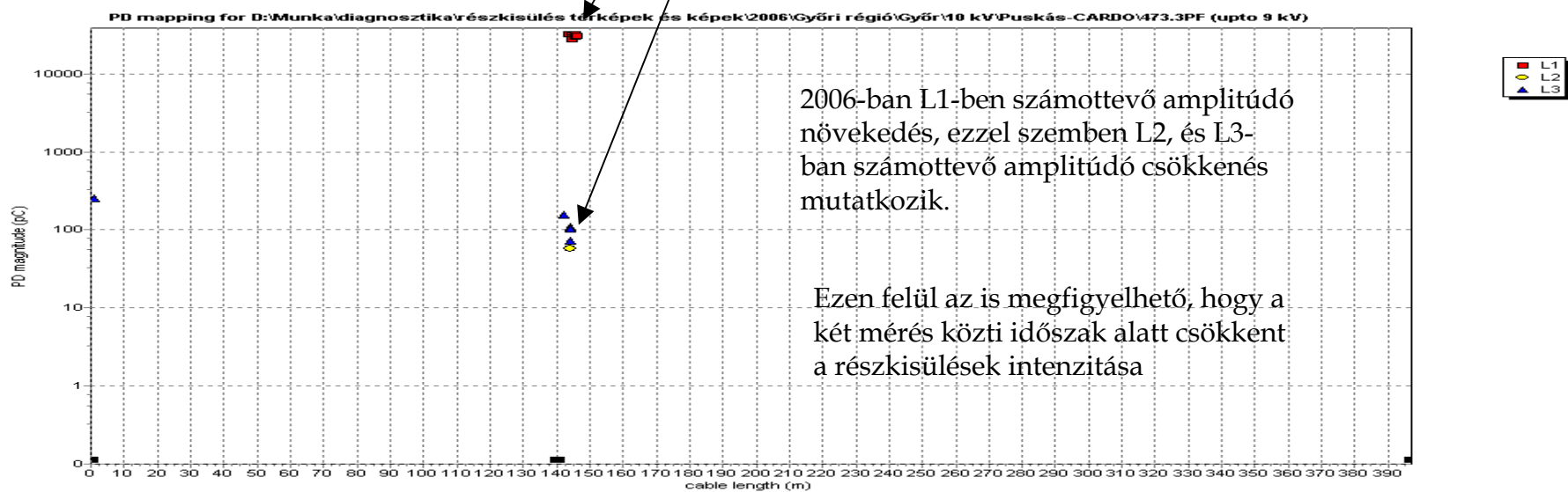


XLPE szigetelésű kábel „helyi hibával”

A 2005.06.24-i mérés részkisülés térképe U_0 feszültségen

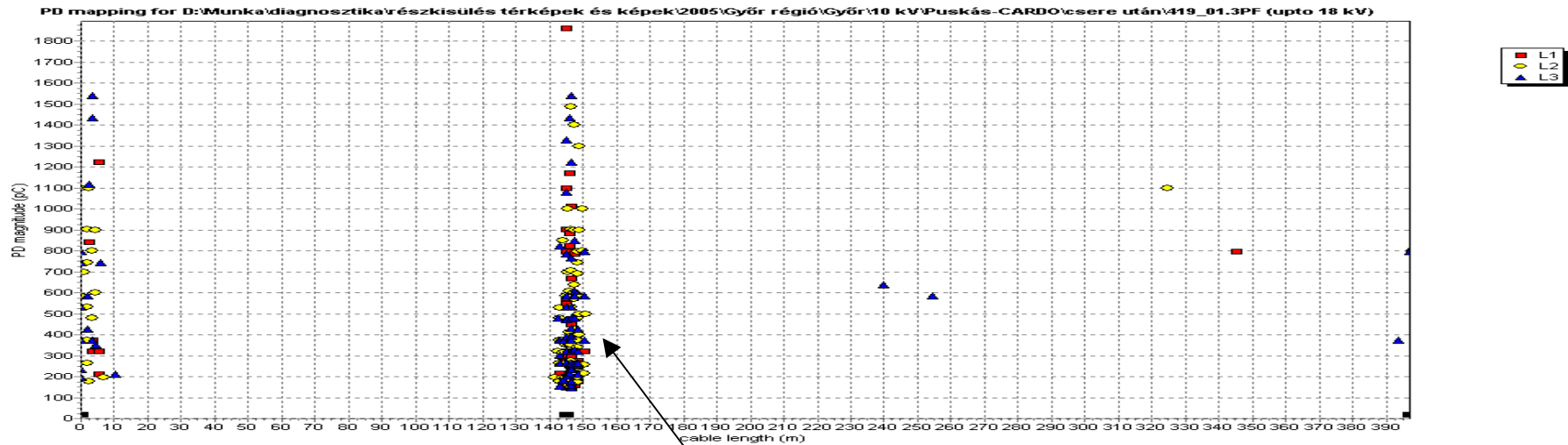


A 2006.04.11-i mérés részkisülés térképe U_0 feszültségen

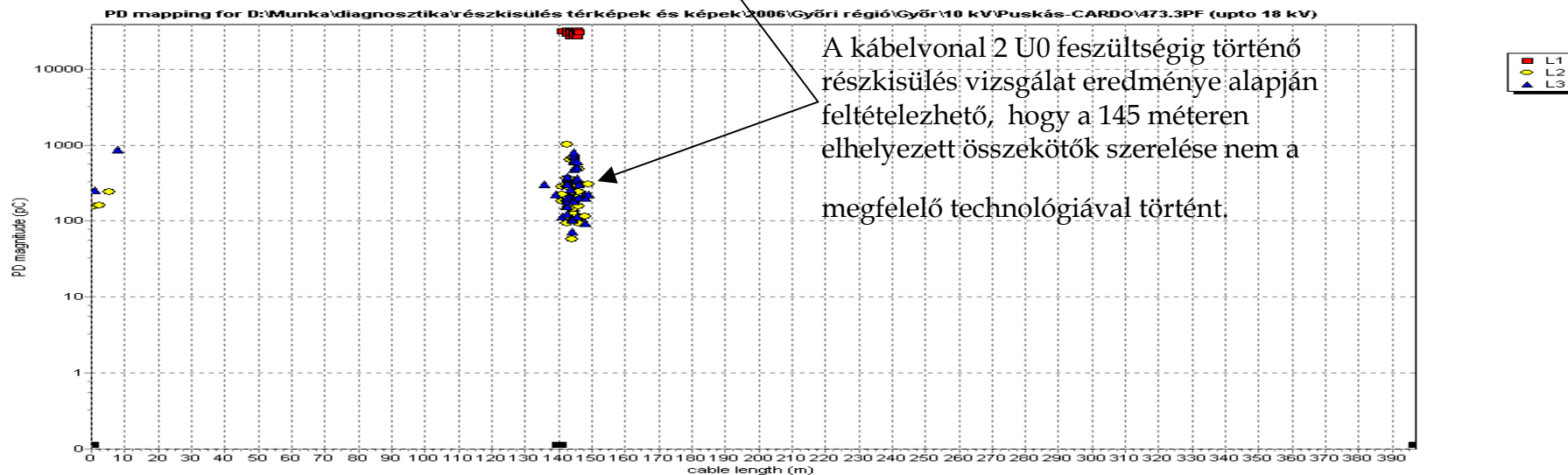


XLPE szigetelésű kábel „helyi hibával”

A 2005.06.24-i mérés részkisülés térképe $2 U_0$ feszültségen



A 2006.04.11-i mérés részkisülés térképe $2 U_0$ feszültségen



XLPE szigetelésű kábel „helyi hibával”

Mérések összegzése

- A különböző diagnosztikai mérési módszerek együttes alkalmazásával, átfogó kép kapható a kábelvonal különböző szigetelési problémáiról.
- Ennek eredményeképpen jelentősen csökkenthető a beruházási döntések kockázata
- A több különböző mérési módszer által eredményezett gyenge szigetelési állapotjellemzők indokoltá tették a kábelvonal cseréjét.
- Az új XLPE kábelek OWTS módszerrel történő részkiadás vizsgálatával azonban egyértelműen kimutathatóak a szerelvények létesítésénél előforduló szerelési problémák.

PE szigetelésű kábel „helyi hibával”

Kábel adatai

- Mérés dátum(ok) (év, hó, nap) '02. 05. 08., '06.04.12.
- Üzemi feszültség: 10 kV
- Kábelszakasz általános típusa: PE, SZAQKrKVM, ROUNDAL
- Végelzáró típusa mérési oldal felőli tr. állomás felől :RAYCHEM meleg zsugor
- Végelzáró típusa: ellentétes oldal felőli tr. állomás felől : RAYCHEM meleg zsugor
- Kábelszakasz hossza: 515 m

PE szigetelésű kábel „helyi hibával”

Szigetelési ellenállás mérés adatai (2002.05.08.)

Fázis	MΩ
L1	76 300
L2	104 000
L3	82 000

A szigetelési ellenállás határértéke *műanyag* szigetelésű kábelek esetén $500 \text{ M}\Omega \cdot \text{km}$.

A kábelszakasz számított szigetelési ellenállása $R_{\text{szig}} = 971 \text{ M}\Omega$.

A mérési eredmények alapján a kábelvonal szigetelési ellenállása mindhárom fázisban jóval nagyobb a számított értéknél.

PE szigetelésű kábel „helyi hibával”

Részkisülés mérés adatai (2002.05.08.)

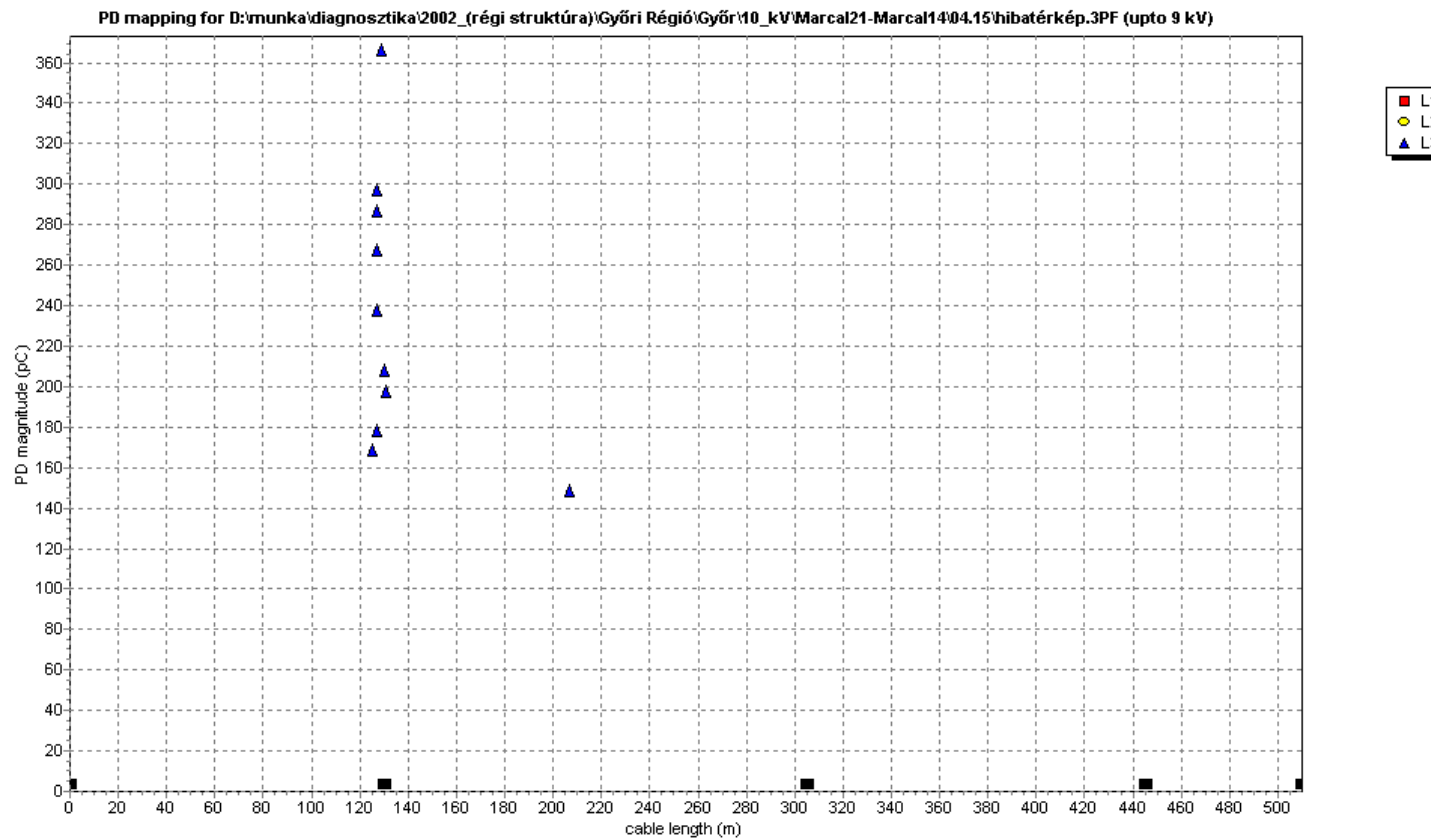
		<i>L1</i>	<i>L2</i>	<i>L3</i>
<i>Háttérzaj (pC)</i>		7	7	9
<i>U_{be csúcs} (kV)</i>		10	10	7
<i>Részleges</i>	U_0	7	12	430
<i>kisülés</i>	$1.5 U_0$	150	200	470
<i>(pC)</i>				

-A részleges kisülések begyújtási feszültsége csak L3 fázisban volt alacsonyabb a névleges üzemi feszültségnél.

- A mérés hordozható OWTS-sel, részkisülésmentes mérőkábel beiktatása nélkül történt, ennek eredményeképpen csillaítással nem kellett számolni.

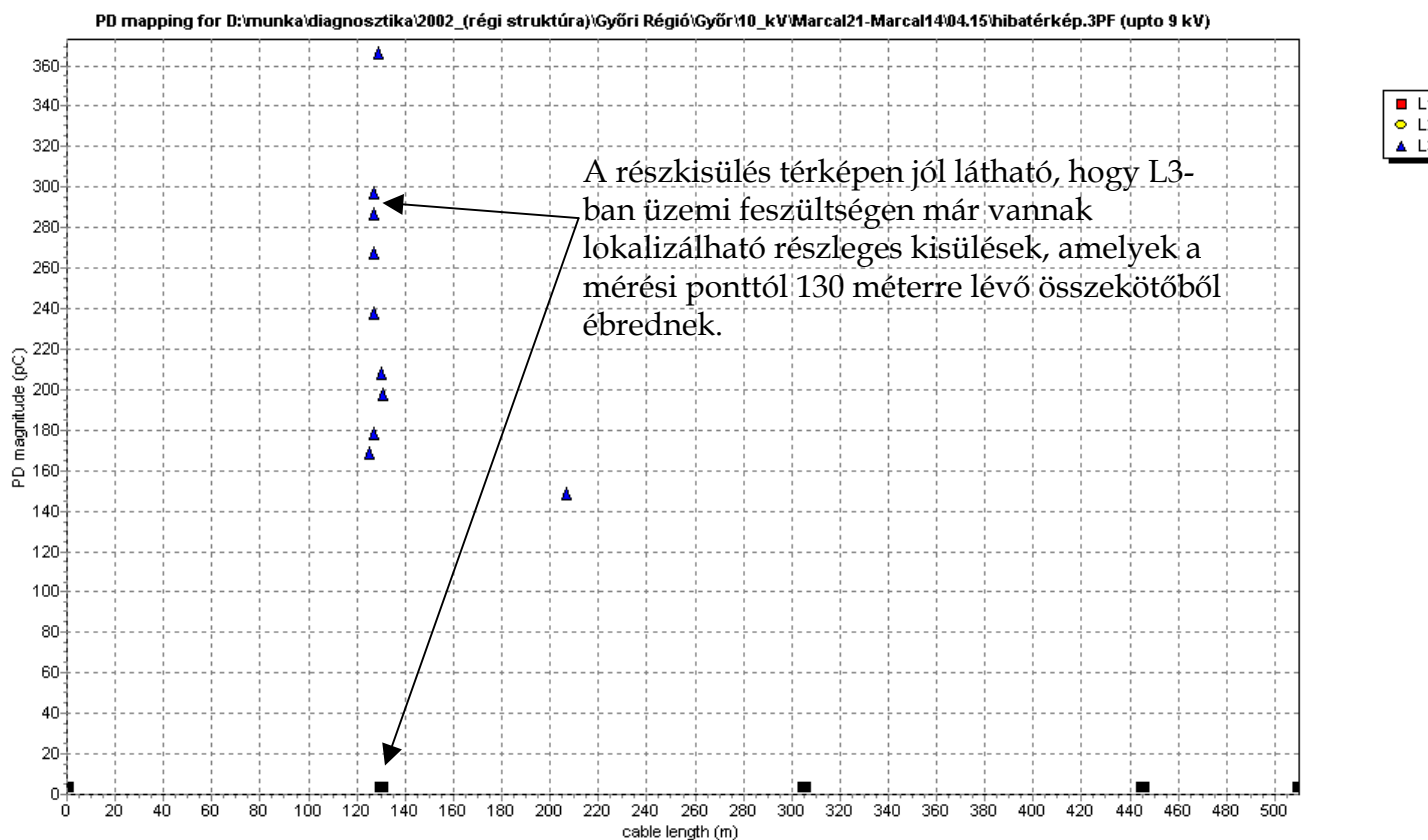
PE szigetelésű kábel „helyi hibával”

2002.05.08-i mérés részkisülés térképe U_0 feszültségen



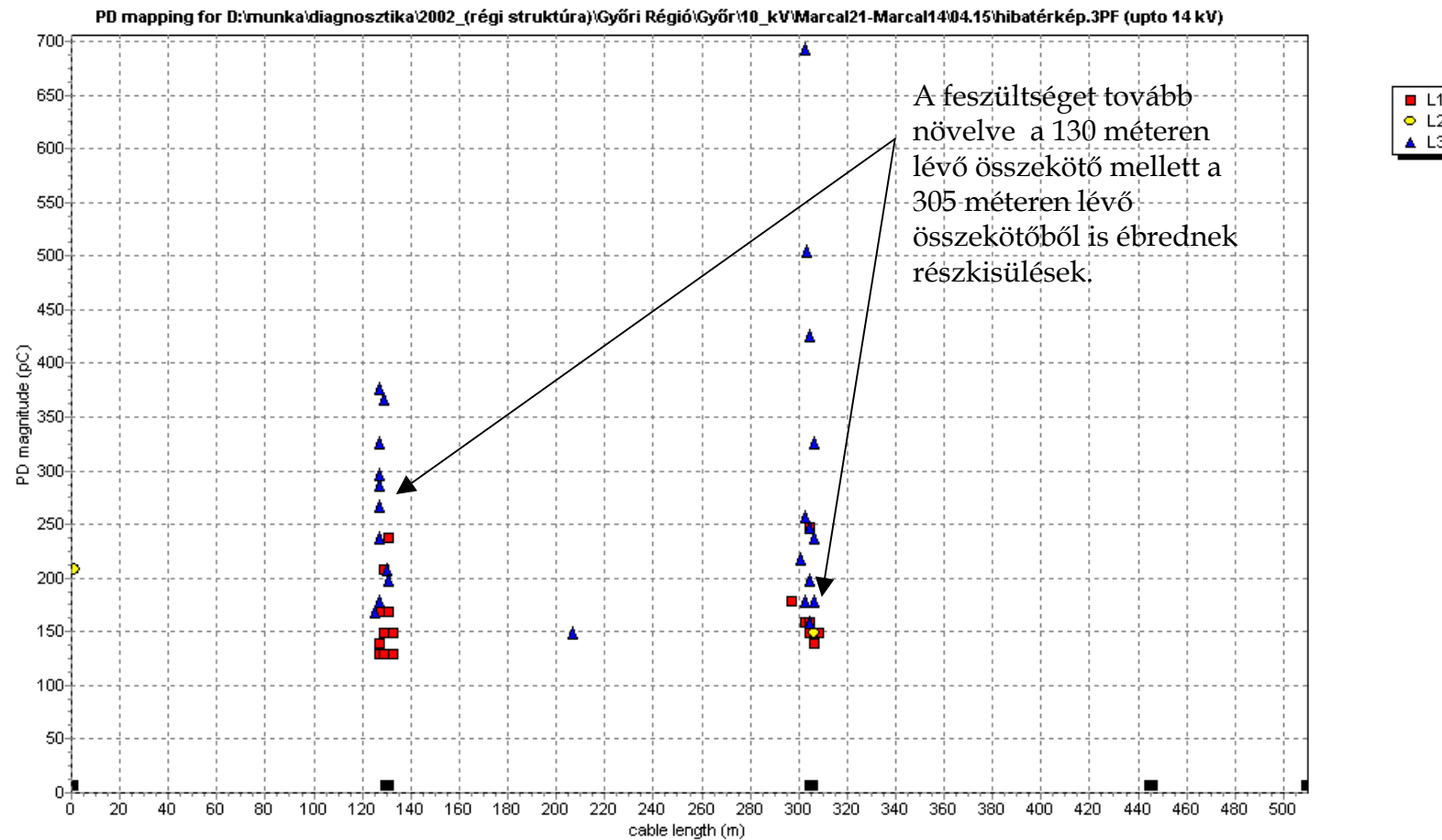
PE szigetelésű kábel „helyi hibával”

2002.05.08-i mérés részkisülés térképe U_0 feszültségen



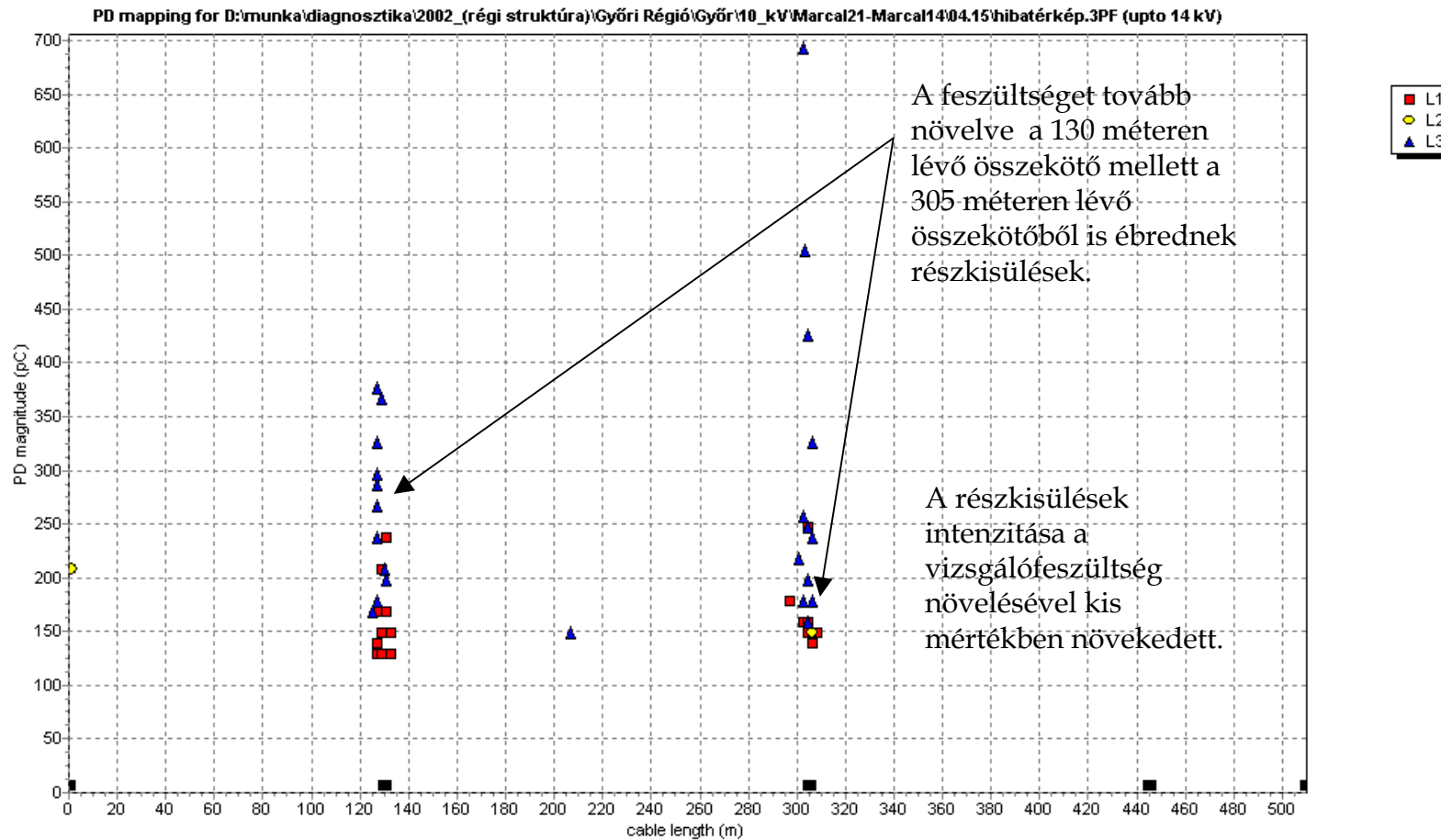
PE szigetelésű kábel „helyi hibával”

2002.05.08-i mérés részkisülés térképe 1,5 U₀ feszültségen



PE szigetelésű kábel „helyi hibával”

2002.05.08-i mérés részkisülés térképe 1,5 U₀ feszültségen



PE szigetelésű kábel „helyi hibával”

kiegészítő információk

- A mérést követően a kábelvonal visszakapcsolása során, L3 fázisban átütés következett be a kábelvonal 130 méteres pontján lévő összekötőben.
- A hibahely feltárása során kiderült, hogy a kábelvonalat felülről keresztező távhővezeték építése miatt az érintett nyomvonalon a kábelszakaszt eternit védőcsőbe helyezték.
- Mivel a védőcső feltehetően az építkezés során megsérült, a távhővezeték alépítmény létesítése során felhasznált beton befolyt a védőcsőbe.
- „Természetesen” a hiba a védőcsőben volt így a kábelvonal javítását csak egy 5 méteres XLPE darabbal betoldásával, és két összekötővel lehetett megoldani.
- Az üzemzavar elhárítást nehezítette, hogy mindezt közel 3 méter mélységben kellett elvégezni

PE szigetelésű kábel „helyi hibával”

Üzemzavar elhárítás képei

Az átütés helye,



és a javítás utáni
állapot az egyik
oldalán.

PE szigetelésű kábel „helyi hibával”



- Miután a beszorult összekötőt a „kisebb nehézségek” után sikeresen kiszabadítottuk,
- megnyílt a lehetősége annak, hogy szétszedjük, és szakszerűen bevizsgáljuk.
- A bevizsgálást a Tyco Electronics Hungary Kft. képviselőjében Eckert Péter végezte.

PE szigetelésű kábel „helyi hibával”

A meghibásodott összekötő vizsgálata



- Régi tekercselt összekötő,
- melyet önvulkanizálódó vezetőképes szigetelő, és térvezérlő szalagok megfelelő technológia szerinti tekercselésével szereltek,
- valamint zárósínes zsugormandzsettás külső burkolattal láttak el.

PE szigetelésű kábel „helyi hibával”

A meghibásodott összekötő vizsgálatáról készült képek



- A külső burkoló mandzetta Raychem gyártmányú,
- a tekerceselő szalagok Bishop gyártmányúak.
- A külső burkoló mandzetta megfelelően volt felzsugorítva,
- látszólag jó tömítést biztosított a kábel külső burkolatához.

PE szigetelésű kábel „helyi hibával”

A meghibásodott összekötő vizsgálatáról készült képek



- Sem a vezetőképes, sem a szigetelő szalagokat nem tekercselték megfelelően,
- ezért a szalagok nem vulkanizálódtak egymáshoz,
- amelynek eredményeképpen könnyedén vissza lehetett tekercselni azokat.
- Ennek következtében a vízzárás nem volt megfelelő.

PE szigetelésű kábel „helyi hibával”

A meghibásodott összekötő vizsgálatáról készült képek



- Az árnyékolás folytonosítása is rosszul lett kivitelezve,
- mert a rézszövetek szalagot sem forrasztással, sem tekercsrugóval nem rögzítették az alumínium szalagokhoz

PE szigetelésű kábel „helyi hibával”

A meghibásodott összekötő vizsgálatáról készült képek



- Térvezérlő anyag sem volt fellelhető, ami fokozott részkiülést eredményezett.

PE szigetelésű kábel „helyi hibával”

A meghibásodott összekötő meghibásodásának okai

- A víz behatolása,
- nem megfelelően vulkanizálódott szalagok,
- tervezérlés hiánya

PE szigetelésű kábel „helyi hibával”

- 2006-ban a kábelszakaszt ismételten megmértük.
- Részben annak megállapítása érdekében, hogy a javított kötést sikerült-e részkisülés mentesen megszerelni,
- részben pedig azért, hogy a kábel szigetelésében, és más szerelvényeiben (összekötők, végelzárók), kimutatható-e valamilyen szigetelésromlás.

PE szigetelésű kábel „helyi hibával”

Szigetelési ellenállás mérés adatai

Fázis	'02.05.08.	'06.04.12.
L1	76 300 MΩ	230 000 MΩ
L2	104 000 MΩ	17 400 MΩ
L3	82 000 MΩ	27 900 MΩ

- A szigetelési ellenállás határértéke műanyag szigetelésű kábelek esetén **500 MΩ*km** (MSZ 13207).

- A kábelszakasz számított szigetelési ellenállása $R_{szig} = 971 \text{ M}\Omega$

- bár a 2006-ban mért szigetelési ellenállás értékek is meghaladták a szabvány által minimálisan elvárt értéket,

- azonban L2, L3-ban jelentős mértékű romlás volt tapasztalható a korábbi mérés eredményeihez képest.

PE szigetelésű kábel „helyi hibával”

Részleges kisülés mérés adatai

	<i>L1</i>		<i>L2</i>		<i>L3</i>		
<i>Mérés dátuma</i>	'02.05.08	'06.04.12-	'02.05.08.	'06.04.12-	'02.05.08.	'06.04.12-	
<i>Háttérzaj (pC)</i>	7	50	7	30	9	40	
<i>U_{be} csúcs (kV)</i>	10	9	10	10	7	7	
<i>Részleges</i>	U ₀	7	300	12	47	430	450
<i>kisülés</i>	1,5 U ₀	150	1810	200	2600	470	2470
<i>(pC)</i>							

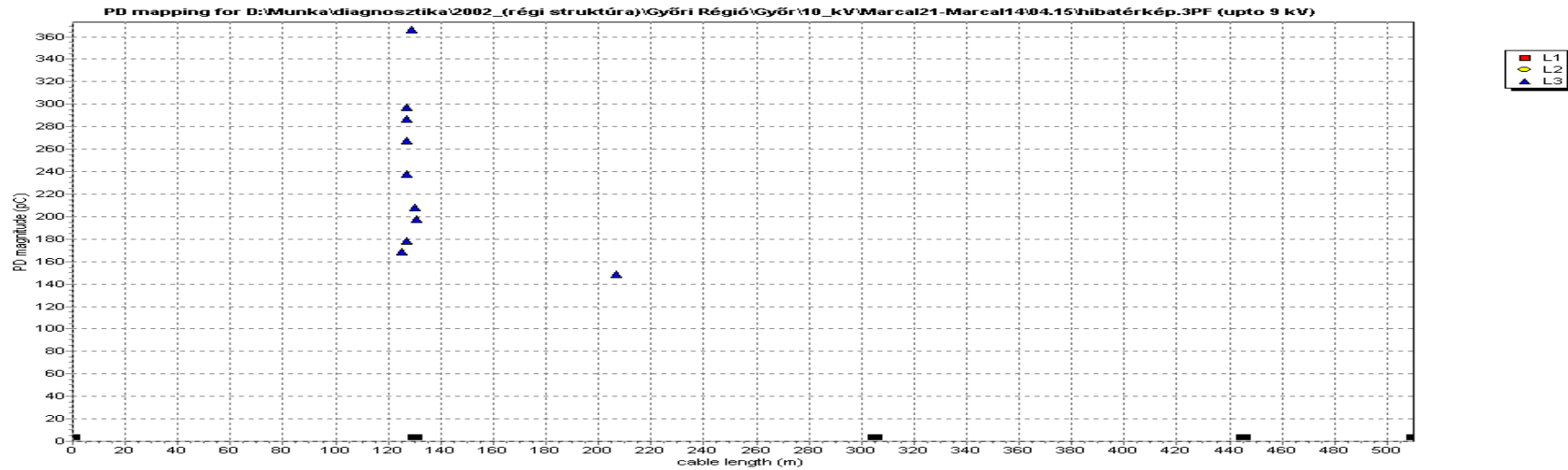
-A két mérés között eltelt időszak alatt a begyújtási feszültség értéke csak L1-ben változott.

-Üzemi feszültségen L1, és L3 fázisban keletkeznek számottevő részkisülések.

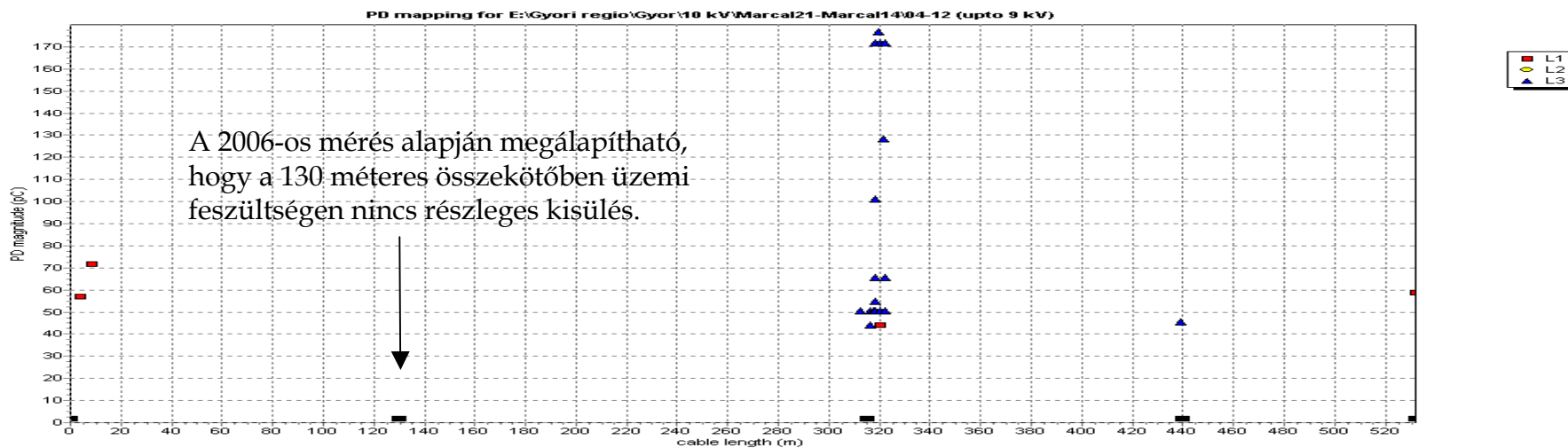
-A második mérést részkisülésmentes mérőkábel beiktatásával végeztük, amelynek csillapítása kb. 60 %. A táblázatban az átszámított értékek szerepelnek.

PE szigetelésű kábel „helyi hibával”

A 2002.05.08-i mérés részkisülés térképe U_0 feszültségen

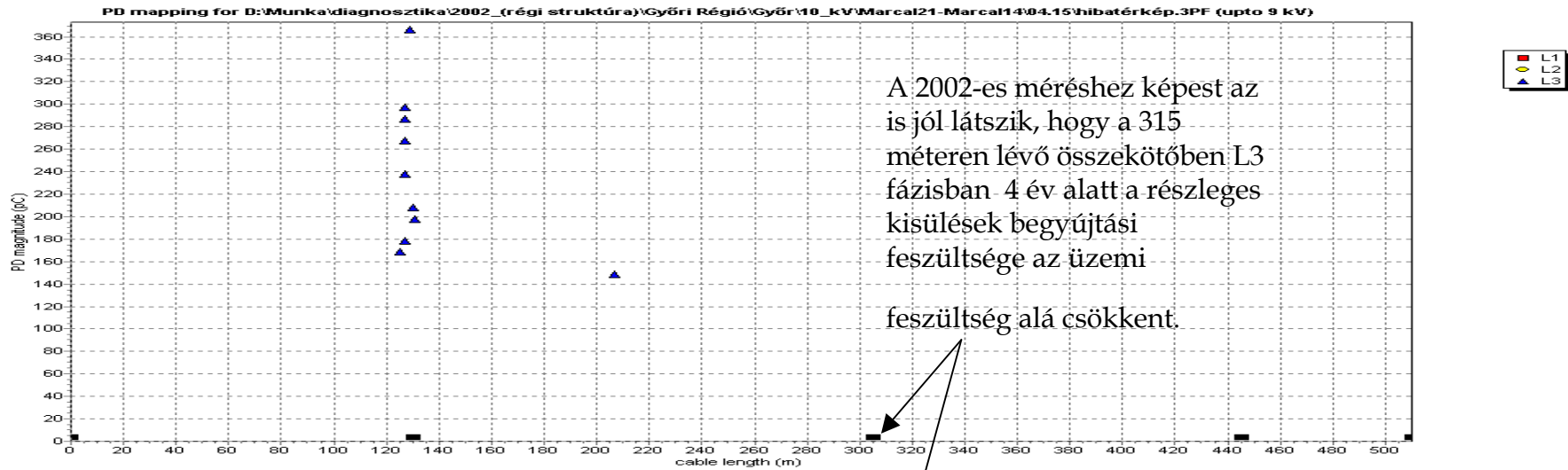


A 2006.04.12-i mérés részkisülés térképe U_0 feszültségen

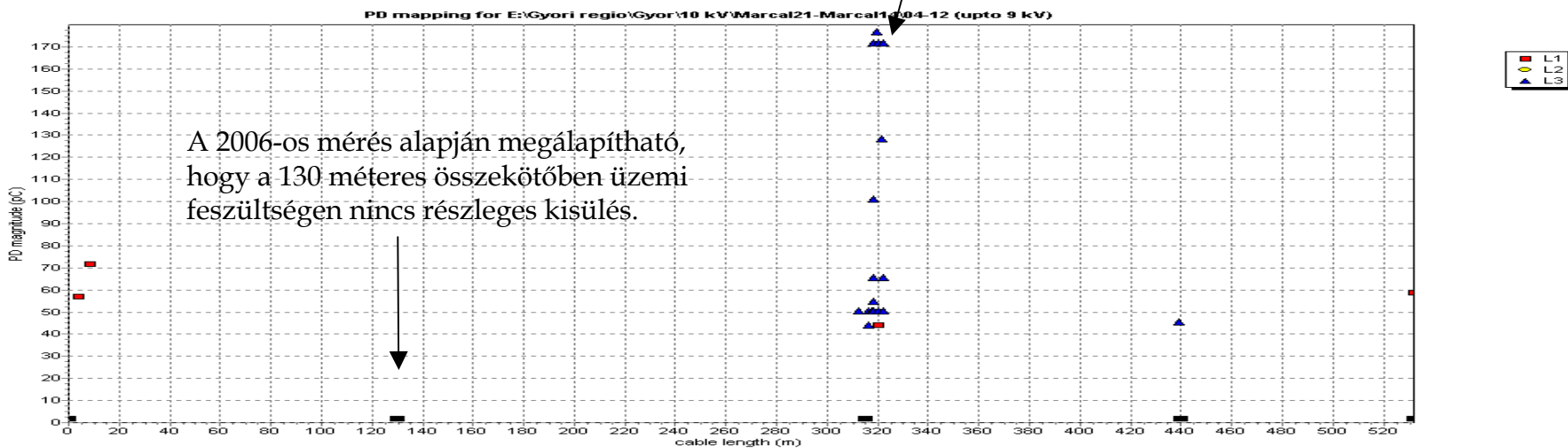


PE szigetelésű kábel „helyi hibával”

A 2002.05.08-i mérés részkisülés térképe U_0 feszültségen

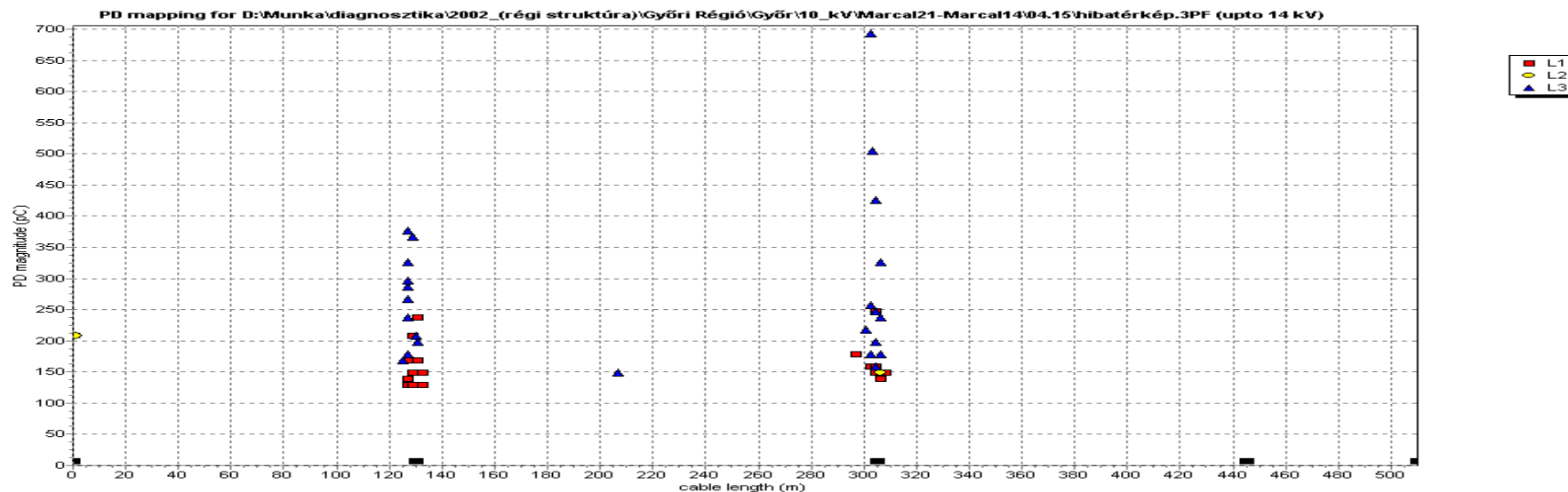


A 2006.04.12-i mérés részkisülés térképe U_0 feszültségen

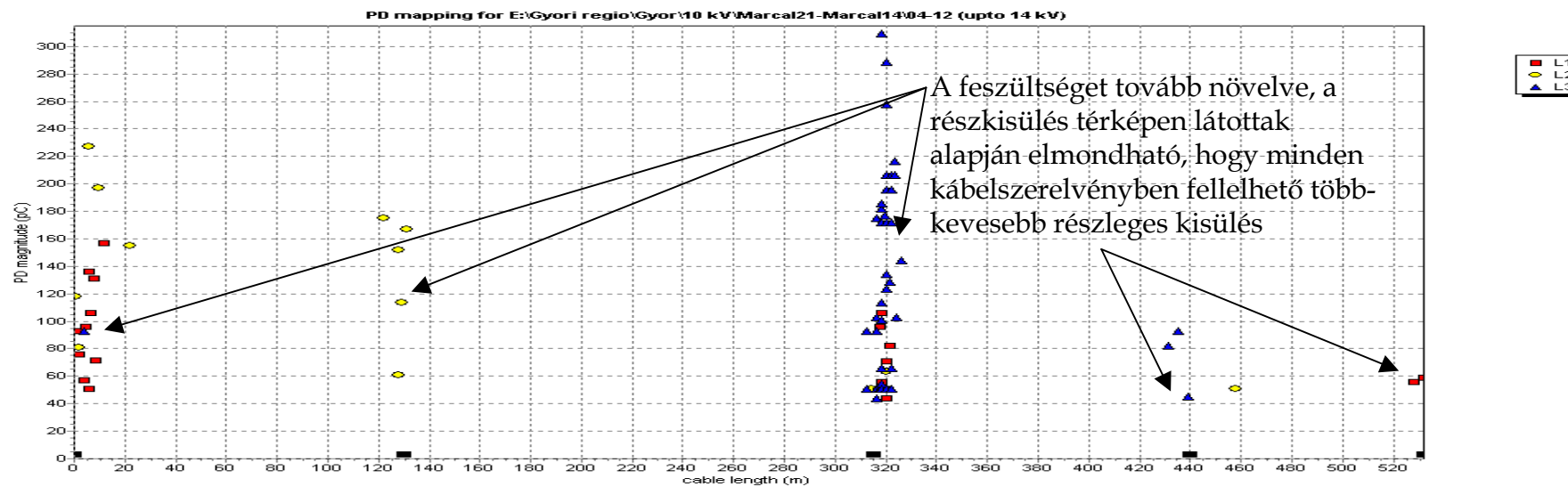


PE szigetelésű kábel „helyi hibával”

A 2002.05.08-i mérés részkisülés térképe U_0 feszültségen

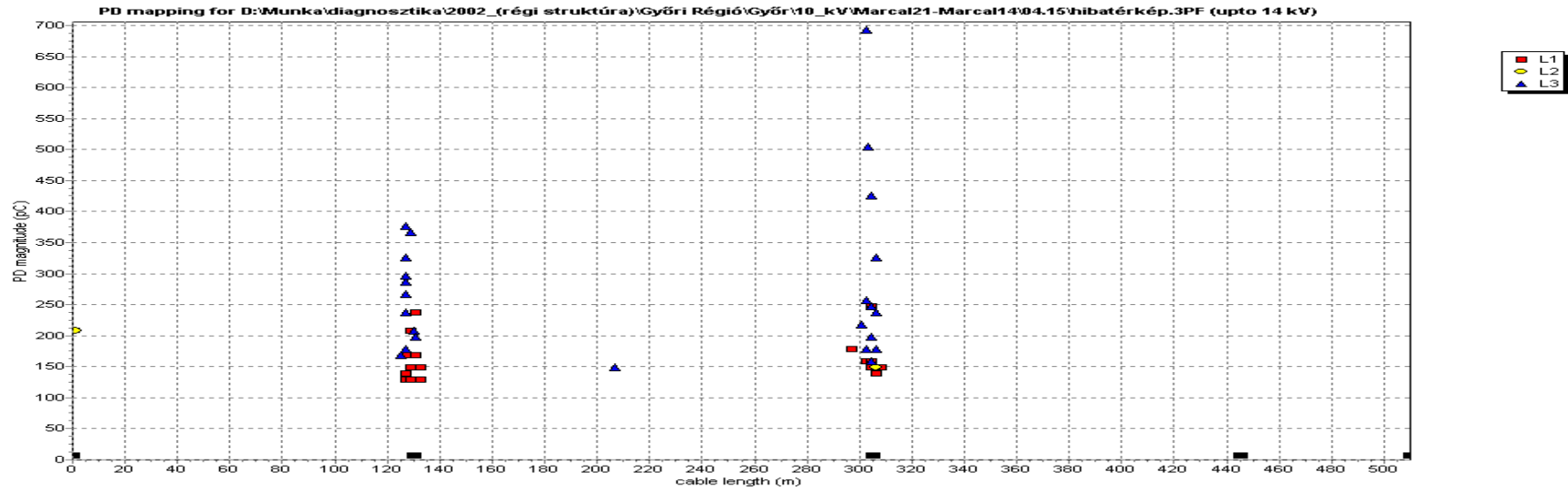


A 2006.04.12-i mérés részkisülés térképe U_0 feszültségen

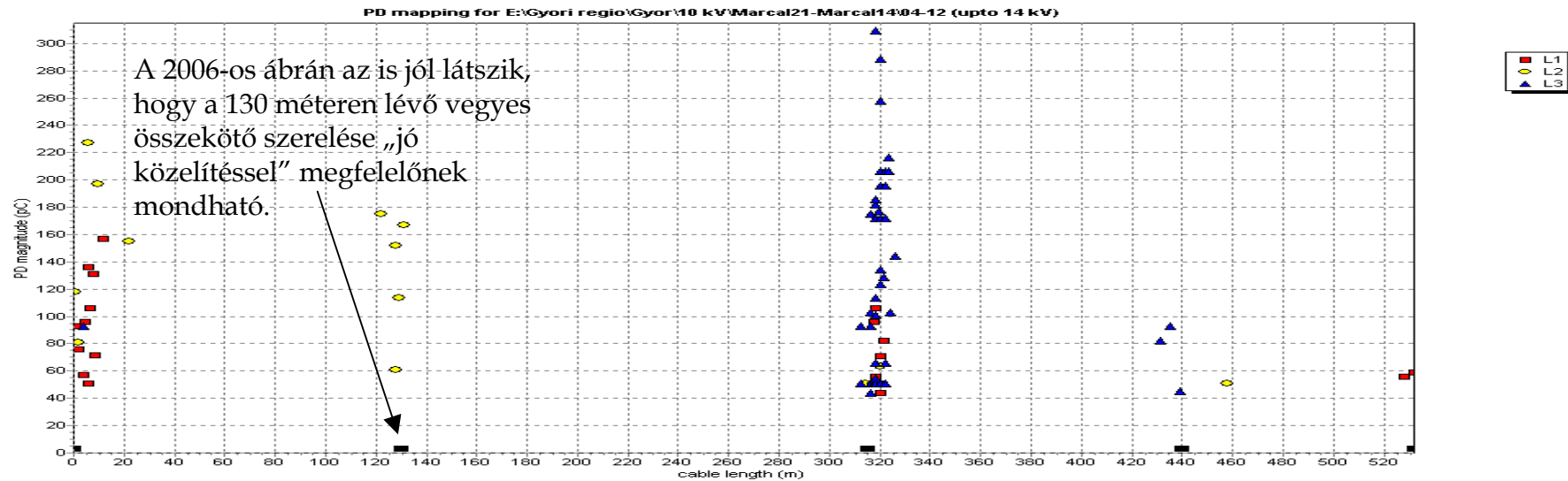


PE szigetelésű kábel „helyi hibával”

A 2002.05.08-i mérés részkisülés térképe U_0 feszültségen

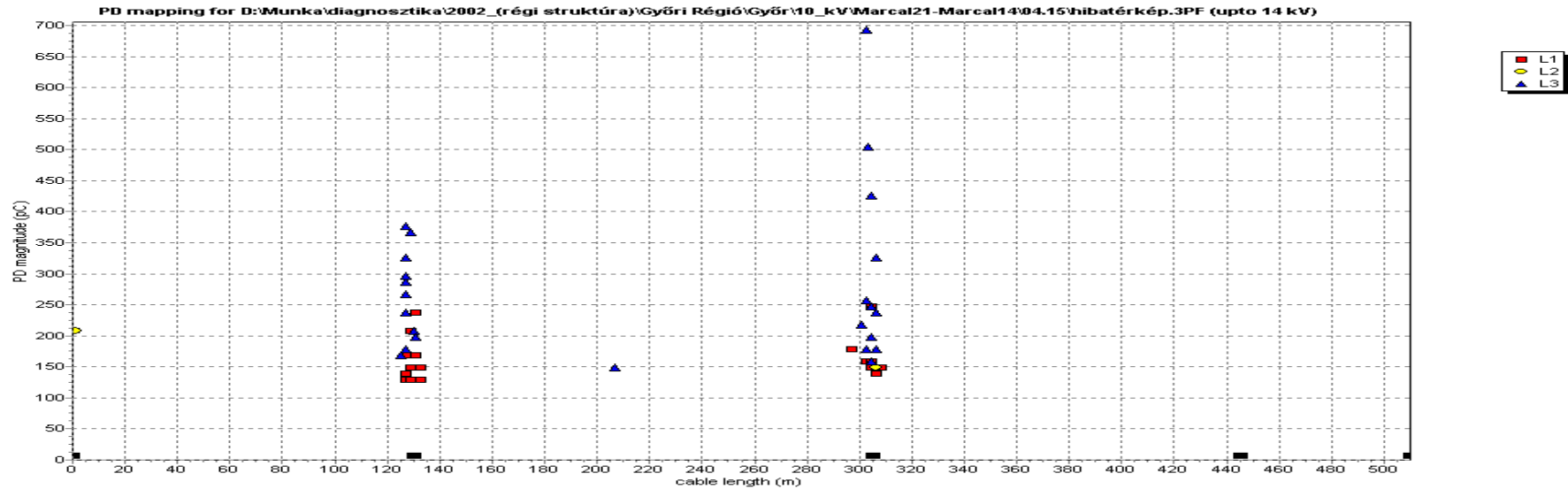


A 2006.04.12-i mérés részkisülés térképe U_0 feszültségen

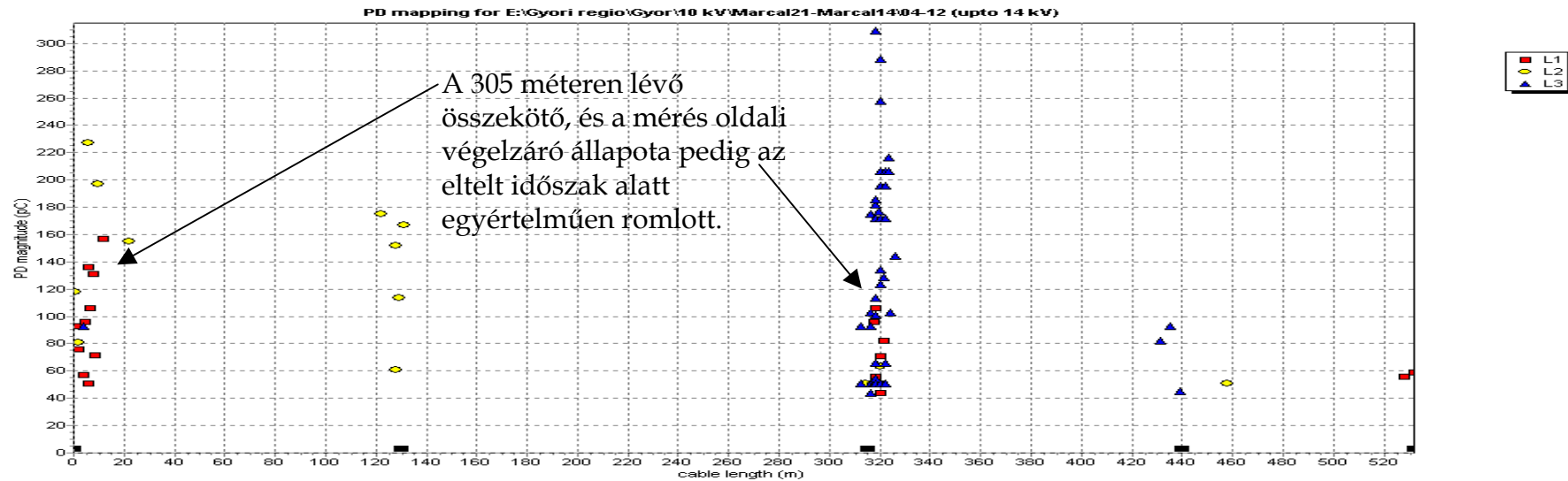


PE szigetelésű kábel „helyi hibával”

A 2002.05.08-i mérés részakisülés térképe U_0 feszültségen



A 2006.04.12-i mérés részakisülés térképe U_0 feszültségen



PE szigetelésű kábel „helyi hibával”

Mérések összegzése

- 1, A részleges kisülések nagysága még az üzemi feszültség másfélszeresénél sem volt számottevő.
- 2, Ennek ellenére a részleges kisülések szigetelést károsító hatása kb. 4 év eltelte után már kimutatható volt.
- 3, A szigetelési ellenállás közvetlenül a részkisülés vizsgálat után mért magas értékei bizonyítják, hogy az OWTS módszer roncsolásmentes vizsgálat.
- 4, A visszakapcsolás során a feszültségtranziens következtében kialakuló üzemzavar egyértelműen bizonyítja, hogy az extrudált szigetelésű kábeleknél, és szerelvényeiknél, már kis értékű részkisülések is üzemzavarhoz vezethetnek.
- 5, A javítás utáni méréssel egyértelműen bebizonyosodott, hogy van értelme a hibás kábelszerelvények javításának, és OWTS-sel történő bevizsgálásának.

Köszönöm, hogy megtiszteltek
figyelmükkel!

Ezúton szeretném megköszönni Csépes
Gusztávnak a segítségét a prezentáció
elkészítésében!

Egyed Róbert diagnosztikai
szervízmérnök

e-mail: robert.egyed@eon-hungaria.com

Tel: 06 (96) 521-373; mobil: 06 (30) 237-4321