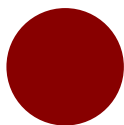




M Ű E G Y E T E M 1 7 8 2

**Budapesti Műszaki és  
Gazdaságtudományi  
Egyetem**



**Oktatás**

**Laboratóriumi tesztelés**

**Kutatás & Fejlesztés**

# Dynamic Line Rating

A biztonságos és rugalmas  
hálózatüzemeltetés kulcsa?

**Dr. Németh Bálint**  
**BME-VET egyetemi docens**

[nemeth.balint@vet.bme.hu](mailto:nemeth.balint@vet.bme.hu)



# Kiindulási helyzet - motiváció

- A NAF szabadvezetéki hálózat Magyarországon  
~ 90-100 év üzemeltetési tapasztalat

 Az elmúlt időszakban **gyökeresen új üzemeltetési követelmények** jelentek meg.

## **Nehézségek, kihívások:**

- Nagy kiterjedés (Csak MAVIR: 4897 km)
- A hálózat **öregszik** és karban kell tartani
- Kevés információ: **historikus adatok hiánya**
- Kevés információ: tervdokumentáció vs. **valós helyzet**
- Dinamikusan változó környezet: **megújuló energiaforrások**
- **Globális időjárás változások:** növekvő igénybevételek

## Az üzemvitel kérdései

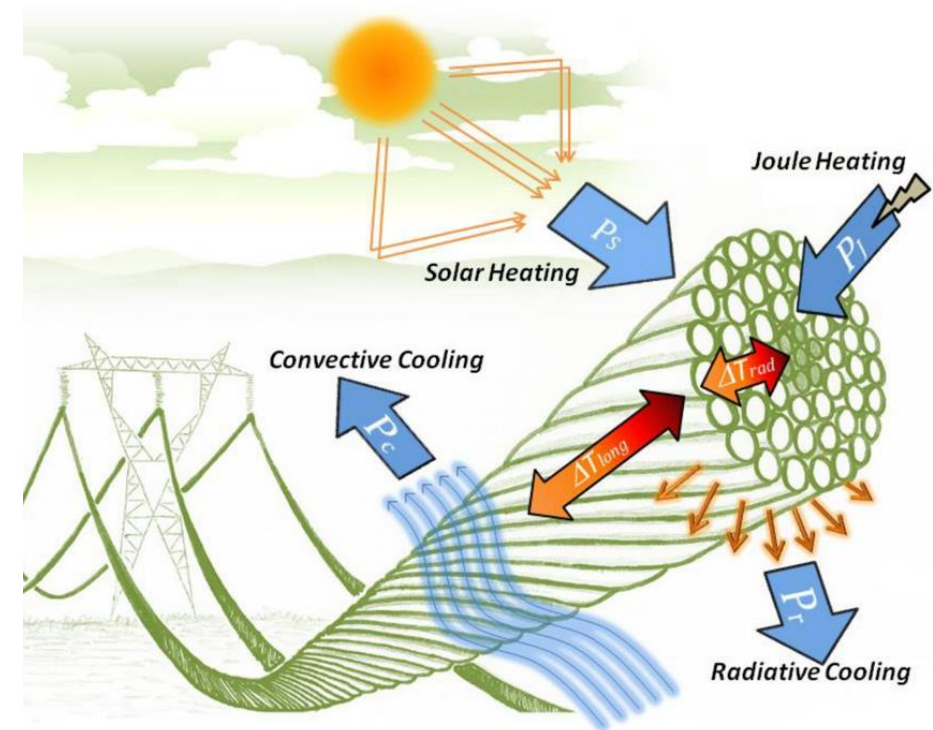




11/27/2023

# A távvezetékek terhelhetősége

- 🔍 **Távvezetékek terhelhetősége:** Mekkora az a legnagyobb áram, amely mellett még biztonságos üzemvitel biztosítható?
- 🔍 **Terhelhetőséget befolyásolja:**
  - Termikus korlátok (kb. 100-150 km-ig)
  - Feszültségesés és stabilitási korlátok (150 km felett)
- 🔍 **Termikusan korlátozott vezeték:**
  - Maximálisan megengedhető hőmérséklet (40-80°C)
  - Környezeti paraméterek + áramterhelés
  - Statikus paraméterek – **Static Line Rating (SLR)**



Forrás: CIGRE TB 601



# Dynamic Line Rating – Dinamikus terhelhetőség

! Ha a terhelhetőségi korlátot kimerítjük, akkor **szűk keresztmetszet** keletkezik.

**Egy lehetséges megoldás:**



## Dynamic Line Rating (DLR)

- Terhelhetőség növekmény (~20-30%)
- Szűk keresztmetszetek csökkentése
- Megújulók rendszerbe integrálása
- Növekvő társadalmi jólét
- Gyors és könnyen implementálható
- Költséghatékony megoldás
- Felhasználható jegesedés elleni védelemre

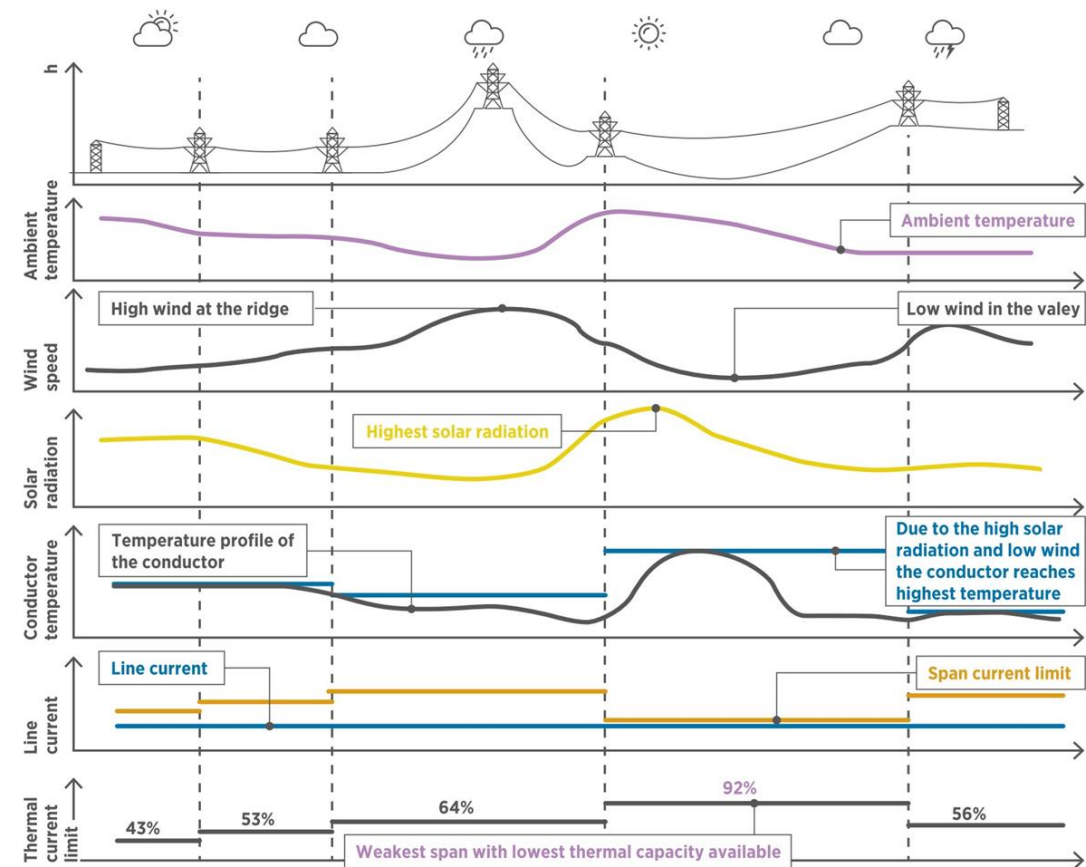
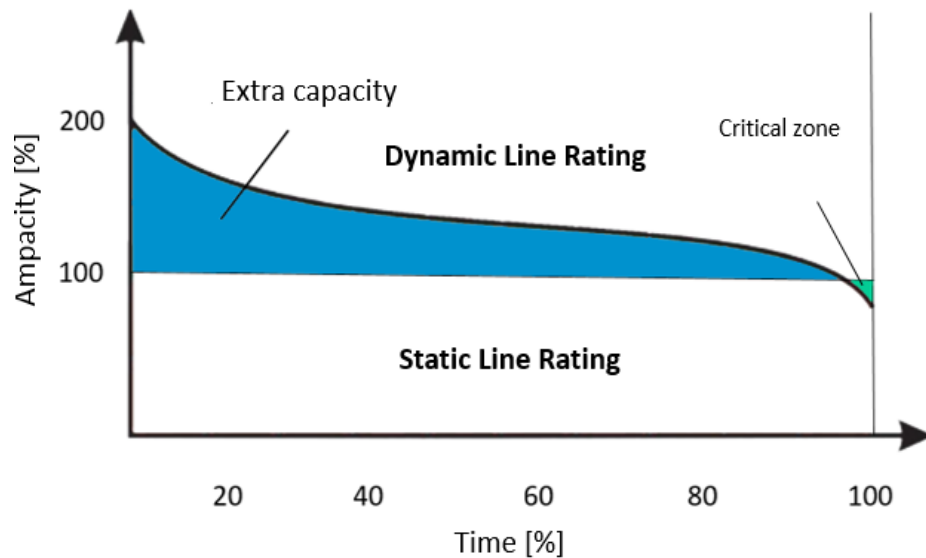


Egy kiépített szenzoros DLR rendszer Közép-Európában.

# Dynamic Line Rating – Hogyan működik?

Monitorozzuk **valós időben** a környezeti paramétereket és a sodrony ezekre adott válaszát, majd **ehhez igazítjuk a terhelhetőséget**.

- Többlet kapacitás = **Rugalmasság**
- Ha  $DLR < SLR$  = **Megnövelt biztonság**



# BME DLR kutatócsoport – R&D (2014-2024)



## Hazai és nemzetközi DLR projektek:

### • EU H2020 DLR projektek

- FP7 - BEST PATHS projekt
- FLEXITRANSTORE projekt
- FARCROSS projekt
- *TWIN-EU projekt*



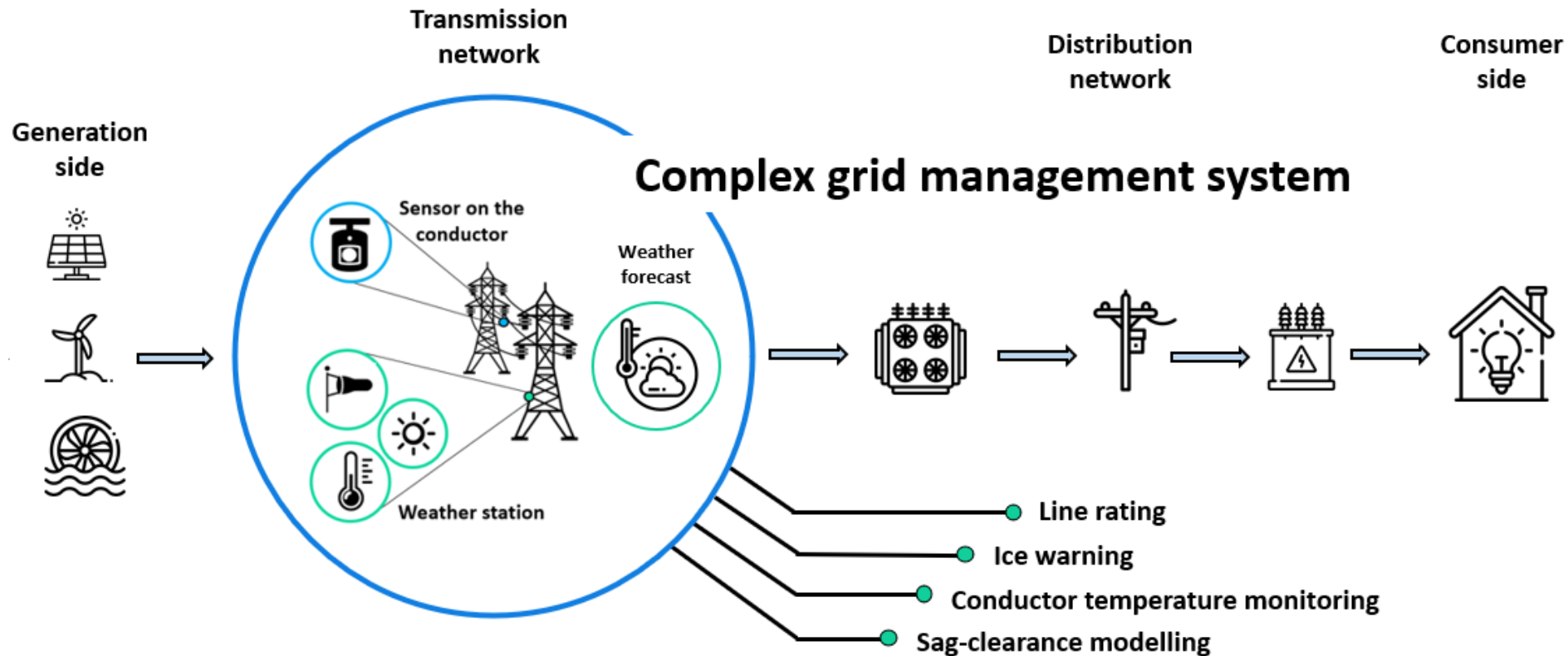
### Hazai DLR projektek

- Innovációs és Technológiai Minisztérium
- 3 DLR projekt



# BME DLR modellek – DLR koncepció

 Hazai és nemzetközi DLR projektek során kidolgozott koncepció.





# BME DLR modellek – Távvezetékek kiválasztása



## FARCROSS projekt:

- **Bemenet:** műszaki adatok, historikus adatok
- **Kimenet:** Azon távvezetékek listája, amelyeken gazdaságos lehet DLR-t használni.

## Az algoritmus működése:

- Historikus terhelési adatok,
- Korlátozó elemek,
- Stratégiai szerep,
- Korábbi havária (jegesedés).

Távvezeték / távvezetési elem terhelhetősége	Távvezeték #1	Távvezeték #2	...	...	Távvezeték #n
Sodrony	1320 A	1450 A	xxx	xxx	xxx
Megszakító	1500 A	1250 A	xxx	xxx	xxx
Szakaszoló	1650 A	1375 A	xxx	xxx	xxx
Áramváltó	...	...	...	...	...
Transzformátor	...	...	...	...	...
stb	...	...	...	...	...

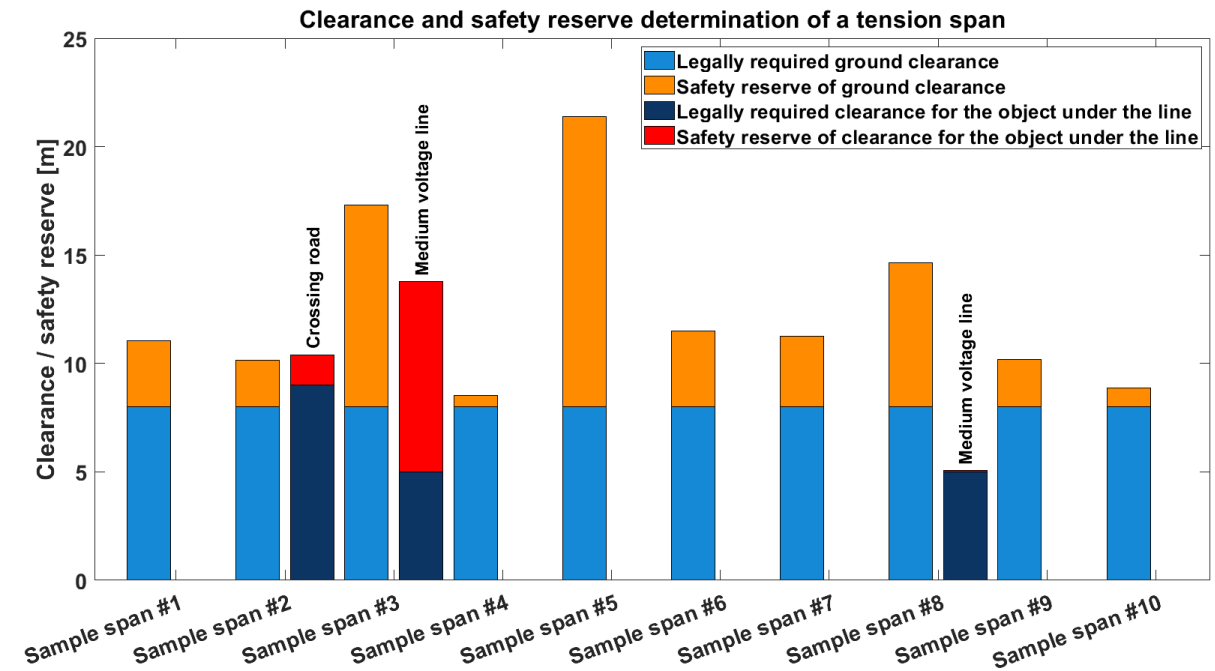
# BME DLR modellek – Kritikus oszlopköz elemzés

## FLEXITRANSTORE és FARCROSS DLR projektek:

- **Bemenet:** Műszaki adatok; CAD rajzok
- **Kimenet:** Minden olyan kritikus oszlopköz, ahova elengedhetetlen szenzort telepíteni.

Az **algorithmus** működése:

- 1) A belógások és **szabadmagasságok** meghatározása minden oszlopközben
- 2) Az **objektumoktól** vett távolságok meghatározása minden oszlopközben
- 3) A **szabadmagasság tartalékok** meghatározása

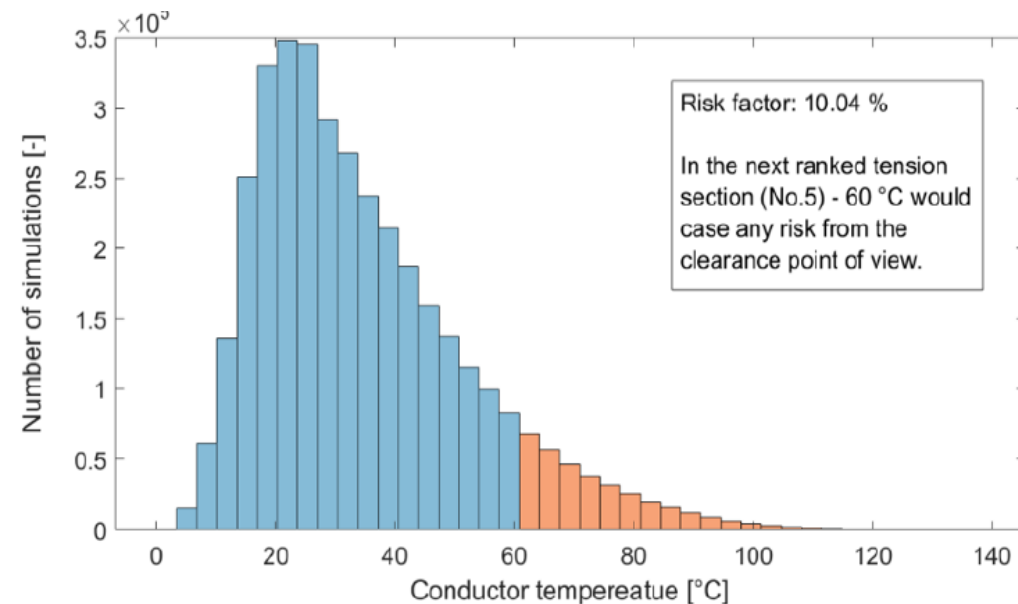
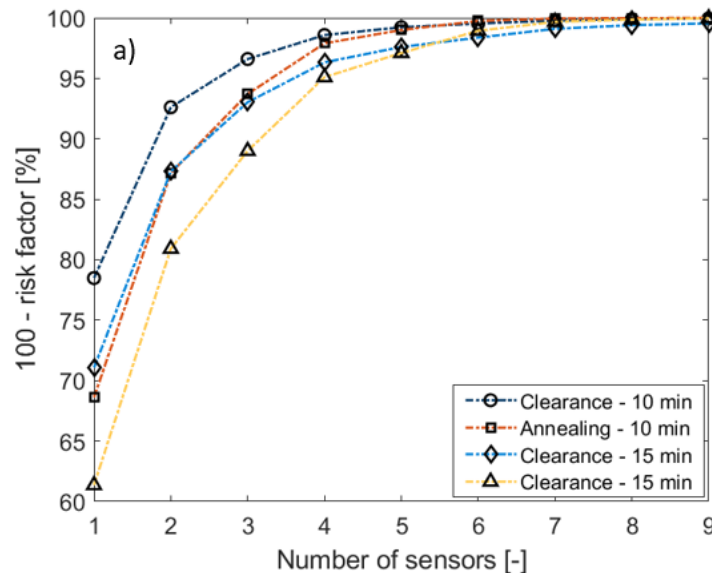


# BME DLR modellek – Optimális szenzorszám modell



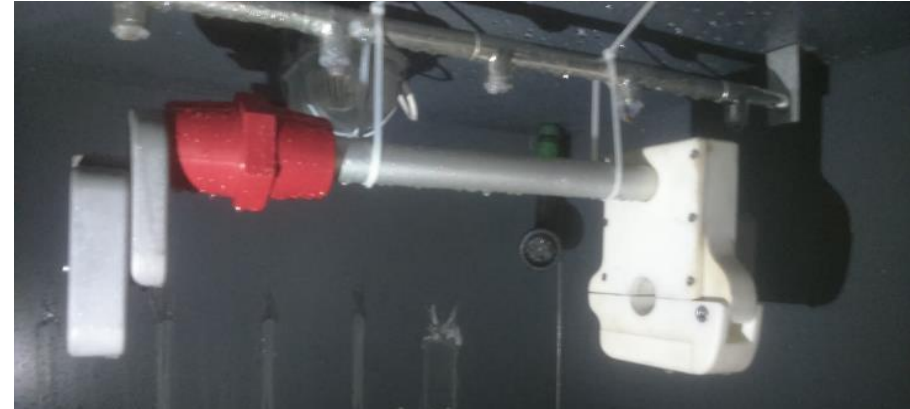
## FARCROSS DLR projekt:

- **Bemenet:** Műszaki adatok, CAD rajzok, időjárás mintázatok, szenzorok mintavételezési ideje
- **Kimenet:** Minden olyan oszlopköz, ahol előfordulhat termikus túlterhelődés; és az optimális szenzorszám
  - *Opcionálisan: villamos és mágneses térerősségek vizsgálata*



# BME DLR modellek – Egységes szenzor tesztek

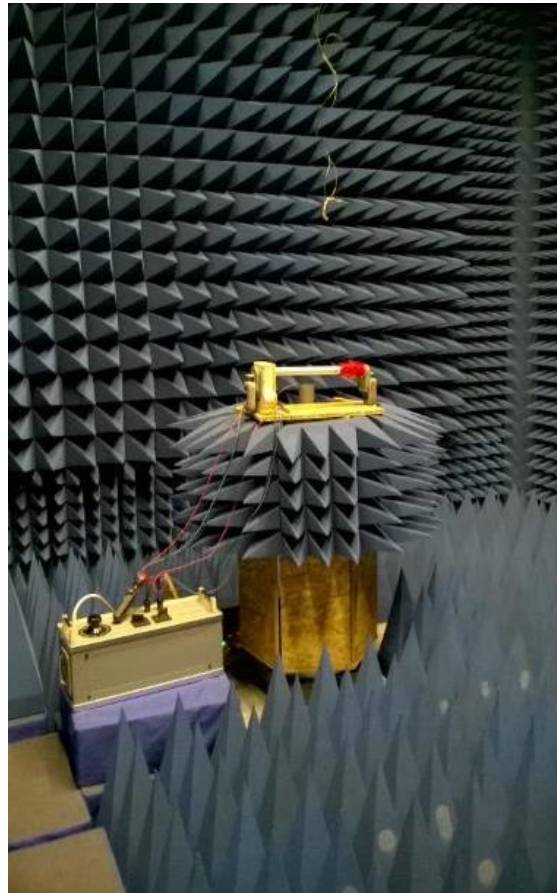
## BEST PATHS projekt





# BME DLR modellek – Egységes szenzor tesztek

## BEST PATHS projekt



# BME DLR modellek – Továbbfejlesztett fizikai modell



## BEST PATHS DLR projekt:

### Bemenet:

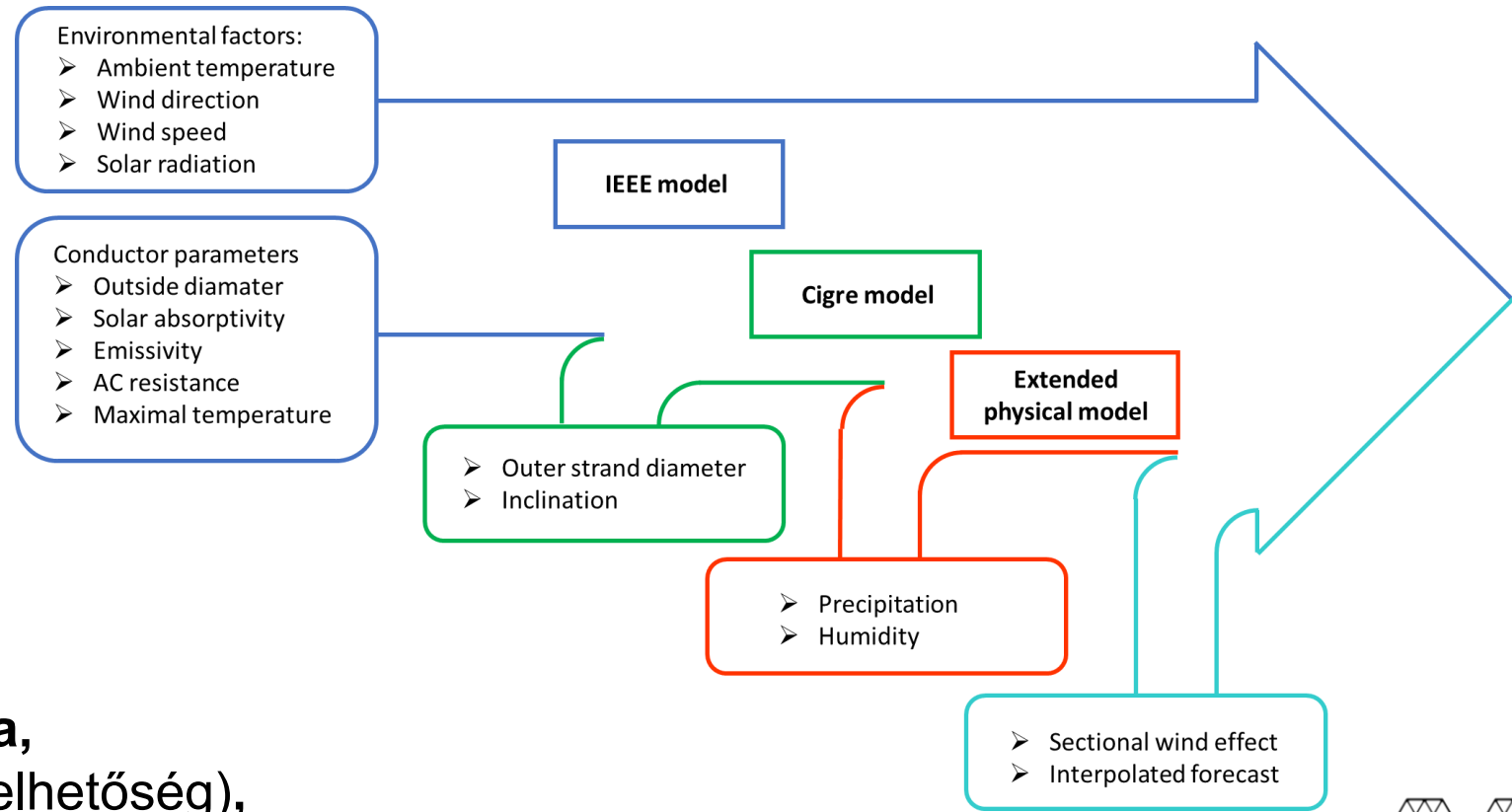
- Sodrony paraméterek
- Időjárás mérés/előrejelzés

### Kimenet:

- Valós idejű terhelhetőség
- Előrejelzett terhelhetőség

### Az algoritmus működése:

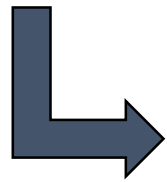
- A **CIGRE modell** alapján,
- Kiegészítés/többitlet:
  - **Csapadék hűtőhatása,**
    - (5-8% többlet terhelhetőség),
  - **Távvezeték szekcionálása.**



# BME DLR modellek – Virtuális szenzor modell

 FLEXITRANSTORE és FARCROSS DLR projektek:

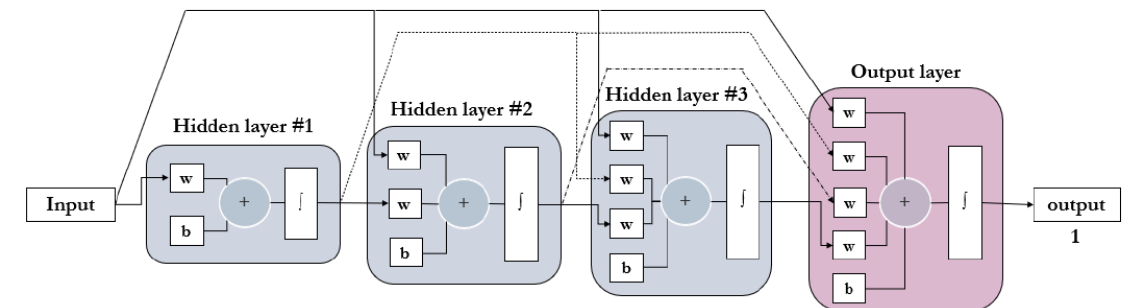
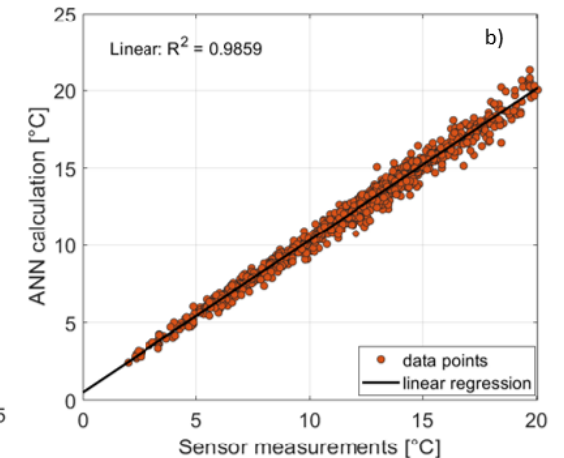
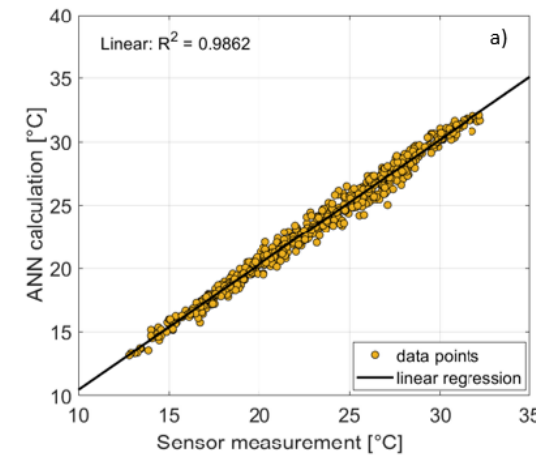
Elosztott szenzor telepítési protokoll – a legnagyobb kihívás a szenzorok magas költsége



**A szenzor közel egyéves tanítási periódust követően helyettesíthető egy ANN alapú virtuális szenzorral.**

**Bemenet:** Időjárási paraméterek, szenzor mérések

**Kimenet:** Sodrony hőmérséklet

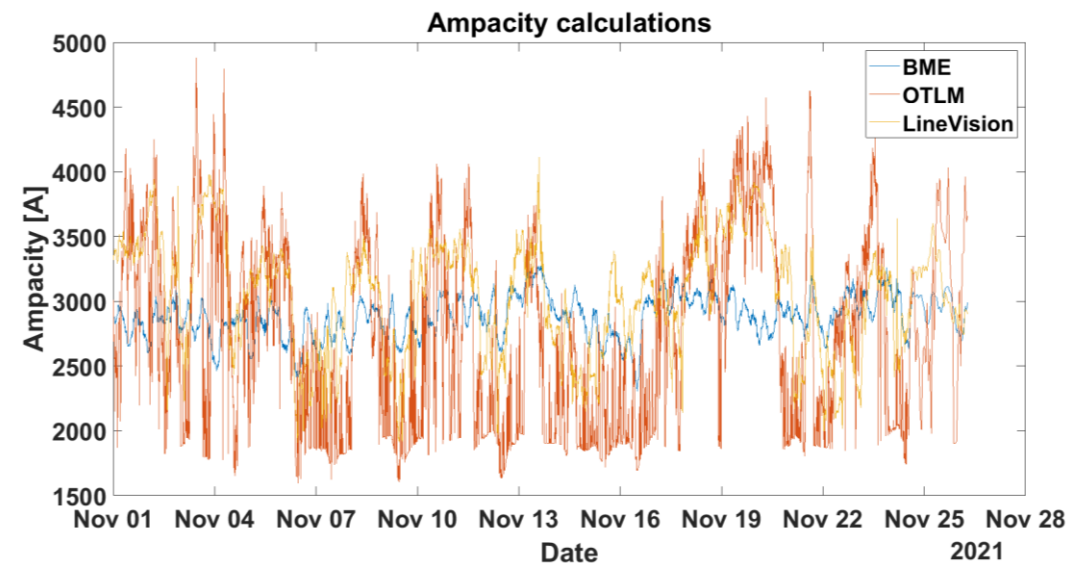
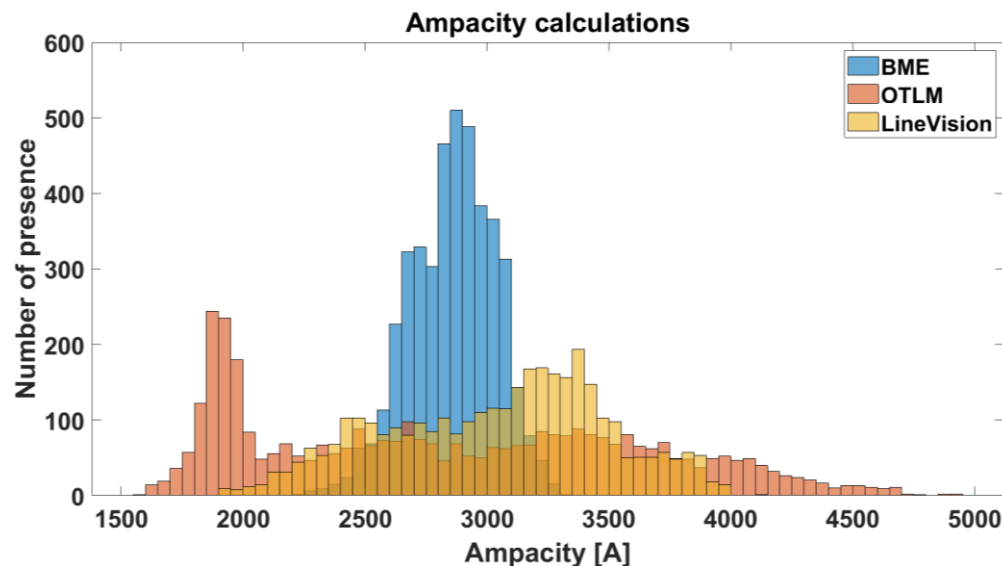


# BME DLR modellek – Időjárás nélküli modell



## FARCROSS DLR projekt:

- **Bemenet:** Sodrony műszaki paraméterek és valós idejű hőmérséklet
- **Kimenet:** Valós idejű terhelhetőség
- **A modell működése:**
  - A sodronyban lévő termikus tartalék meghatározásán keresztül terhelhetőség számítás.





# BME DLR modellek – Belógás modell

## 🔍 BEST PATHS, FLEXITRANSTORE és FARCROSS DLR projektek:

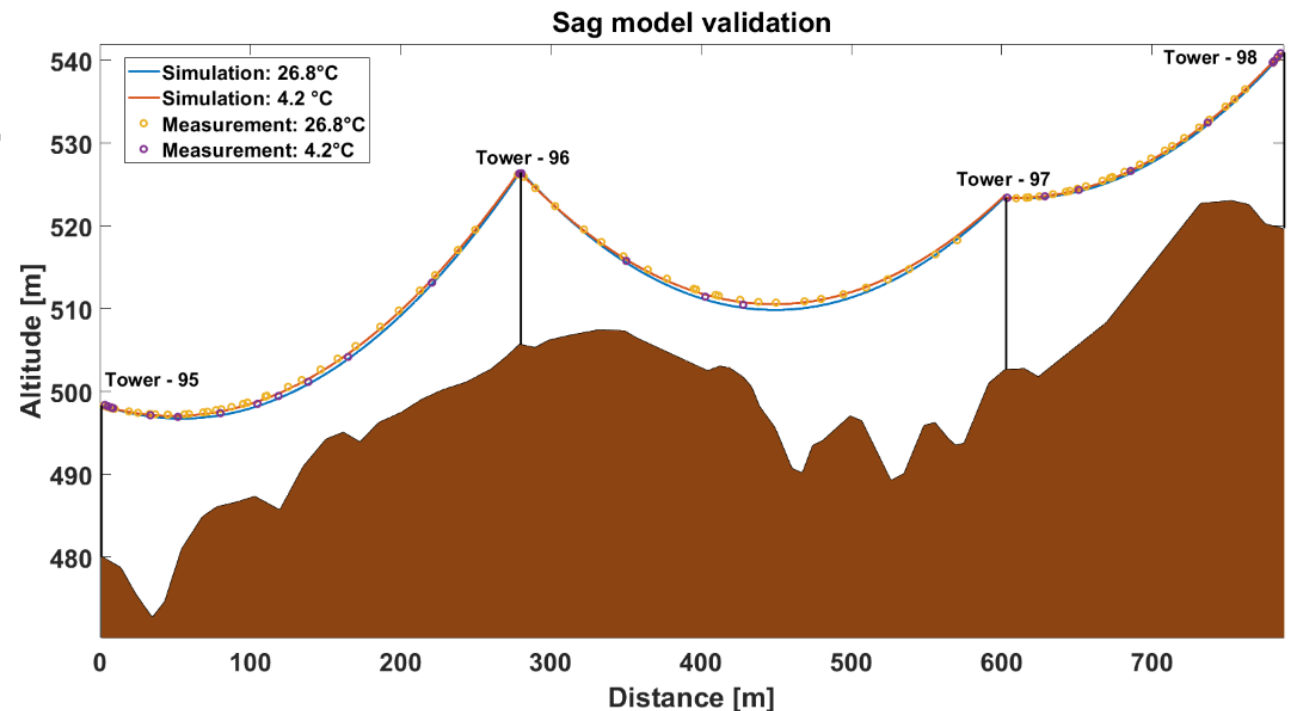
**Bemenet:** Távezeték paraméterek, CAD rajzok, sodrony valós hőmérséklete

**Kimenet:**

- **belógás (20-30 cm-es pontossággal),**
- föld feletti szabadmagasság,
- objektumoktól mért szabadmagasság.

Az **algoritmus** működése:

- A sodrony belógás görbéjének modellezése,
- A CAD rajzok alapján szabadmagasság tartalékok kiszervezése.

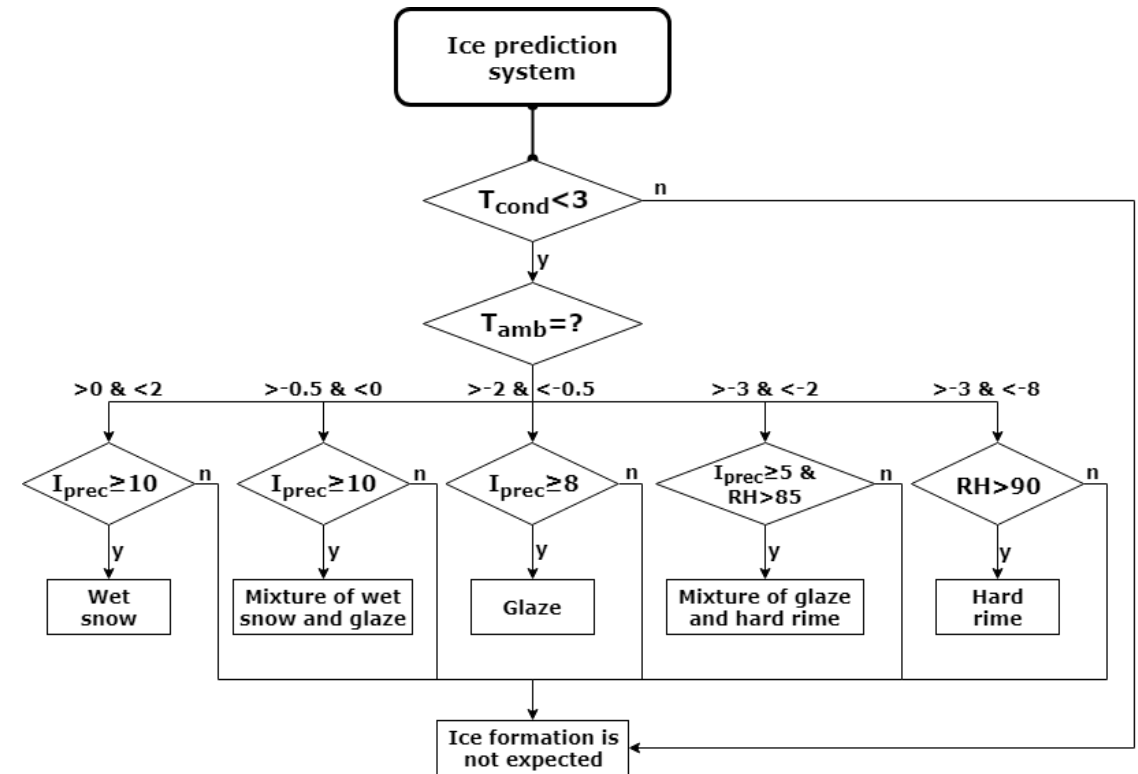


# BME DLR modellek – Jegesedés előrejelző modell



## FLEXITRANSTORE DLR projekt:

- **Bemenet:** Távvezeték adatok, időjárás előrejelzés
- **Kimenet:**
  - Várható jég típusa
    - (tapadó hó / kristályos jég / zúzmara),
  - A várható jég vastagsága
  - A várható jég által okozott mechanikai pótteher
  - A megelőzéshez szükséges fűtőáram



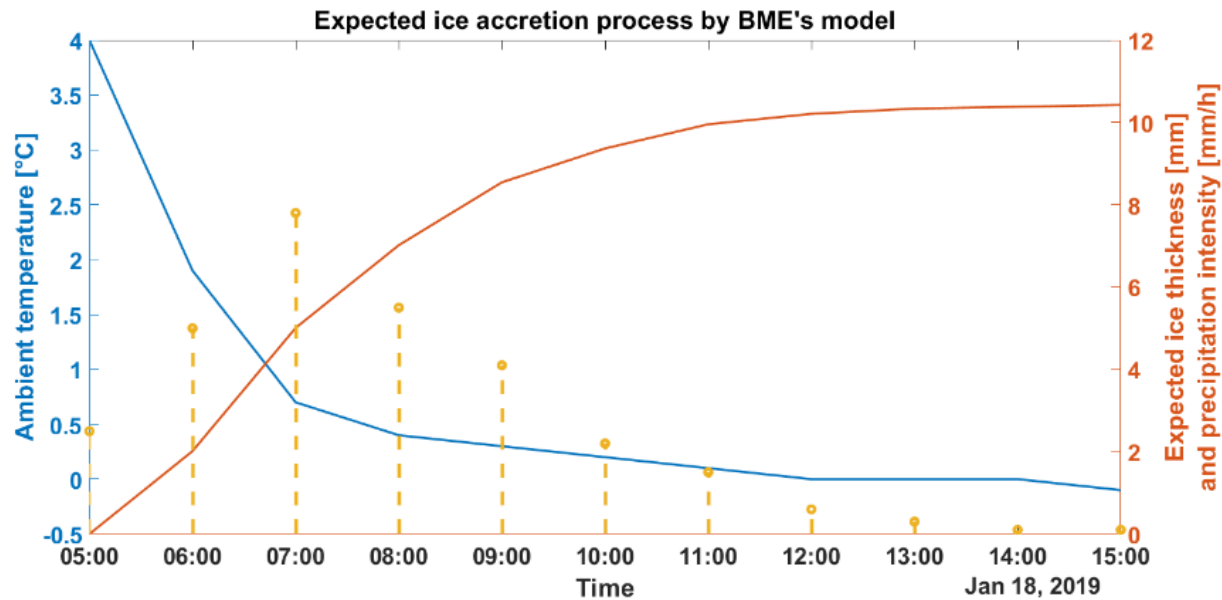
**Tapasztalat: Ha már jeges a sodrony, akkor késő elkezdni fűteni – megelőzni kell a jégképződést!**

# BME DLR modellek – Jegesedés előrejelző modell



FLEXITRANSTORE DLR projekt:

Jegesedés előrejelző modell validálása - Szlovénia



BME modell – jegesedés előrejelzés



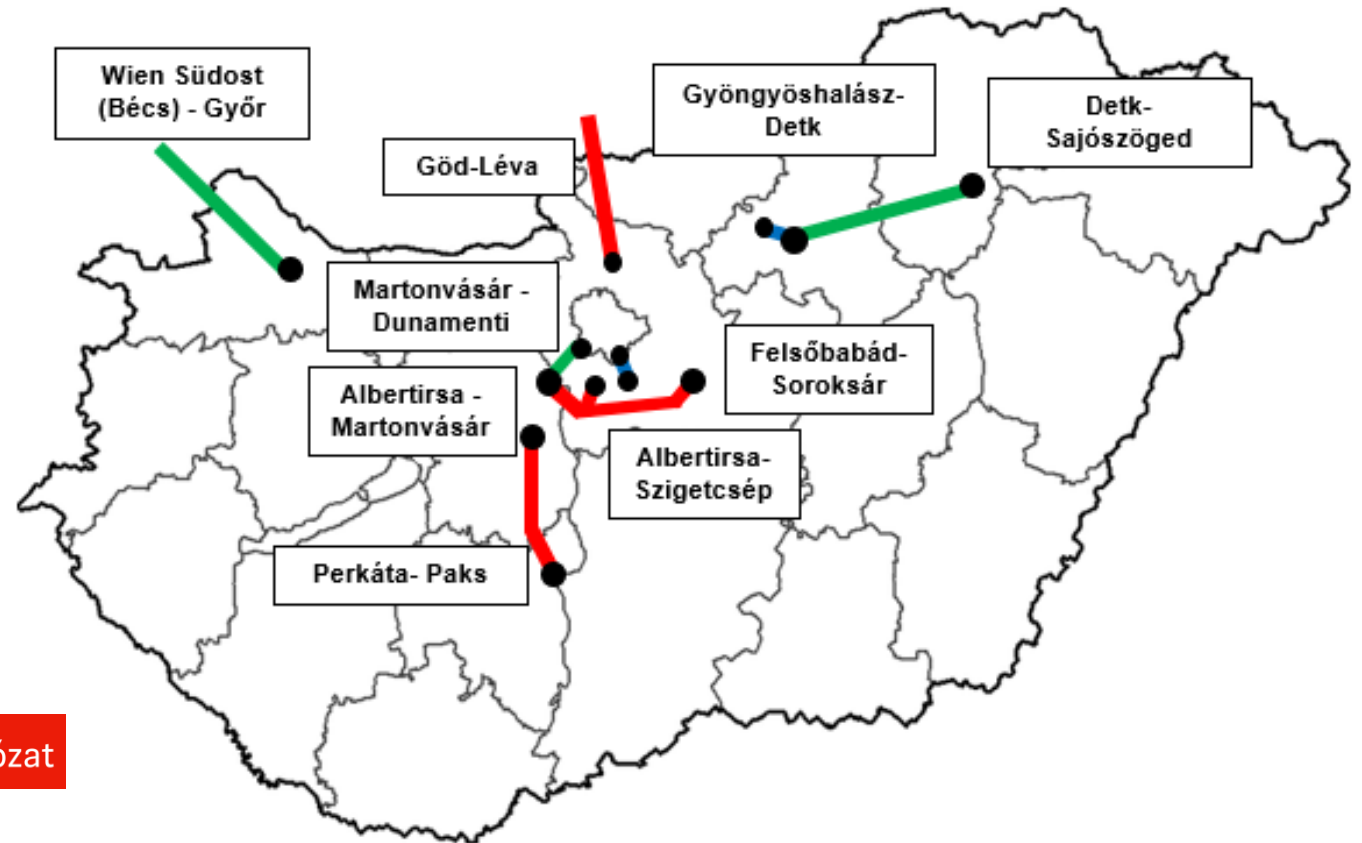
Szenzor kamerakép – valós jegesedés

# Hazai helyzet – Távvezeték monitoring



## Hazai DLR helyzet – 9 bevont távvezeték

- EU H2020 FARCROSS projekt
- MAVIR ITM projekt
- EON-ELMŰ ITM projekt
- MVM-ÉMÁSZ ITM projekt





# Közeli jövő – az állapotbecslés lehetőségei

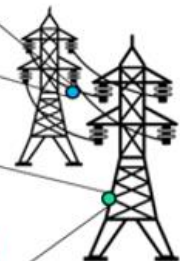
**?** Milyen adatok állnak rendelkezésre?



**Időjárás előrejelzés**

**Szenzor mérés:**

- hőmérséklet
- belógás



**Környezeti paraméterek mérése**



**Sodrony diagnosztika**

- Termikus öregedés
- Megnyúlás
- Feszítés ellenőrzés
- Vibráció analízis
- Jegesedés megelőzés



**Oszlop diagnosztika**

- Dinamikus igénybevételek
- Statikus igénybevételek
- Hőmérsékletfüggő karakterisztikák



**Környezet**

- Effektív szélesség
- Hőtérképek
- Statisztika



**Teljesítmény értékelés**


+

**Élettartam- és állapotbecslés**

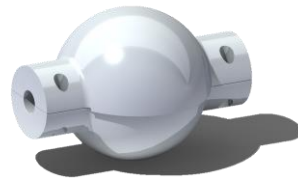
# Jövő – hova lehet a DLR-t beilleszteni?

## Eszközgazdálkodás - tervszerű

Távvezeték monitoring (DLR) vs. MHS sodrony  
~ nincs kizáró kapcsolat!

 Távvezeték monitoring szerepe az **eszköz-**  
**gazdálkodásban:**

- Stratégiai szint
  - **minél több szenzor**
  - **kockázat-alapú** megközelítés
  - karbantartás prioritási mátrix
- Taktikai szint – tudom **mikor** kell beavatkozni
- Műveleti szint – tudom **hol** kell beavatkozni



**Új fajta szemlélet, tele lehetőségekkel!**

## Vészhelyzetek - eseti

**Extrém szélteher**  
(2023)  
MAVIR Zrt.



Forrás: LinkedIn – MAVIR Zrt.

**Extrém jegesedés**  
(2014)  
ELES d.o.o.  
(Szlovénia)



Forrás: H2020 FLEXITRANSTORE  
projekt

# BME DLR-Asset Management kutatócsoport



**Dr. Németh Bálint**  
egyetemi docens  
**BME-VET**  
Kutatócsoport vezető



**Dr. Göcsei Gábor**  
egyetemi docens  
**BME-VET**  
DLR szakértő



**Dr. Cselkó Richárd**  
egyetemi adjunktus  
**BME-VET**  
AM szakértő



**Dr. Rácz Levente**  
egyetemi tanársegéd  
**BME-VET**  
AM-DLR szakértő

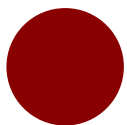


**Szabó Dávid**  
egyetemi tanársegéd  
**BME-VET**  
DLR szakértő



M Ű E G Y E T E M 1 7 8 2

**Budapesti Műszaki és  
Gazdaságtudományi  
Egyetem**



**Oktatás**

**Laboratóriumi tesztelés**

**Kutatás & Fejlesztés**

# Köszönöm a figyelmet!

**Dr. Németh Bálint**  
**BME-VET egyetemi docens**

---

[nemeth.balint@vet.bme.hu](mailto:nemeth.balint@vet.bme.hu)

