

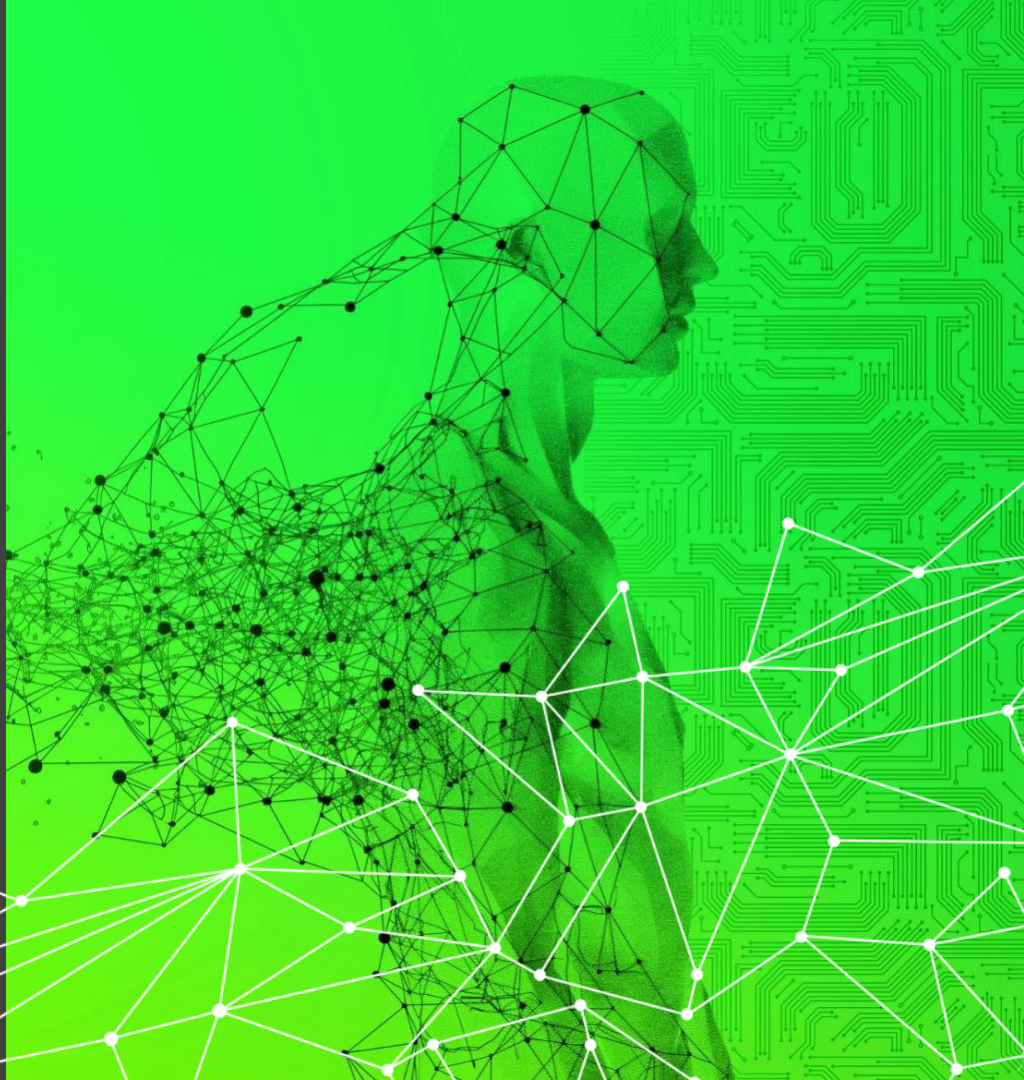


# Időjárás előrejelzés alapú villamosenergia-termelés optimalizálás

AI és műholdas adatok alkalmazása az energia- termelés  
előrejelzés pontosságának növelésére (GRIDFOR)

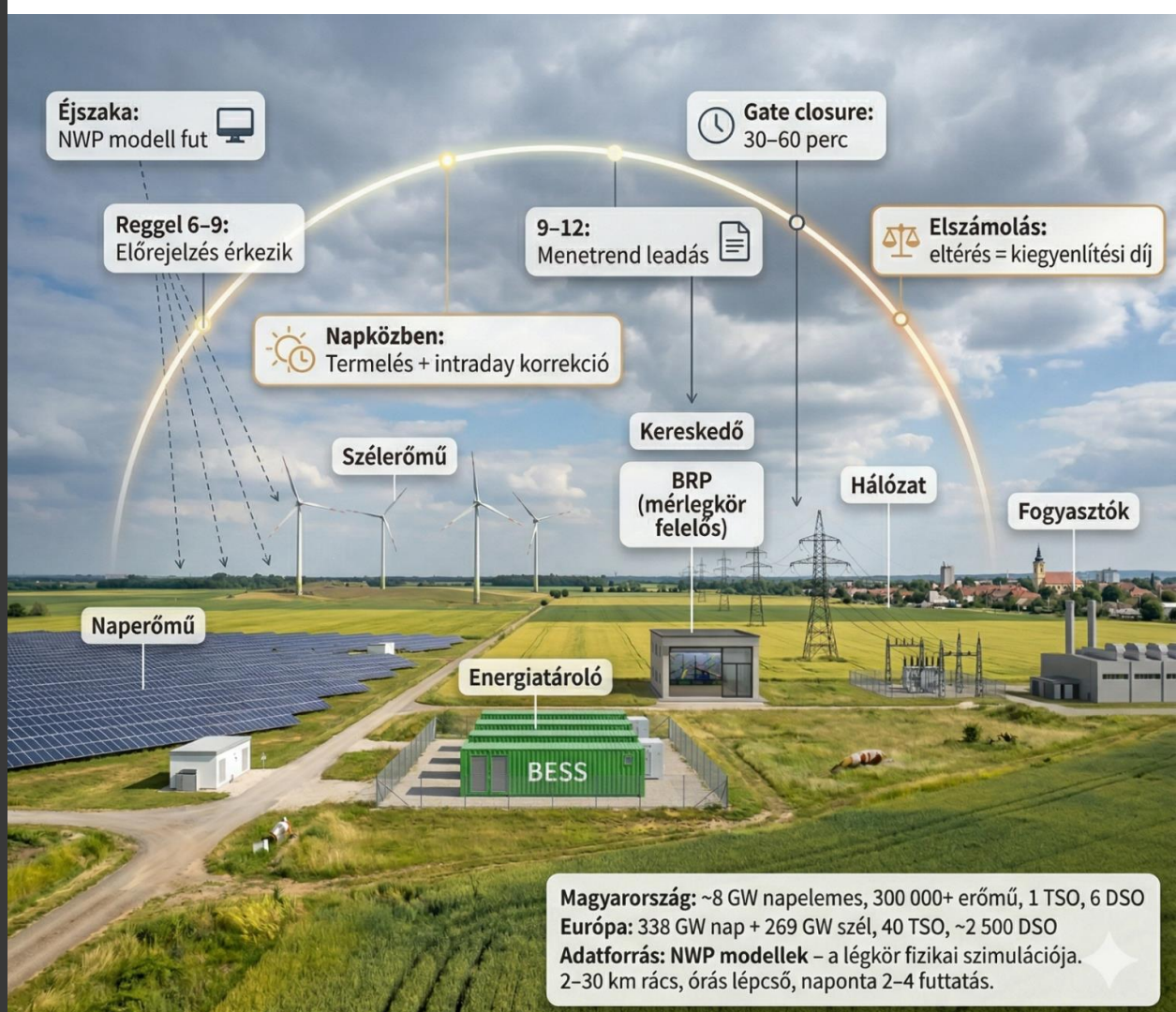
ENERGOexpo Konferencia  
Debrecen, 2026. április 1.

AGIgent Zrt.



# AZ IDŐJÁRÁS SZEREPE AZ ENERGIA-SZEKTORBAN

A numerikus időjárás modellek (NWP): a légkör fizikai egyenleteit oldják meg, a jelenlegi állapotból kiindulva szimulálják a jövőbeli időjárást. Rácspontokon számolnak, jellemzően 2–30 km-es felbontással, órás lépésben.



# A PROBLÉMA

A jelenlegi időjárás-előrejelzés nem elég jó a megújuló energia szektornak

## DURVA FELBONTÁS

A standard numerikus időjárás-előrejelzés modellek (NWP) 2–10 km-es rácsfelbontással dolgoznak. Ez nem képes megragadni a lokális felhőzetváltozásokat, domborzati széleffektusokat és mikroklimatikus hatásokat.

## TÚL NAGY IDŐLÉPCSŐ

Az órás vagy 3 órás idő lépcsők nem elegendőek a 15 perces elszámolási periódusokhoz, amelyeket az ENTSO-E piacszabályozás megkövetel a megújuló energiatermelőktől.

## ANYAGI KÖVETKEZMÉNYEK

Egy 10 MW napelemez park átlagosan ~8% day-ahead előrejelzési hibával dolgozik. Ez évi akár ~36 000 EUR kiegyenlítő energia díjat jelenthet.

## A MEGOLDÁS

*AI-alapú hiperlokális időjárás-előrejelzés\*,  
műholdas terepmodellek és mélytanulási algoritmusok kombinációjával (GRIDFOR)*

\*Minden kimenet 15 perces időbeli granularitással, 1–48 órás horizontra, 1 km alatti felbontásban, konfidencia intervallumokkal

## A NAPERŐMŰVEK SZÁMÁRA

### Felhőborítottság előrejelzés

Lokális felhőzet mozgása, kialakulása és feloszlása – a napsugárzás legfőbb bizonytalansági tényezője

### Ködképződés előrejelzés

A klasszikus NWP modellek egyik leggyengébb pontja – a hiperlokális terepmodell jelentősen javítja

### GHI és DNI sugárzás

Globális horizontális és direkt normális sugárzás 15 perces felbontásban

### Hőmérséklet (panelszintű)

A PV hatásfok hőmérsékletfüggő – magasságkorrigált levegőhőmérséklet

## A SZÉLERŐMŰVEK SZÁMÁRA

### Szélesebesség és széllekés

Magasságkorrigált, terepadaptív szélesebesség és széllekés előrejelzés turbina-magasságon

### Szélirány-változás

A turbina-pozicionálás és terhelésszámítás kulcsfontosságú paramétere

### Viharok útvonalának előrejelzése

Extrém szélesebesség-események előrejelzése – turbinavédelem és leállítási döntések

### Jégképződési kockázat

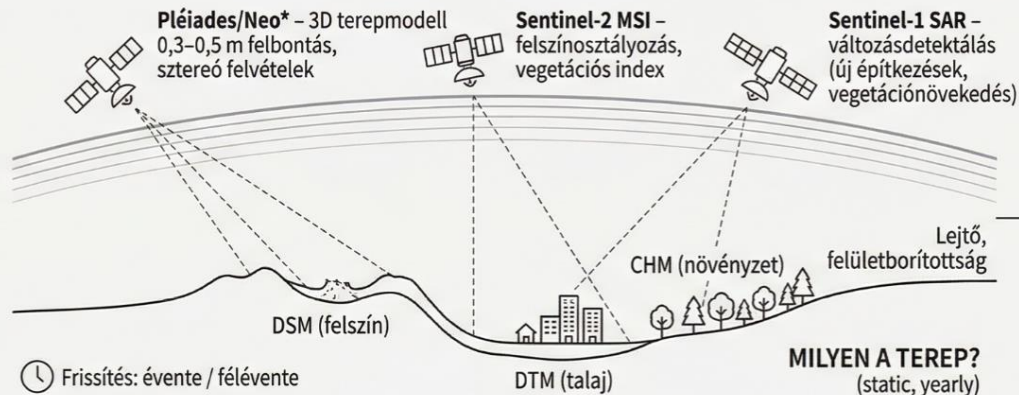
Lapáteljegesedés előrejelzés – termelés-csökkenés és biztonsági kockázat kezelése

# ADAT-FORRÁSOK

és használatuk a rendszerben

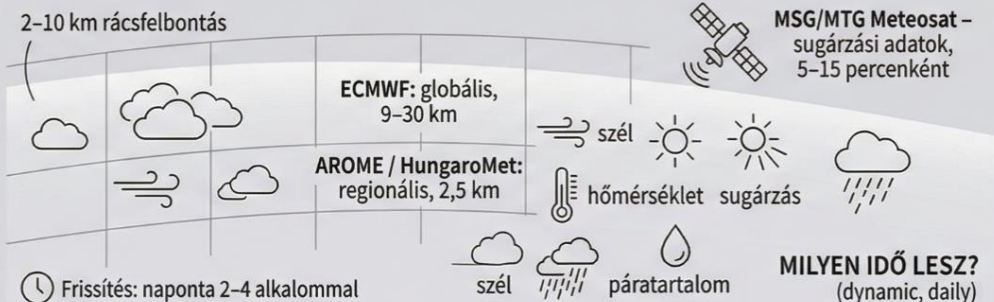
## MŰHOLDAS TEREPMODELLEK

A terep állandó tulajdonságainak feltérképezése



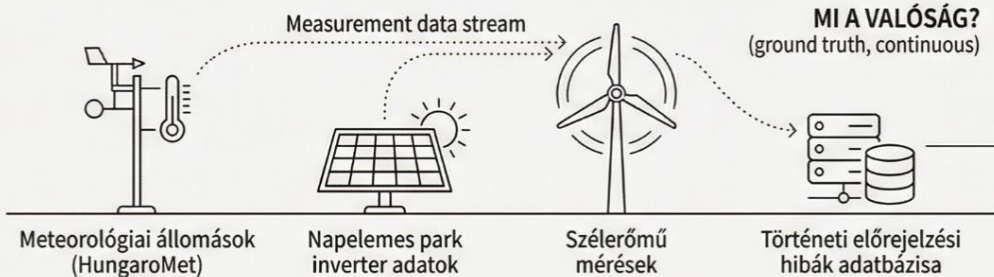
## NWP ELŐREJELZÉSEK

A légkör aktuális és előrejelzett állapota



## FELSZÍNI MÉRÉSEK






Lokális valós mérések a modell tanításához és validációjához



# AI MODELL ARCHITEKTÚRA

CNN-alapú  
terepadaptív  
downscaling motor

## TRÉNINGEZÉSI PIPELINE

-  Történelmi NWP előrejelzések és valós mérések összegyűjtése
-  Térbeli illesztés: NWP rács és terepmodell koordináta-rendszer
-  Előrejelzési hibaminták kinyerése (bias learning)
-  CNN modell tréningezés: terep-jellemzők mint statikus módosítók (lejtő, felületborítottság, magasság)
-  **Validáció:** felszíni mérések elleni tesztelés, hiperparaméterek

CNN-alapú  
terepadaptív  
korrekció

## MIT TANUL A MODELL?



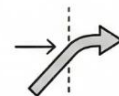
**Domborzati széleffektusok**  
Hogyan befolyásolja a lejtő, völgyek és hegyek a szélesebséget és irányt



**Árnyékolási minták**  
Épületek és növényzet okozta napsugárzás-csökkenés a nap különböző állásainál



**Városi canyon dinamika**  
Épített környezet hatása a légmozgásra és hőmérsékletre



**Szisztematikus bias**  
Az NWP modell rendszeres hibáinak korrekciója adott lokáción



**Időbeli minták**  
Napi és szezonális ciklusok, amelyek befolyásolják az előrejelzési hibát

# INFERENCIA PIPELINE

Valós idejű működés  
az NWP frissítéstől  
a termelési  
előrejelzésig



## 1 NWP BEMENET

Friss ECMWF/HungaroMet előrejelzés érkezik (naponta 2–4x). Szél, hőmérséklet, sugárzás, páratartalom rácsadatok.



## 2 TÉRBELI ILLESZTÉS

NWP rácsadatok illesztése a műholdas terepmodellhez. Magasság, lejtő, felszínborítottság hozzárendelése minden ponthoz.



## 3 AI KORREKCIÓ

CNN modell végrehajtása: spatiotemporális korrekciók, szélcsatorna-hatások, árnyékolási minták, városi canyon dinamika.



## 4 KIMENET GENERÁLÁS

Sub-km felbontású GHI/DNI, szélesebesség, hőmérséklet előrejelzés 15 perces bontásban, konfidencia intervallumokkal.

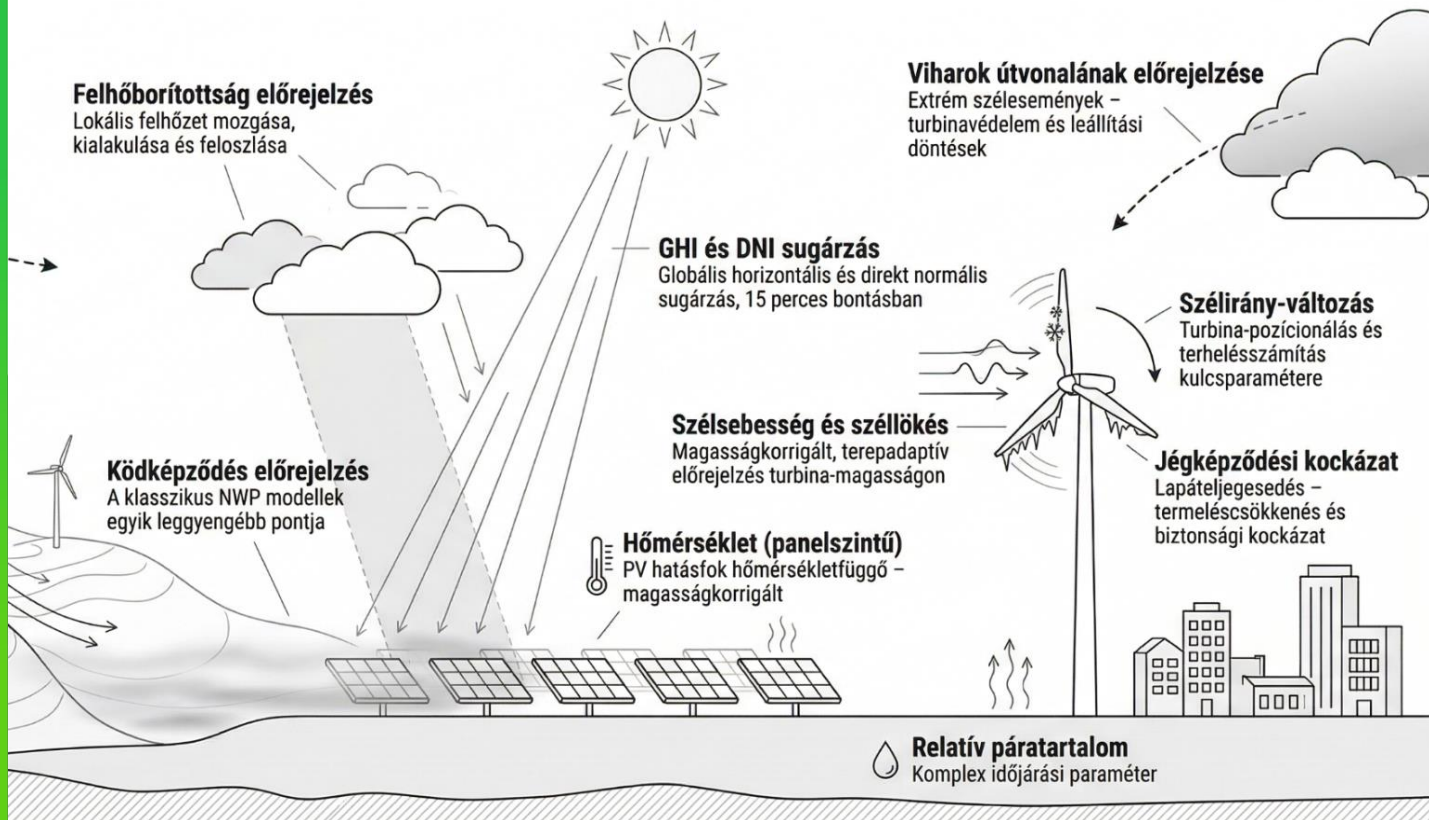


## 5 TERMELÉS-ELŐREJELZÉS

Időjárás adatok átfordítása villamosenergia-termelési előrejelzéssé, nap- és széltermőművekre, 15 perces BRP formátumban.

# KIMENETEK

## és cél pontosság



GHI / DNI előrejelzés

**< 15% hiba vs mérés**

Szélesség

**> 10% javulás vs NWP**

Termelés-előrejelzés

**< 15% hiba vs mérés**

Day-ahead MAPE

**≤ 8% (cél: 3–5%)**

Portfólió szintű

**> 20% javulás vs baseline**

Kiegyenlítési költség

**> 30% csökkenés**

# ALKALMAZÁSI TERÜLETEK

Mire használható a  
hiperlokális időjárás-  
előrejelzés?



## Nap- és szélenergia-termelés-előrejelzés

Day-ahead és intraday ütemezés 15 perces BRP formátumban, kiegyenlítési díjak csökkentése.



## Energiatárolók dispatch optimalizálása

Töltés/kisütés ütemezése a várható termelés és fogyasztás függvényében, akkumulátor élettartam javítása.



## Intraday és kiegyenlítő piaci kereskedés

Pontosabb pozíciók az intraday piacon, jobb kockázatkezelés a BRP portfóliókban.



## Karbantartás-ütemezés és üzemi tervezés

Erőművi karbantartás tervezése alacsony termelésű időszakokra, állásidő minimalizálása.



## Curtaiment stratégia és hálózati torlódáskezelés

Előrejelzés-alapú termeléskorlátozás a hálózati szűk keresztmetszetek elkerülésére.



## Energiavezérelt gyártás

Az energiaintenzív ipari folyamatok ütemezése a várható megújuló termelés és kedvező árazási időszakok függvényében, a termelési költségek csökkentésére.



## Virtuális erőmű és aggregátor portfólió-kezelés

Több telephelyre kiterjedő aggregált előrejelzés, portfólió szintű kiegyenlítés optimalizálása.

# GRIDFOR

AI-alapú hiperlokális  
dinamikus  
távvezeték-  
terhelhetőség (DLR)  
és megújuló energia  
termelés-előrejelzés



This project was part  
of ESA Kick-starts  
Program

## ESA KickStart

Ezt a megoldást GRIDFOR néven fejlesztjük az Európai Űrügynökség (ESA) Business Applications programjának keretében. A Kick-Start fázist sikeresen lezártuk, a technológiai koncepciót és a piaci igényt validáltuk.

## Következő lépések

ESA Feasibility Study, majd pilot éles környezetben.

## Pilot partnerség

Érdeklődés esetén keressenek bennünket!

AGIgent Zrt.

[www.agigent.ai](http://www.agigent.ai)

[andrea.cseh@agigent.ai](mailto:andrea.cseh@agigent.ai)

+36 70 244 2261

