

**Az MSZ EN 50341-1:2013 és az  
MSZ EN 50341-2:2014  
szabadvezetési szabványok  
magyarországi alkalmazása**

MMK Szakmai továbbképzés

Tárczy Péter, Energin Kft.

# Előszó-1

- Az előadás diái elérhetőek lesznek (ehhez MMK segítséget kérek)
- MMK tervezési segédlet készült, feltételezhetően ez is elérhető lesz
- Az előadás időtartama csak szemelvények bemutatására ad lehetőséget
- A szabványok beszerezhetőek: [www.mszt.hu](http://www.mszt.hu)

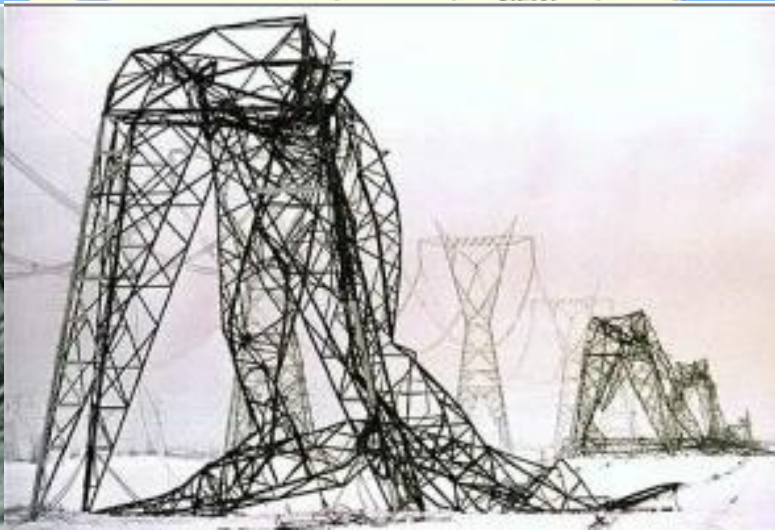
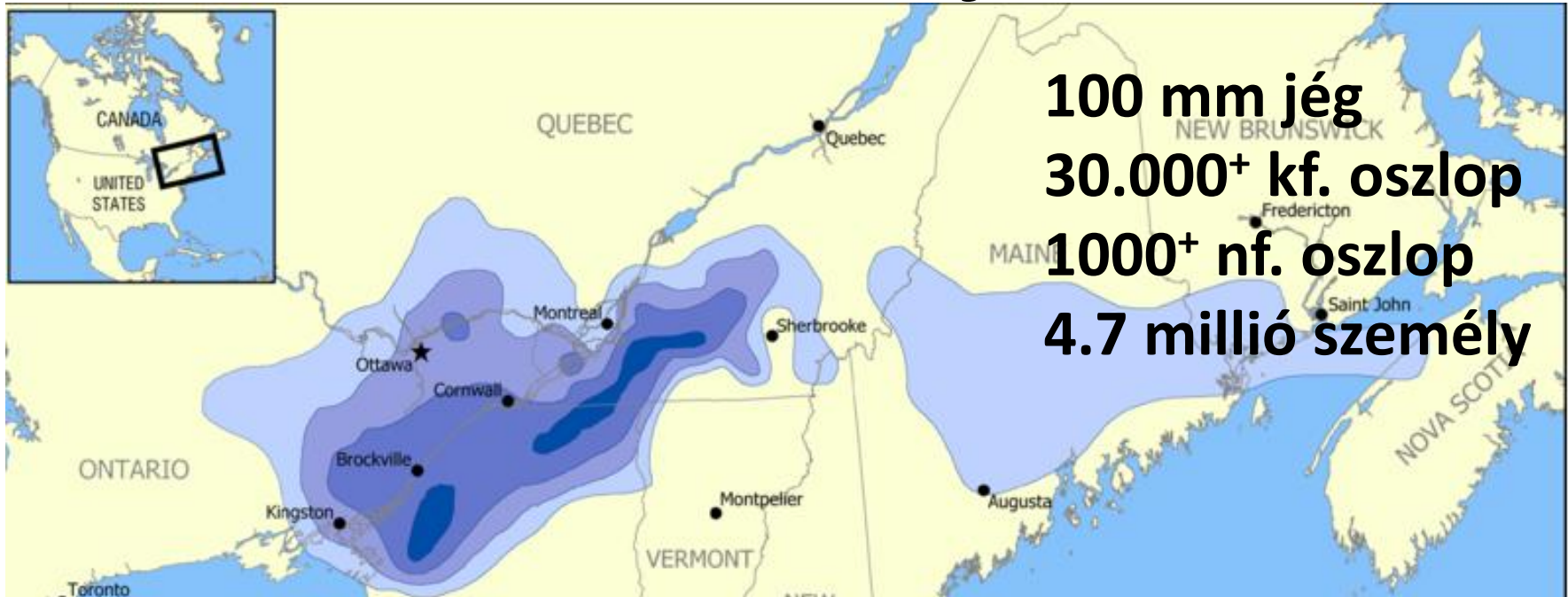
# Előszó-2

- A szabvány (és az előadás) vezérfonala: valószínűségek és kockázatok mérlegelése
  - statikailag
    - üzembiztonság
    - szerkezeti biztonság
    - személyi biztonság
  - villamosan
    - üzembiztonság
    - személyi biztonság

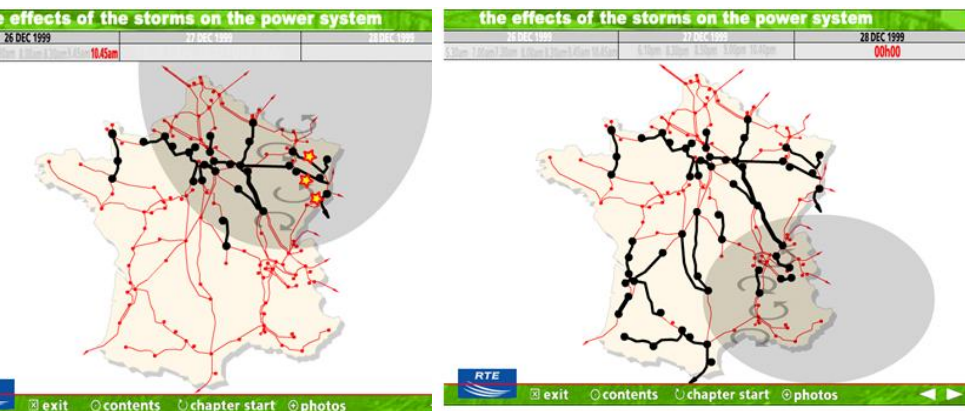
# Egyesült Királyság, 1987. december



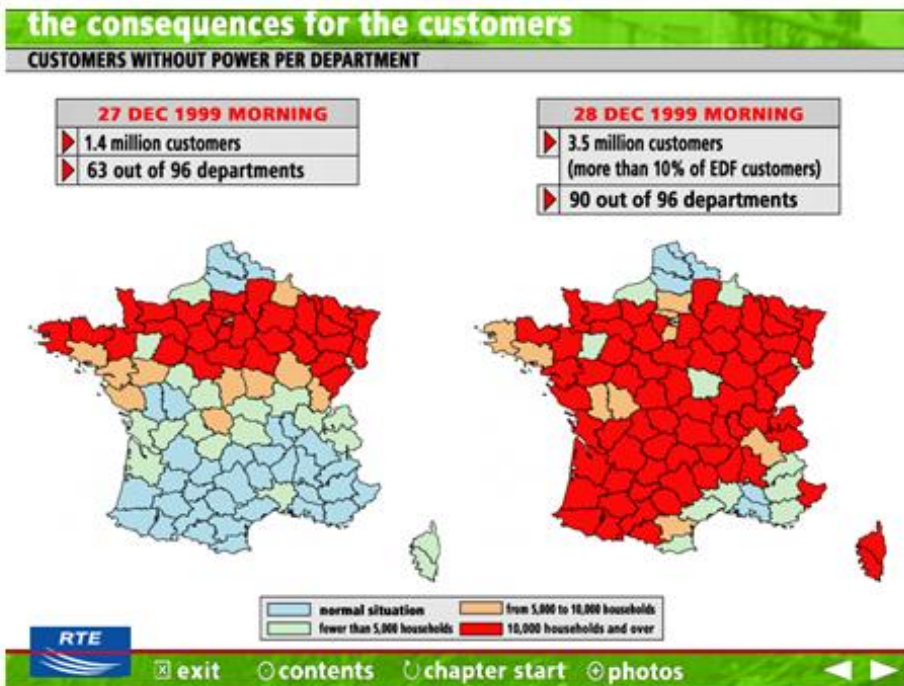
# Kanada, 1998. január



# Franciaország, 1999. december

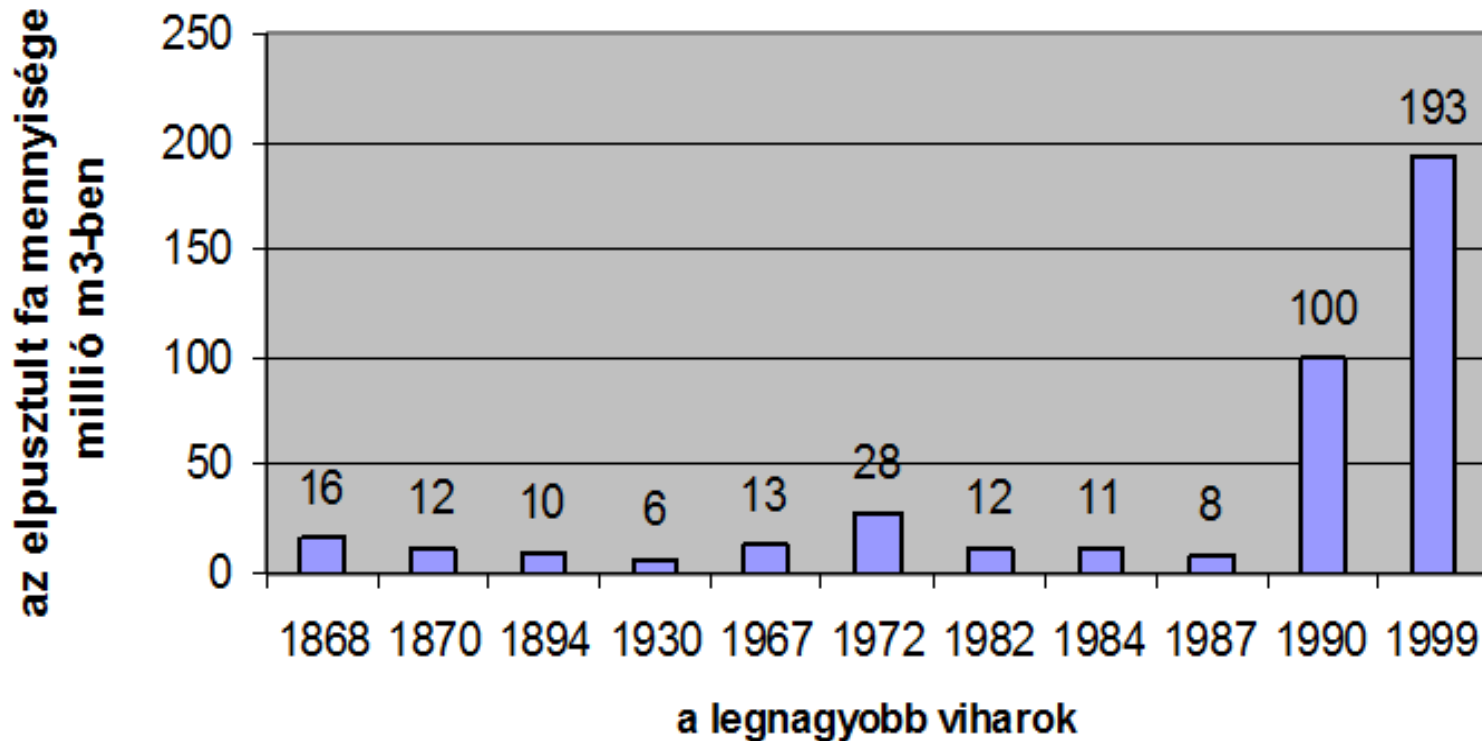


Lothar és Martin hurrikán  
280+ nf. oszlop tönkrement  
1000+ kf. oszlop tönkrement  
10 millió személy ellátatlan



# „SI” helyett: millió m<sup>3</sup>/év...

Az 1999. évi a legszörnyűbb vihar Nyugat-Európában  
a XIX. század óta



# Szlovákia, Tátra, 2004. november

12600 ha

3.000.000 fa





# Martonvásár-Litér 400 kV, 2008. március 1.

Emma hurrikán,  
a Martonvásár-Litér  
400 kV-os távvezetéken  
2 oszlop tönkrement,  
2 sérült



# Dunántúl, 2009. január 27-30.

tapadó hó (4...12 cm átmérő) és szél  
B12-200 és B12-400 oszlopok törése  
AASC-35, -70, -95 sodronyok nyúlása



# Budapest, 2010. május 17.



# Kelet-Magyarország, 2013. március 14.

220 kV-on 6 oszlop  
összedőlt,  
további 86 oszlop sérült

350 db köf és kif  
oszlop dőlt ki



400 kV-on 14 oszlop összedőlt,  
további 2 oszlop megsérült

# Közép-Magyarország, 2014. december

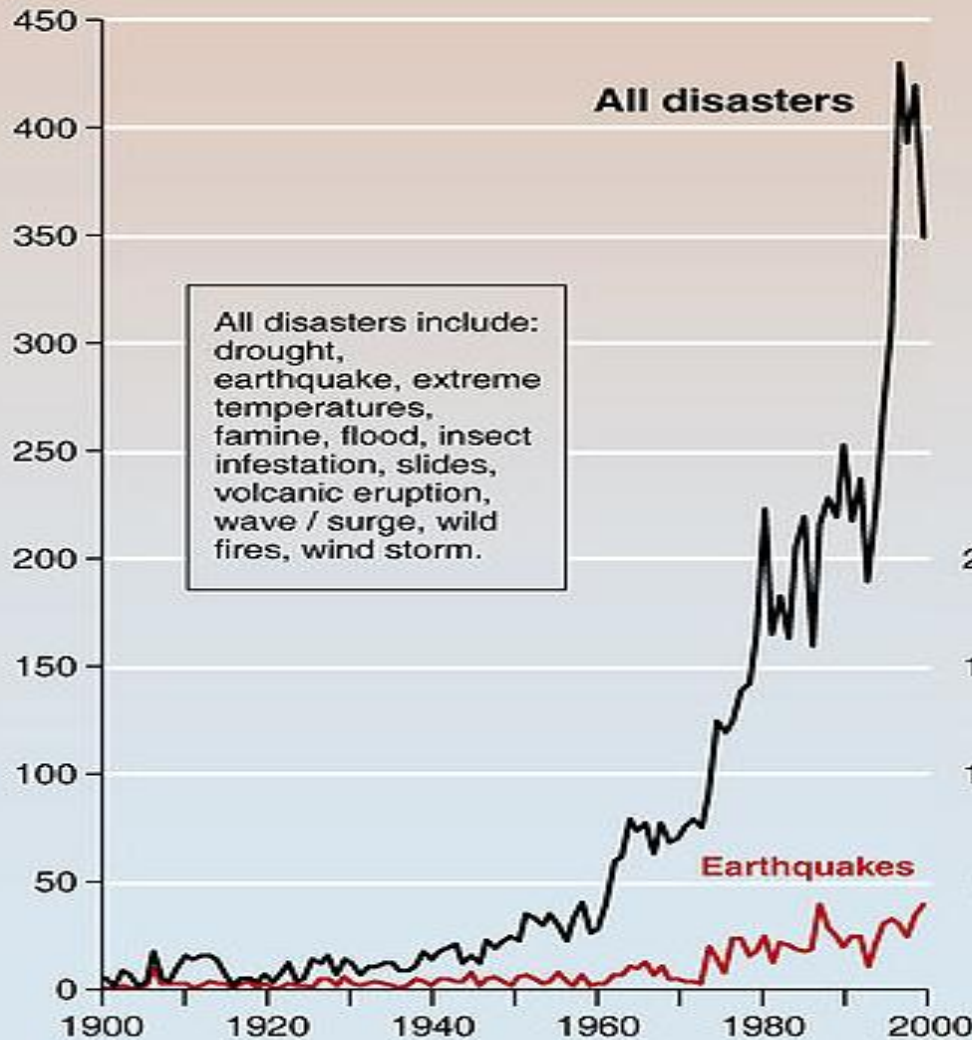


400 és 220 kV-on több oszlop  
tönkrement, a sodronyok az  
M31 útra zuhantak



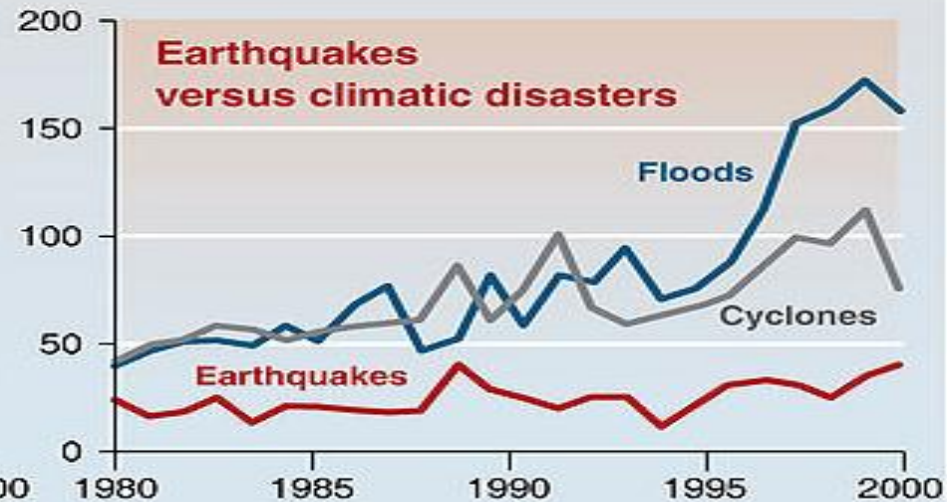
# Évenkénti katasztrófák száma

Number of events per year

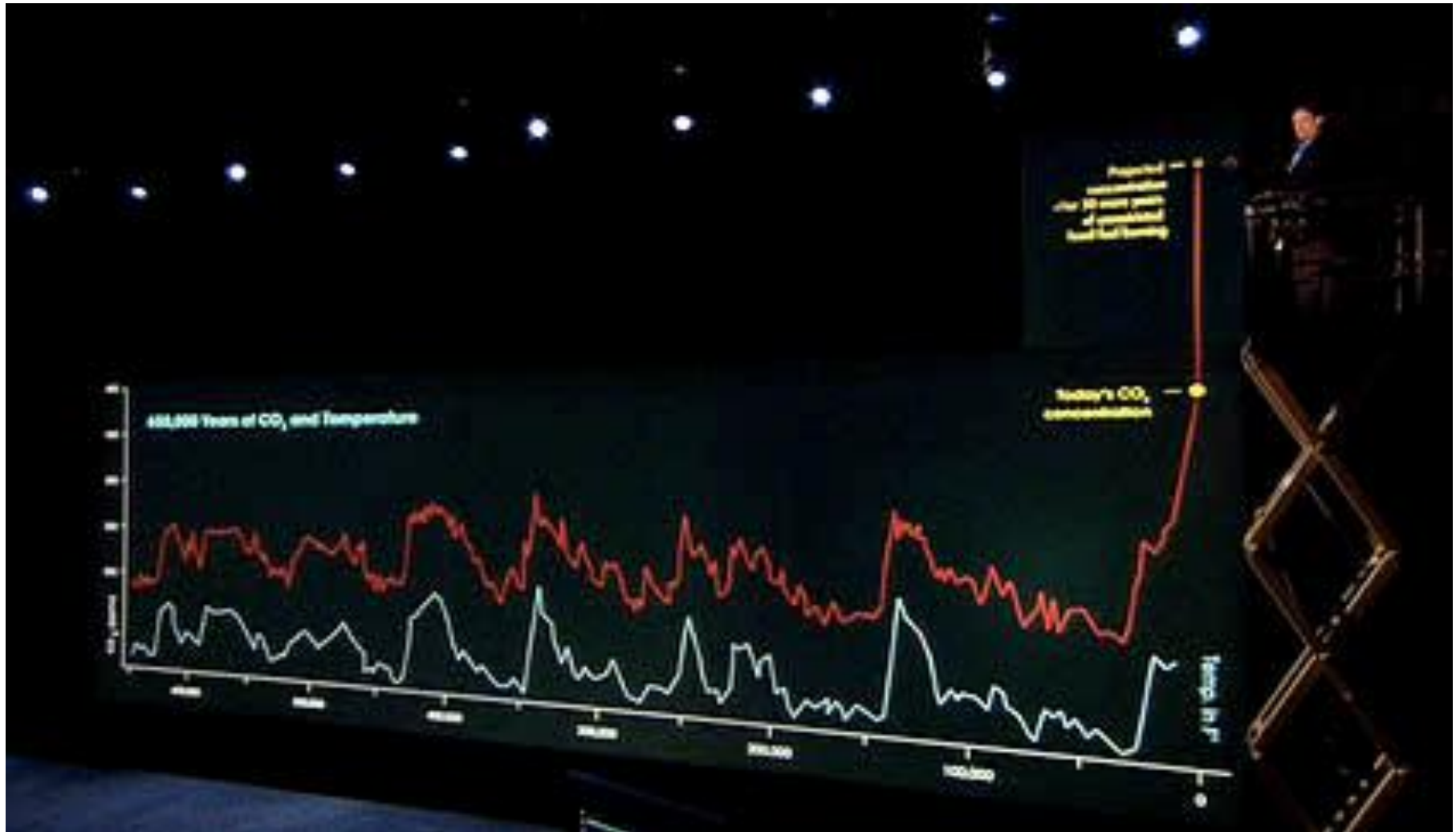


## Trends in number of reported events

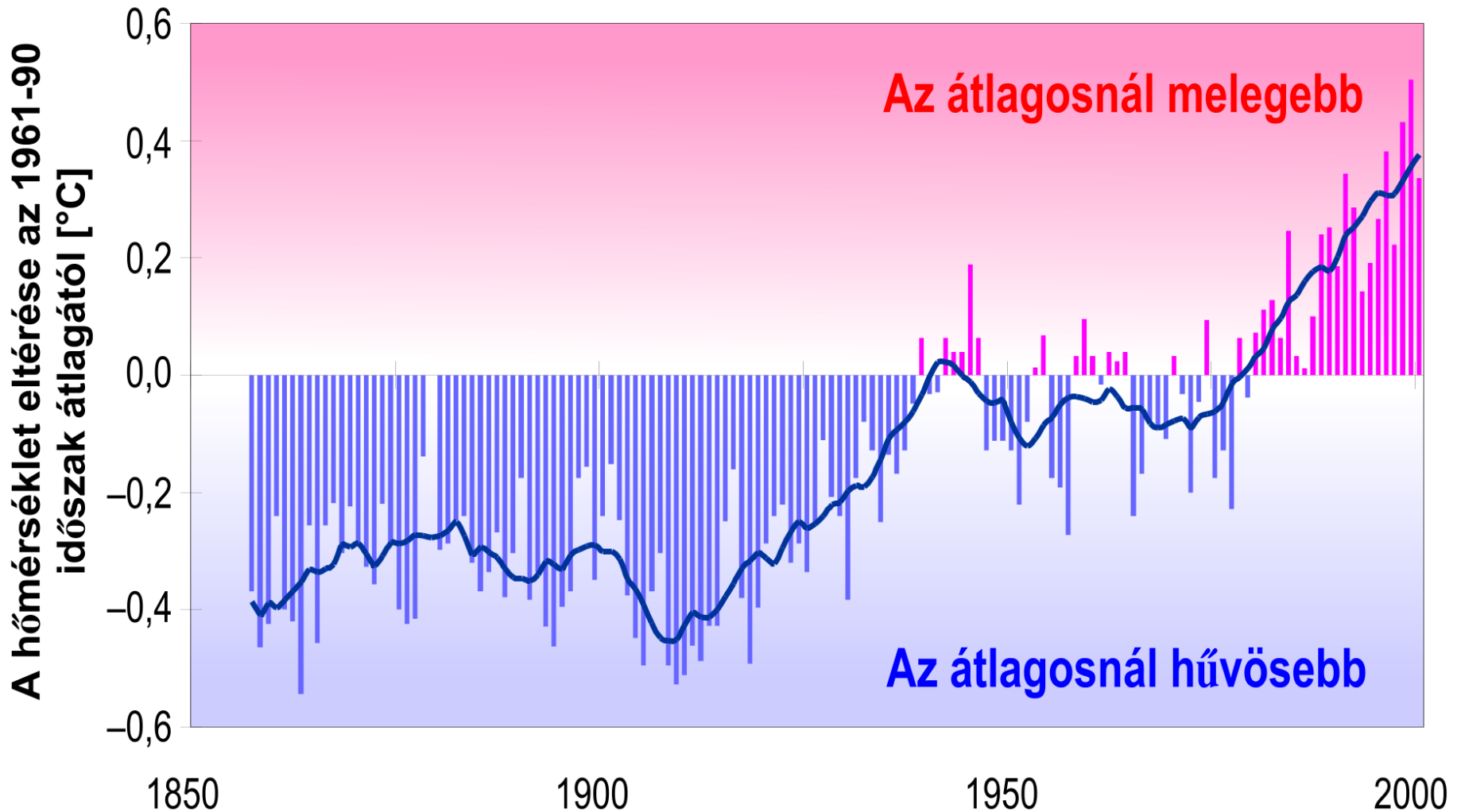
Much of the increase in the number of hazardous events reported is probably due to significant improvements in information access and also to population growth, but the number of floods and cyclones being reported is still rising compared to earthquakes. How, we must ask, is global warming affecting the frequency of natural hazards?



# Béke Nobel Díj - grafikonokért

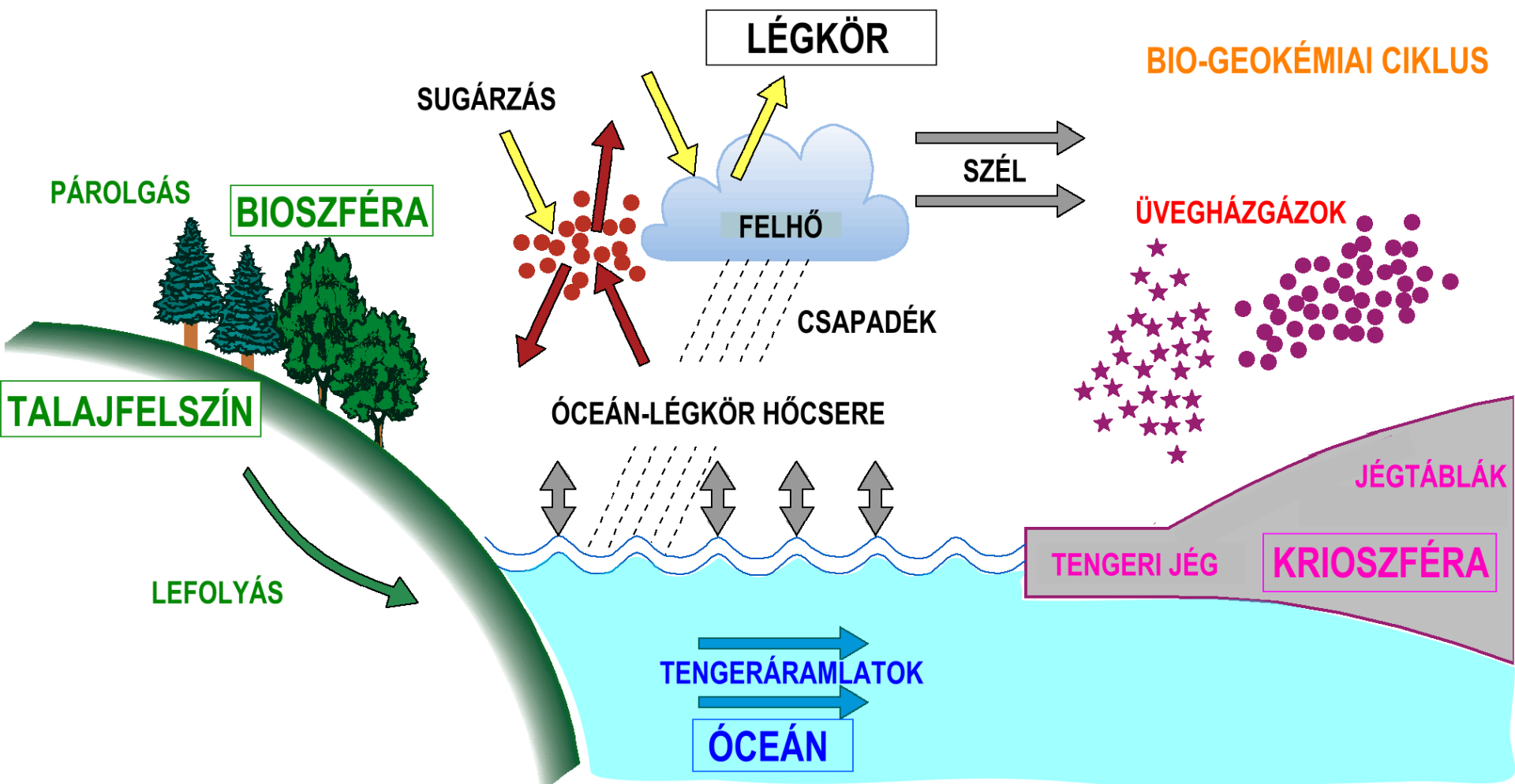


# A globális átlaghőmérséklet alakulása, 1860-2000 (IPCC, 2001 nyomán) (ELTE)

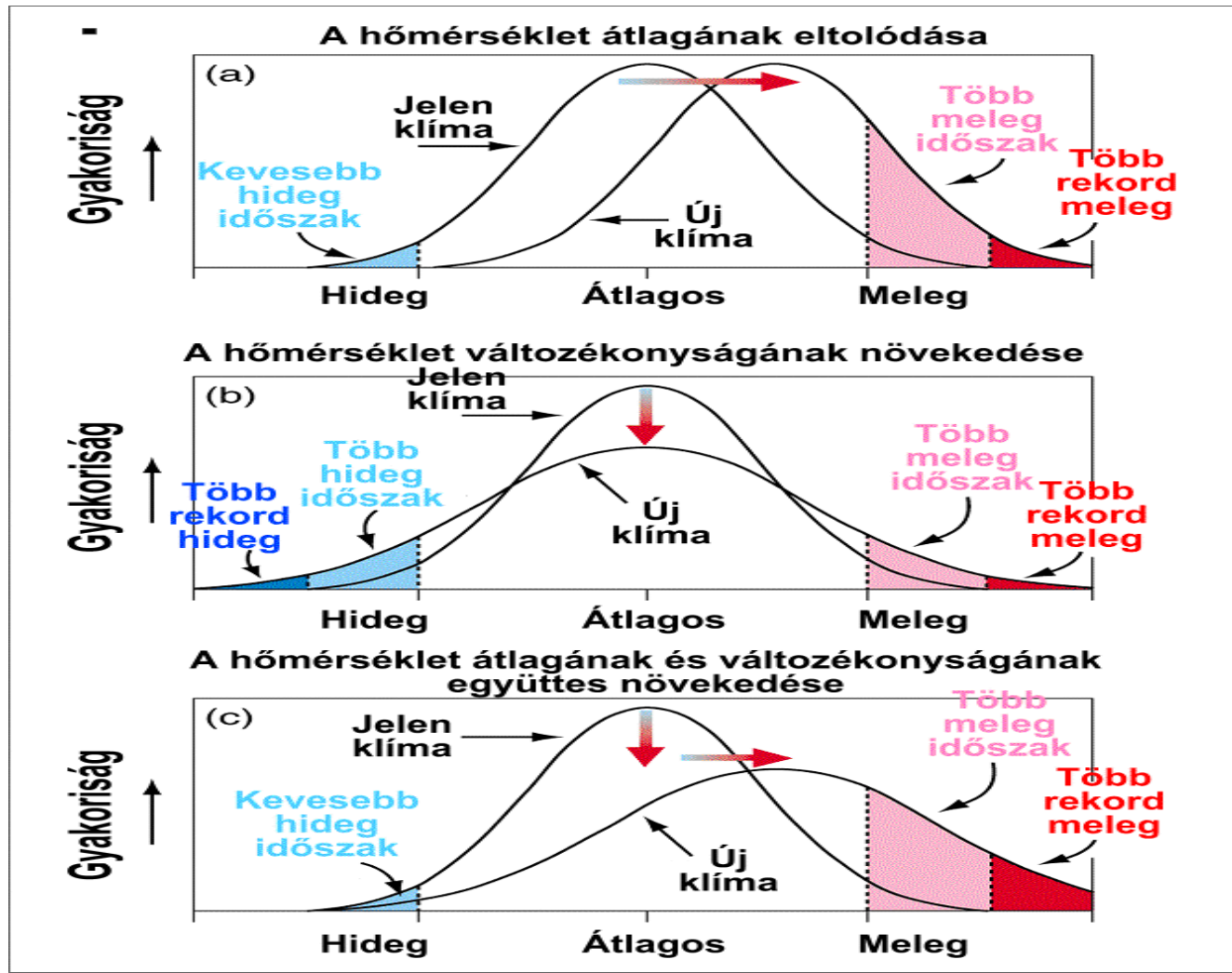




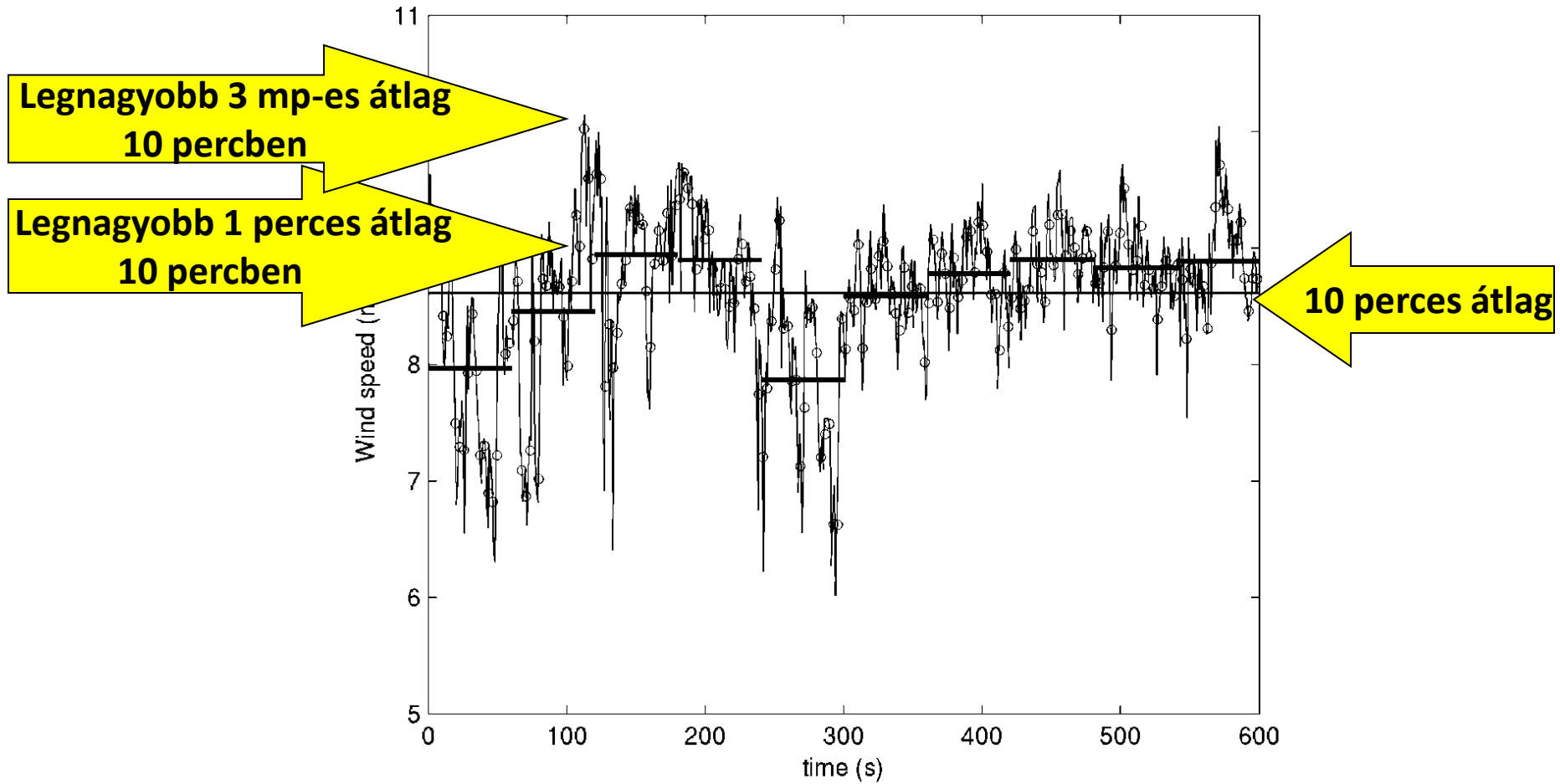
# Az éghajlati rendszer elemei (ELTE)



# A hőmérsékleti átlag és változékonyság növekedésének alapsémái (ELTE)



# Szélességek



# Emil Julius Gumbel

## szélsőséges értékek eloszlása

$$G_1(x) = e^{-e^{-y(x)}}$$

$y, \alpha, \mu, \delta$  A Gumbel eloszlás számításához használt tényezők

$G_1$  annak a valószínűsége, hogy az  $x_i$  szélsőséges érték egy tetszőleges évben kisebb, mint bármelyik  $x$  kiválasztott érték

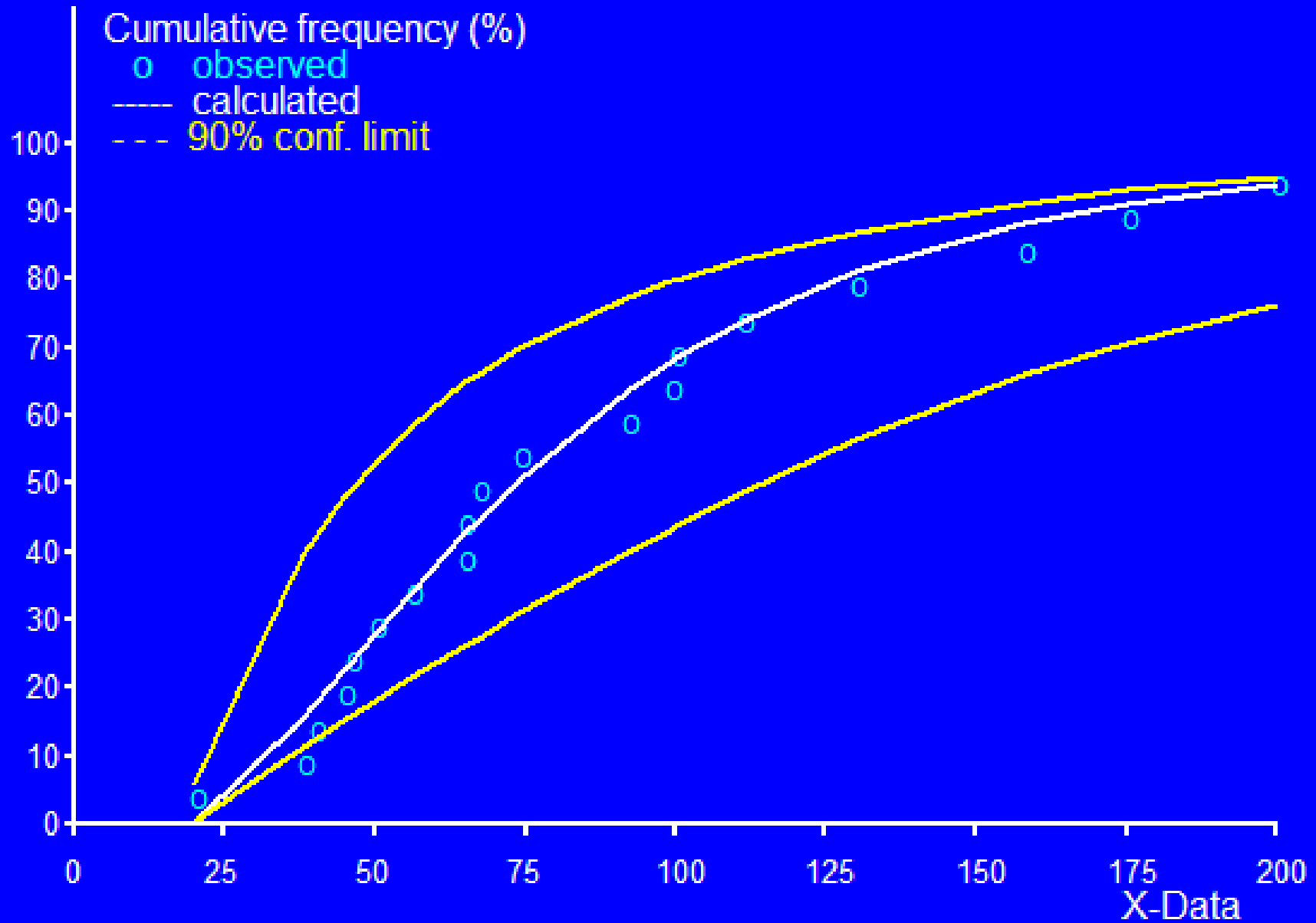
$$G(x) = 1 - G_1(x) = f(y, C_1, C_2, n)$$

$G$  annak a valószínűsége, hogy az  $x_i$  szélsőséges érték egy tetszőleges évben nagyobb, mint bármelyik  $x$  kiválasztott érték

- Idősorok, illetve átszámítási lehetőségek találhatóak a szabvány „D” mellékletében.

# Cumulative Frequency Analysis

## Fit of Gumbel distribution to maximum one-day October rainfalls



# A változtatást ösztönző, illetve lehetővé tevő tényezők

- CENELEC tagság – vállalt szabványbevezetés
- Klímaváltozás – extrém jelenségek
- Üzemzavarok – lokális, regionális, kaszkád
- Műszaki fejlődés
  - valószínűség-számítás
  - éghajlat- és időjárás-modellezés
- Társadalom – kockázatok érzékelése, kezelése

# Előzmények

- MEKH kezdeményezés 2009
  - Időjárási hatások vizsgálata
- Iparági együttműködés (2010-2013)
  - Üzemi tapasztalatok
  - Időjárási hatások okozta igénybevételek
  - EN 50341 szabvány bevezetés előkészítése, a szabványhoz nemzeti melléklet készítése
- Az EN 50341 szabvány változása (2013)

# Hatályos szabványok

- **MSZ EN 50341-1:2013** (az MSZ 151 sorozat helyett, kivéve a kiefeszültségre vonatkozóan hatályban maradt MSZ 151/8 lapot)  
(közös európai szabvány + kapcsolódó nemzeti mellékletek – NNA, National Normative Aspects)
- **MSZE 50341-2:2014**, az előző szabványhoz tartozó nemzeti melléklet ***Előszabvány*** formában (maximum 5 évig maradhat változatlanul érvényben); **jelenleg ez a magyar NNA**



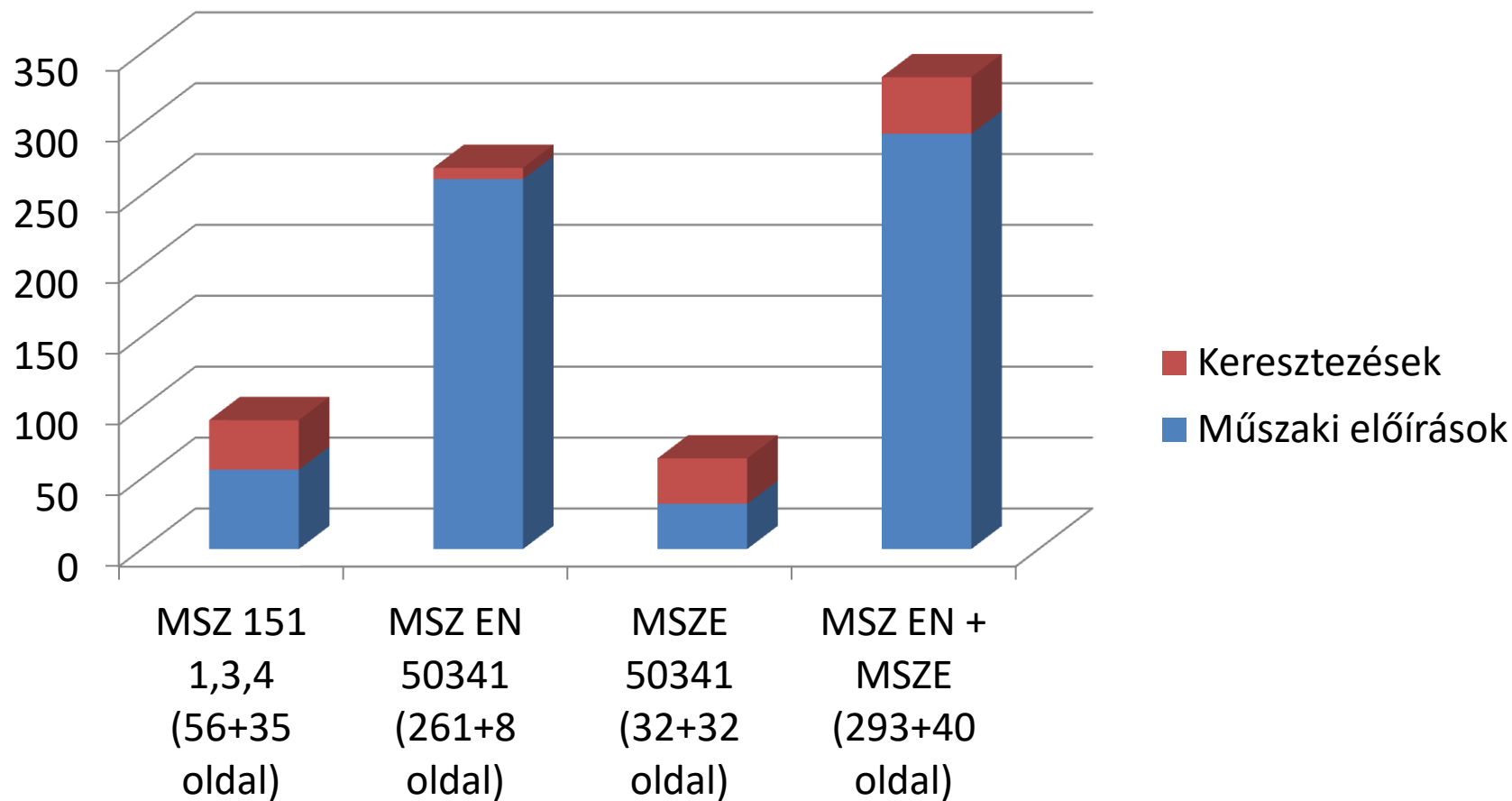
# Az NNA felépítése

- Az MSZ EN szabvány felépítését követi
- Az NNA-ban az MSZ EN szabvány egyes pontjaihoz fűzött kiegészítések olvashatók
- Az NNA-ban tehető kiegészítésekre vonatkozóan betartandók a CENELEC előírásai
  - „A” eltérések (nemzeti törvénykezés miatt kötelező)
  - Speciális nemzeti feltételek (snc) (hosszú időn keresztül megmaradó feltétel, pl. klíma)
  - Nemzeti kiegészítések (ncpt) (nemzeti gyakorlat, ami idővel kivezethető/kivezetendő)

# „alkalmazás nem kötelező...”

- Biztonságra, megbízhatóságra vannak követelmények, nem a megoldás módjára
- Szabad jobbat csinálni
- Nincs lehetőség szabványfelmentés kérésére
- Ha gond van, akkor „megfordul a bizonyítási kényszer”
- <http://www.mszt.hu/web/guest/gyik>
- <http://www.mszt.hu/web/guest/tevhitek-es-tenyek>

# A szabványok terjedelme



Az EUROCODE szabványok terjedelme a fenti arányokat még tovább növeli.  
(MMK Tartószerkezeti Tagozat: MSZ-15000:  $\approx 360$  oldal, Eurocode:  $\approx 5000$  oldal)

# Tervezésre gyakorolt hatás

- Tisztázandó megrendelői igények (projektspecifikáció szükségessége, fontossága)
- Számottevően több egyedi tervezői munka a korábbi rutintevékenység helyett
- Tévedés/félreértés kockázata
- Tervellenőrzés
- Megrendelői + tervezői + ellenőri felelősség

# A szabvány fő fejezetei-1

0. Bevezetés

1. Tárgy

2. Rendelkező hivatkozások,  
fogalommeghatározások és jelölések

3. A méretezés alapjai

4. A szabadvezetékeken fellépő hatások

5. Villamos követelmények

6. Földelőberendezések

# A szabvány fő fejezetei-2

7. Tartószerkezetek

8. Alapozások

9. Vezetők és védővezetők

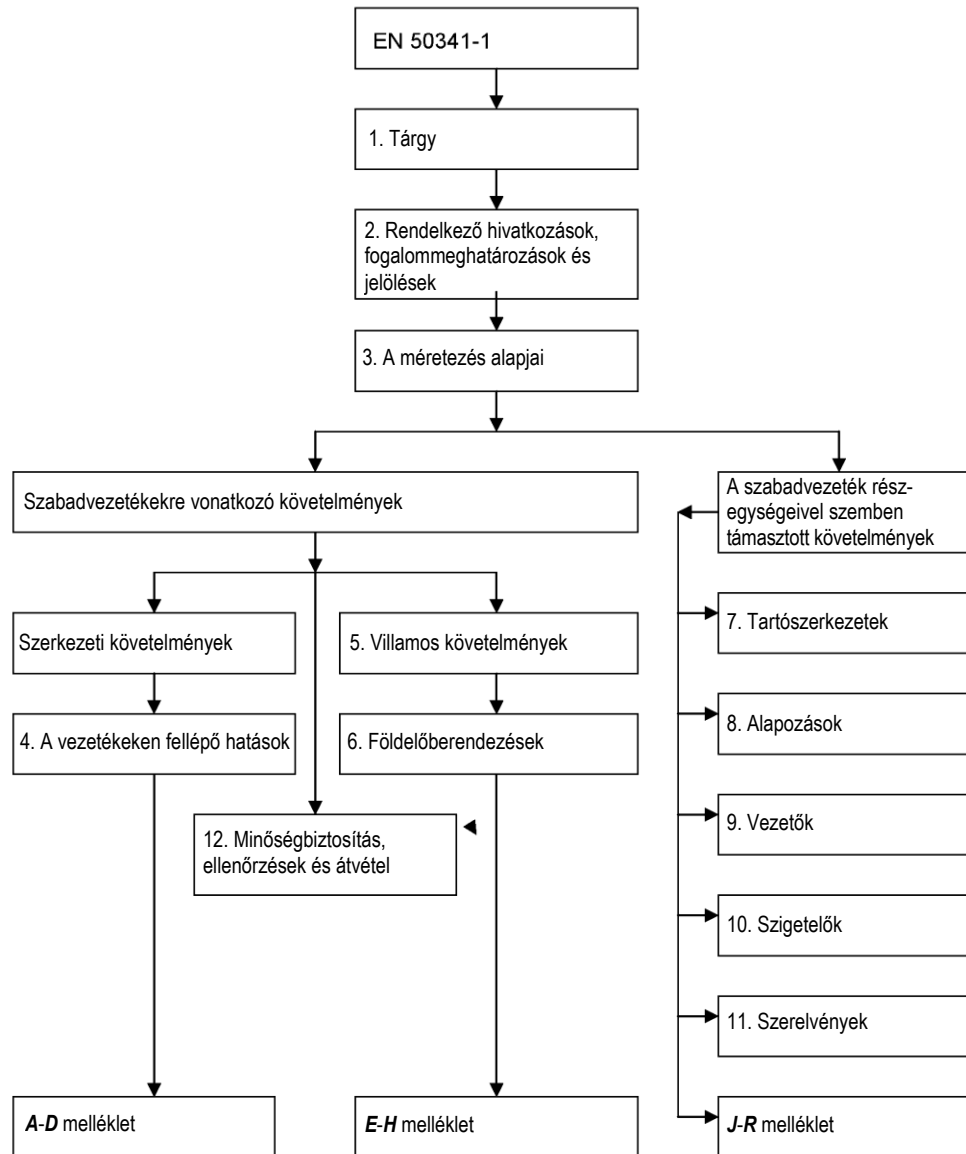
10. Szigetelők

11. Szerelvények

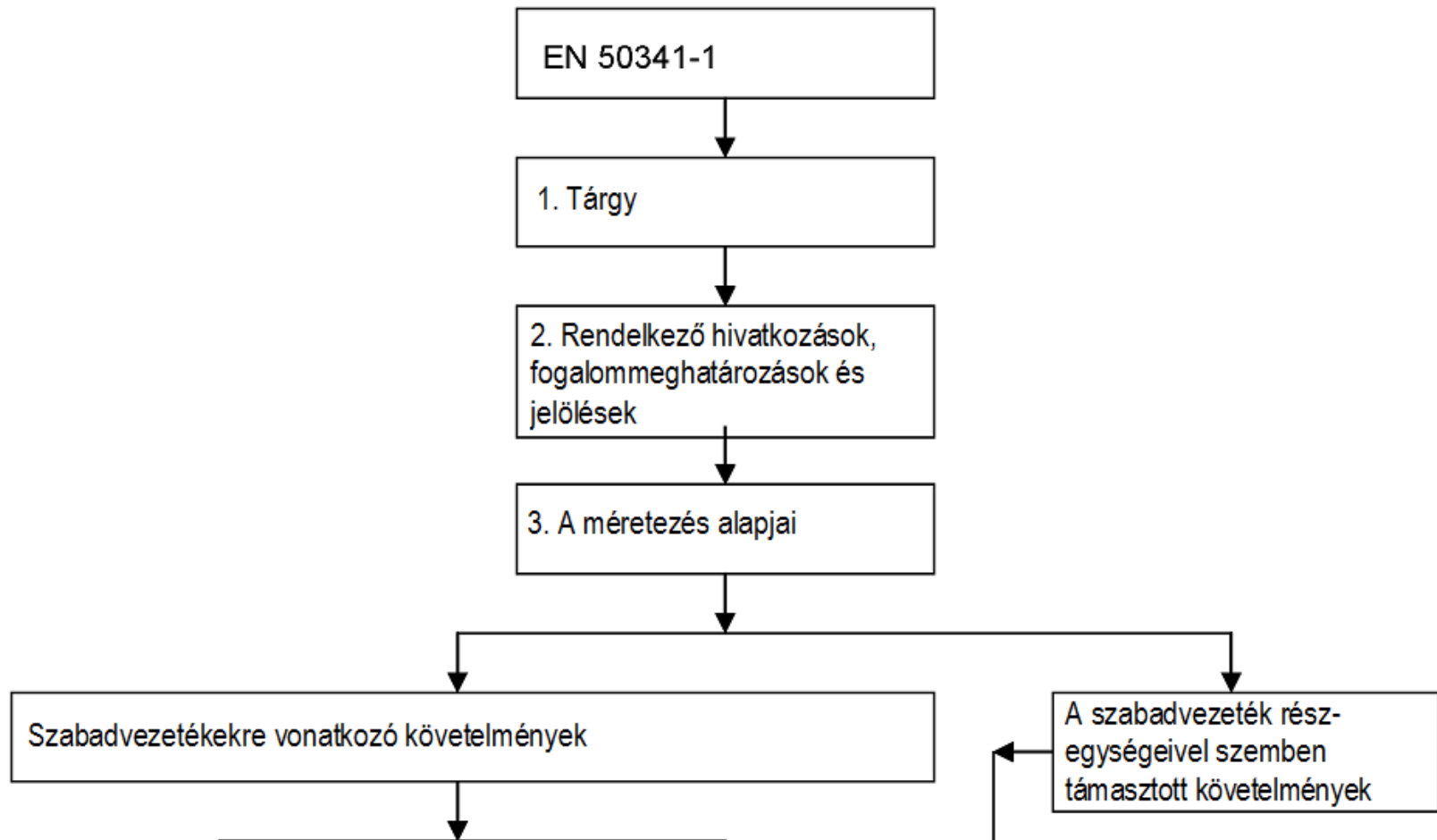
12. Minőségbiztosítás, ellenőrzések és átvétel

Mellékletek (A...R)

# A szabvány szerkezete-1

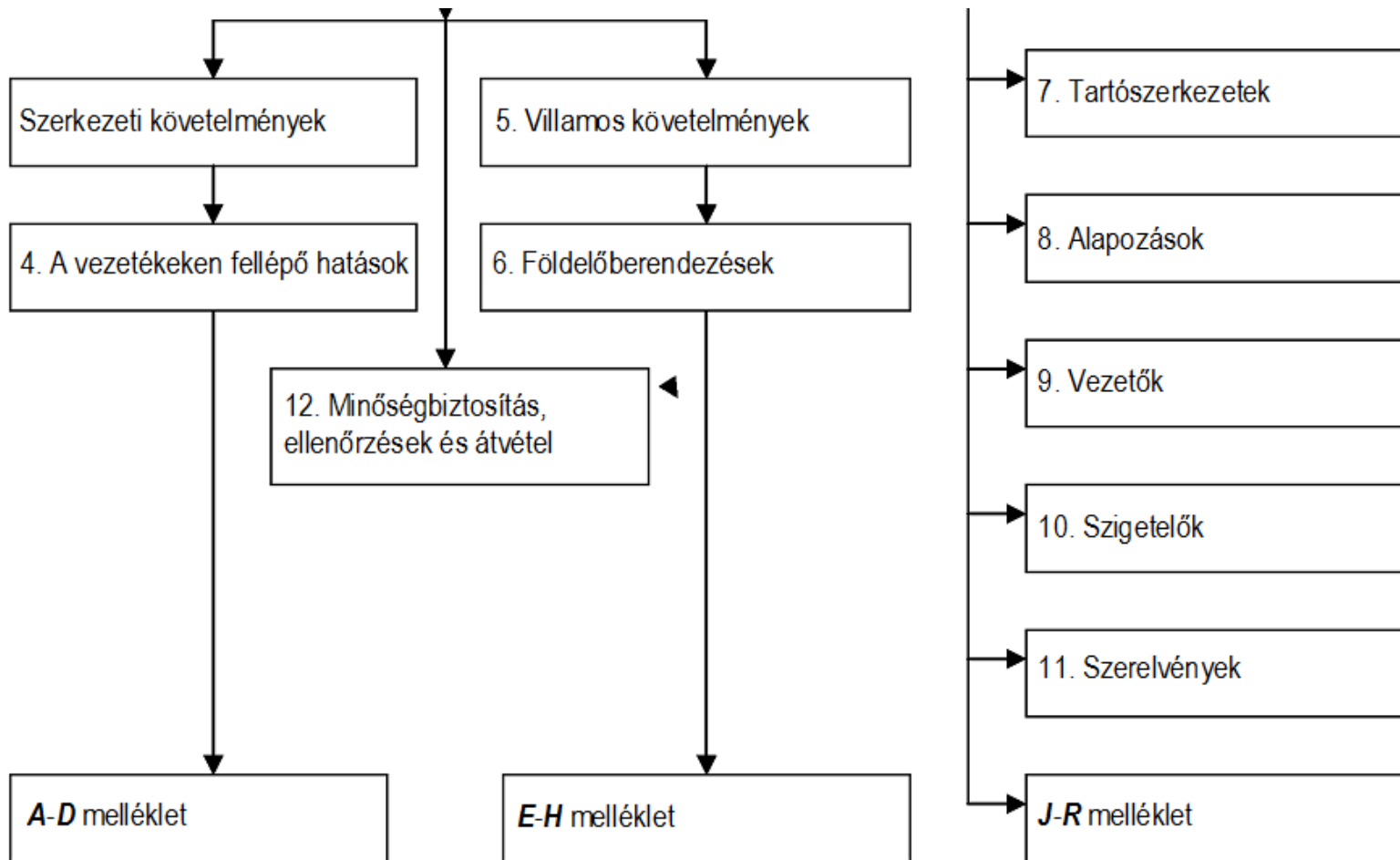


# A szabvány szerkezete-2





# A szabvány szerkezete-3



# 1. fejezet: A szabvány tárgya

- **Hatókör: 1 kV feletti ÉS 100 Hz alatti ÉS új szabadvezetékek**
  - Igen: OPGW, OPCON
  - Nem: ADSS, EN 61936-1 (zárt villamos terek), villamos vasutak felsővezetékei
- **NNA: „A főrész érvénybe lépése előtt készült szabadvezetékekre (vagy annak részére) annak követelményei csak abban az esetben érvényesek, ha a szabadvezeték (vagy annak részét) lényeges változtatással (pl. más anyagú vagy keresztmetszetű vezetőkkel) átépítik.”**

# 3. fejezet: A méretezés alapjai

- Az Eurocode 1,2,3,4,7,8 előírásaival együttesen alkalmazandó
- Követelmények
  - megbízhatóság (üzemkészség, környezeti hatások)
  - szerkezeti biztonság (kaszád zavarok)
  - személyi biztonság (szerelés, karbantartás)

# Megbízhatósági szintek

Megbízhatósági szint	Éghajlati hatások $T$ elméleti ismétlődési periódusa [év]
1 (referencia) kötelező minimum	50
2	150
3	500

# Megbízhatósági szintek

Ország	Min. ismétlődési idő (év) (eltérés projektspecifikációban)
Olaszország	50
Szlovákia	50
Norvégia	50
Lengyelország	150 (eltérési lehetőséggel)
Finnország	50, 150, 500 fontosság szerint
Észtország	50, 150, 500 fontosság szerint
Németország	500 (mindig)
<b>Magyarország</b>	<b>50</b>

# Csökkentett követelmények ideiglenes távvezetékekre

Időtartam	Ismétlődési periódus [év]
$\leq 3$ nap	2
$\leq 3$ hónap (de $> 3$ nap)	5
$\leq 1$ év (de $> 3$ hónap)	10

# Szerkezeti biztonság

- Méretezés hosszirányú terhelésekre és torziós terhelésekre, pl.
  - egyenlőtlen pótteher (hossz vagy keresztirányban)
  - jégteher hirtelen megszűnése
  - vezetékszakadás

# Személyi biztonság

- Méretezés szerelés és karbantartás során fellépő igénybevételekre, pl.
  - szerelők súlya
  - technológiából fakadó terhek (emelő-berendezés, kikötés, stb.)



# Szilárdságkoordináció

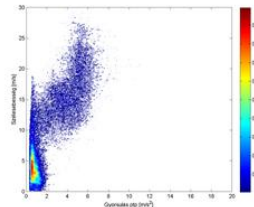
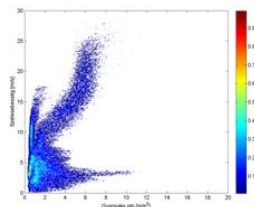
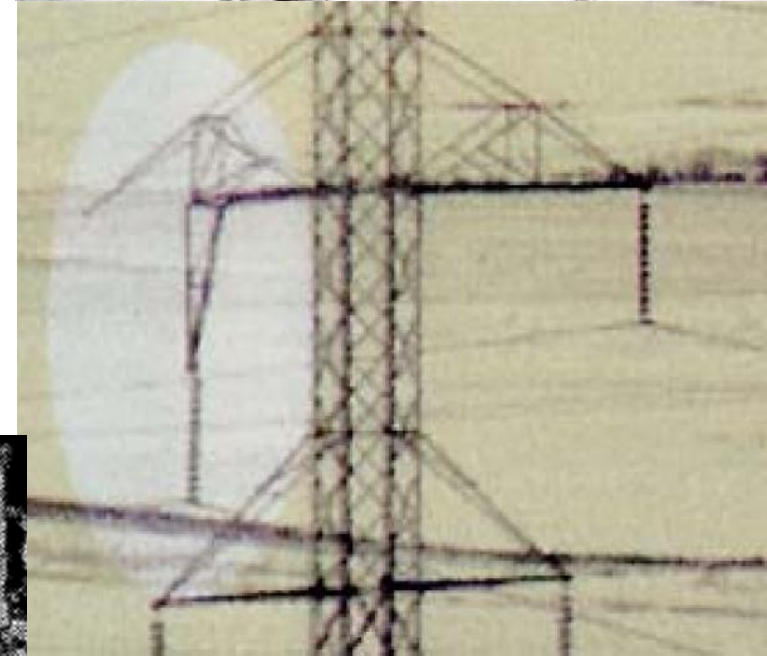
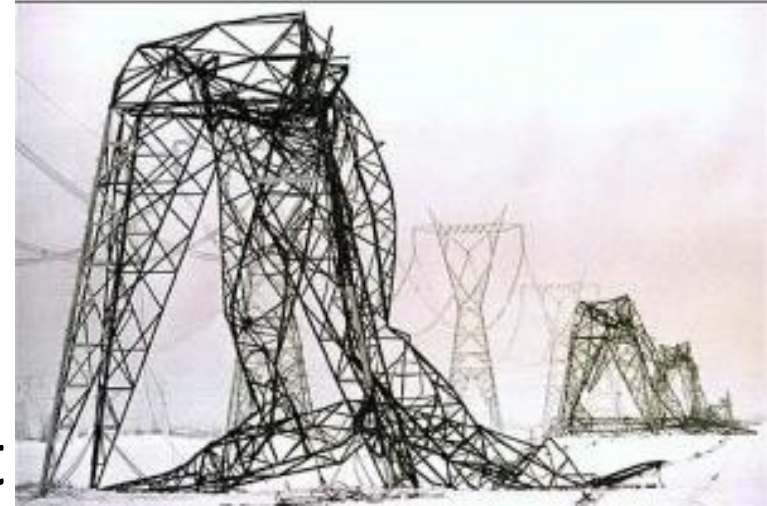
	Fontosabb részegység	A fontosabb részegységek közötti koordináció*
<b>Elsőként</b> hibásodjon meg	Függesztő tartószerkezet	<u>Tartószerkezet</u> , alapozások, szerelvények
90%-os valószínűséggel <b>ne elsőként</b> hibásodjon meg	Feszítőoszlop Vonal- vagy szakaszfeszítő oszlop Végoszlop	<u>Tartószerkezet</u> , alapozások, szerelvények
	Vezetők	<u>Vezetők</u> , szigetelők, szerelvények

MEGJEGYZÉS: A fenti szilárdságkoordinációt a legtöbb szabadvezetékre alkalmazni lehet. Lehetnek azonban olyan helyzetek, amikor különböző feltételeket lehet alkalmazni, és ezek más meghibásodási sorrendet eredményeznek.

\* A fontosabb részegységek közül 90%-os konfidenciaszint mellett az aláhúzott a leggyengébb.

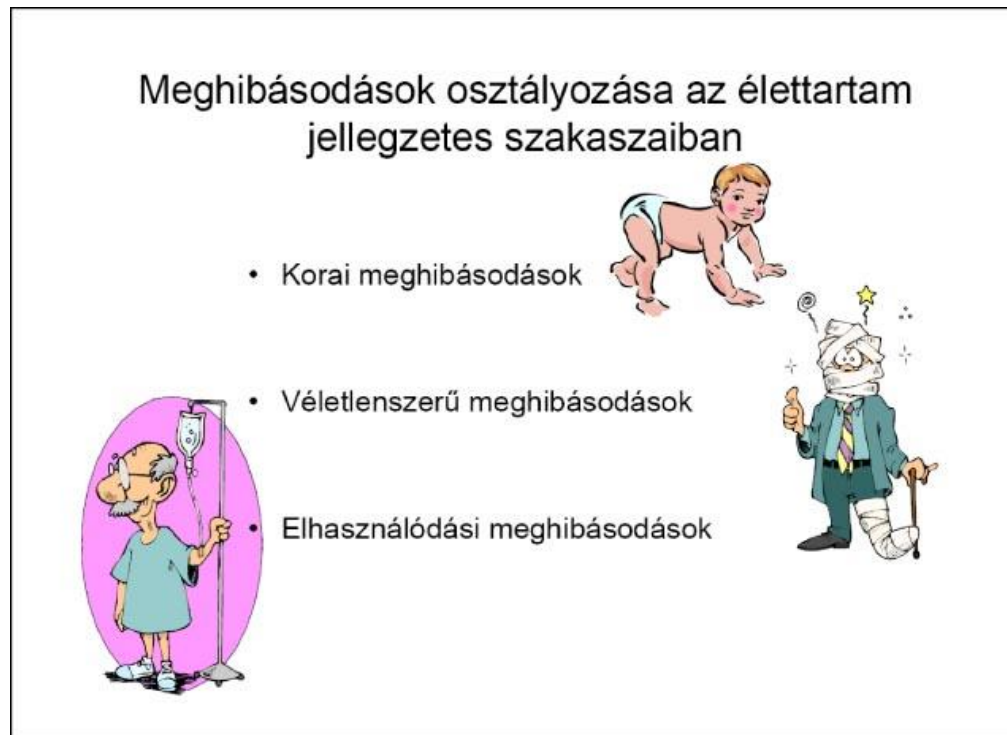
# Méretezési határállapotok

- Teherbírási határállapot
  - összeomlás, stabilitásvesztés
  - törés, kihajlás
- Üzemképességi határállapot
  - gyakori villamos átívelés
  - deformáció, elmozdulás
  - rezgések (kifáradás)
  - felületi károsodás, korrózió



# Elvárt élettartam

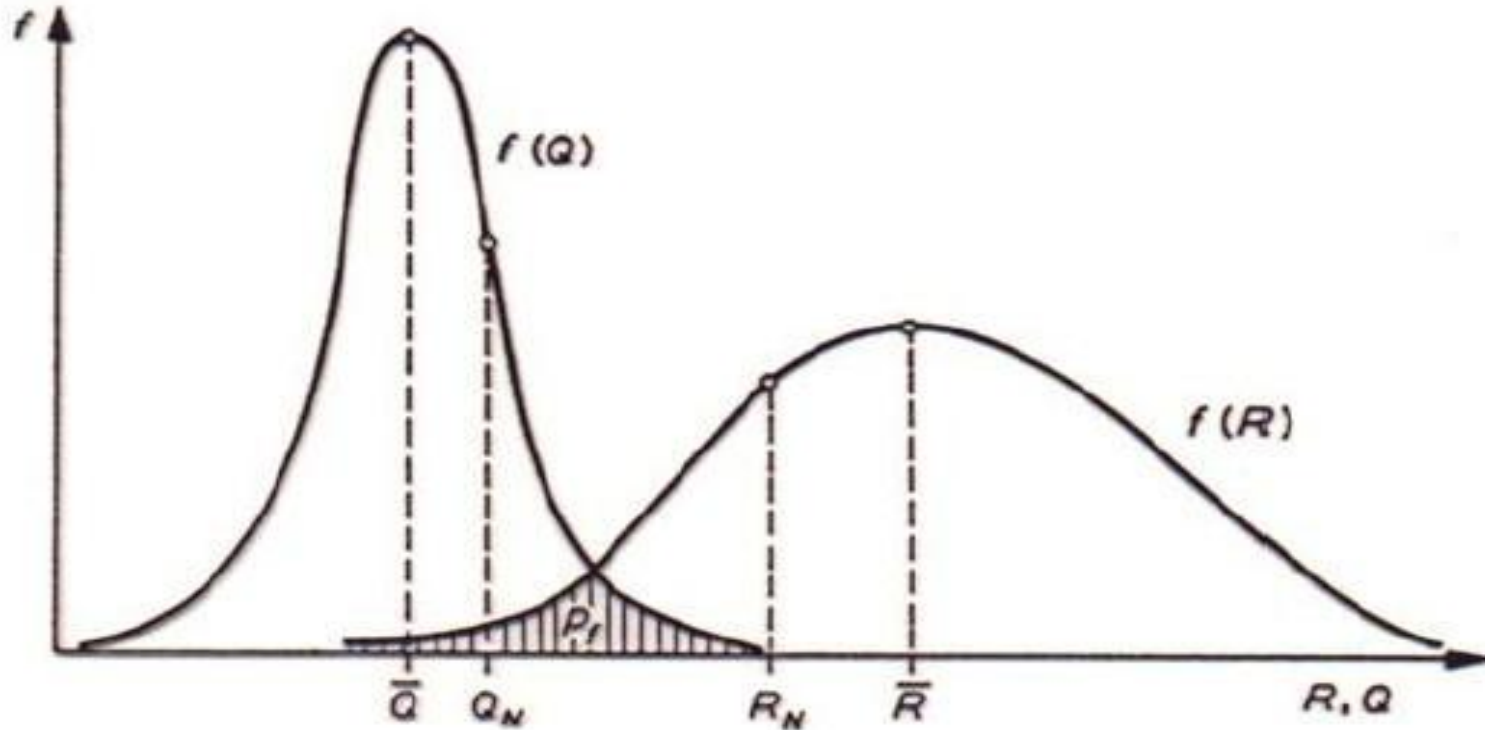
- Egyéb előírás hiányában 50 év
- Tervezési előírásokban el lehet térni (30...80 év)



# Hatások, méretezési értékek

- Hatások
  - állandó
  - változó
  - rendkívüli
  - különféle hatások kombinált figyelembe vétele
- Méretezési értékek
  - hatások: jellemző érték \* Eurocode résztényező
  - anyagtulajd.: jellemző érték / Eurocode résztényező
  - egyidejű hatások: kombinációs szorzók

# Valószínűség-alapú szemlélet



**Eurocode szerint méretezett szerkezetek esetén a meghibásodás (becsült) valószínűsége  $10^{-4}$**

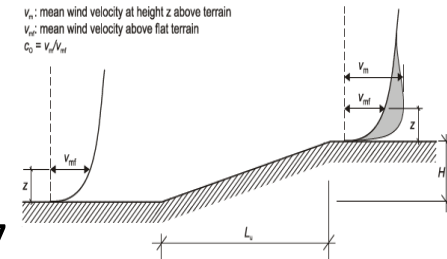
# 4. fejezet: A szabadvezetékeken fellépő hatások

- Szélteher
  - alap szélesebesség:  $V_{b,0}$ 
    - 50 éves visszatérési idő
    - 10 perces átlagsebesség
    - 10 m magasságban
    - II. tereposztály
  - az előírt alap szélesebesség:  $V_{b,0} = 23.6 \text{ m/s}$   
(Eurocode 1991-1-4, illetve MSZE 50341-2)
  - az alap szélesebességből kiindulva kell meghatározni az aktuális értéket

# Az átlagos szélesebesség az aktuális helyen

$$V_h(h) = V_{b,0} c_{dir} c_o k_r \ln (h / z_0)$$

- $V_{b,0}$  alap szélesebesség
- $c_{dir}$  széliránytényező, értéke ajánlás szerint 1.0
- $c_o$  domborzati tényező, számítása Eurocode EN 1991-1-4:2005 A3. melléklet szerint (5 %-nál kisebb lejtés elhanyagolható)
- $k_r$  tereptényező,  $k_r = 0,189 (z_0 / 0,05)^{0,07}$
- $h$  talaj feletti magasság
- $z_0$  egyenetlenségi hossz (érdesség, köv. oldalon)



# Terepkategóriák, egyenlőtlenségi hosszak

$$V_h(h) = V_{b,0} c_{dir} c_o k_r \ln(h / z_0)$$

Terepkategória		$z_0$ [m]	$k_r$
0.	Tenger vagy nyílt tenger melletti partvidék	0,003	0,155
I.	Tavak vagy elhanyagolható növényzetű és akadálymentes sík és vízszintes terület	0,01	0,169
II.	Alacsony növényzetű (pl. füves) és egymástól legalább a magasságuk 20-szorosára lévő különálló akadályokat (fákat, épületeket) tartalmazó vidék	0,05	0,189
III.	Szokásos növényzettel vagy épületekkel fedett terület, vagy egymástól legalább a magasságuk 20-szorosára lévő különálló akadályokat tartalmazó vidék (pl. falvak, elővárosi területek, állandó erdők)	0,3	0,214
IV.	Olyan területek, amelyeknek legalább 15%-a 15 m-nél nagyobb átlagmagasságú épületekkel van beépítve	1	0,233

MEGJEGYZÉS: A terepkategóriák szemléltetése az EN 1991-1-4:2005 A1. mellékletében található.

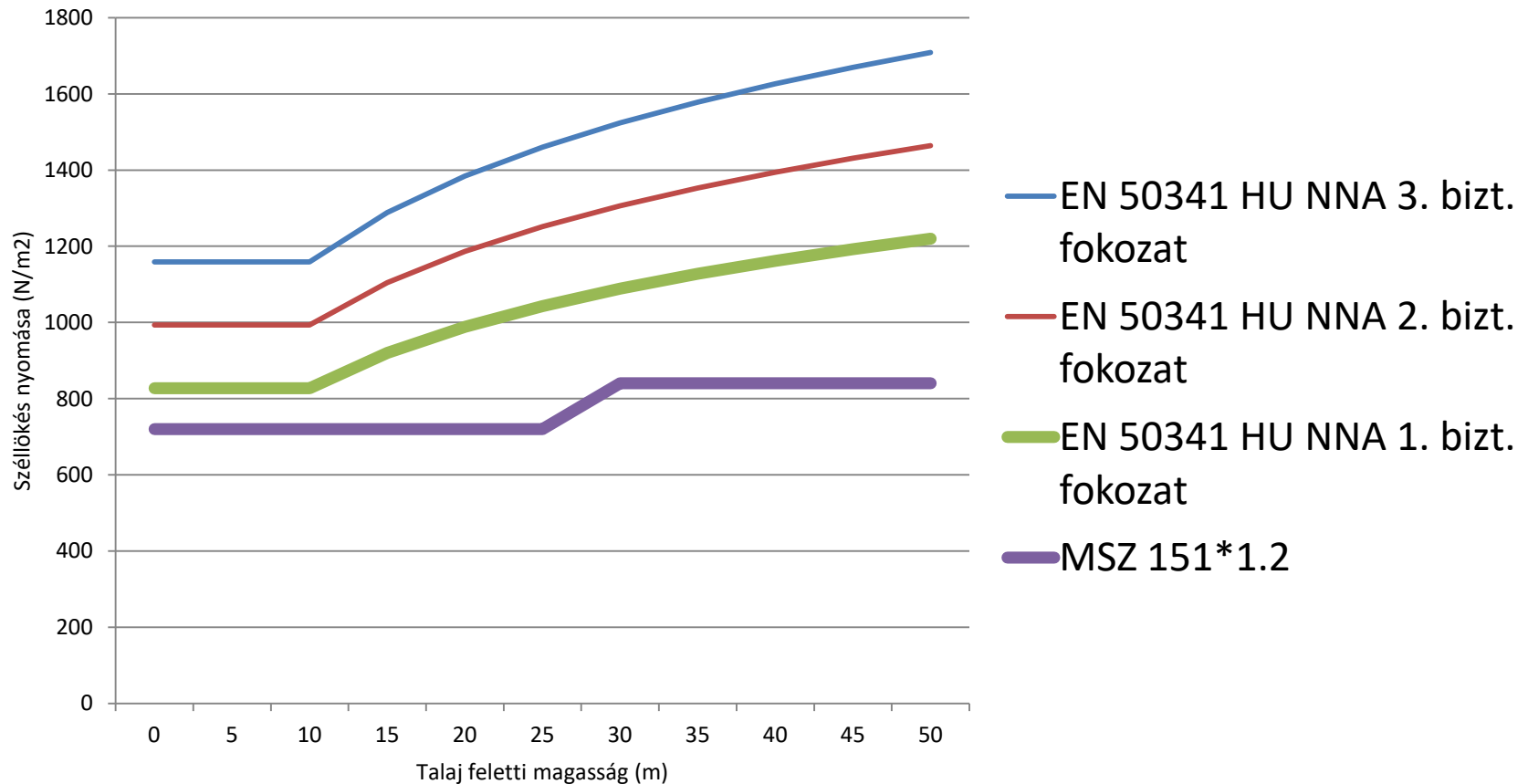


# Szélnyomás

- Átlagos szélnyomás  $h$  magasságban
  - $q_h(\mathbf{h}) = \frac{1}{2} \rho V_h^2(\mathbf{h})$
  - $V_h(\mathbf{h})$  az átlagos szélesebesség  $h$  magasságban
  - $\rho$  levegő sűrűsége, 1.28 kg/m<sup>3</sup> (NNA, 0 °C)
- Legnagyobb (méretezési) szélnyomás
  - $q_p(\mathbf{h}) = [1 + 7 I_v(\mathbf{h})] q_h(\mathbf{h})$
  - $I_v(\mathbf{h})$  turbulencia,  $I_v(\mathbf{h}) = 1 / [c_0 \ln (h / z_0)]$

# Szélnyomás – szemléltető ábra

Széllökés nyomás a a talaj feletti magasság függvényében  
(10 m-en 23.6 m/s 10 perces alap-szélesebesség, II. tereposztály, sík  
terep)



# Sodronyra ható erők számítása

- az erő nagysága  $Q_{Wx} = q_p(h) G_x C_x A_x$ , ahol
  - $G_x$  a távvezetéki egység szerkezeti tényezője
  - $C_x$  a távvezetéki egység alakjától függő légellenállás-tényezője (értéke 0.9...1.0...1.2)
  - $A_x$  a távvezetéki egység szélre merőleges síkra vetített vetülete
- az NNA egyszerűsített eljárást enged meg a sodrony-magasság figyelembevételére
- sodronyok esetén a szerkezeti tényező a magasság és az oszlopköz függvényében változik, erre van számítási eljárás, illetve közvetlenül használható táblázatok (egy példa a köv. oldalon)

# Sodronyok szerkezeti tényezője

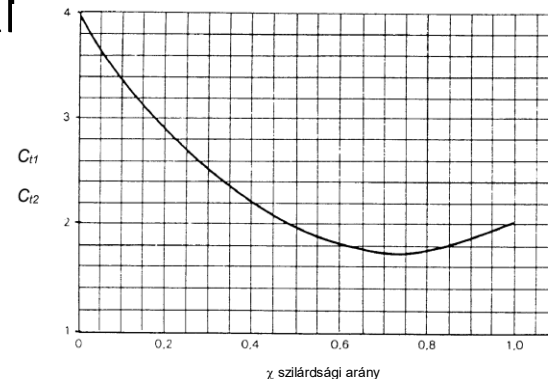
II. Terepkategória esetén érvényes		A vezető $h$ referenciamagassága [m]										
$z_0$ [m]	$L_m$ [m]	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	$\geq 60$
0,05	100	0,70	0,73	0,74	0,76	0,77	0,78	0,79	0,79	0,80	0,80	0,81
	200	0,63	0,66	0,68	0,70	0,71	0,72	0,73	0,74	0,74	0,75	0,75
	300	0,60	0,63	0,65	0,67	0,68	0,69	0,70	0,70	0,71	0,72	0,72
	400	0,58	0,61	0,63	0,64	0,66	0,66	0,67	0,68	0,69	0,69	0,70
	500	0,57	0,59	0,61	0,63	0,64	0,65	0,66	0,66	0,67	0,68	0,68
	600	0,56	0,58	0,60	0,61	0,63	0,64	0,64	0,65	0,66	0,66	0,67
	700	0,55	0,57	0,59	0,61	0,62	0,63	0,63	0,64	0,65	0,65	0,66
	800	0,54	0,57	0,58	0,60	0,61	0,62	0,63	0,63	0,64	0,64	0,65

**Növekvő magasság:** a szerkezeti tényező **növekszik** (csökken a felszín okozta zavar)

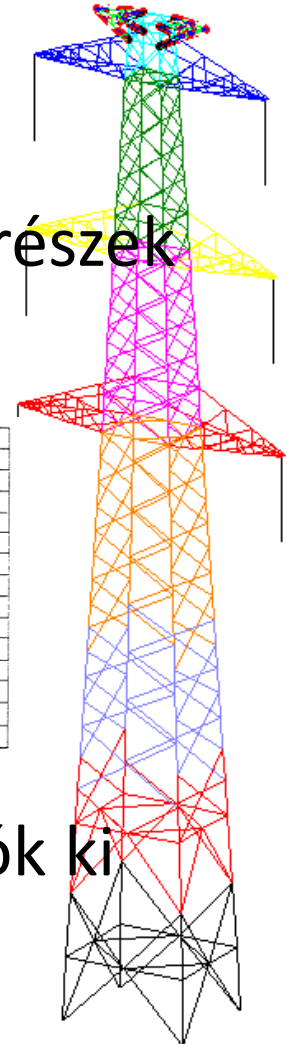
**Növekvő oszlopköz:** a szerkezeti tényező **csökken** (nincs mindenhol maximum)

# Rácsos oszlopra ható erők számítása

- Kétféle módszer
  - részekre bontás, meghatározandó az egyes részek „kitöltöttsége”, a súlypontokra ható erők részenként számítandók ki



- az erők elemenként külön-külön számítandók ki



# Jégterhelések

- Hiányosak a jégre vonatkozó statisztikai adatok. Egyéb érdemi adat hiányában az NNA átvette az MSZ 151-ben levő előírást
  - **1-es megbízhatósági szint esetén** a figyelembe veendő jégteher
$$l=3,25+0,25*d \text{ (N/m)}$$
,  $d$  a sodrony átmérője (mm)
  - az NNA megengedi a fenti esetre a jégteher számítását 11 mm-es jégvastagság és  $800 \text{ kg/m}^3$  jégsűrűség adatokkal is
  - **vidékenként és esetenként nagyobb jégterhelést is figyelembe kell venni** (OMSZ adatok, üzemi tapasztalatok, topográfiai feltételek)
  - 2-es és 3-as megbízhatósági szinthez a jégteher-szorzókat a főrész 4.7 táblázata szerint kell figyelembe venni.

# Kombinált szél- és jégterhelés

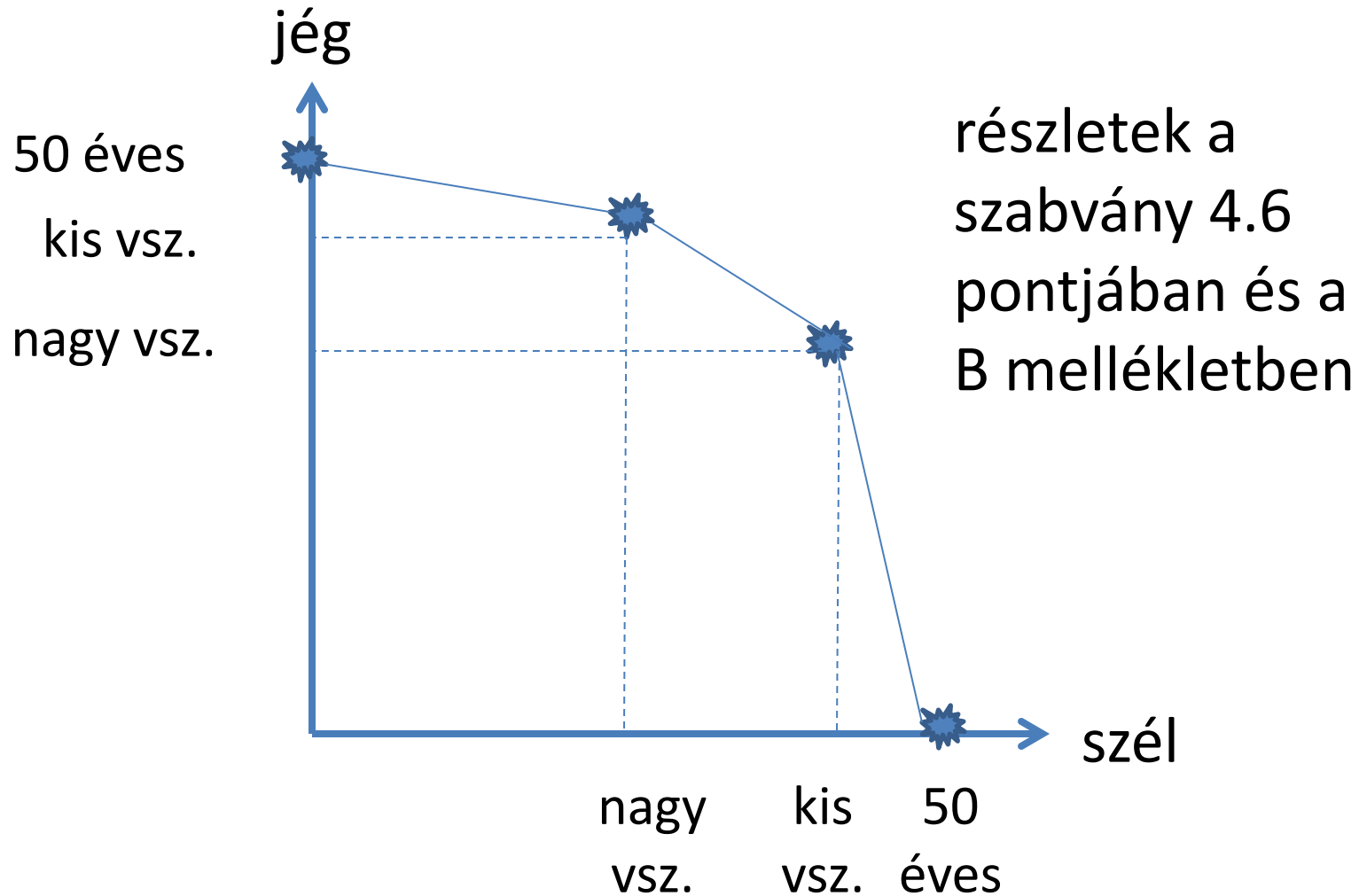
- Az MSZ 151-ben nem volt ilyen terhelési eset
- Tapasztalatok szerint fontos a bevezetése
- Az átmérő számítása:

- $D$  a jég átmérője
- $d$  a sodrony átmérője
- $l$  a jég fajlagos súlya
- $\rho_I$  a jég sűrűsége

$$D = \sqrt{d + \frac{4l}{9,81\pi\rho_I}}$$

- A jégtípus függvényében alakulnak légellenállási tényezők (1...1.2) és a sűrűségek (300...900 kg/m<sup>3</sup>)

# Szél- és jégterhelések szemléltetése





# Hőmérsékletek

Elnevezés	Hőmérséklet (°C)	Szél	Jég
Legkisebb hőmérséklet egyéb hatás nélkül	-20	nincs	nincs
Szélsőséges szél	0	50, 150 vagy 500 éves	nincs
Legkisebb hőmérséklet gyakori szél mellett	-20	3 éves	nincs
Szélsőséges jég	-5	nincs	50, 150 vagy 500 éves
Kombinált szél és jég	-5	kisebb és nagyobb valószínűség	nagyobb és kisebb valószínűség

Részletek 4.7 pontban és NNA-ban

# Biztonsági terhelések (szerkezeti: 4.8 pont)

- Torziós terhelések
  - bármelyik védővezető, fázisvezető, vagy köteg részvezető szakadása (szigorúbb követelmény is adható), feszítőoszlopnál  $-5\text{ °C}$  és jég, tartóoszlopnál  $+10\text{ °C}$
- Hosszirányú terhelés
  - egyidejűleg az összes terhelési pontra hatóan, az oszlop egyik oldalán mindenhol csupasz sodronyok, a másik oldalán mindenhol növelt (pl. kétszeres) tömegű sodronyok

# Biztonsági terhelések (személyi: 4.9 pont)

- Szerelési és karbantartási terhelések
  - munkafolyamatok, ideiglenes kikötések, emelőberendezések, stb. hatásai
- Szerelők súlya
  - mászhatónak minősített rácsrudak közepén 1 kN nagyságú erő
  - betonoszlopoknál 1 kN függőleges terhelés az oszlopsíktól számított 30 cm-re

# Terhelési esetek-1

Terhelési eset	A terhelésre vonatkozó szakasz	Feltételek
1a	4.4.	Szélterhelések
2a	4.5.	Egyenletes jégterhelés az összes oszlopközben
2b		Egyenletes jégterhelés, keresztirányú hajlítás
2c		Kiegyensúlyozatlan jégterhelés, hosszirányú hajlítás
2d		Kiegyensúlyozatlan jégterhelés, torziós hajlítás
3	4.6.	Kombinált szél- és jégterhelések

Számos kiegészítő feltétel az alapszabványban, illetve az NNA-ban.

# Terhelési esetek-2

Terhelési eset	A terhelésre vonatkozó szakasz	Feltételek
4	4.7.	Legkisebb hőmérséklet jégterheléssel vagy anélkül
5a	4.8.2.	Biztonsági terhelések, torziós terhelések
5b	4.8.3.	Biztonsági terhelések, hosszirányú terhelések
6a	4.9.1.	Biztonsági terhelések, szerelési és karbantartási terhelések
6b	4.9.2.	Biztonsági terhelések, a szerelők súlyából adódó terhelések

Számos kiegészítő feltétel az alapszabványban, illetve az NNA-ban.

# Egy üzemelő oszlop ellenőrzése

(becslés)

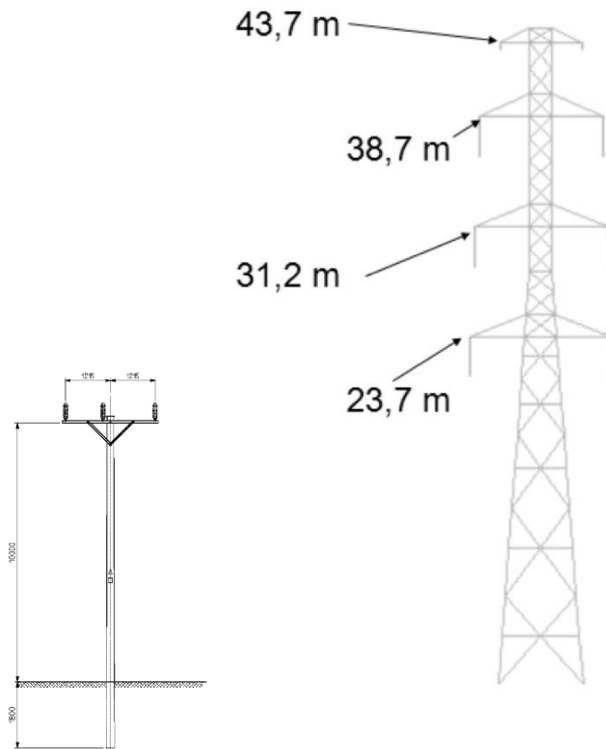
Terhelési eset	Vizsgálatok száma
Szél	24...36
Jég	10...20
Kombinált szél-jég	3...12
Min. hőmérséklet	1
Szerkezeti biztonsági	8...20
Személyi biztonsági	?
Összesen	50...90 + ?

# Résztényezők és kombinációs tényezők (részlet)

Hatás	Jelölés	Megbízhatósági szint		
		1	2	3
<b>Változó hatások</b> (Klimatikus terhelések):				
Szélsőséges szélterhelés	$\gamma_w$	1,0	1,2	1,4
Névleges szélterhelés	$\Psi_w$	0,4	0,4	0,4
Szélsőséges jégterhelés	$\gamma_I$	1,0	1,25	1,5
Névleges jégterhelés	$\Psi_I$	0,35	0,35	0,35

# Számítási példák a szabványban

- „C” mellékletben
  - 24 kV-os fa tartóoszlop szélterhei
  - 225 kV-os rácsos acél tartóoszlop szélterhei





# 5. fejezet: Villamos követelmények

## Sodronyok hőmérsékletének, illetve terhelhetőségének számításánál figyelembe veendő adatok

Környezeti hőmérséklet nyáron	+35 °C
Környezeti hőmérséklet télen	+10 °C
Szélsébség (nyáron, télen)	1 m/s
Szélirány (nyáron, télen)	merőleges a vezetőre
A napsütés erőssége nyáron	1000 W/m <sup>2</sup>
A napsütés erőssége télen	750 W/m <sup>2</sup>

Megjegyzés: lényegében megfelel a korábbi hazai iparági szabványnak, így meglehetősen enyhe követelményeket támaszt a nemzetközi előírásokhoz képest.

# Szigeteléskoordináció

- Elvei: EN 60071-1 és EN 60071-2
- Részletek: „E” mellékletben
- Figyelembe veendő
  - 50 Hz üzemi feszültség
  - kapcsolási túlfeszültség
  - légköri túlfeszültség

# Terhelési esetek a biztonsági távolságok számításához (5.6)

- A villamos biztonsági távolságok meghatározásakor a következő terhelési feltételeket kell figyelembe venni:
  - A vezető legnagyobb hőmérséklete (NNA megadja az értékeket tartós, illetve rövid időtartamra)
  - Szélterhelések (legtöbbször 40 °C hőmérsékletű sodrony, 10 perces **átlagos** szélesebesség 50 éves és 3 éves értéke, NNA szerinti kiegészítésekkel)
  - Jégterhelések (50 éves)
  - Kombinált szél- és jégterhelések (csak egyedi tervezési előírás esetén)

# Legkisebb biztonsági távolságok

## A legkisebb biztonsági távolságok levegőben

	Az előírt legkisebb biztonsági távolság levegőben a roncsoló kisülés megakadályozására	
	a fázisvezetők és a földpotenciálú tárgyak között	a fázisvezetők között
gyors felfutású vagy lassú felfutású túlfeszültségek esetén	$D_{el}$	$D_{pp}$
ipari frekvenciájú feszültség esetén	$D_{50\text{Hz}_p_e}$	$D_{50\text{Hz}_p_p}$

*$D_{el}$  lehet belső vagy külső biztonsági távolság, a többi csak belső lehet. Csak a belső biztonsági távolságoknál van mérlegelési/optimalizálási lehetőség.*

# A legkisebb belső biztonsági távolságok az oszlopközön belül és a tartószerkezet tetején (>45 kV)

	Biztonsági távolság az oszlopközön belül és a tartószerkezet tetején				
	Az oszlopközön belül		A tartószerkezet tetején		
Terhelési eset	Fázisvezető – fázisvezető	Fázisvezető – védővezető	Fázisok és/vagy áramkörök között	Fázisvezetők és a földelt részek között	Megjegyzések
A vezető legnagyobb hőmérséklete	$D_{pp}$	$D_{el}$	$D_{pp}$	$D_{el}$	Terhelési esetek szélcsendben
Szélsőséges jégterhelés	$D_{pp}$	$D_{el}$	$D_{pp}$	$D_{el}$	Terhelési esetek szélcsendben
Névleges szélterhelés	$k_1 D_{pp}$	$k_1 D_{el}$	$k_1 D_{pp}$	$k_1 D_{el}$	$k_1$ értékét az NNA-kban kell meghatározni.
Szélsőséges szélterhelés	$D_{50\text{Hz}_p_p}$	$D_{50\text{Hz}_p_e}$	$D_{50\text{Hz}_p_p}$	$D_{50\text{Hz}_p_e}$	

# Külső biztonsági távolságok

- Alapszabványban mindössze 6 táblázat
- NNA-ban 32 oldal (MSZ 151-ből átvéve, szükség szerint újraserkesztve)

# Egyéb villamos követelmények

- Koronakisülés
  - rádiózavar
  - akusztikus zaj
  - koronaveszteség
- Villamos és mágneses terek
  - szabadvezeték alatt
  - indukció
  - távközlési áramkörök

# 6. fejezet: Földelőberendezések

- Méretezési követelmények
  - mechanikai szilárdság és korrózióvédelem
    - réz 16 mm<sup>2</sup>;
    - alumínium 35 mm<sup>2</sup>;
    - acél 50 mm<sup>2</sup>.
  - termikus szempontok, részletek IEC 60724-ben, ill. a „G” mellékletben

$$A = \frac{I}{K} \sqrt{\frac{t_F}{\ln \frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta}}}$$

A: keresztmetszet

$t_F$ : zárlati időtartam

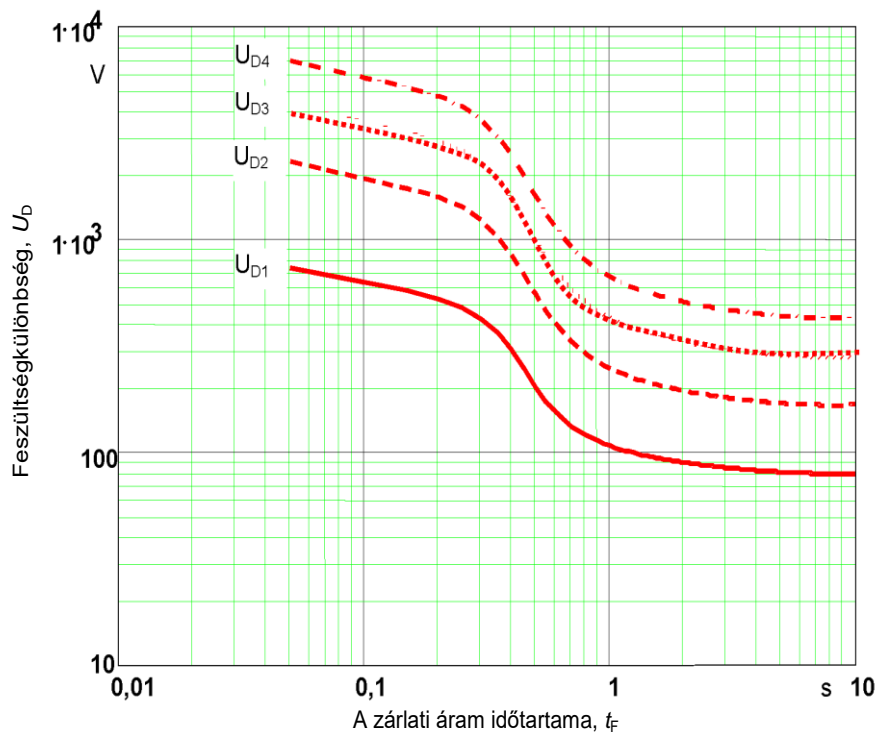
$\theta_f$ , ill.  $\theta_i$  végső, ill. kezdeti hőmérséklet

$\beta$ : hőfoktényező reciproka 0 °C-on

- villámvédelem: nem tárgya a szabványnak
- transzferpotenciálok: hivatkozás IEC/TC 64, ill. ITU előírásokra
- személyi biztonság (érintési feszültség): lásd a következő oldalakon



# Az érintési feszültség határértékei



## 1. példa, $U_{D1}$ görbe. $R_a = 0 \Omega$

Játszóterek, uszodák, kempingek, szabadidős létesítmények és hasonló helyek, ahol emberek gyűlhetnek össze meztelen lábbal. Az emberi test ellenállásán kívül járulékos ellenállás nincs figyelembe véve.

## 2. példa, $U_{D2}$ görbe. $R_a = 1750 \Omega$ , $R_{a1} = 1000 \Omega$ , $\rho_E = 500 \Omega\text{m}$

Közutak, parkolóhelyek stb. burkolatai, ahol okkal feltételezhető, hogy az emberek cipőt viselnek. A figyelembe vett járulékos ellenállás  $1750 \Omega$ .

stb.

## A görbék meghatározása során figyelembe vett tényezők

- áram: egyik kéztől a lábakig
- test-impedancia valószínűségi tényező 50%
- szívkamra-fibrilláció valószínűsége 5%
- nincs járulékos ellenállás

# Méretezési kritériumok

Fa- vagy műanyag oszlop vezetőrészek nélkül, ha nem kezelőhely	Egyéb esetek		
	Forgalmas helyek, sportpályák, lakóhely közelében, belterületen, valamint kezelőhelyek esetén	Szabadon meg nem közelíthető vagy kieső helyeken lévő oszlopok	
		Automatikus védelemmel rendelkező vonal	Automatikus védelemmel nem rendelkező vonal
Nincs követelmény	<p>A 6.2. ábra alapján végzendő számítások: potenciálemelkedés számítása (H4.4. szakasz);</p> <p><b>ha <math>U_e &gt; 2 U_D</math></b>, akkor érintési feszültség számítása (G4.1. szakasz);</p> <p><b>ha <math>U_T \geq U_{D1}</math></b>, akkor <math>U_T</math>-t csökkentő eljárás alkalmazása*.</p>	<p><b>45 kV alatt</b> a 6.1.2. szakasz a) és b) bekezdése szerinti alapföldelés elegendő.</p> <p><b>45 kV és a felett</b> az eredő földelési ellenállás <math>\leq 4 \Omega</math> legyen.</p>	<p>A 6.2. ábra alapján végzendő számítások: potenciálemelkedés számítása (H4.4. szakasz);</p> <p><b>ha <math>U_e &gt; 2 U_D</math></b>, akkor érintési feszültség számítása (G4.1. szakasz);</p> <p><b>ha <math>U_T \geq U_{D1}</math></b>, akkor <math>U_T</math>-t csökkentő eljárás alkalmazása*.</p>

\*  $U_T$ -t csökkentő eljárások lehetnek: potenciálbefolyásoló keretföldelő, oszlop elkerítése, oszlop körül szigetelőburkolat (pl. bitumen) létesítése.

# Felülvizsgálat és dokumentálás-1

	Létesítést követően, üzembe helyezést megelőzően		Üzemeltetés során a mindenkori jogszabályokban előírt időpontokban, de legalább a következők szerint	
	Számítás	Mérés/Szemrevételezés	Számítás	Mérés/Szemrevételezés
Földelések mérése (Lásd a <b>H</b> mellékletet)		Kötelező		$U_n \geq 45$ kV esetén: 4 évente $U_n < 45$ kV esetén: 6 évente mérés, 3 évente szemrevételezés
Az érintkezések (kötések) jóságának vizsgálata szemrevételezéssel		Kötelező		$U_n \geq 45$ kV esetén: 4 évente $U_n < 45$ kV esetén: 6 évente mérés, 3 évente szemrevételezés
Az érintési és lépésfeszültség vizsgálata a berendezésen belül és a berendezés környezetében (lásd a <b>H</b> mellékletet)	Kötelező	Akkor kell elvégezni, ha a számítás szerinti eredmény meghaladja a megengedett érték 90%-át.	Akkor kell elvégezni, ha a zárlati áram nagysága*, illetve a mért földelési ellenállás nagysága** meghaladja a tervezésnél figyelembe vett értéket.	Akkor kell elvégezni, ha a számítás szerinti eredmény meghaladja a megengedett érték 90%-át.
A távközlési összeköttetések védelmével kapcsolatos mérések az illetékes távközlési hatósággal együttműködve (lásd a vonatkozó előírásokat)		Kötelező	Akkor kell elvégezni, ha a zárlati áram nagysága*, illetve a mért földelési ellenállás nagysága** meghaladja a tervezésnél figyelembe vett értéket.	Akkor kell elvégezni, ha a számítás szerinti eredmény meghaladja a megengedett érték 80%-át.

# Felülvizsgálat és dokumentálás-2

	Létesítést követően, üzembe helyezést megelőzően		Üzemeltetés során a mindenkori jogszabályokban előírt időpontokban, de legalább a következők szerint	
	Számítás	Mérés/Szemrevételezés	Számítás	Mérés/Szemrevételezés
A földelőhálózat helyi potenciálemelkedésének mérése	Kötelező	Akkor kell elvégezni, ha a számítás szerinti eredmény meghaladja a megengedett érték 90%-át.	Akkor kell elvégezni, ha a zárlati áram nagysága*, illetve a mért földelési ellenállás nagysága** meghaladja a tervezésnél figyelembe vett értéket.	Akkor kell elvégezni, ha a számítás szerinti eredmény meghaladja a megengedett érték 90%-át.
A földelőrendszer elemeinek korróziós vizsgálata (lásd az MSZ 4851-1-et)				12 évente

\* A zárlati áram nagysága változhat például a szabadvezeték átépítése, felhasítása, vagy a térségében tervezett egyéb szabadvezeték, alállomási vagy erőművi fejlesztés miatt.

\*\* A földelési ellenállásra vonatkozó adat a 4, illetve 6 évente kötelezően elvégzendő mérésből származik.

# 7-11 fejezetek

7 – Tartószerkezetek

8 – Alapozások

9 – Vezetők és védővezetők

10 – Szigetelők

11 – Szerelvények

## Néhány megjegyzés

- Szilárdságkoordináció
  - tartóoszlop
  - sodrony
- Példa: 120 kV-os tv. vizsg. EN szerint
  - feszítőoszlopok: határeset
  - tartóoszlopok: tönkremenetel
- Oszlop-elemek – karcsúság
- Sodronyok
  - szakítószil. – kombinált szél-jég
  - kifáradás – EDS
- A legtöbb esetben a résztényezőkre vonatkozóan az NNA ad előírást

# Minőségbiztosítás (12)

- Fő fejezetek
  - Minőségbiztosítás
  - Ellenőrzések és átvétel
- NNA: jelenleg nincs előírás
- Megfontolásra javasolt NNA kiegészítés
  - a tervek kötelező tartalma
  - tervellenőrzés módja, terjedelme, független tervellenőrzés bevezetése
  - hazai gyakorlat vs. nemzetközi gyakorlat

# Konkrét észrevételek

- A szabvány alkalmazásának pontosítása meglévő távvezetékek esetén
- NNA 5.9.2 HU1.1-ban az ellentmondó követelmény megszüntetendő (a biztonsági távolságra vonatkozó előírás egyszerre vonatkozik a 80 °C és a 100 °C hőmérsékletű sodronyra; több kapcsolódó egyéb előírás is pontosítandó)
- A MEE által készített „Útmutató a nagyfeszültségű hálózatokra vonatkozó új szabványok alkalmazására” című dokumentum javaslatainak véglegesítése, a szabadvezetékekre vonatkozó részek átvezetése
- Középfeszültségű típustervek aktualizálása

# Távlati feladatok

- Szél, jég, talajvíz lokális adatok pontosítása
- Szél lökés/átlag mérések vs. Gumbel modell
- Lokális nagy intenzitású szelek modellezése
- Megbízhatósági szintek alkalmazásának vizsgálata
- A tervek tartalmára és a tervellenőrzésre vonatkozó követelmények kidolgozása



Köszönöm a figyelmüket.