

ELMŰ Hálózati Kft.

ÉMÁSZ Hálózati Kft.

**Kábelek megbízhatósága, várható
élettartama és a valóság az ELMŰ
10 kV-os kábelhálózaton,
beavatkozási lehetőségek**

ELMŰ – ÉMÁSZ Hálózati Kft
Csank András, Orlay Imre
Hálózat optimalizálási osztály

ELMŰ Hálózati Kft.

ÉMÁSZ Hálózati Kft.

- Az elosztóhálózati kábelek nagy beruházott vagyont képviselnek. Magas szintű megbízhatóságukhoz a hálózati engedélyeseknek komoly érdeke fűződik. A kábelhálózatok átlagos életkora a technikailag fejlett államokban 30 év felett van.
- A villamos energetika területén folyó deregulációs folyamatok miatt a jövőben a kábeleket a megengedett igénybevételi határok közelében kell majd üzemeltetni. A kábelek szisztematikus rekonstrukciójára nincs elegendő forrás.
- Ez indokolja, hogy világszerte foglalkoznak azzal, milyen módszerekkel lehet a kábelhálózatok karbantartási, javítási, felújítási munkáit, egyes kábelszakaszok cseréjét megalapozottan tervezni, biztosítva a meglévő kábelek hosszú távú kihasználását.

Technikailag megalapozott döntésekhez szükséges:

- A kábelhálózatok általános állapotának ismerete
- Tisztázni kell a kábelhálózatok egyes komponenseinek öregedési folyamatait, helyi jellegű szennyezések, sérülések hatását
- Meg kell ismerni azokat a folyamatokat, külső hatásokat, amelyek az egyes komponensek öregedésének különböző fokain meghibásodásokat képesek okozni
- Át kell tekinteni az adott hálózatrész működési körülményeit (szimultán hibák valószínűsége azonnal, vagy időben eltolva)
- Ismerni kell azokat a diagnosztikai módszereket, amelyek alkalmasak a kábelekből lezajló degradációs folyamatok előrehaladási fokának megállapítására.

- **Telített papírszigetelés kábeleknél** az öregedési mechanizmus az un. termikus öregedés, azaz magasabb hőfokon a kémiai reakciók felgyorsulnak.
- *A kábel várható élettartama elméletileg meghatározható a kábel termikus múltja ismeretében. A kábel termikus állapota természetesen nem azonos a kábel teljes hossza mentén. Egyes kritikus pontokon a mértéke lényegesen magasabb értékű is lehet.*
- Szélsőséges körülmények között pl. veszélyesen magas hőmérséklet, vagy nagy tranziens túlfeszültség hatására a hátralévő élettartam jelentősen lecsökkenhet.
- Az olaj-papír szigetelésben megjelenő víztartalom növeli a dielektromos veszteséget, az ebből eredő fűtés gyorsítja a termikus öregedést.

- **Extrudált kábelek** öregedésében elsősorban villamos folyamatok játszanak szerepet. Normálistól eltérő üzemállapotok között juthat szerephez az öregedésben a termikus hatás.
- A villamos természetű öregedési folyamatban a részleges kisülések, villamos és elektrokémiai treeing, a szennyezések, sérülések és üregek hatása játszanak szerepet.
- A szennyezések, sérülések, felszíni egyenetlenségek és üregek képződésének sokkal nagyobb a valószínűsége a tapasztalat szerint kábelkötések és a végelzárók készítésénél, mint az ezeknél egyszerűbb és homogénebb konstrukciójú kábel gyártásánál.

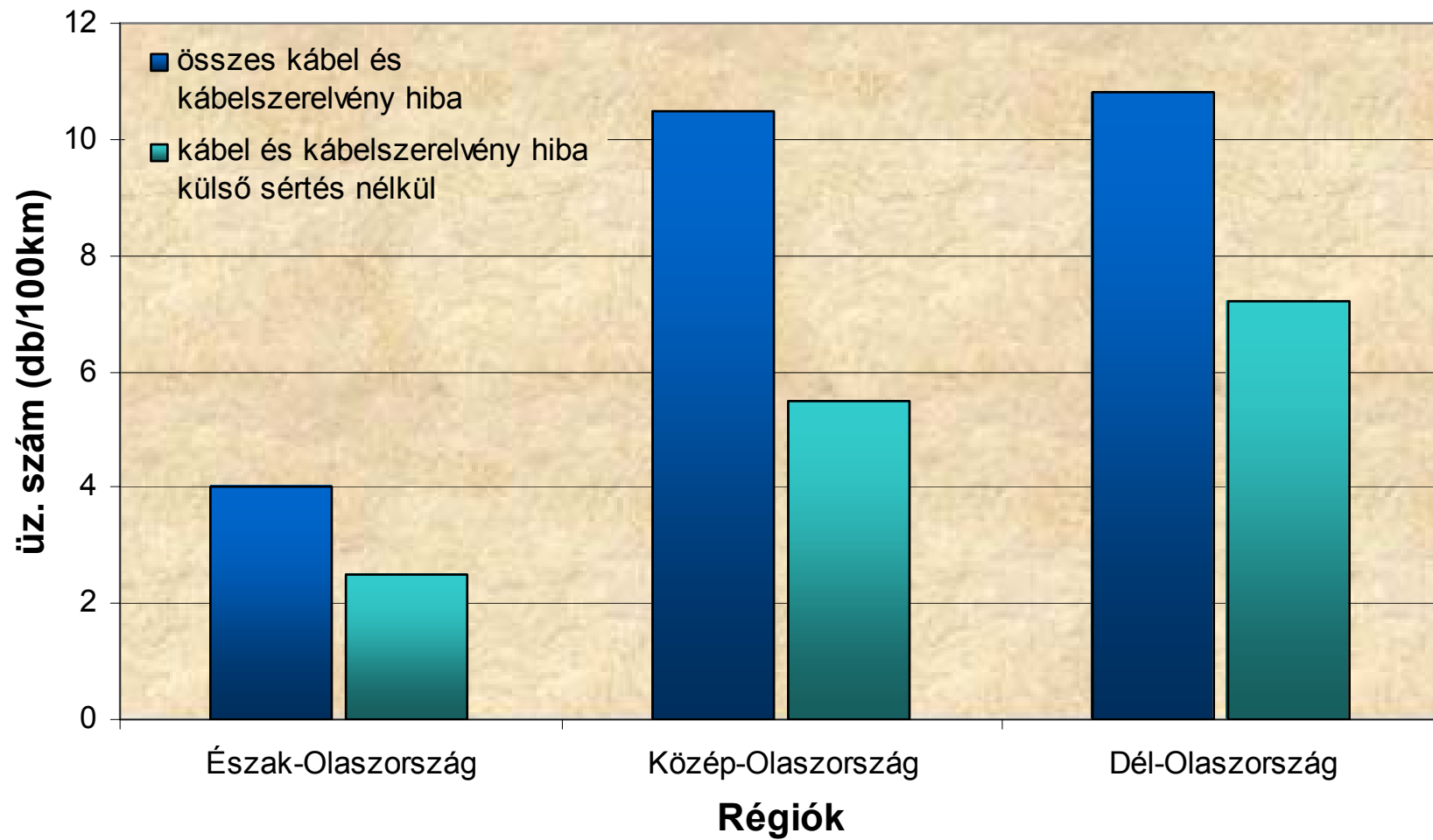
ELMŰ Hálózati Kft.

ÉMÁSZ Hálózati Kft.

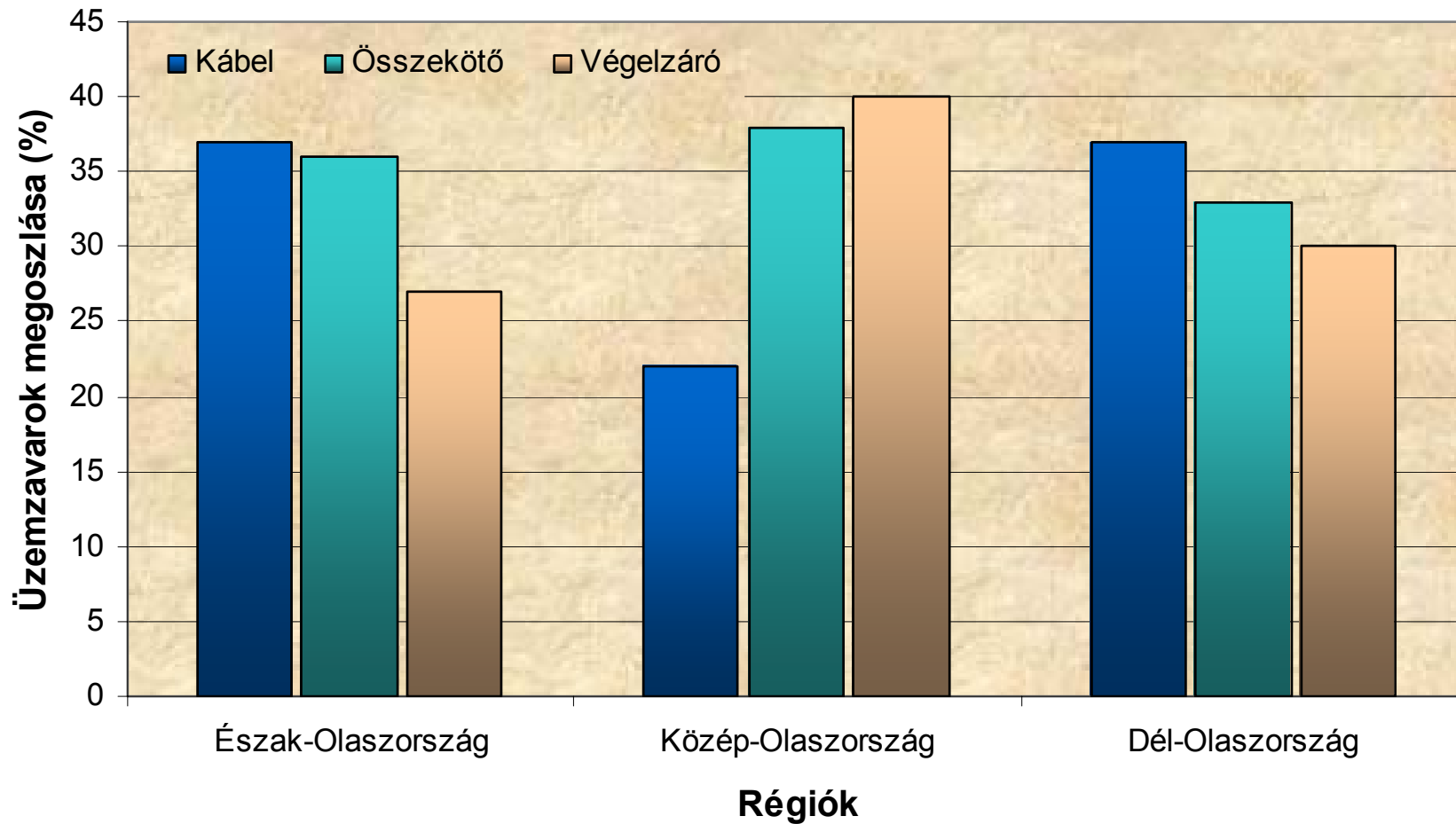
- A villamosenergia hálózat sok elemének „kibírt” feszültsége az élettartam során nem változik lényegesen, azonban kábelek esetében ez nem igaz: mind a papírszigetelésű, mind pedig az extrudált szigetelésű kábelek szigetelése jelentős mértékben képes öregedni a termikus és villamos igénybevételek, a környezeti hatások, valamint a mechanikai behatások következtében.
- A csökkenés mértéke akkora is lehet, hogy a kábel szigetelése nem képes elviselni az üzemi feszültség 2-3 szorosát sem, különösen a kapcsolási tranziensek 10 msec alatti időtartamban lejátszódó folyamataiban (pl. szimultán hibák).
- A nem külső eredetű kábelzárlatok túlnyomó többsége a tapasztalat szerint a kábelek öregedésének eredménye, az elektromos, valamint az elektrokémiai treeing viszont az öregedés velejárói, jelei és okozói.

- Az áramszolgáltató társaságokkal szembeni elvárás, a minőségi villamosenergia szolgáltatás biztosítása, az üzembiztonság, üzemfolytonosság fokozása.
- Az elvárásokat a Magyar Energia Hivatal folyamatosan szigorodó mutatószámokban határozza meg. Cél, hogy 2015-ig érjük el egy hasonló adottságokkal rendelkező EU-s ország hasonló paramétereit (pl. Olaszország).
- Nézzük meg, hogy Olaszországhoz képest hol helyezkedik el az ELMŰ 10 kV-os kábelhálózatának megbízhatósága, üzemfolytonossága.

100km-re eső kábeles üzemzavarok száma



Kábelhálózati hibák százalékos megoszlása

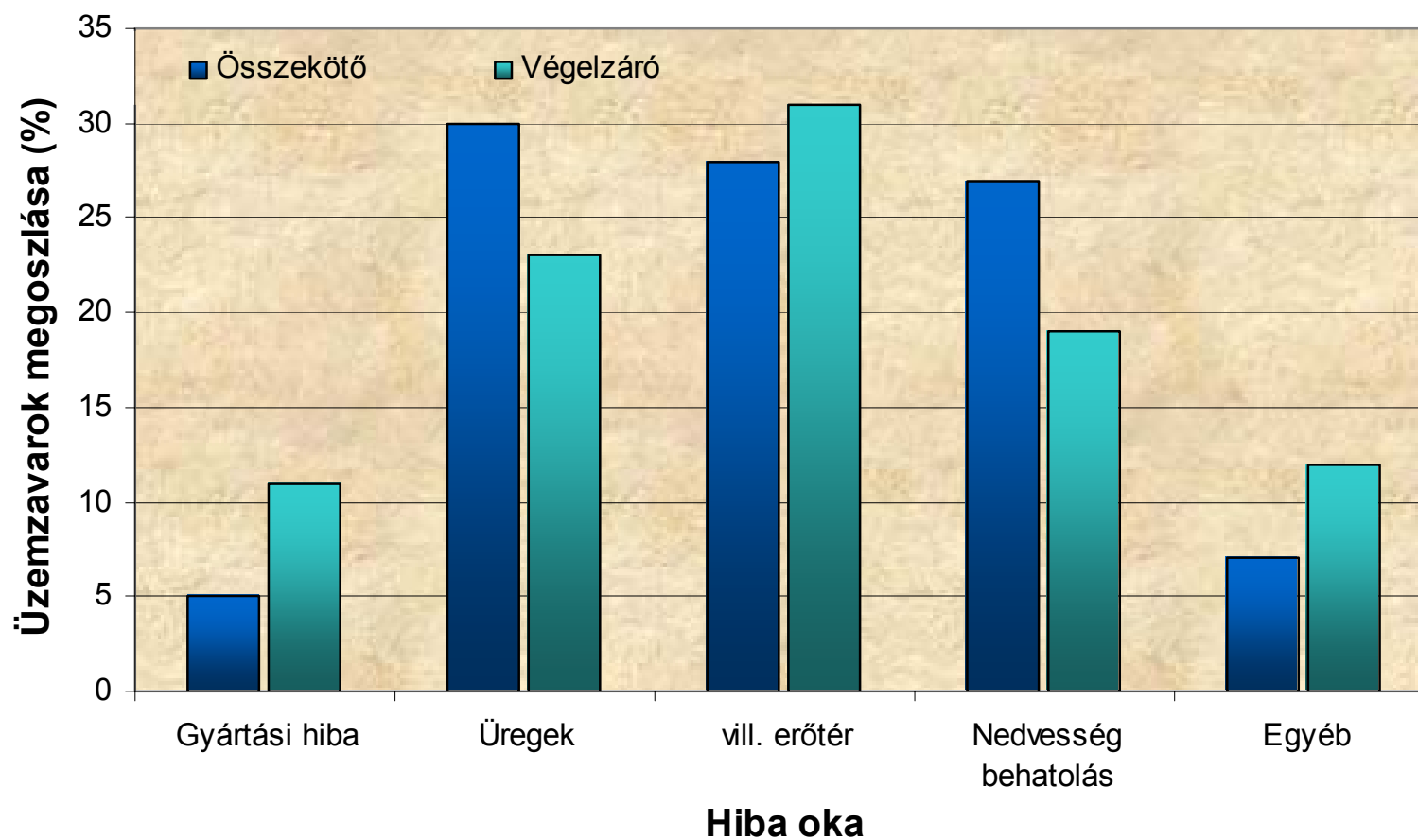


- Az ENEL publikáció a kábeles hibafajtákat három okcsoportba sorolta:
 1. *Üreg jelenléte a szigetelésben*
 2. *A villamos térerősség növekedését előidéző hiba*
 3. *Víz, vagy egyéb szennyező anyag behatolásával kapcsolatos hiba*
- Az összes hibafajtát e három okra vezették vissza a következő táblázatnak megfelelően:

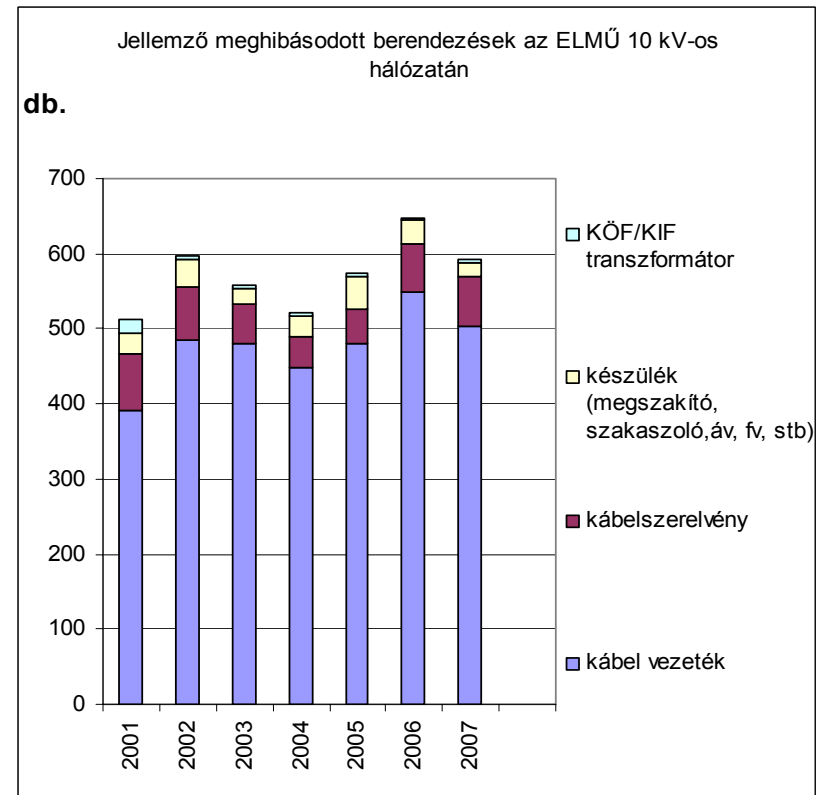
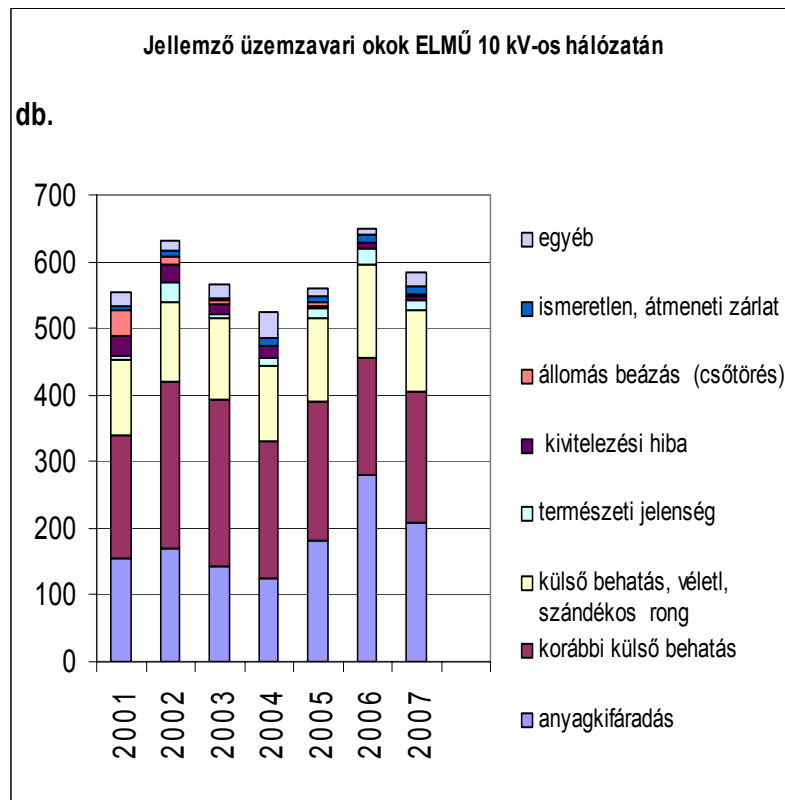
Kábelhálózati hibafajták és előidéző okaik

Hiba fajtája	A hibára vezető ok
Gyártási hiba	1,2,3
Kábel hajlítás	1
Külső köpeny hibája	3
A külső köpeny tapadási hibája	1
Szennyezés a szigetelésen	3
Villamos tér nem megfelelő kialakítása	2
Rossz tömítés	3
Fémköpeny rossz kialakítása	2
Vezető kötés rossz kialakítása	2
Nem megfelelő kötés típus	2
Kábelszigetelés sérülései	1,2
A félvezető réteg hibás eltávolítása	2
A földelés hibás kivezetése	2
Nem megfelelő távolságok és méretek	2
Nedvesség jelenléte	3
Egyéb hibák	1,2,3

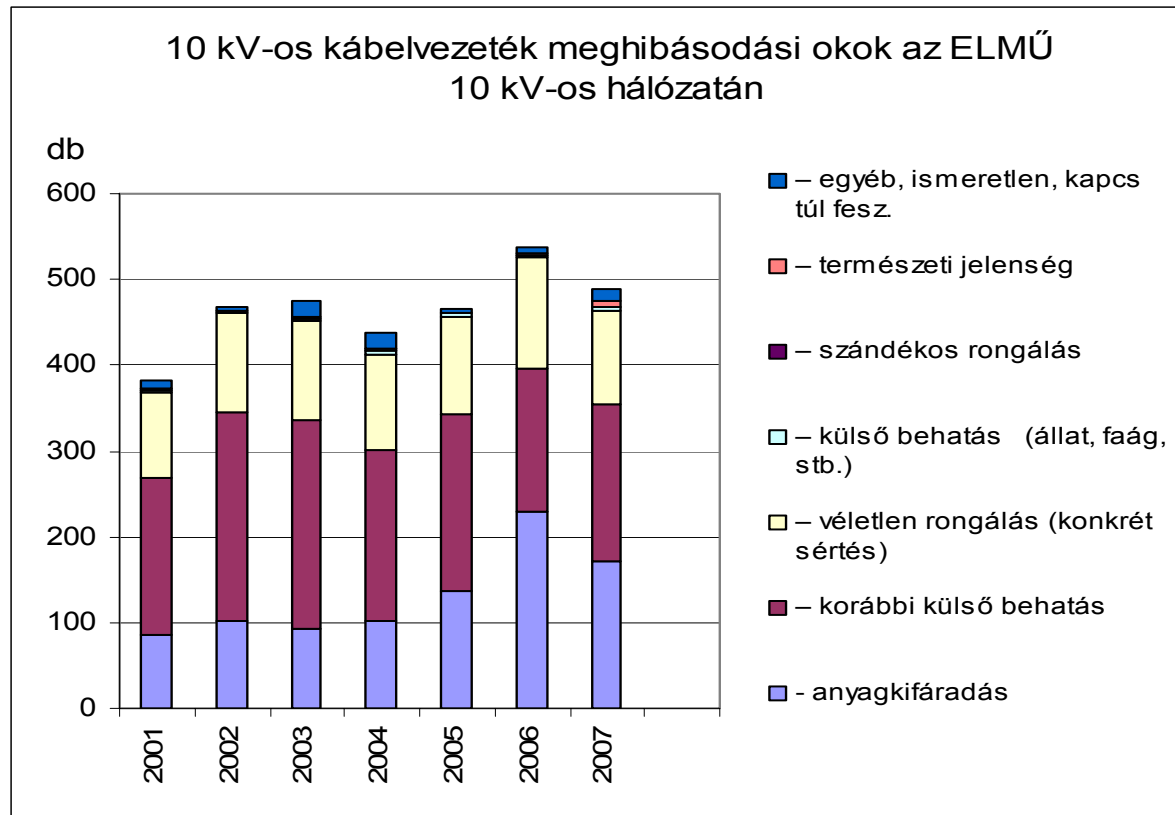
Hibafajták százalékos megoszlása kábelszerelvényeknél



ELMŰ RT 10 kV-os kábelhálózat jellemző üzemenzavari okok és sérülések



ELMŰ RT 10 kV-os kábelvezetékek jellemző üzemzavari okai



ELMŰ 10 kV-os kábelhálózat üzemzavari és sérülési adataiból következtetések, megállapítások.

- A 10 kV-os kábelhálózaton az üzemzavar szám 2007 évben kissé csökkent az előző évi kiemelkedő számhoz képest, de még így is több mint a megelőző évek átlaga.
- A növekedés az anyagkifáradás vonatkozásában jelentős, ez összefüggésben lehet a korábbi külső behatásokkal is. A vizsgálatok a *roundál* kábelek hosszanti vízzárési hiánya miatti beázási problémákat mutattak ki. További vizsgálatok szükségesek!
- Továbbra is jelentős a véletlen sértések száma. (22%)
- A MEH mérőszámok javítására megoldás a fogyasztói kiesési idők, valamint az üzemzavarral érintett fogyasztó számok csökkentése.

Gyorsabb üzemzavar elhárítás (10 kV ETM)
Rövidebb hálózatok (több táppont)

ELMŰ 10 kV-os kábelhálózatának összetétele és életkora

Típus	<10 év	10-20 év	20-30 év	>30 év	Nincs adat	Összesen
egyéb	0,55	0	0	0	85,7	86,25
olaj-papír	2,7	113	578,4	1042,3	166,7	1903,1
ROUNDAL	7,4	575,3	942	44,4	132,1	1701,2
XLPE	863,7	63,6	1,6	0,6	32,4	961,9
Összesen	874,35	751,9	1522	1087,3	416,9	4652,45

Anyagkifáradás db/100km

Típus	<10 év	10-20 év	20-30 év	>30 év
egyéb	0	0	0	0
olaj-papír	0	5,65	4,1	2,18
ROUNDAL	0	6,24	6,37	4,17
XLPE	0	0	0	0

Korábbi külső sértésdb/100km

Típus	<10 év	10-20 év	20-30 év	>30 év
egyéb	0	0	0	0
olaj-papír	0	1,61	4,09	0,44
ROUNDAL	0	7,06	5,49	4,17
XLPE	0,11	1,12	0	0

Összesen db/100km

Típus	<10 év	10-20 év	20-30 év	>30 év
egyéb	0	0	0	0
olaj-papír	0	7,26	8,19	2,62
ROUNDAL	0	13,3	11,86	8,34
XLPE	0,11	1,12	0	0

Jelenlegi helyzet értékelése:

- A kábeles üzemzavarok száma egy 20 %-os sávhatáron belül állandó
- Nemzetközi összehasonlításban a meghibásodások száma az átlagot meghaladó (2006-ban 13,8 db/100km)
- A kábelszerelvények meghibásodási gyakorisága nem magas, jelentősen eltér a nemzetközi arányoktól
- A kábelsértések száma (korábbi és aktuális) magas az üzemzavarokon belül (>50 %)

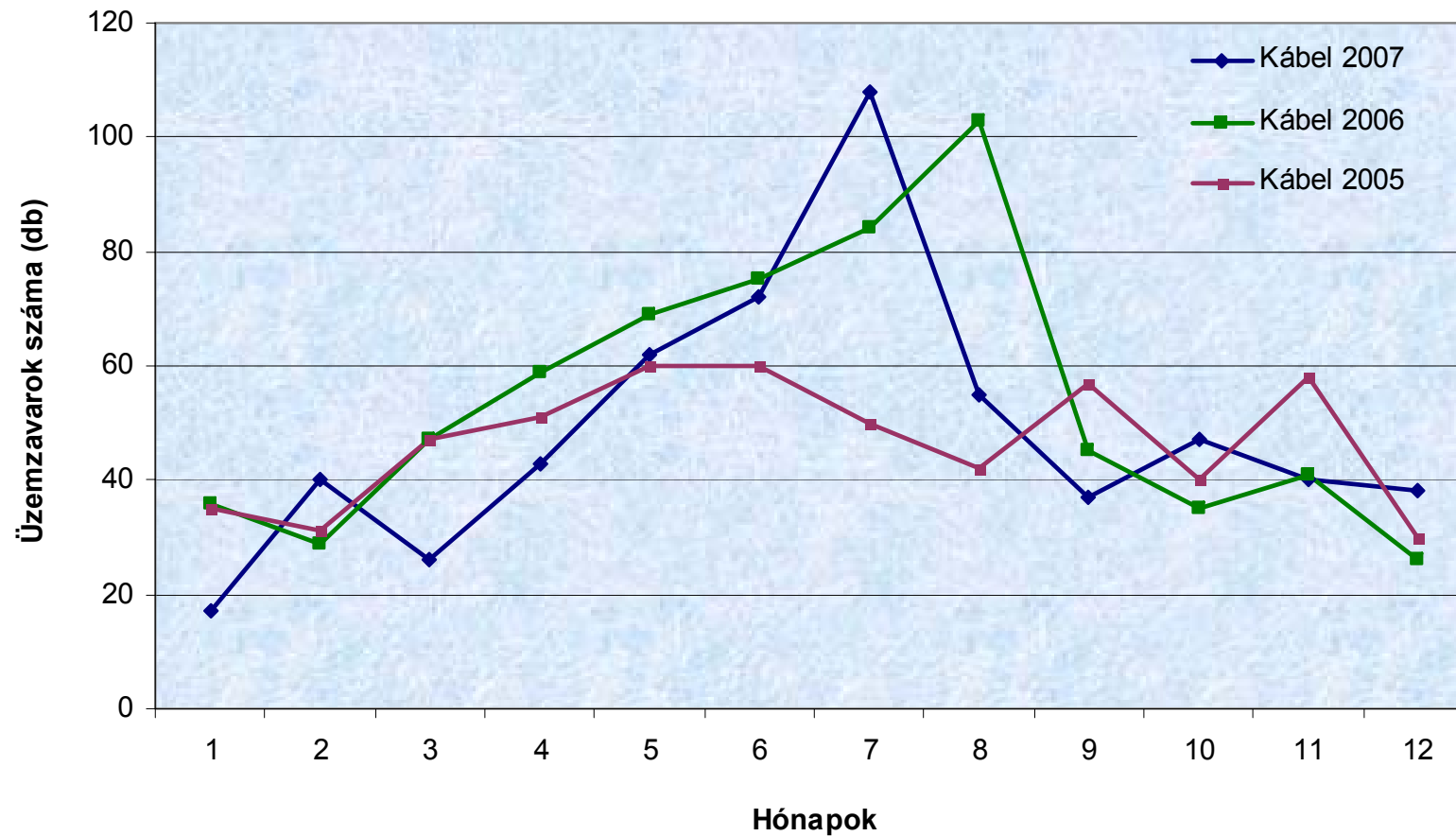
Intézkedések 1.

- Az intézkedéseink arra irányulnak, hogy a rekonstrukciónál a leghatékonyabban avatkozassunk be.
- Statisztikai elemzések alapján folyamatosan figyeljük a kábelek és szerelvényeinek állapotát
- Élettartam vizsgálatot végeztünk ROUNDAL kábelekre
- Korszerű diagnosztikai rendszert vezettünk be, a rekonstrukciónál figyelembe vesszük a mérési eredményeket
- Az előző évben megkezdtük a diagnosztika által kimért lokális hibák javítását

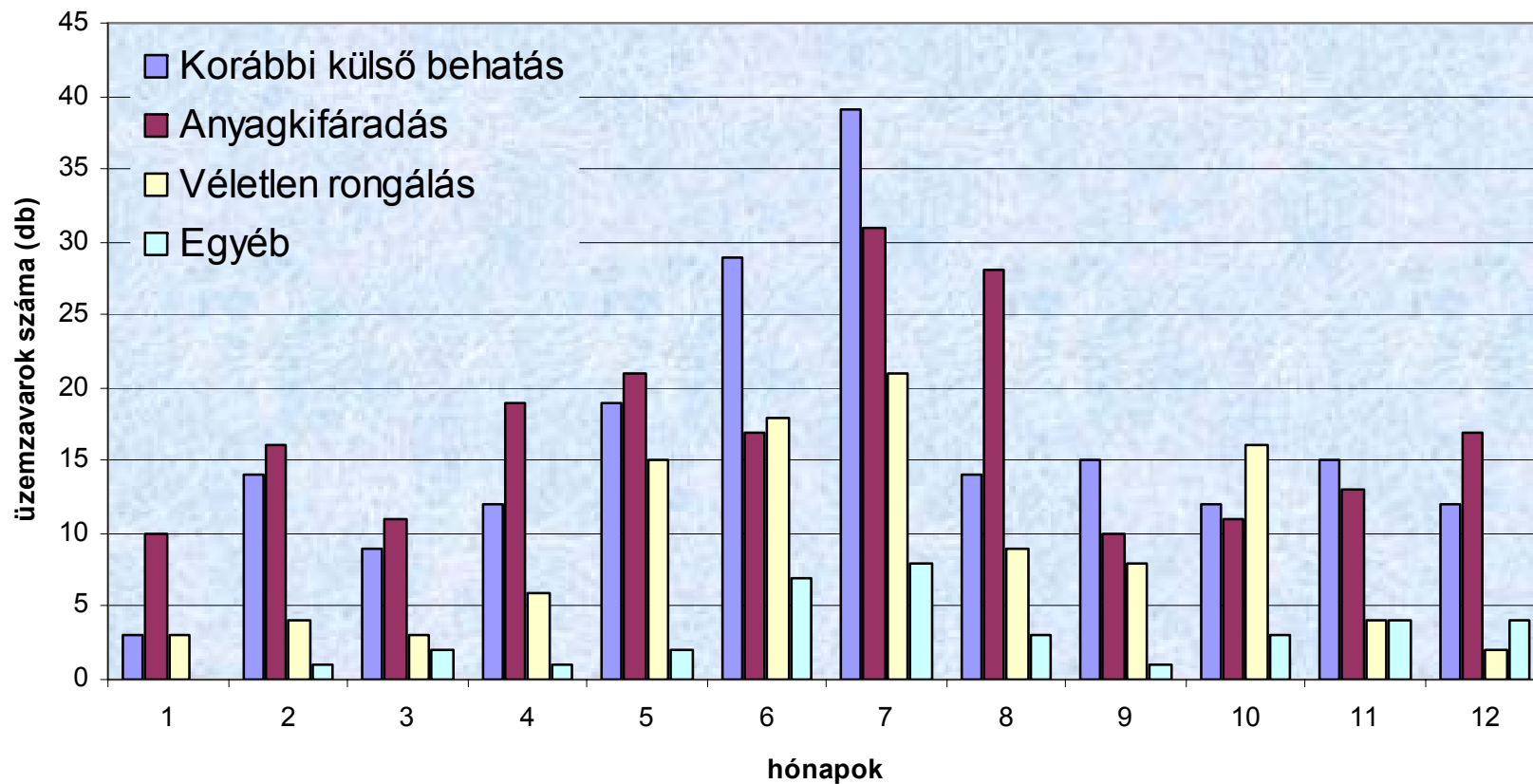
Intézkedések 2.

- A kábelek műszaki állapota, „életútjának” nyomon követésére nyilvántartási rendszert vezettünk be
- Intézkedési terv alapján kívánjuk csökkenteni a kábelsértések számát (közterületi munkák figyelése)
- A beavatkozásokat célirányosan a Regulátor által figyelt mutatók alapján rangsoroljuk
- A fogyasztói érintettség csökkentése érdekében távműködtetett berendezések telepítését készítjük elő, (10 kV ETM) amellyel a hibahely lokalizálása gyorsítható.

Kábeles üzemzavarok számának alakulása évenként havi bontásban



Kábeles üzemzavarok főbb okai havi bontásban 2007-ben



**Lehetséges és hatékony beavatkozás a
kábelhálózati üzemzavarok
csökkentésére**

**Cél: a MEH1 mutató javítása, a büntetési
szint elkerülése**

Diagnosztika alapján kimért hibás szakaszok javítása, cseréje

- A munkálatokat 2 régióban végeztük 2007-ben ÉB, és KP
- Az operatív intézkedési csomag egyik elemének célja a MEH mutatók csökkentése. 2007 őszén megkezdtük a diagnosztika által kimért, gyenge szakaszok javítását, cseréjét

	Kábelszakaszok javítása		Javítás után a hiba továbbra is fenn áll (db)
	Tervezett mennyiség (db)	2007-ben végrehajtott (db)	
ÉB	21	18	3
KP	52	47	9
Összesen	73	65	12

Megállapítások:

Nem minden munka volt elvégezhető, ennek okai:

- A hiba újra méréskor nem jelentkezett, ennek oka lehet, hogy közben üzemzavar miatt cserélve lett a hibás szakasz
- Burkolat bontási tilalom miatt a javítás elmaradt.
- A kábel magánterületen haladt

További hibák maradtak egyes kábelszakaszokon a következő okok miatt:

- Rossz helyen történt meg a hibás kábeldarab kivágása
- Szerelési hibák

Következtetések:

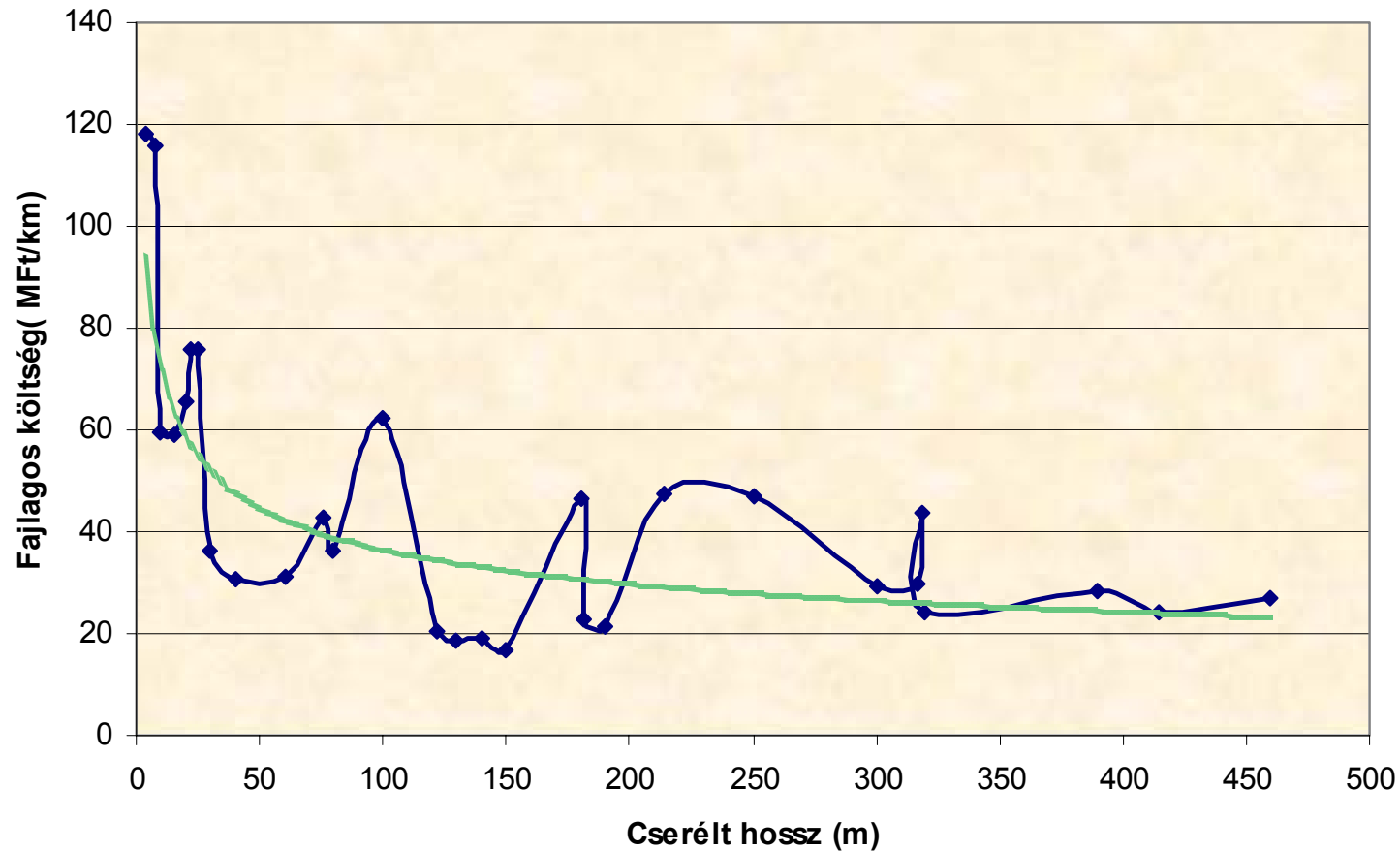
- Minden esetben szükséges pontosító mérést végezni, a mérőcsoport dönt a helyszínen a cserélendő hosszal kapcsolatban. Az előzetesen meghatározott hossz így változhat
- Koncentrált részkisülés esetén (általában összekötő) csak pontos helymeghatározás esetén lehet elvégezni a javítást
- Meg kell határozni kinek legyen a feladata a módosítások megküldése a hálózat dokumentációs osztálynak, hogy a változások bekerüljenek a KÖFIR-be
- Szükség van olyan hálózati rajzra ami pontosan megadja a szakasz felépítését, a kábel típusát és hosszát

Elvégzett munkák naturáliái

	Kábel teljes hossza (km)	Cserélt hossz (km)	Költség (MFt)	Fajlagos költ. (MFt/km)
KP	16,55	6,05	184,7	30,86
ÉB	7,05	1,47	43,5	29,59
Összesen	23,6	7,52	228,2	30,35

A Fajlagos költségek rövid szakaszok cseréje esetén sokkal magasabbak a 2007-ben elvégzett 10kV-os kábelrekonstrukciós munkákhoz viszonyítva (19MFt/km).

Fajlagos rekonstrukciós költség a cserélt hossz függvényében KP-en



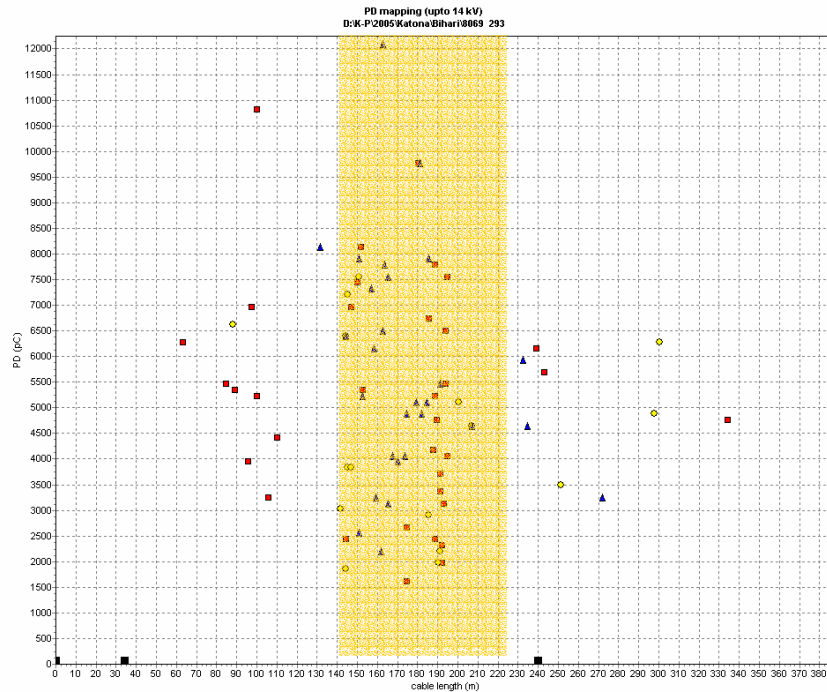
Következtetések a diagnosztika jóságára a kábelboncolások alapján

- Kábelszerelvények esetében a boncolások igazolták a diagnosztikai mérési eredményeket pl.:
 - A kötés belső része mindenütt vizes
 - Hüvely közepén két sajtolás hiányzik
 - Árnyékolás, páncélozás, földelővezető hibás bekötése, folytonosítása
 - A szigetelő csövek nincsenek kellő képen felzsugorítva

- Futó kábelek esetében általában nem a legnagyobb részkisülést mutató kábelszakasz került vizsgálatra. Ennek ellenére általánosságban megállapítható, hogy a kábelek köpenysérülés következtében beáztak. Korróziós nyomok látszanak a külső acélpáncél szalagon, illetve az alumínium szalagon fehér por, ez több esetben a térvezérlő rétegbe is bediffundált.

8069-293 kábel szakasz

Csere előtt

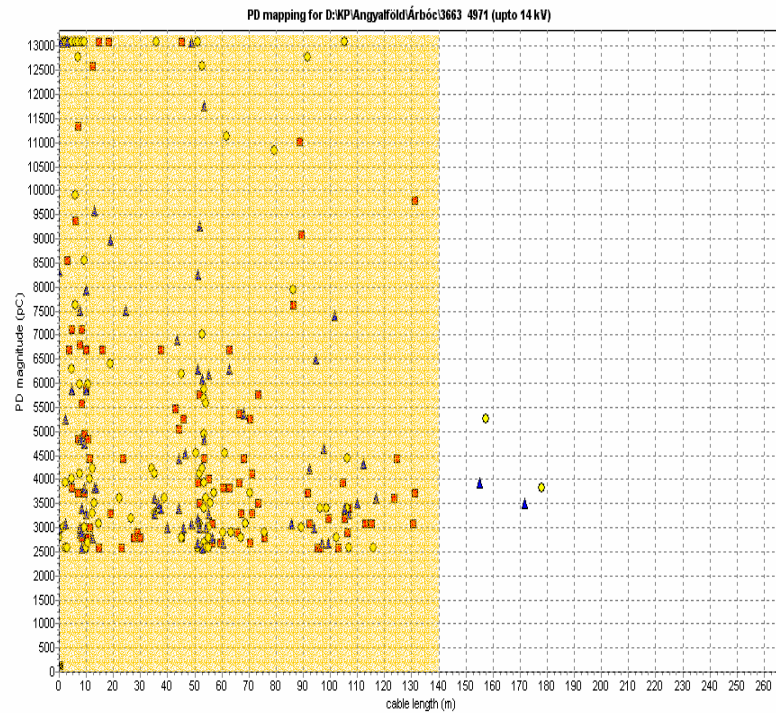


Csere után

Csere után rész kisülés
nem volt detektálható

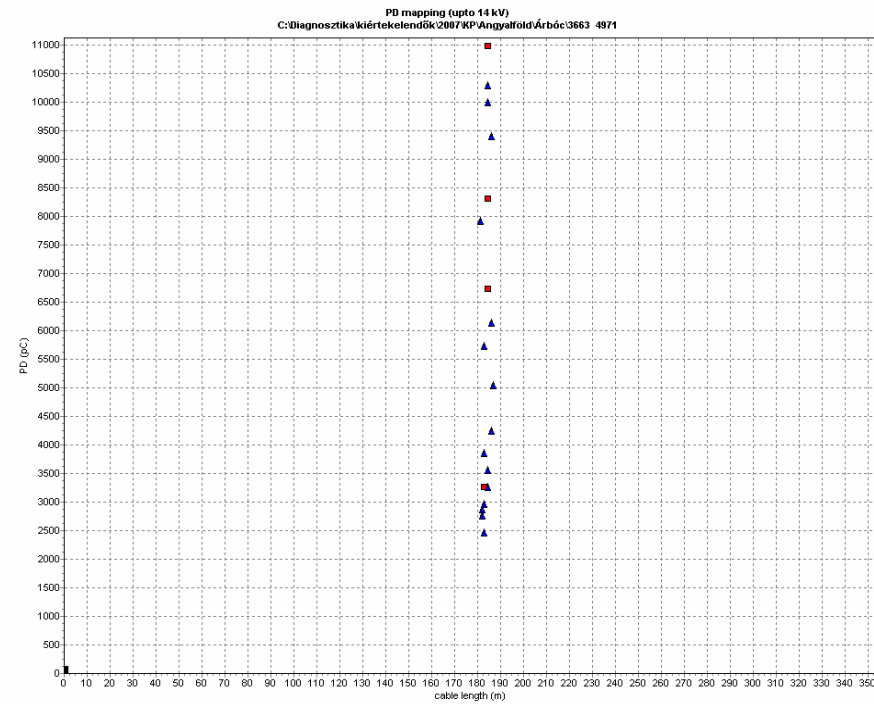
3663-4971 kábel szakasz

Csere előtt



Észrevételek:

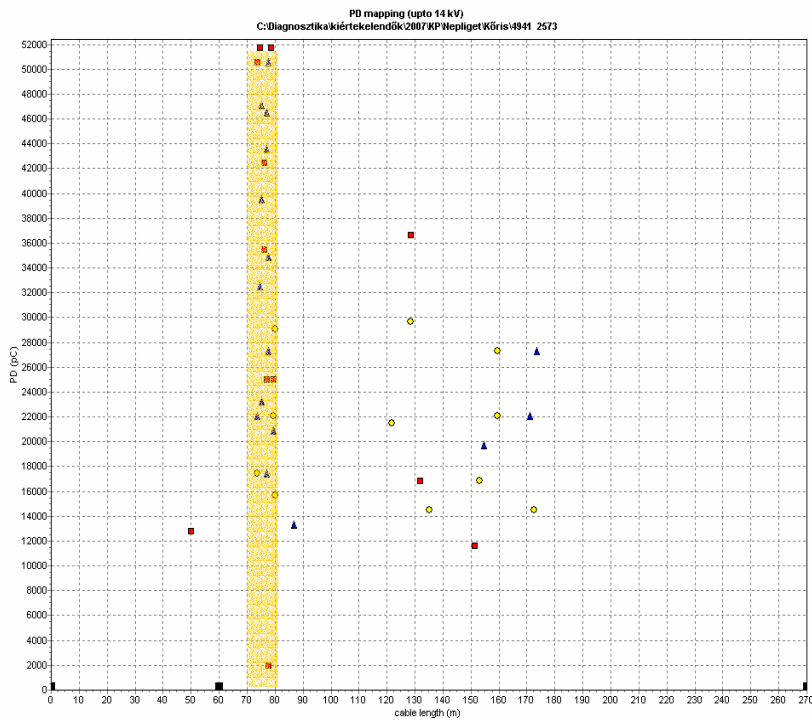
Csere után



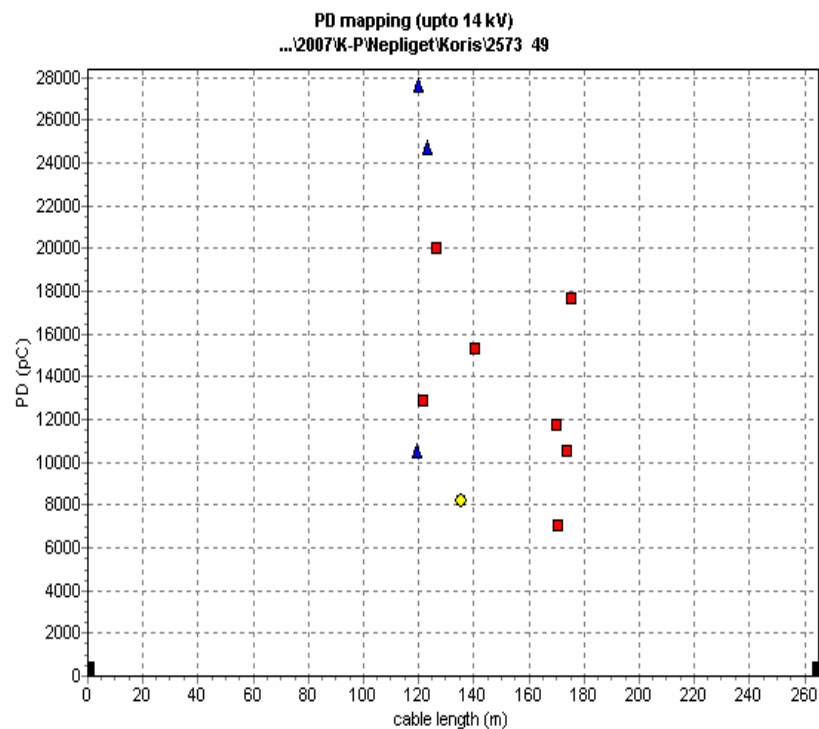
Szerelési hiba

4941-2573 kábel szakasz

Csere előtt



Csere után



Észrevételek:

További hiba ?

Összefoglalva:

- A 10 kV-os kábelhálózat megbízhatóságát növelni kell, el kell érni a hasonló EU-s ország kábelhálózata megbízhatósági szintjét
- A kábelhibák adatainak pontosításával javítani kell a hibastatisztikánkat. A kibontott kábeldaraboknál a fektetési körülmények rögzítése is fontos (szintbeli kérdések).
- Javítani kell a diagnosztika hatásosságát, ebben komoly reményeket támasztunk a most elkészült nyilvántartó programmal szemben
- Folytatni kell a diagnosztika mérési eredményei alapján a kábelek részleges rekonstrukcióját
- A 10 kV-os ETM bevezetésével csökkenthető 3 percen belül a kisesett fogyasztói szám kábeles üzemzavarok miatt
- A közműmunkálatok egyeztetésével csökkenteni kell a kábelsértések számát
- Technológiai fegyelem szigorítása, a műszaki ellenőrzés színvonalának növelése
- Kábelszerelő képzés és utóképzés javítása
- További vizsgálat szükséges a tartós meleg és a kábelhálózati hibák közötti összefüggés feltárására.