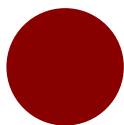




M Ű E G Y E T E M 1 7 8 2

**Budapesti Műszaki és
Gazdaságtudományi
Egyetem**



Oktatás

Laboratóriumi tesztelés

Kutatás & Fejlesztés

Szabadvezetékek diagnosztikája és fejlett üzemeltetése

Dr. Németh Bálint
BME-VET egyetemi docens

nemeth.balint@vet.bme.hu



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 docens
BME-VET
AM szakértő




Dr. Rácz Levente
egyetemi docens
BME-VET
DLR szakértő



Szabó Dávid
egyetemi adjunktus
BME-VET
DLR szakértő

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

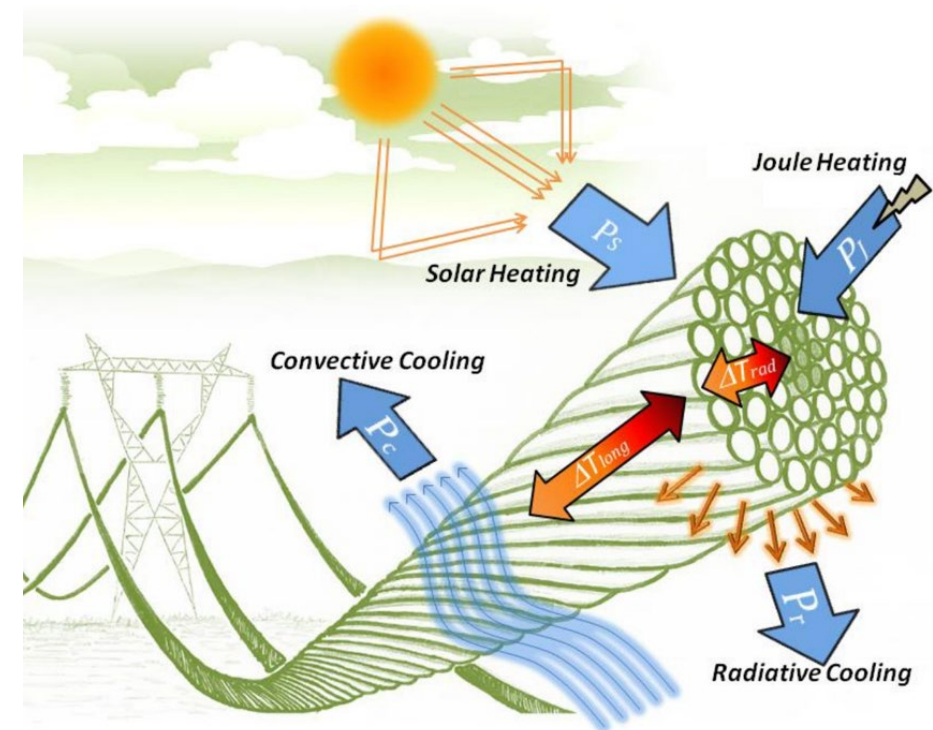


A távvezetékek terhelhetősége

- 🔍 **Szabadvezetékek 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

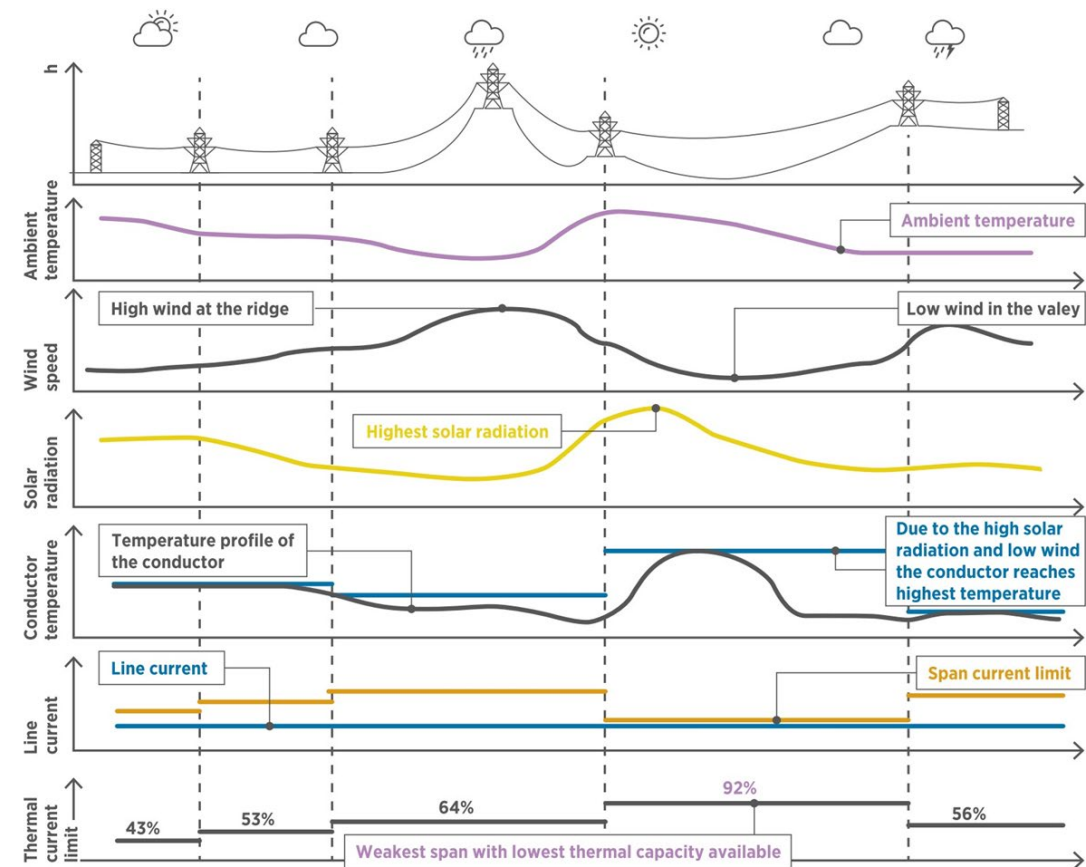
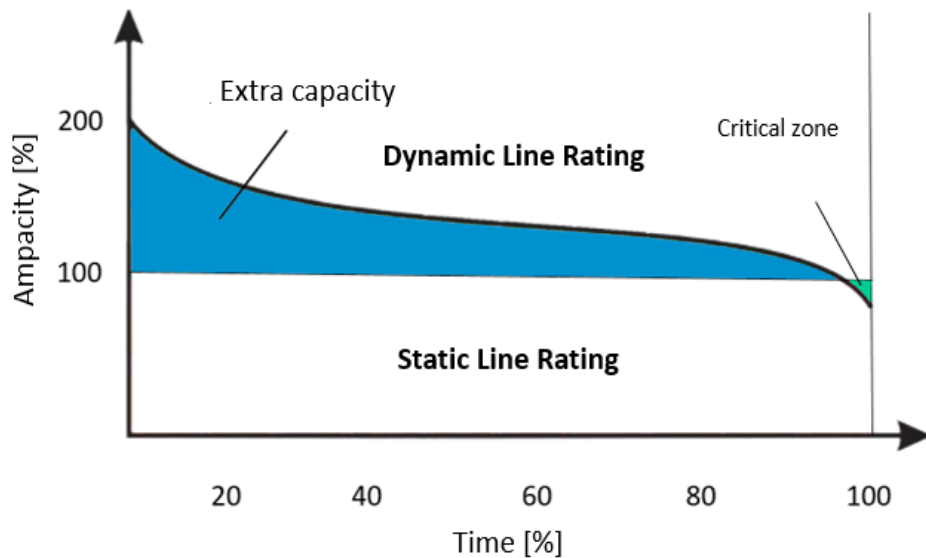


Egy kiépített szenzoros DLR rendszer Közép-Európában.

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 (2014-2026)



Hazai és nemzetközi DLR projektek:

- **EU H2020 DLR projektek**
 - FP7 - BEST PATHS projekt
 - FLEXITRANSTORE projekt
 - FARCROSS projekt
 - **TWIN-EU projekt - Flagship**



TwinEU

Hazai DLR projektek

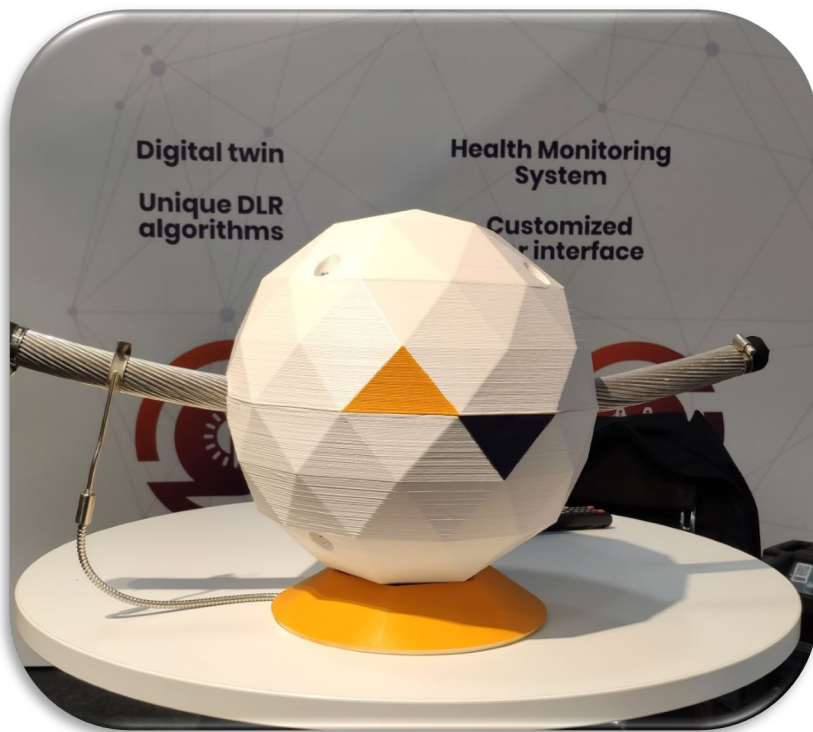
- Innovációs és Technológiai Minisztérium
- 3 DLR projekt



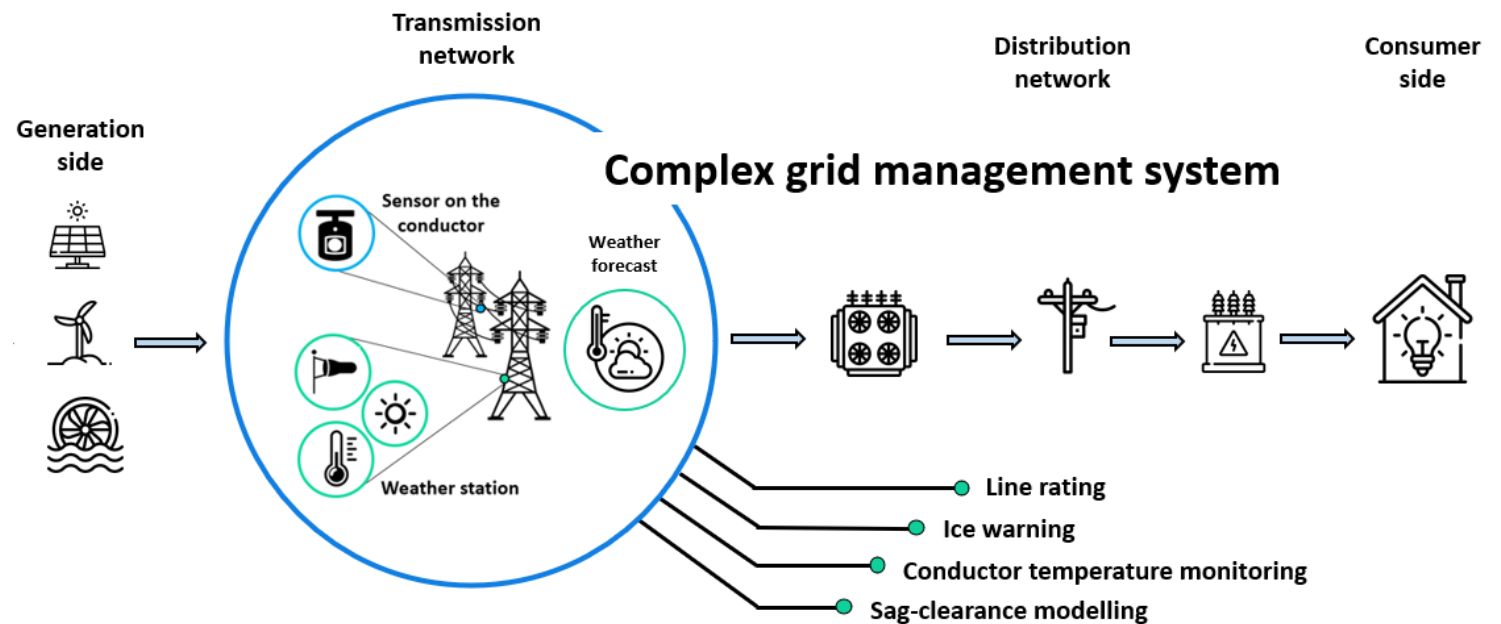
BME DLR modellek – DLR koncepció

Hazai és nemzetközi DLR projektek során kidolgozott koncepció.

Monitoring Szenzor



Algoritmusok



BME DLR modellek – Mit kell monitorozni?



Távvezetékek kiválasztása

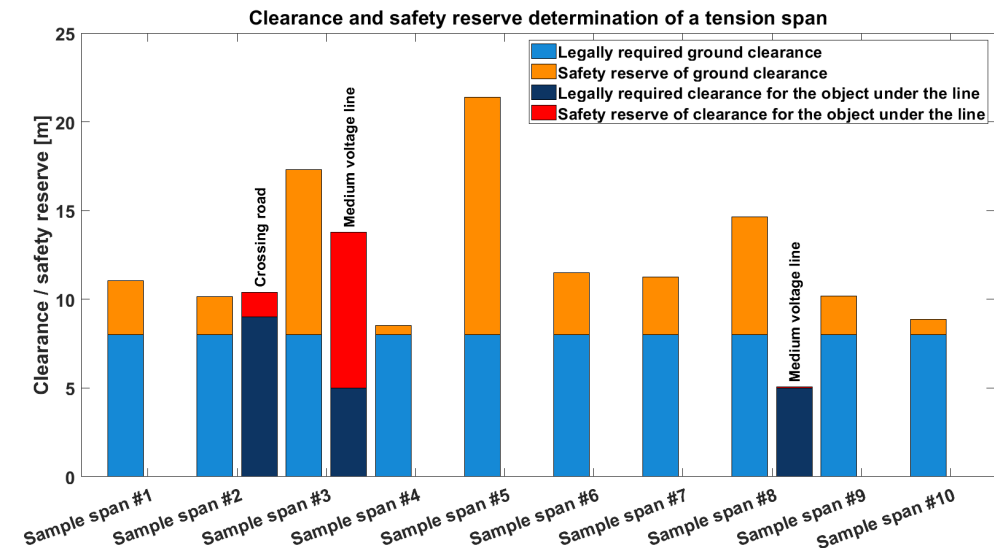
- **Bemenet:** műszaki adatok, historikus adatok
- **Kimenet:** Azon távvezetékek listája, amelyeken gazdaságos lehet DLR-t használni.

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



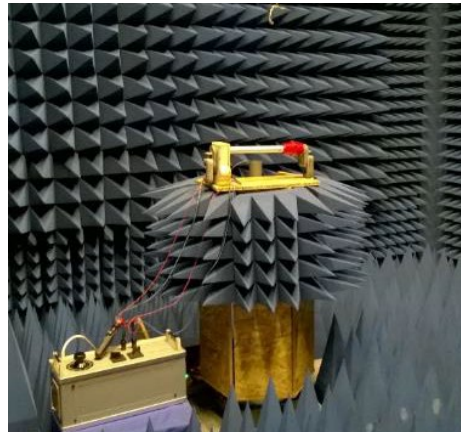
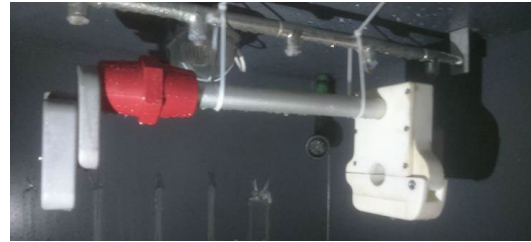
Kritikus oszlopköz elemzés

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



BME DLR modellek – Mit tehetek fel a hálózatra?

🔍 Egységes szenzortesztek



BME DLR modellek – Továbbfejlesztett fizikai modell



BEST PATHS DLR projekt:

Bemenet:

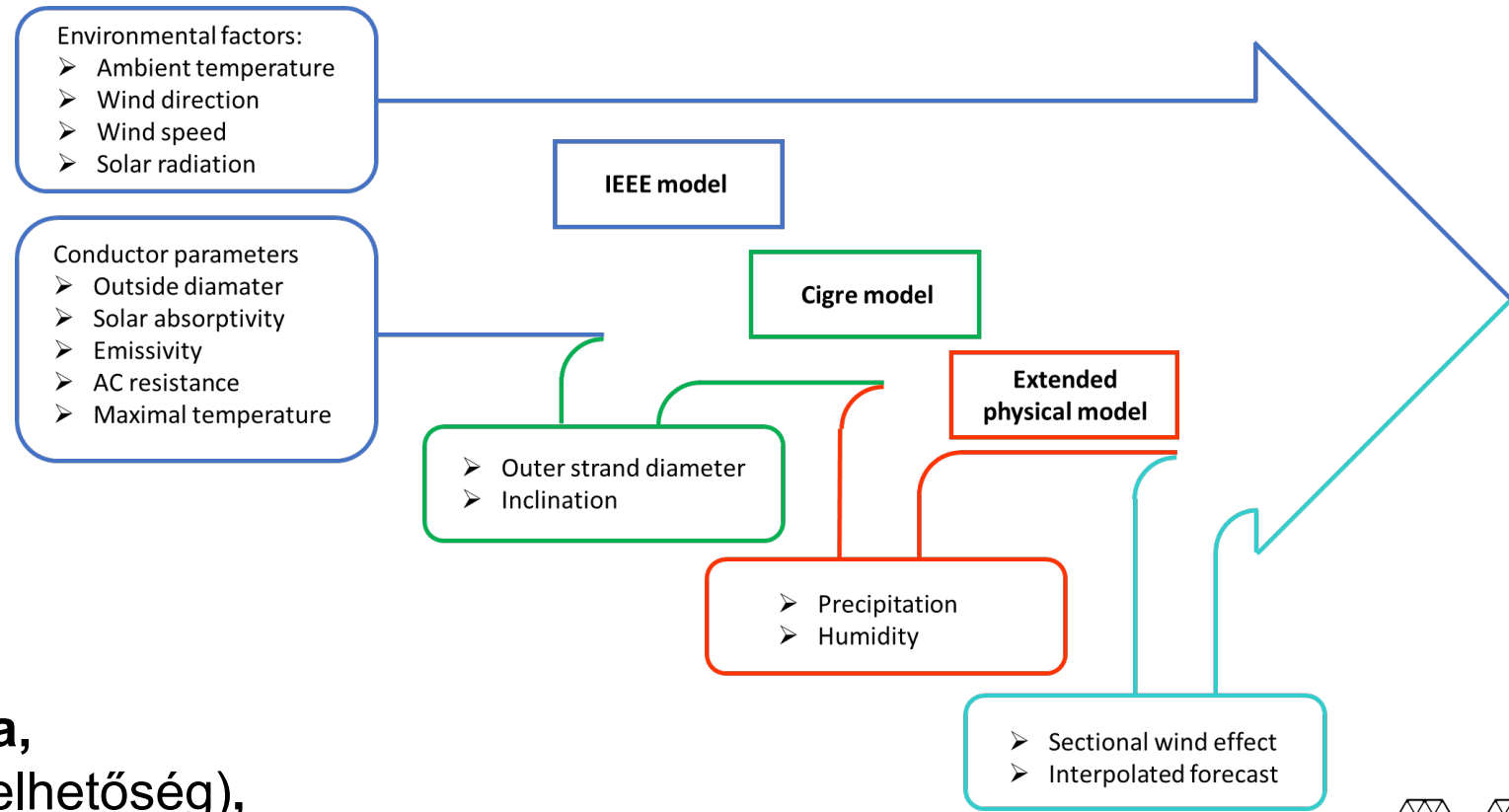
- Sodrony paraméterek
- Időjárás mérés/előrejelzés

Kimenet:

- Valós idejű terhelhetőség
- Előrejelzett terhelhetőség

Az algoritmus működése:

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

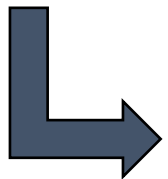


BME DLR modellek – Virtuális szenzor modell



Horizon H2020 DLR projektek:

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

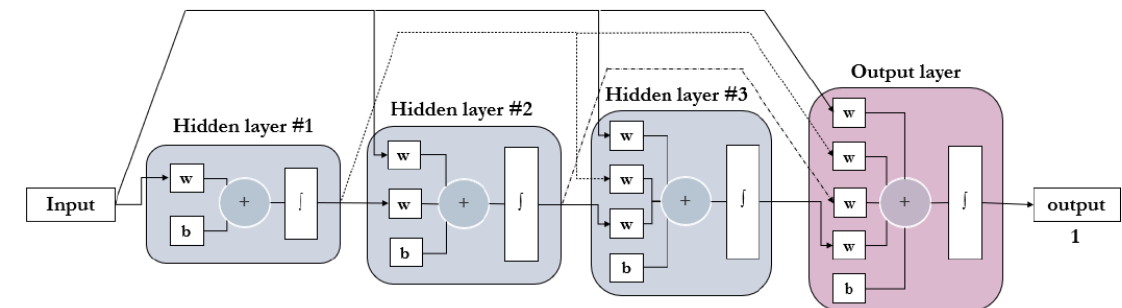
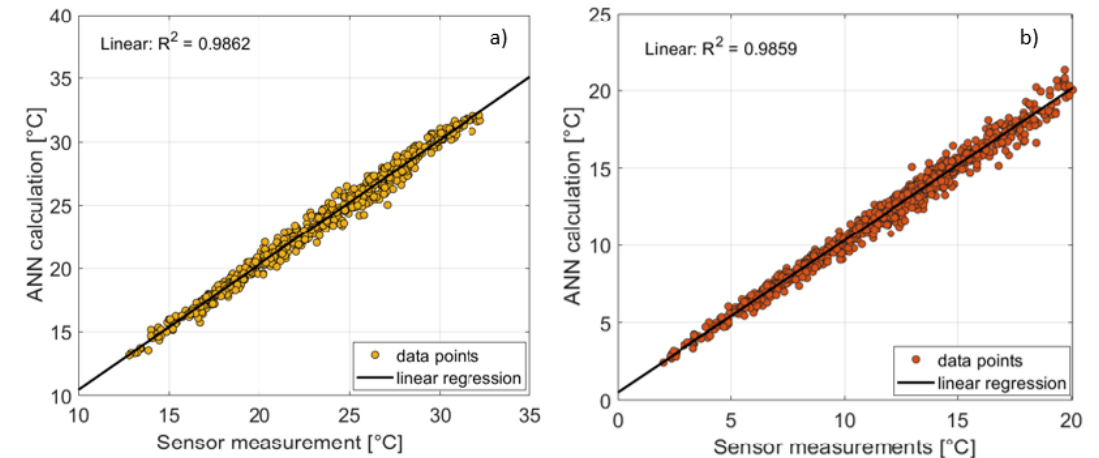


A szenzor közel egyéves tanítási periódust követően helyettesíthető egy ANN alapú virtuális szenzorral.

Digitális Iker

Bemenet: Időjárési paraméterek, szenzor mérések

Kimenet: Sodrony hőmérséklet

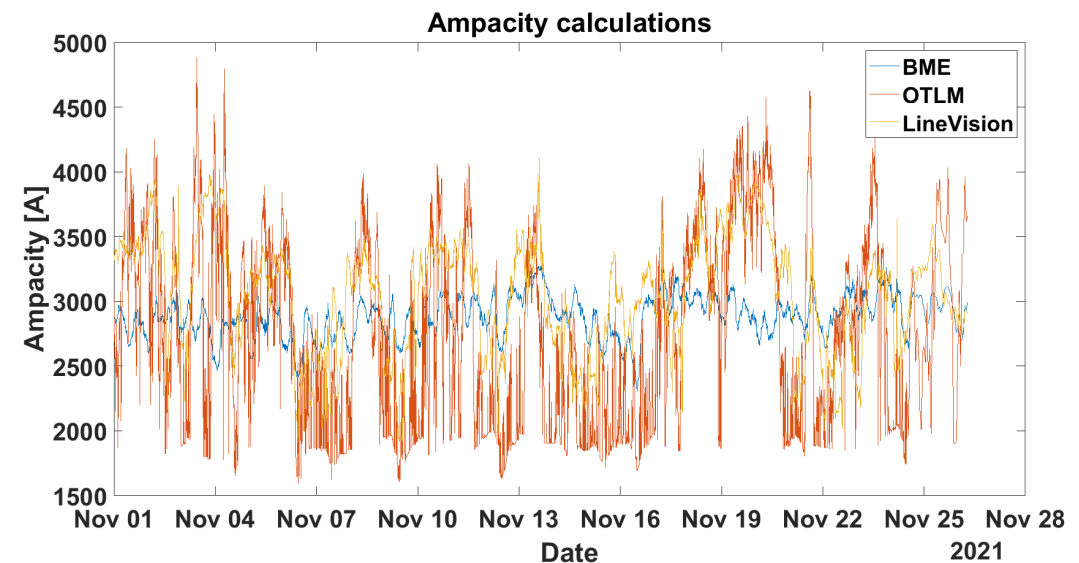
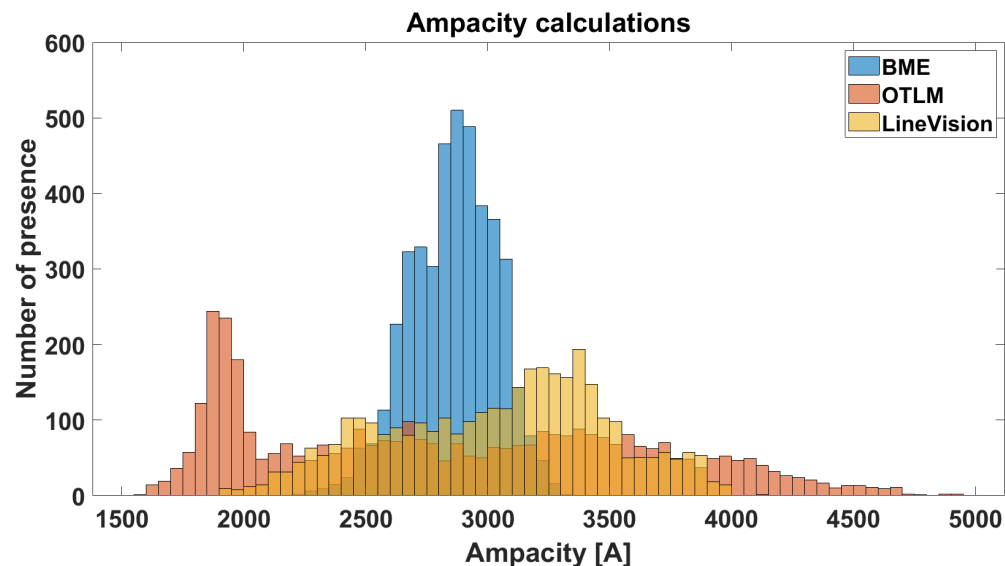


BME DLR modellek – Időjárás nélküli modell



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:

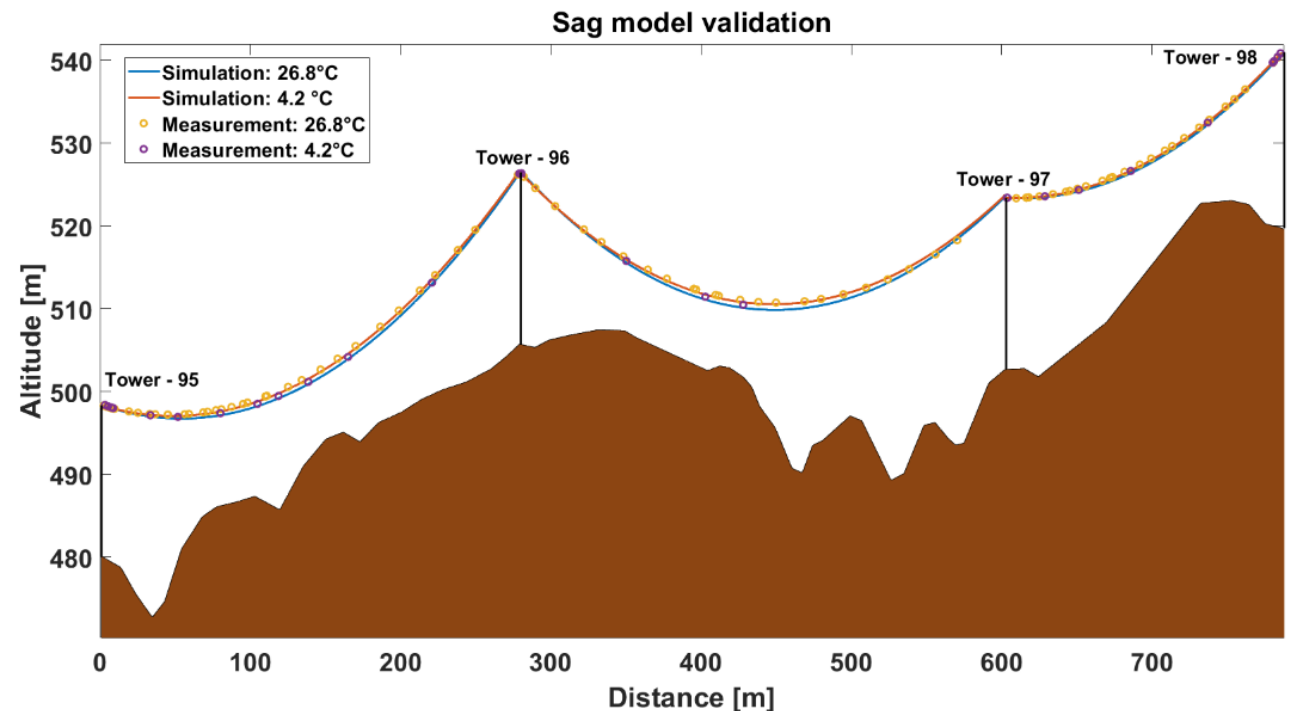
Bemenet: Távezeték paraméterek, CAD rajzok, sodrony valós hőmérséklete

Kimenet:

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

Az **algoritmus** működése:

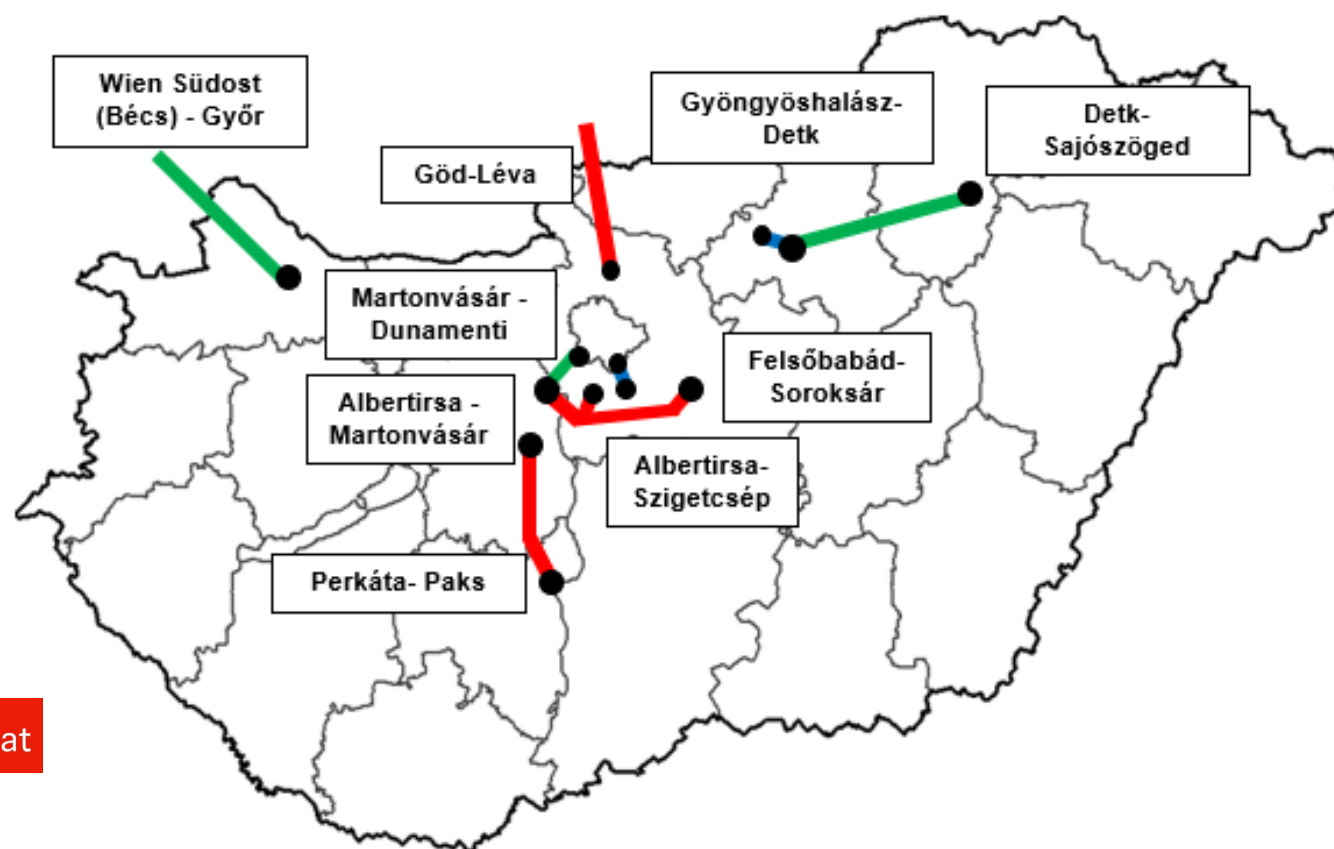
- A sodrony belógás görbéjének modellezése,
- A CAD rajzok alapján szabadmagasság tartalékok kiszervezése.



Hazai helyzet – Távvezeték monitoring

🔍 Hazai DLR helyzet – 10+ bevont távvezeték – a cél egy országos szenzor rendszer

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



Jelen kutatás – az állapotbecslés lehetőségei



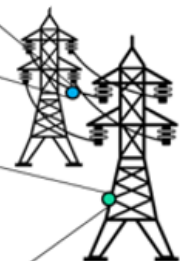
Milyen adatok állnak rendelkezésre?



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

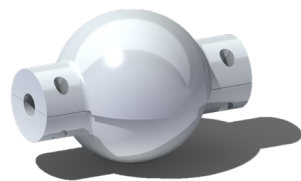
Hova lehet a DLR-t beilleszteni hosszabb távon?

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)



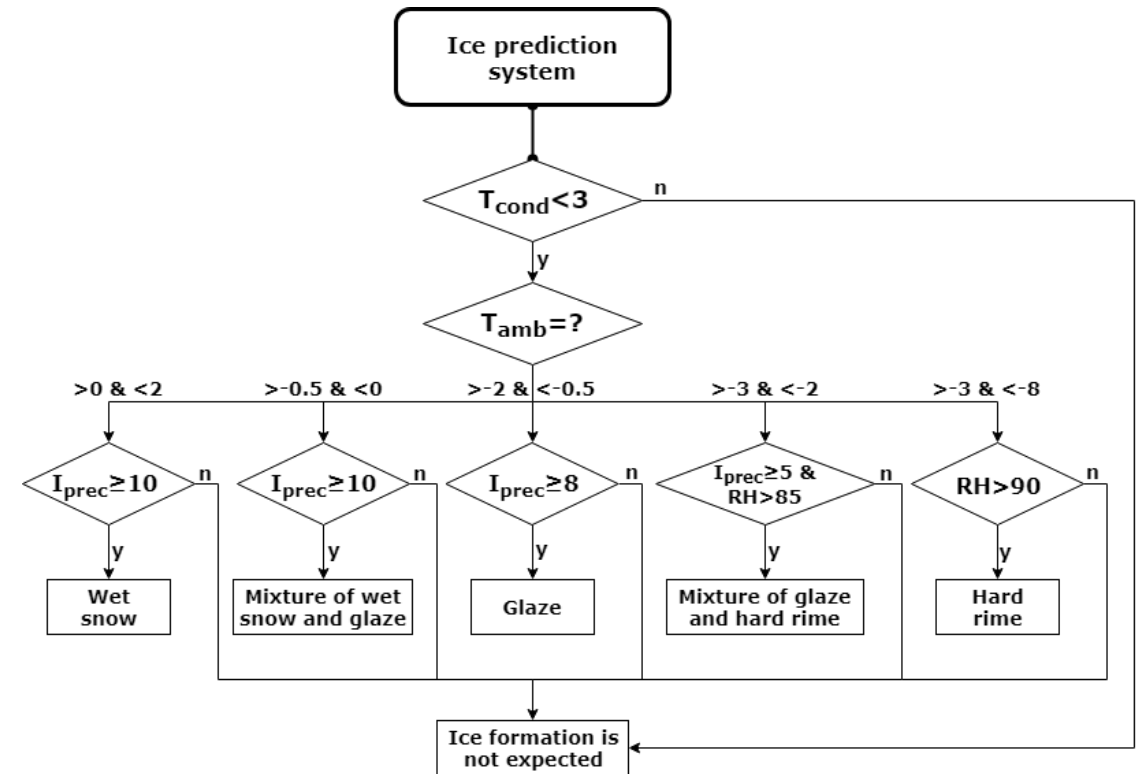
Forrás: H2020 FLEXITRANSTORE
projekt

BME DLR 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



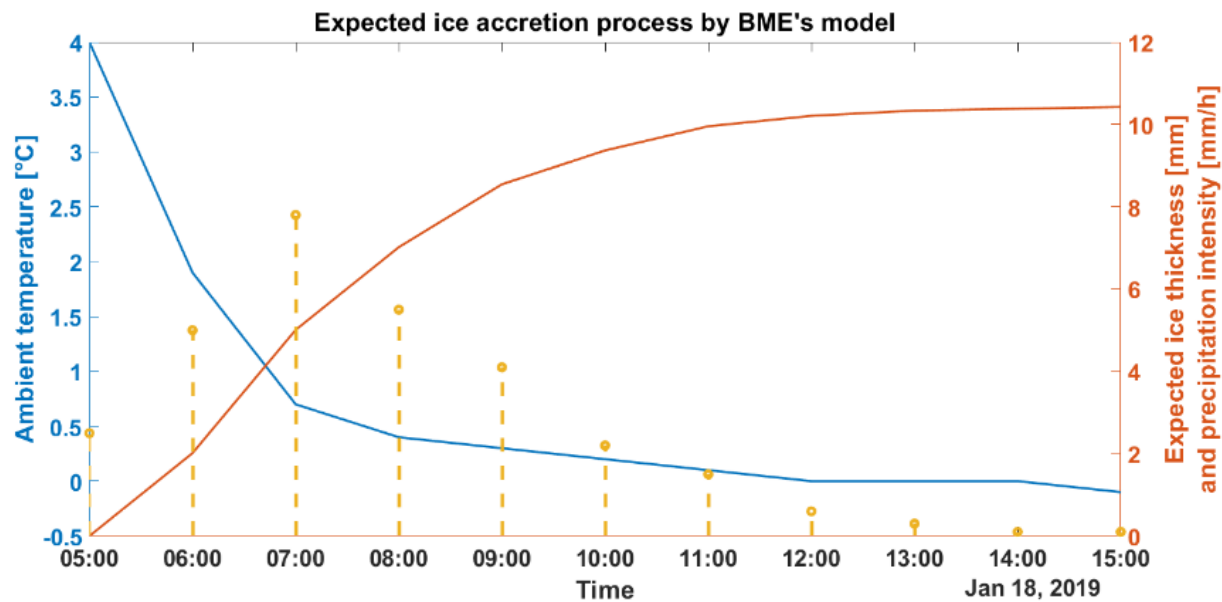
Tapasztalat: Ha már jeges a sodrony, akkor késő elkezdni fűteni – megelőzni kell a jégképződést!

BME DLR modellek – Jegesedés előrejelző modell



FLEXITRANSTORE DLR projekt:

Jegesedés előrejelző modell validálása - Szlovénia



BME modell – jegesedés előrejelzés

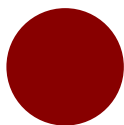


Szenzor kamerakép – valós jegesedés



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

