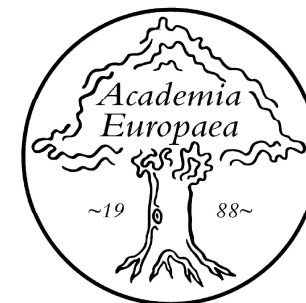


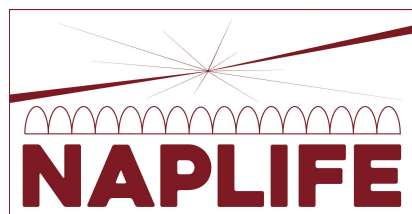
# Energia, entrópia, fenntartható fejlődés - fizikus szemmel



**Professzorok Batthyány Kör**



**FIAS** Frankfurt Institute  
for Advanced Studies



NEMZETI KUTATÁSI,  
FEJLESZTÉSI ÉS  
INNOVÁCIÓS HIVATAL



**HUN-REN**  
Magyar Kutatási Hálózat



**Forskningsrådet**  
The Research Council of Norway

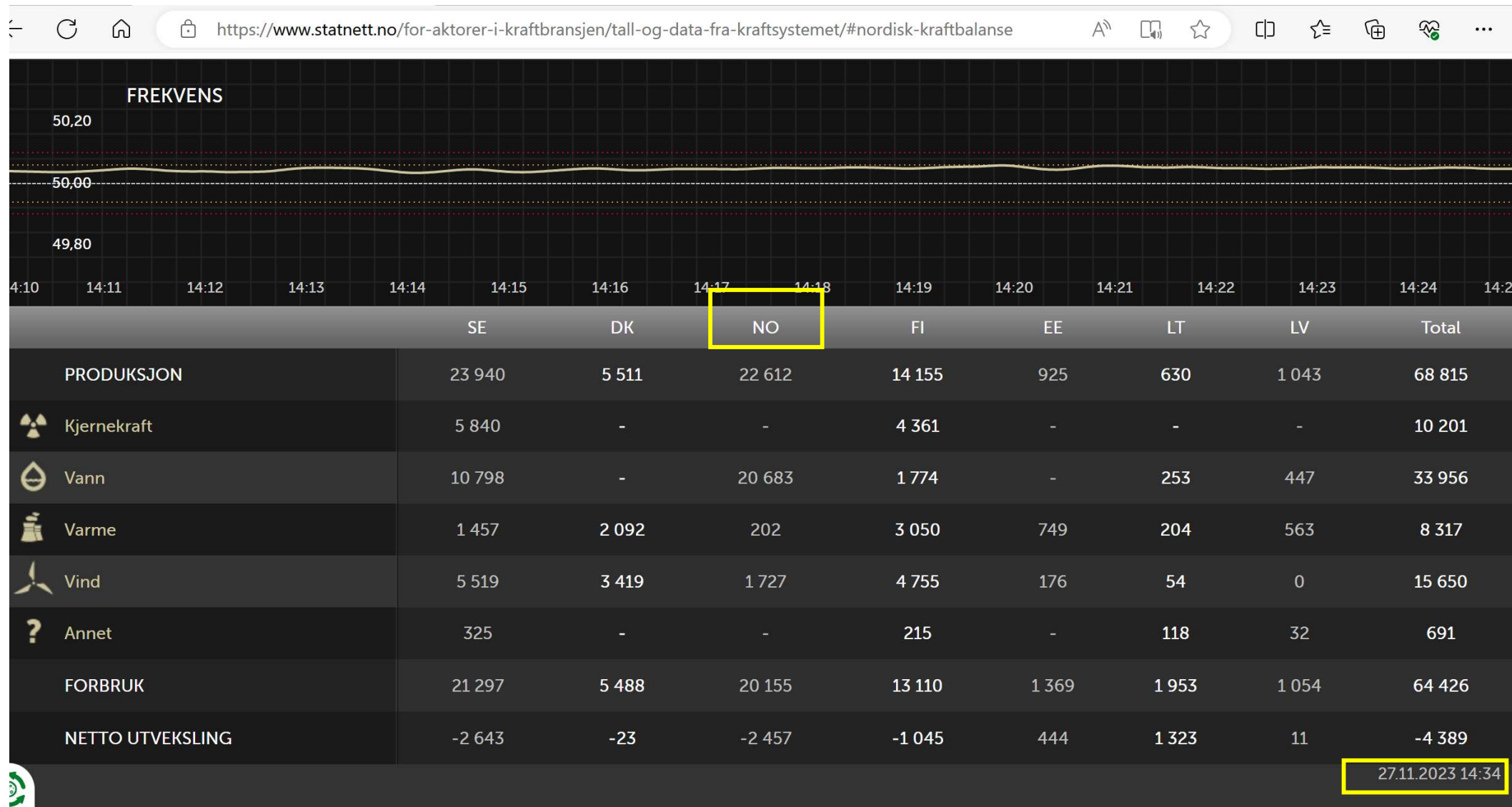
**PBK Energia, előadás**  
**Budapest, 2023.12.07**



**Csernai László**  
**University of Bergen**  
**Norway**

- **Entrópia és Fenntartható fejlődés: Szarka L., és Enpol2000 mtg. Hétfőn**
- **Főleg energia**
- **Norvég és magyar villamosenergia viszonyok összehasonlítása**
- **Piaci viszonyok, ACER (?)**
- **Energia tárolás**
- **Vizenergia, norvég vs magyar**
- **Javaslatok**

# “Nordic” termelés és fogyasztás országonként



Pillanatnyi adatok (nap,óra,perc):

Norvég termelés: 22.61 GW, fogyasztás: 20.15 GW

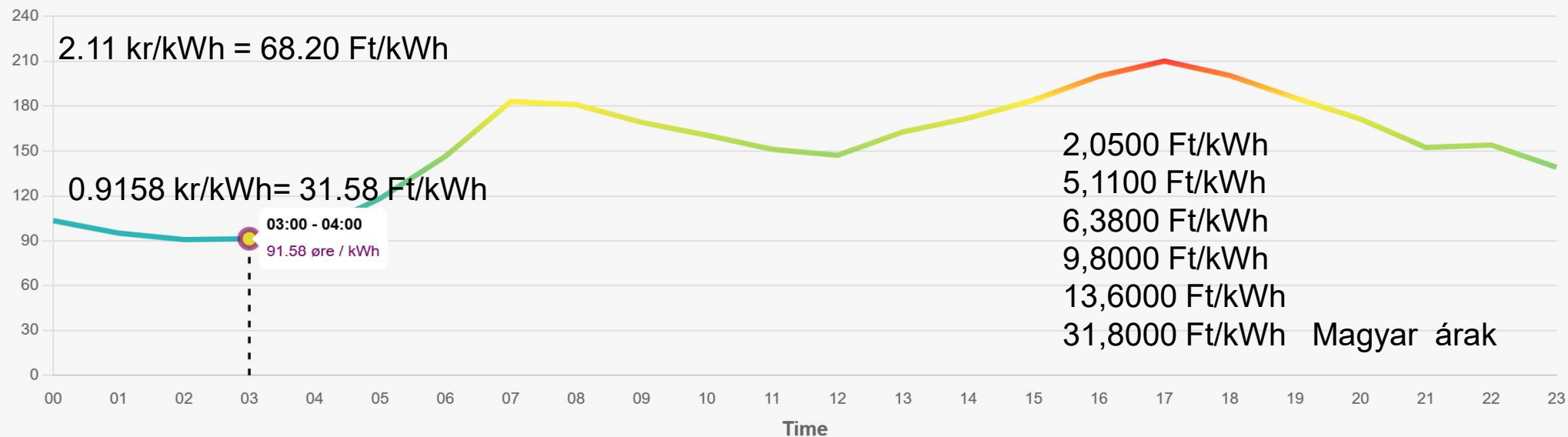
Vis pris inkl. mva.

I går

I dag

I morgen

øre / kWh



Kb. 6-8 éve a villanyórak minden órában közlik a fogyasztást a hálózati szolgáltatóval nehezebb hozzá alkalmazkodni

Norvég és magyar árak november 20-án!

## Spot price (hour by hour)

**129.97** øre/kWh

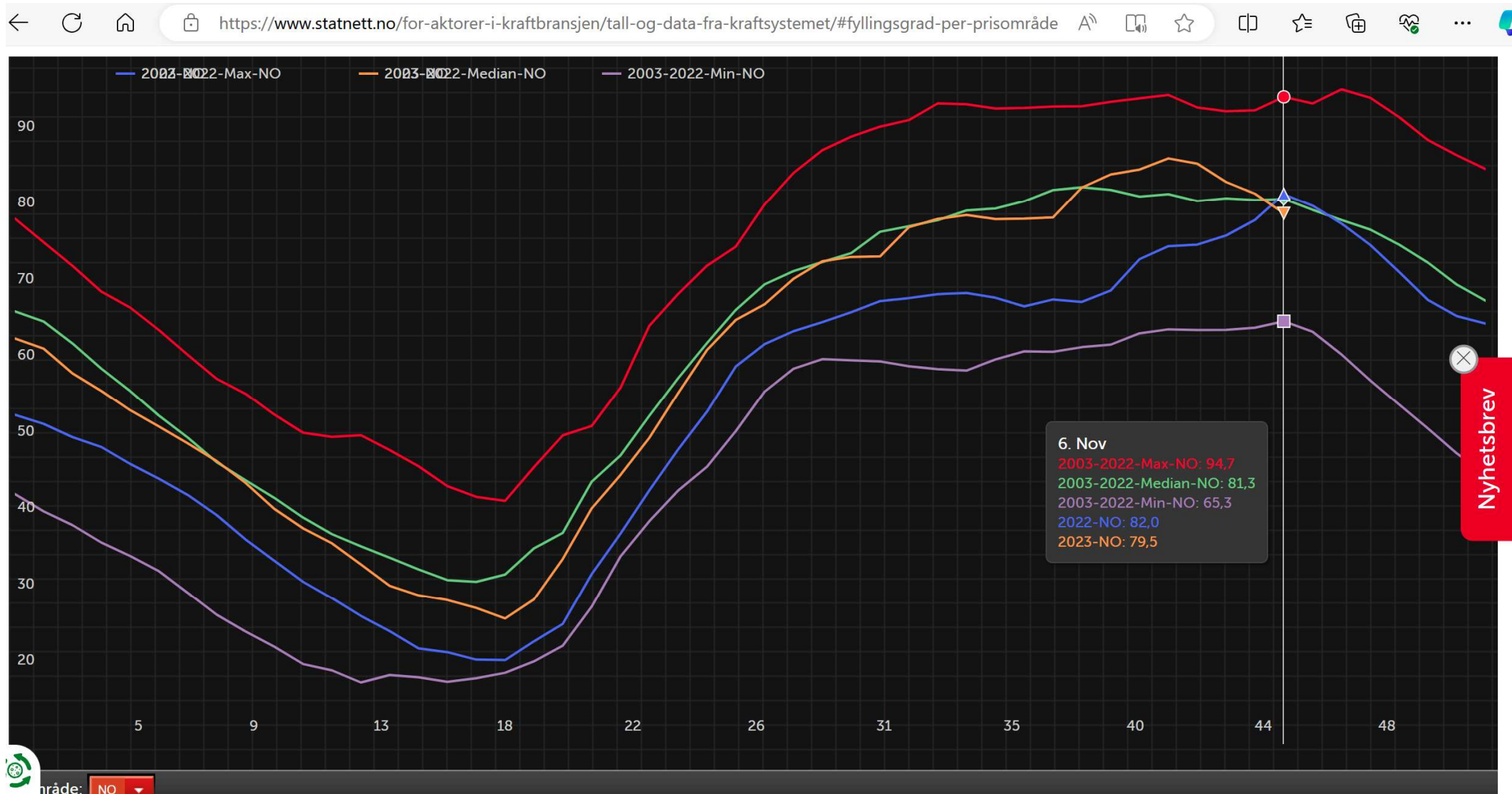
(VAT included)

22-23



- Napi árak mobilon adottak,
- Fűtés (hőpumpa) mobilon kapcsolható, autótöltés is.
- Az energia termelés követi a fogyasztást, de (!!!)
- Piaci viszonyok, ACER (?)

# Energia tárolás Norvégiában

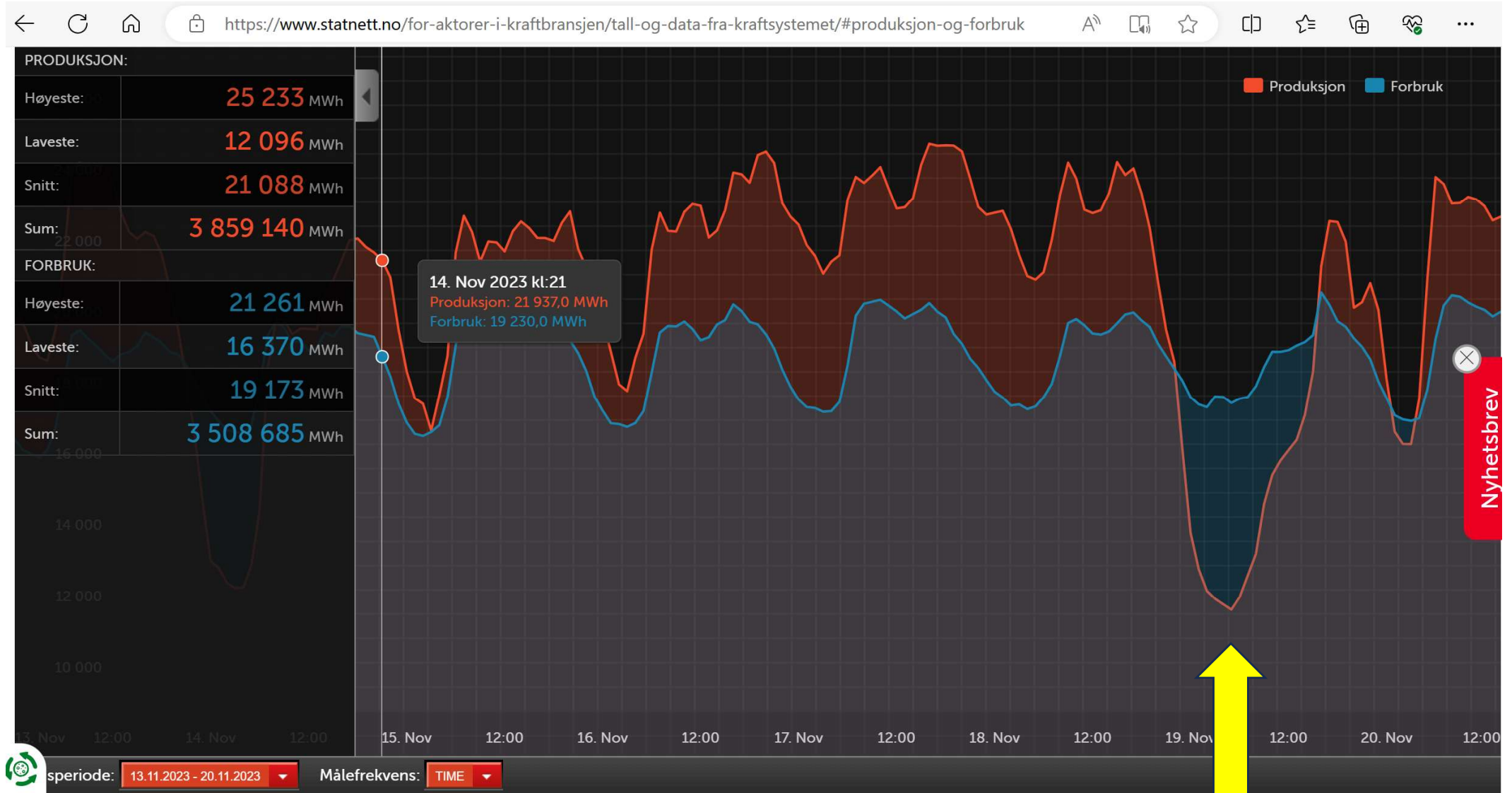


Magashegyi víztárolók,  $\approx 120$  TWh / év teljes termelés, **több hónapos** tároló kapacitás

Aktuális évv: sárga, 20 éves átlag: zöld, max-min: piros-szürke

Előző év: kék (!)

# Norvég termelés és fogyasztás



Erős szél Németországban

Napi fluktuáció: Termelés túlkompenzálja a fogyasztás változását !  
Még a szomszéd országokét is.

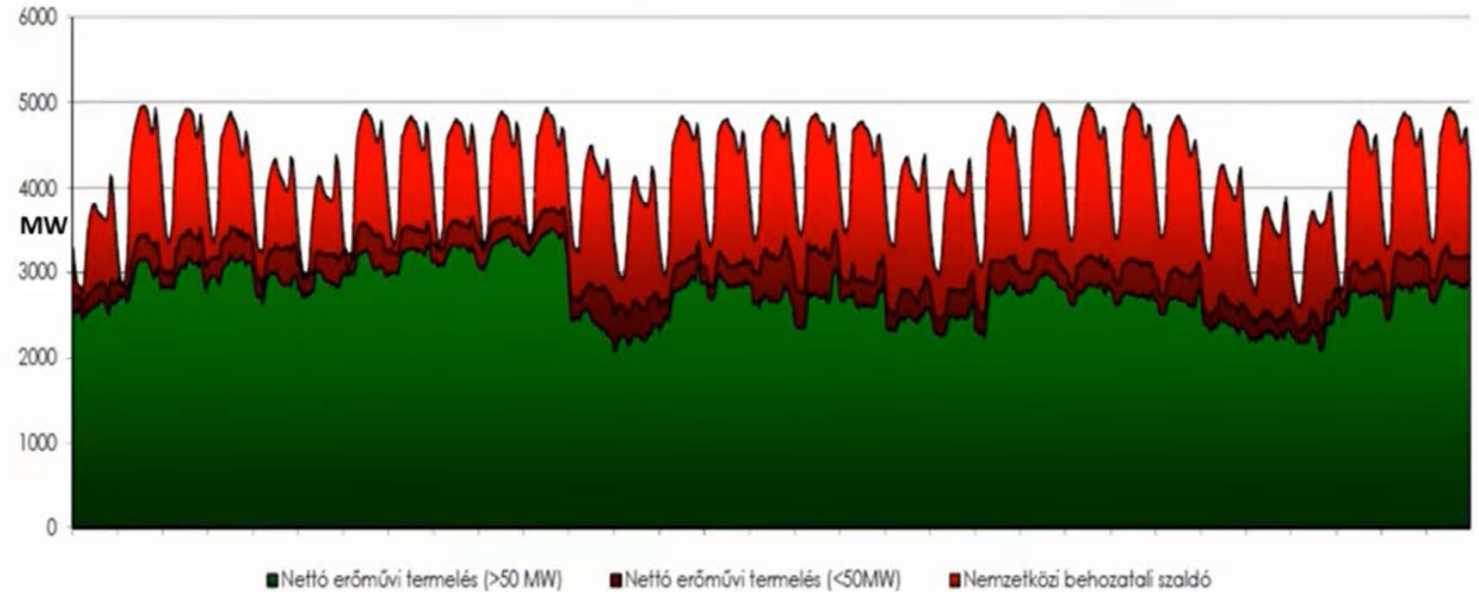
# Magyar termelés és fogyasztás

## Szeredi István



## Az integráció következtében növekszik az import nyomás

- Az EU villamos energia piacának integrációja a terveknek megfelelően folytatódik.
- A hazai villamos energia termelésben főként alapüzemi (base load) szolgáltatás maradt működésben, a terhelés követő erőművek nem voltak versenyképesek az importtal szemben.
- Az integráció előrehaladása növeli az import nyomást.
- A csúcsidei és a mélyvölgyi árak különbsége az elmúlt években rohamosan csökkent. A hagyományos kereskedelmi alapú energia tárolás ellehetetlenült.



***Az import és a hazai terhelés arány az elmúlt évek nyári hónapjában – gyakorlatilag csak az alapüzem (base load) maradt a hazai termelőknek (Forrás: Mavir)***

ENERGIAPOLITIKA 2000  
2023.11.13.

Szivattyús energiatárolók lehetőségei

23



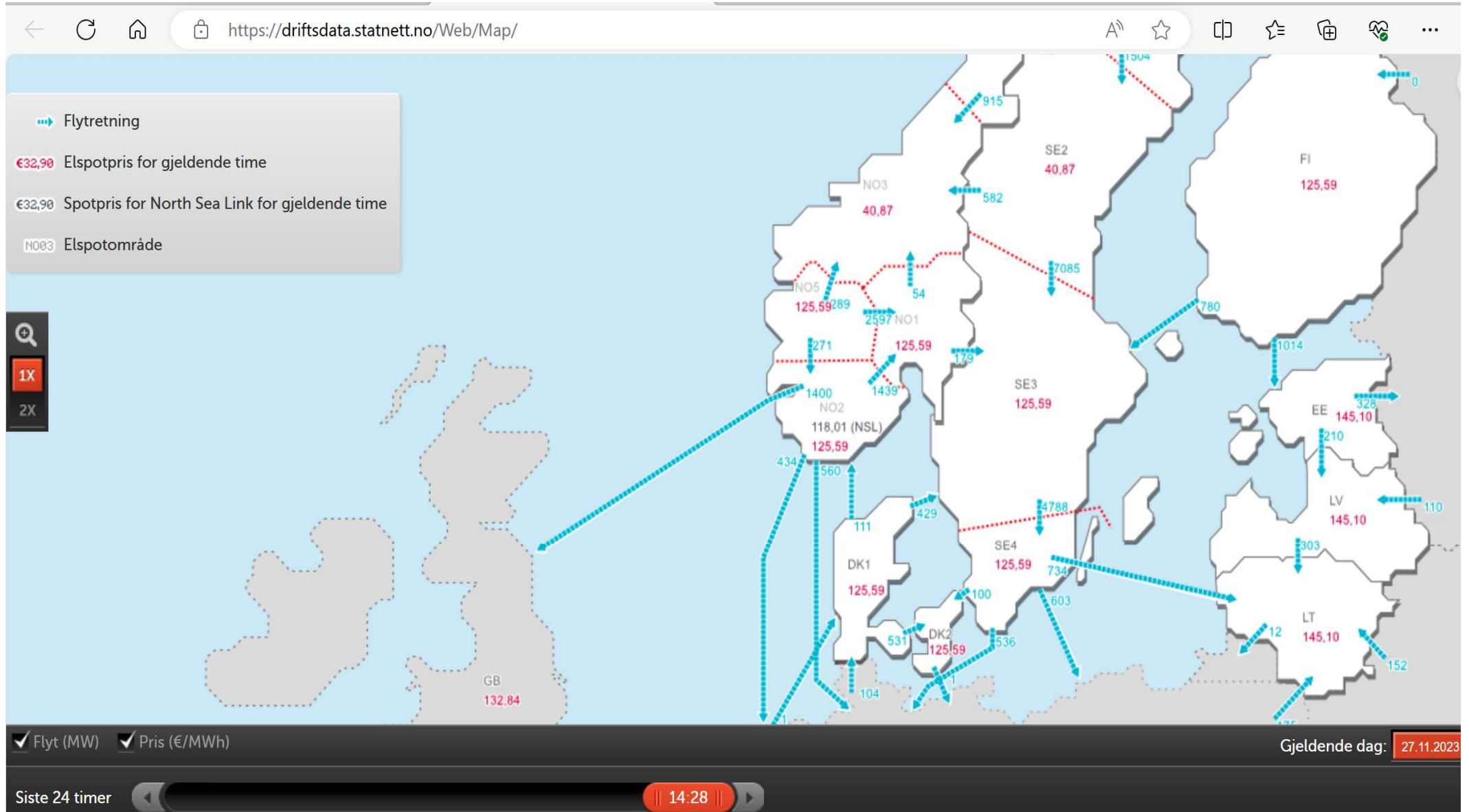
# Norvég óránkénti export-import



Pillanatnyi adatok (nap,óra):

Norvég export-import: ingadozás  $\pm 5$ GW, de többnyire +

# Norvég pillanatnyi export-import a környező országokba



Pillanatnyi adatok (nap,óra):

Norvég árak különböznek északon és délen !!!

# Large Scale



Magashegyi vizerőmű = Szivattyús energiatároló (ritka)

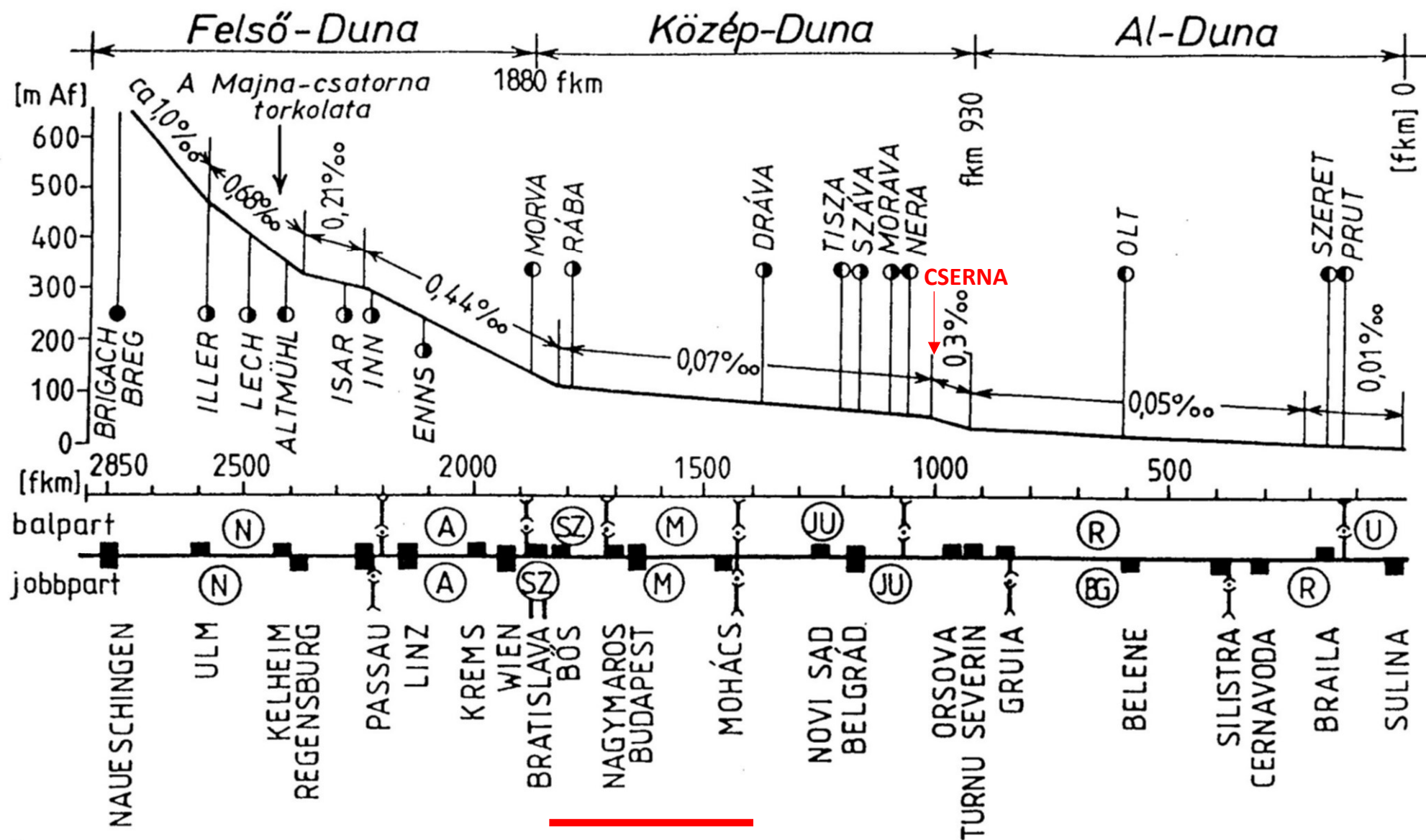
# Magyar helyzet

- 1. Termelés: csak 50 - 65 %-a a szükségleteknek!  
Nem fenntartható [J.M., et al.]
  - Paks 2 (+2.4 GW !)
  - Thorium, Fúzió
  - Napenergia (szélturbinák: NEM)
- 2. Váltakozó fogyasztás
  - Atomerőművek nem nagyon szabályozhatók, 7 nap
  - → Energia tárolás → vízerőművek, szivattyús t.

# A Bős-Nagymarosi Vízlépcső rendszer



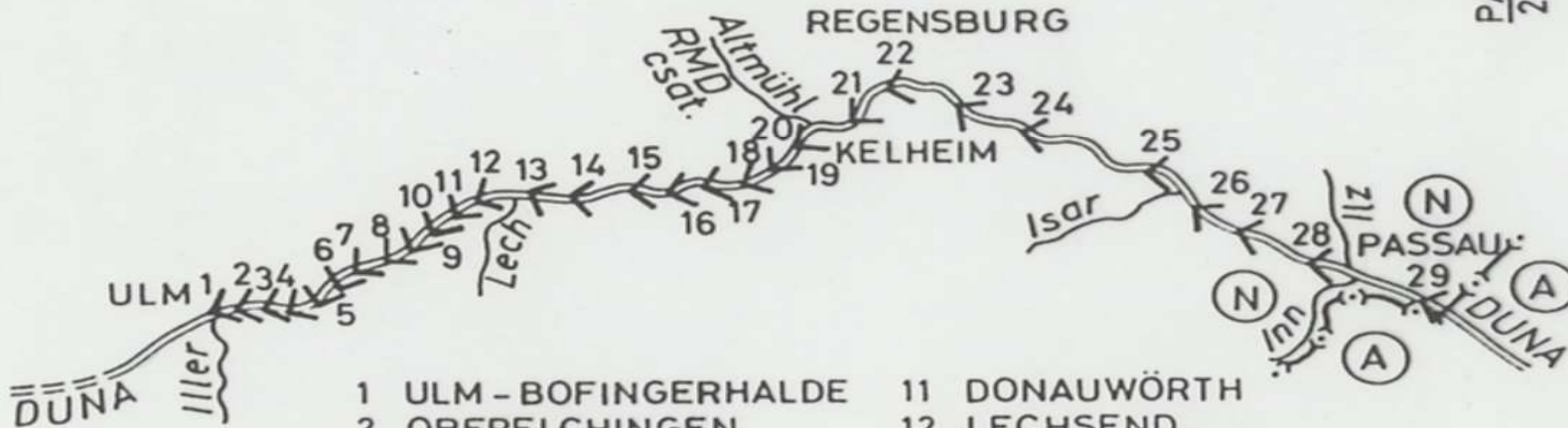
# A Duna hossz-szelvénye



# A Duna németországi szakasza

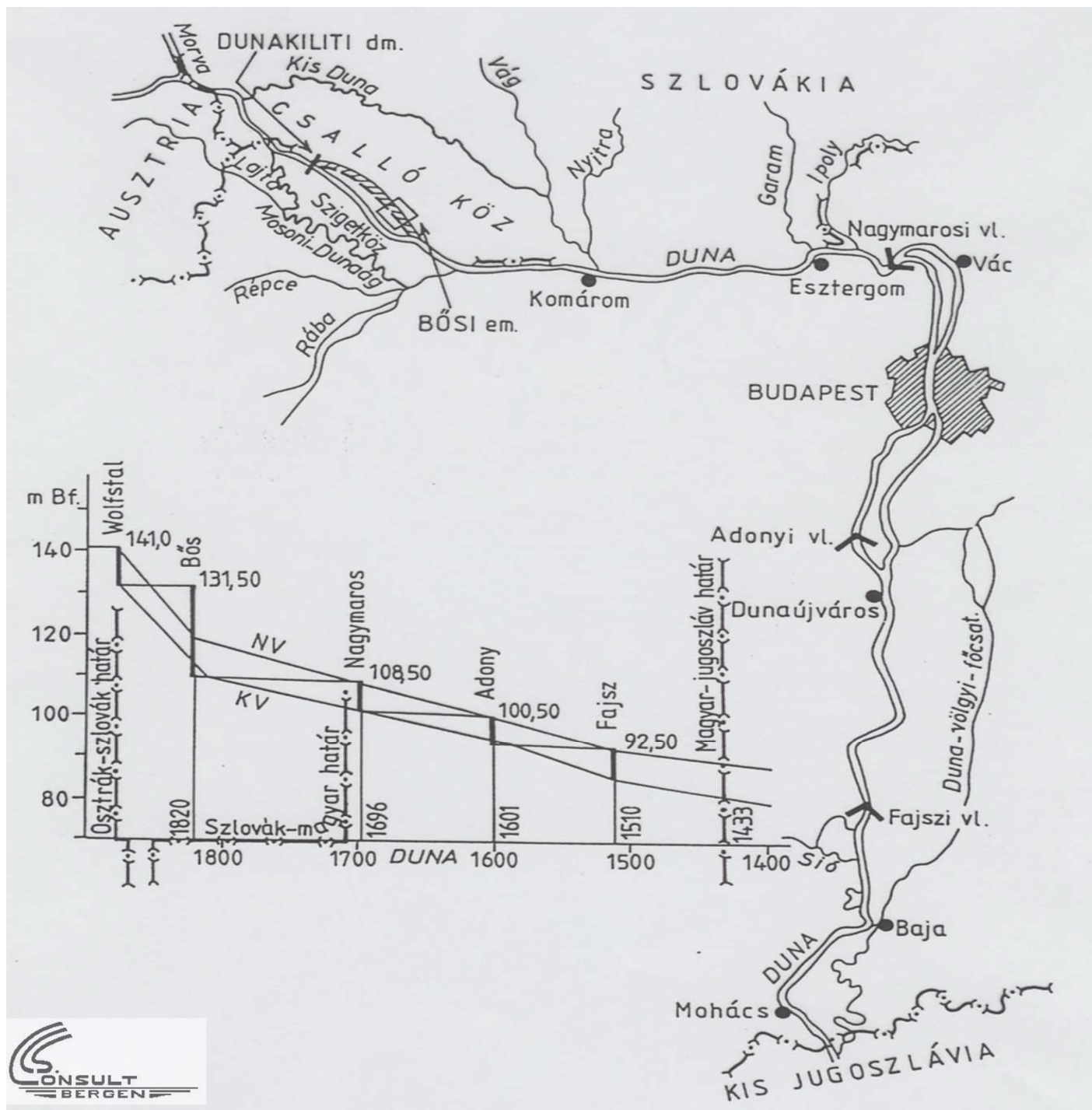


Ezen a szakaszon még most sűrítik, +3



- |                       |                 |
|-----------------------|-----------------|
| 1 ULM - BOFINGERHALDE | 11 DONAUWÖRTH   |
| 2 OBERELCHINGEN       | 12 LECHSEND     |
| 3 LEIPHEIM            | 13 BERTOLDSHEIM |
| 4 GÜNZBURG            | 14 BITTENBRUNN  |
| 5 OFFINGEN            | 15 BERGHEIM     |
| 6 GUNDELFINGEN        | 16 INGOLSTADT   |
| 7 FAIMINGEN           | 17 GROSSMEHRING |
| 8 DILLINGEN           | 18 VOHBURG      |
| 9 HÖCHSTADT           | 19 NEUSTADT     |
| 10 TAPFHEIM           | 20 KELHEIM      |
|                       | 21 BAD ABBACH   |

# A Duna magyarországi szakasza



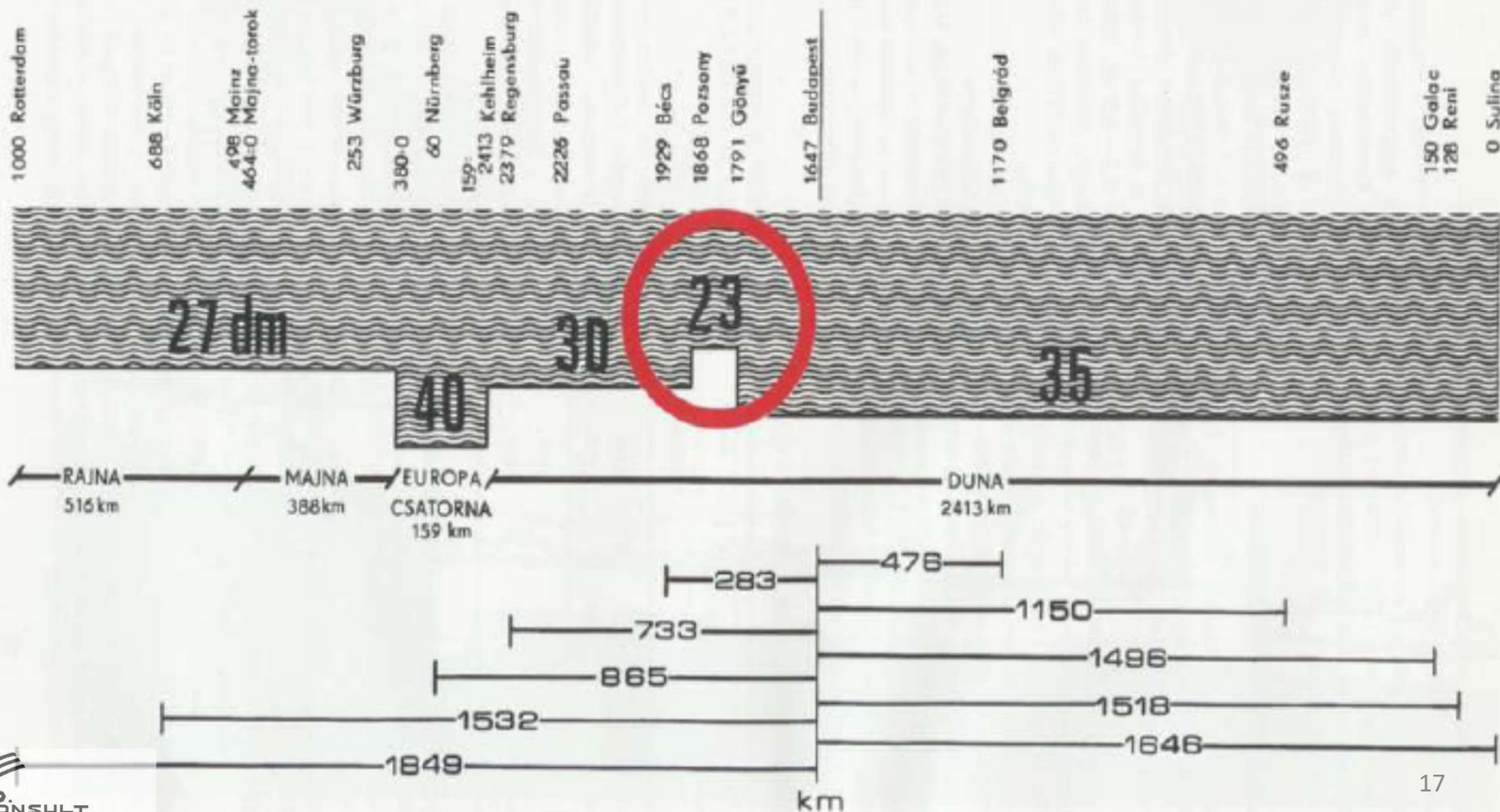
- 100 km-enként **10m** esés
- <100-200 MW> teljesitm. nem jelentős, DE!
- Vízhozama Bp: 2300m<sup>3</sup>/s  
árvíz ~ 9500m<sup>3</sup>/s, 891cm
- Bős: ~20m - 720MW  
7(8)x90 MW,
- Nagymaros, Adony, Fajsz: ~10m 150-200MW
- Csúcsra járatás lehetséges ±50-100MW
- Szivattyús energiatározó:  
500m → 50x Prédikáló.  
1000m → 100x kevesebb víz.



# Hajózás

A helyzet romlik a vízkivétel miatt a felső szakaszon

A Duna—Rajna víziút vízmélységei  
a Gabčíkovo—Nagymarosi Vízlépcsőrendszer megépítése nélkül



Köszönöm a figyelmet!

