

The logo for SES, consisting of the letters 'SES' in a bold, blue, stylized font.

člen



# Black-out náš každodenný

Ing. Samuel Bucko, PhD.

Katedra elektroenergetiky, FEI, TUKE



Fakulta elektrotechniky  
a informatiky



TECHNICKÁ  
UNIVERZITA  
V KOŠICIACH

# Čo to je „Blackout“?

- ES sa nachádza v stave blackout-u ak:
  - Strata viac ako 50% spotreby v prevádzkovej oblasti TSO
  - Beznapäťový stav pre dobu 3 min a viac v prevádzkovej oblasti TSO, ktorý vedie k započatiu „plánu obnovy“
- Odoslanie súboru dát od dotknutého TSO
- Vytvorenie expertnej skupiny
- Factual report
- Final report

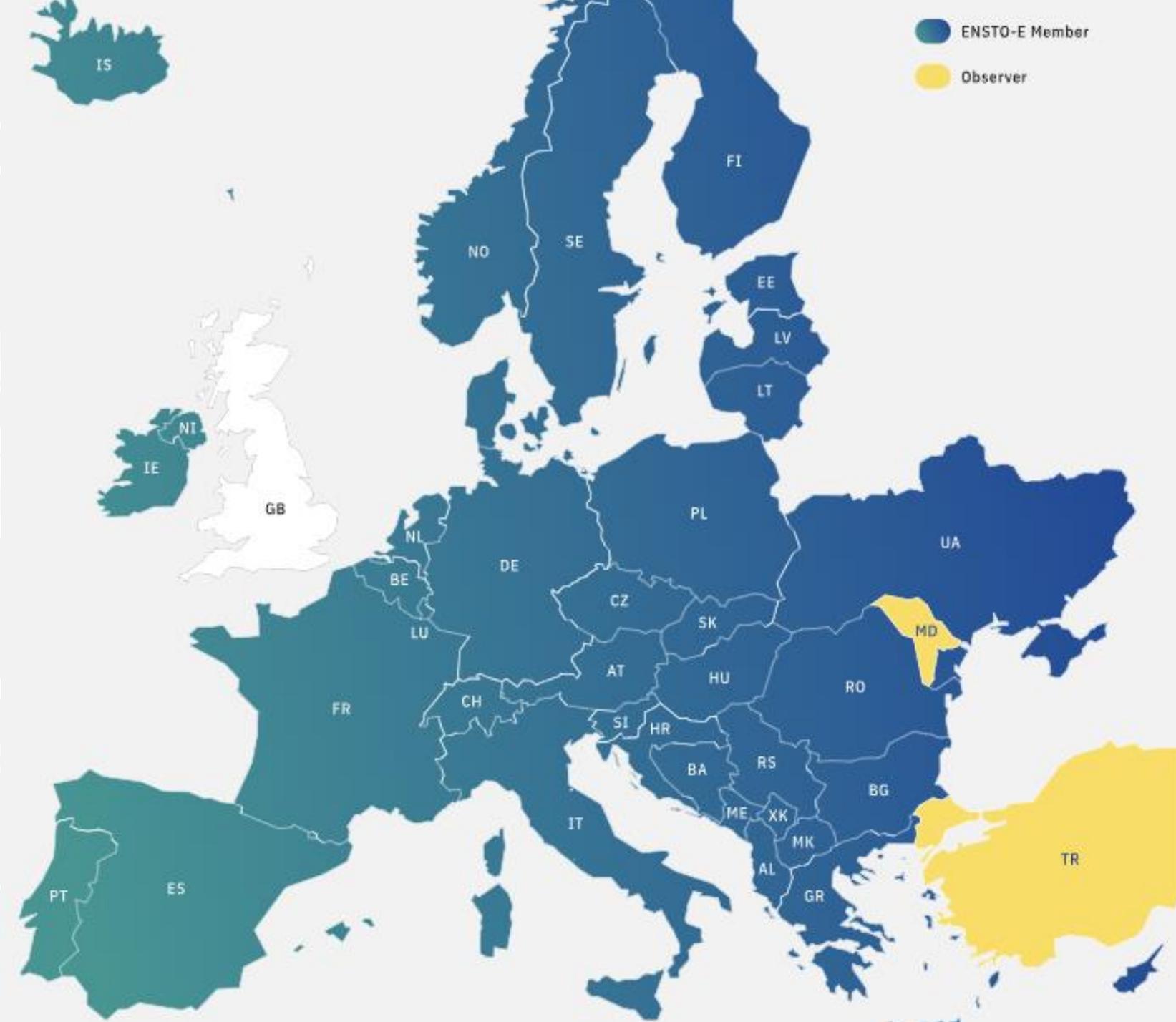
Table 1 Incident Classification Scale

Scale 0 Noteworthy incident		Scale 1 Significant incident		Scale 2 Extensive incident		Scale 3 Major incident / 1TSO	
Priority/Short definition (Criterion short code)		Priority-Short definition (Criterion short code)		Priority-Short definition (Criterion short code)		Priority-Short definition (Criterion short code)	
#20	Incidents on load (L0)	#11	Incidents on load (L1)	#2	Incidents on load (L2)	#1	Blackout (OB3)
#21	Incidents leading to frequency degradation (F0)	#12	Incidents leading to frequency degradation (F1)	#3	Incidents leading to frequency degradation (F2)		
#22	Incidents on transmission network elements (T0)	#13	Incidents on transmission network elements (T1)	#4	Incidents on transmission network elements (T2)		
#23	Incidents on power generating facilities (G0)	#14	Incidents on power generating facilities (G1)	#5	Incidents on power generating facilities (G2)		
		#15	N-1 violation (ON1)	#6	N violation (ON2)		
#24	Separation from the grid (RS0)	#16	Separation from the grid (RS1)	#7	Separation from the grid (RS2)		
#25	Violation of standards on voltage (OV0)	#17	Violation of standards on voltage (OV1)	#8	Violation of standards on voltage (OV2)		
#26	Reduction of reserve capacity (RRC0)	#18	Reduction of reserve capacity (RRC1)	#9	Reduction of reserve capacity (RRC2)		
#27	Loss of tools and facilities (LT0)	#19	Loss of tools and facilities (LT1)	#10	Loss of tools and facilities (LT2)		

# TSC



Entso-e: ENTSO-E m

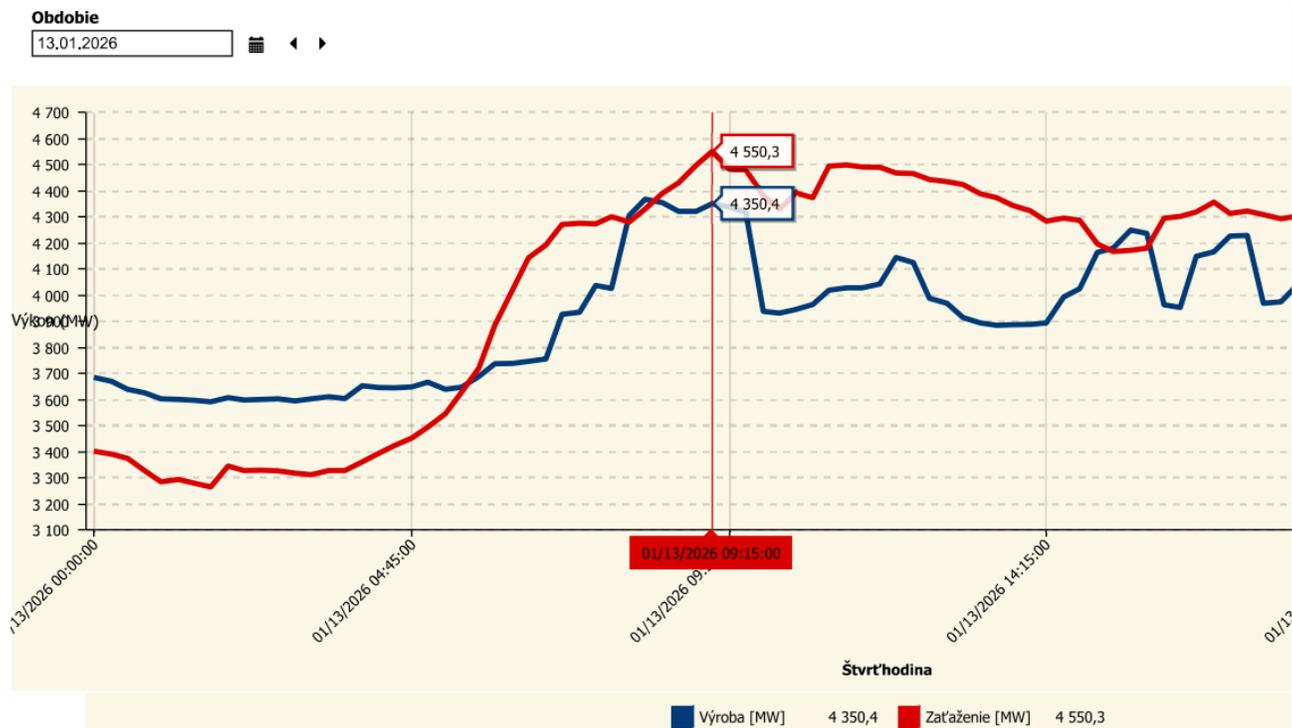


# Pre predstavivosť

Atómová elektráreň	Max. Inštalovaný výkon elektrárne
EMO 1 a 2	2 x 500 MW
EMO 3	471 MW
EBO 3 a 4	2 x 505 MW

PVE	Max. Inštalovaný výkon elektrárne
Čierny Váh	735,16 MW



# Stabilita ES

- Udržanie frekvencie 50Hz – vplyv pomeru spotreby a výroby
- Normálna frekvencia  $50 \pm 0,2$  Hz
- Podporné služby na jej udržanie
- FCR pre CE  $\pm 3450$  MW/200mHz (kri = 29 007 MW/Hz)
- FCR pre SR = 33MW
- aFRR pre SR = +143 /-138MW
- mFRR pre SR = +205/-140MW
- mFRR3 pre SR = +360/-34 MW

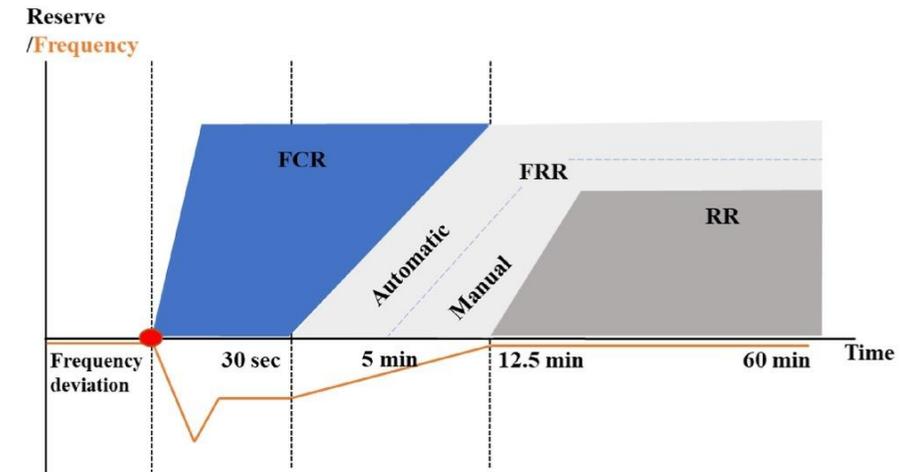
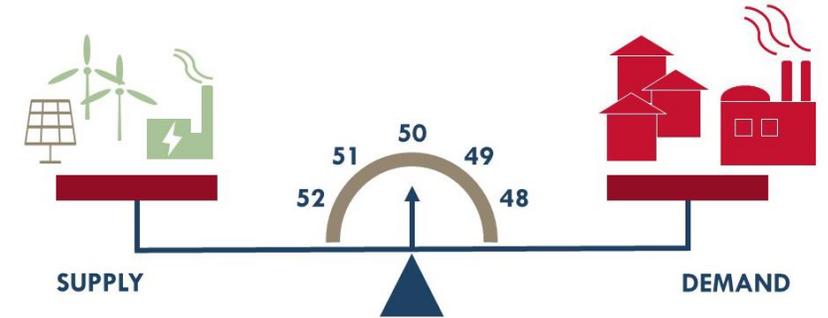
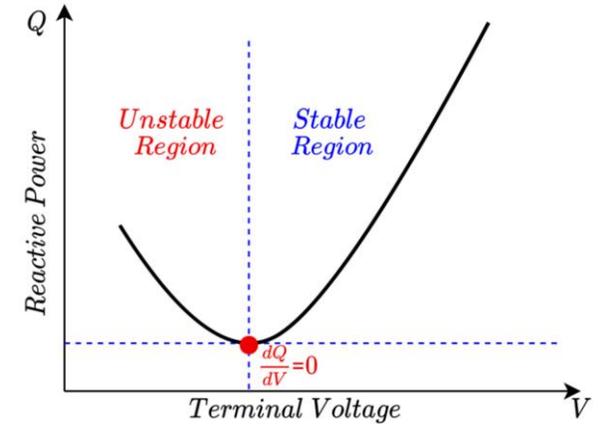
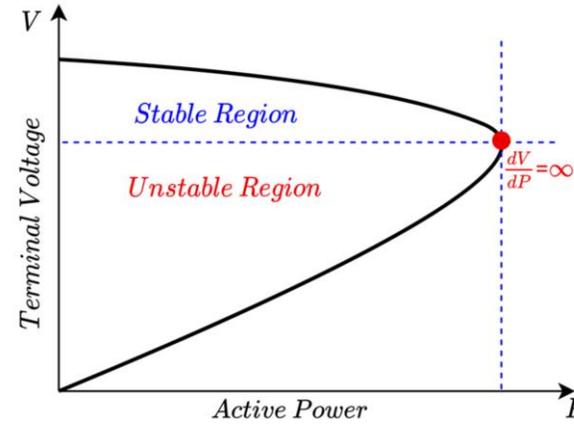
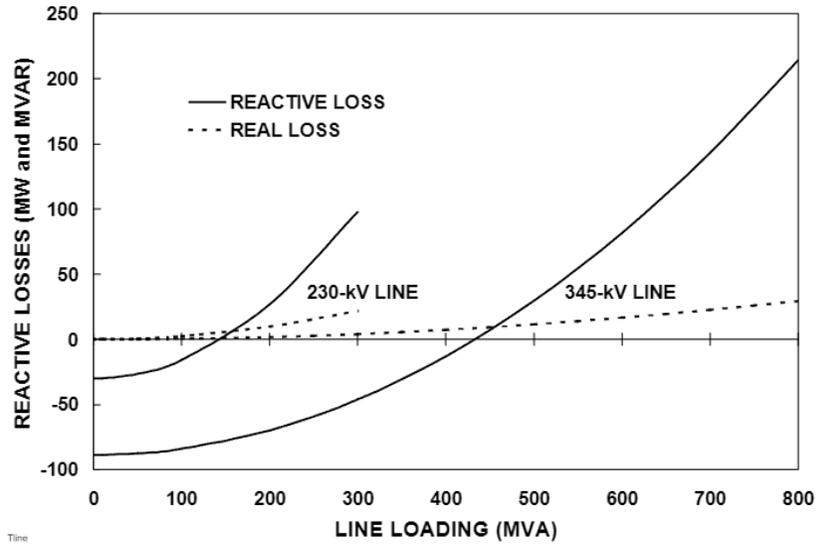


TABLE 4 Voltage regulation range in different grid codes

		Connected voltage level	Voltage range (p.u.)
China		110 kV and 66 kV	0.97~1.07
		220kV and above	1.0~1.10
ENTSO	Continental Europe	All	0.90~1.118
	Nordic	All	0.90~1.05
	UK	All	0.90~1.10
	Ireland	All	0.90~1.118
	Baltic	All	0.90~1.12
National Grid (United Kingdom)		132kV	0.90~1.10
		275kV	0.90~1.10
		400kV	0.95~1.05
AESO (Canada)		115kV	0.98~1.10

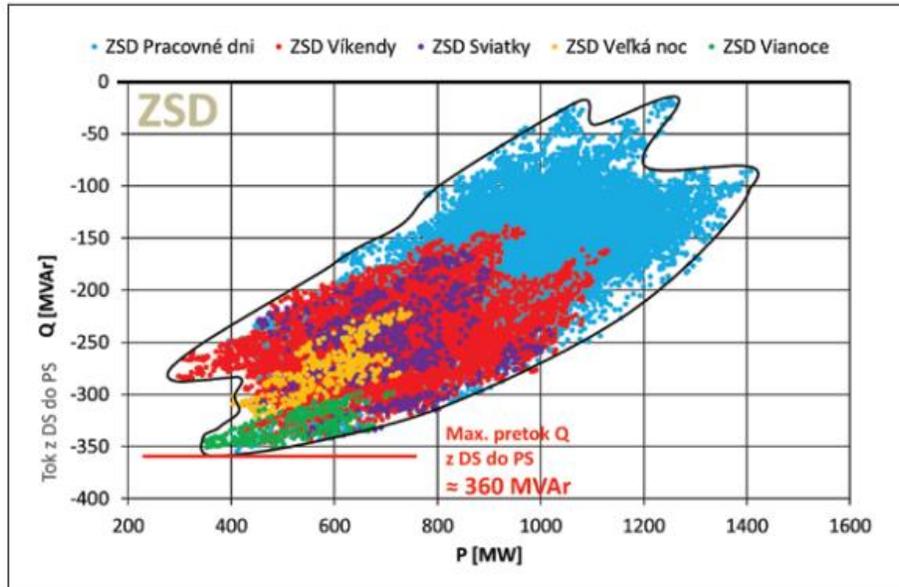
Region CE:

Ranges	Synchronous area	
	CE	Proposal of WG CNC
47,0 Hz-47,5 Hz	-----	-----
47,5 Hz-48,5 Hz	To be specified by each TSO, but not less than 30 minutes	30 minutes, but longer minimum time periods may be required for countries, which are exposed to a higher risk of islanding (e.g. peninsular area) to allow for an extended period of time for system restoration
48,5 Hz-49,0 Hz	To be specified by each TSO, but not less than the period for 47,5 Hz-48,5 Hz	30 minutes, but longer minimum time periods may be required for countries, which are exposed to a higher risk of islanding (e.g. peninsular area) to allow for an extended period of time for system restoration
49,0 Hz-51,0 Hz	Unlimited	Unlimited
51,0 Hz-51,5 Hz	30 minutes	30 minutes
51,5 Hz-52,0 Hz	-----	-----

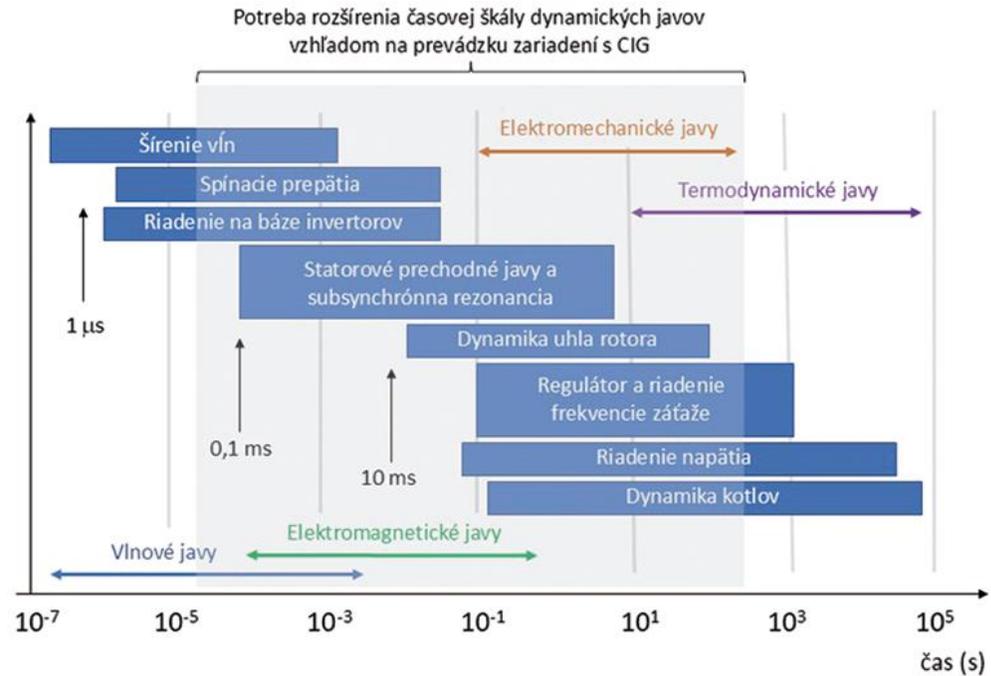


(a)

(b)



Obr. 5: Toky výkonov počas roka 2019 medzi PS a ZSD (1/4 hodinové hodnoty)



# Taliansko 23. september 2003

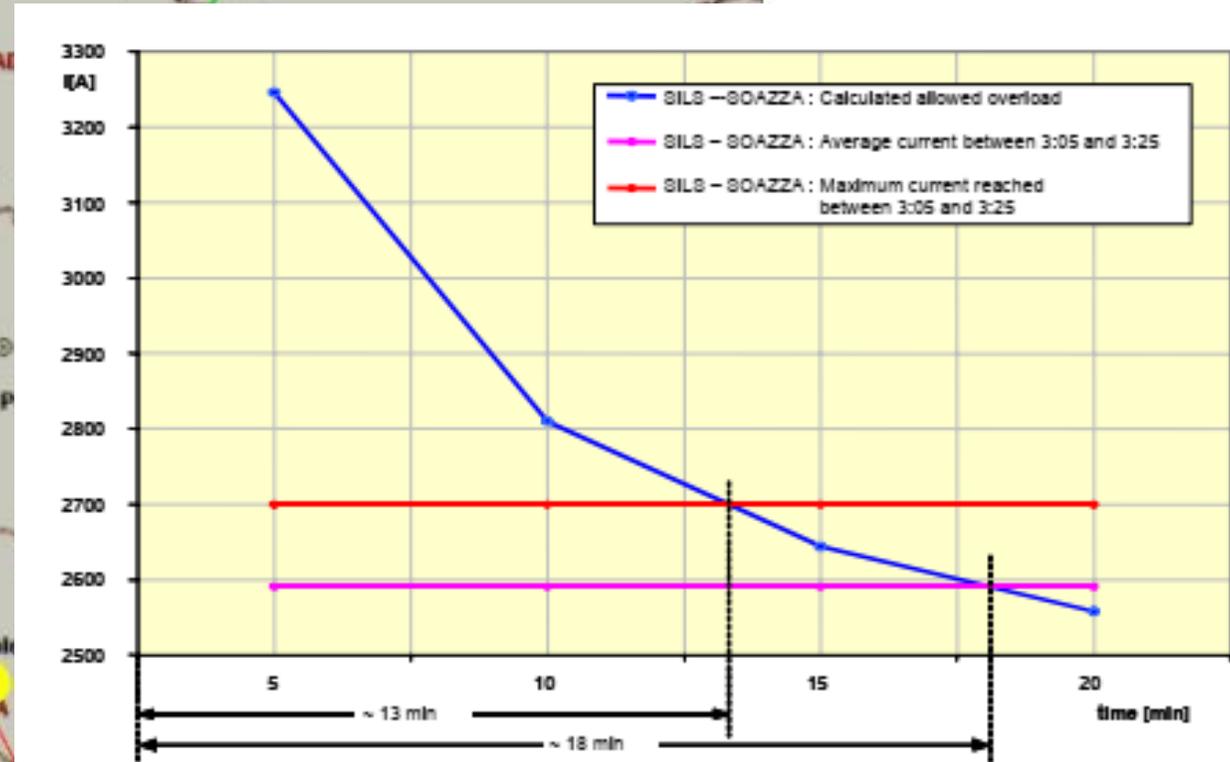
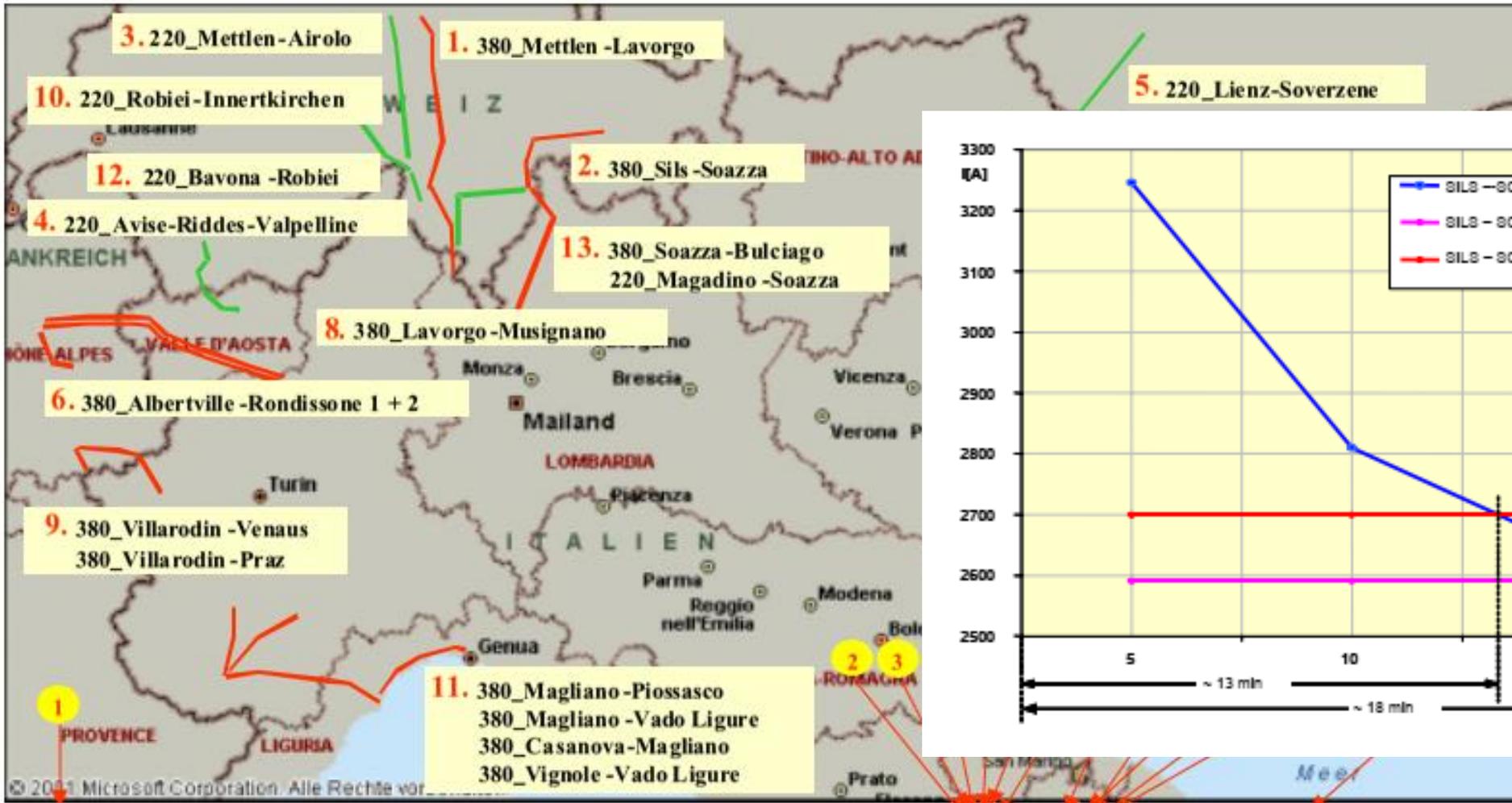


EBO) z

# Taliansko 23. september 2003

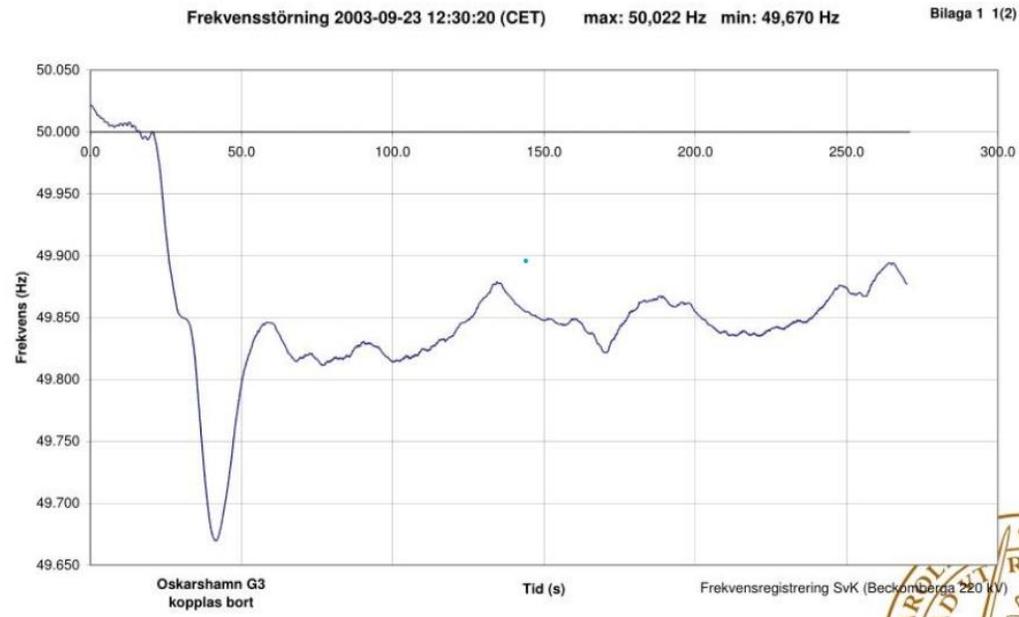
- Sekvencia udalostí
  - Preťaženie 380kV linky Mettlen–Lavorgo (Lukmanier) o 03:01 hod. – oblúk v dôsledku nadmerného priehybu lana
  - Presmerovanie výkonu na paralelné vedenie Sils–Soazza, preťaženého na 110% (max. 15 minút)
  - Po nedostatočných opatreniach 03:25:21 výpadok druhého vedenia a následne kaskádový výpadok ostatných vedení
  - Strata synchronizmu talianskej PS 03:25:28 a následné odpojenie od UCTE s ostatnými susediacimi PS 03:25:34
  - Po 2 min 30 sec. klesá frekvencia v ostrove pod 47,5 Hz nastáva bežnapäťový stav

# Taliansko 23. september 2003



# Švédsko/Dánsko 23.september 2003

- NORDEL, oblast jižnej část SWE a severné DEN
- Celková spotreba SWE 15 GW, dotknutá oblast 2,2 GW
- Spúšťač udalostí: výpadok bloku JE Oskarshamn G3 a strata 1135 MW



# Švédsko/Dánsko 23.september 2003



zlyhanie odpájača pri  
ne prípojníc  
iskádové odpájanie

190 MW



# Švédsko/Dánsko 23.september 2003

- 12:38 odpojenie južnej časti SWE a sever DEN
  - Podanie výkonu z ostávajúcej časti SWE siete 13:46
  - Pripájanie ďalších zdrojov: plyn, voda
  - 16:57 systém stabilný a úspešná synchronizácia
  - 19:05 potvrdenie od všetkých DSO o plnom napájaní doknutej oblasti
- 
- Výsledok: výpadok 20% SWE a 50% DEN
  - Napäťová stabilita do 1h
  - Celková škoda 1000 M SEK

# Nemecko 4. november 2006

- Veľké výkonové toky medzi východom a západom, kvôli značnej výrobe z vetra v Nemecku.
  - Niekoľko plánovaných odstávok vedení (6) 380 kV, prevažne Nemecko
  - Spúšťací moment:
    - Vypnutie 2x380kV Conneforde-Diele (E.ON) z dôvodu preplávania výletnej lode cez kanál na rieke Ems
- Pôvodný čas 5.11.2006, 01:00  
Skutočný čas preplavby 4.11.2006, 22:00

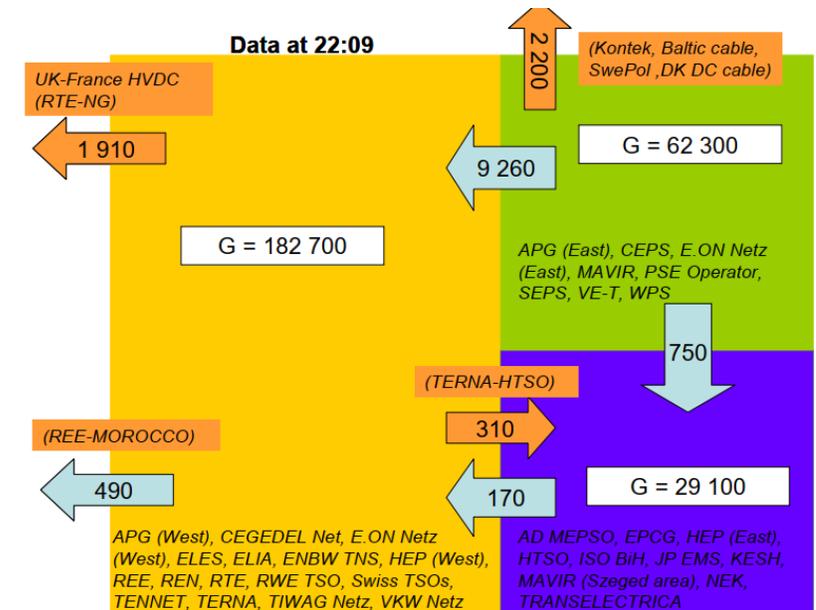
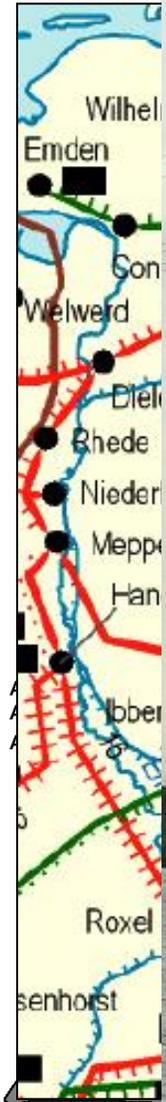


Figure 1: Generation and power flows between the three areas just before splitting 4 November 22:09

# Ne



ie

rou

# S. Macedónsko, 18.máj 2025

- 04:59 došlo k oddeleniu 400kV siete od 110kV a následne beznapätový stav v celej 110kV sieti
- Kategória OB3 Blackout
- Kritické obdobie: záver jary, minimálne tranzity P, vysoký podiel Q v sieti
- Dlhodobé prekročovanie napätových limitov zo strany TSO
  - Častý jav 420 kV
  - Opakovaný výskyt 440-450 kV

# S. Macedónsko, 18.máj 2025 priebeh incidentu

- 02:26 vypnutie TRs 400/110 kV v Est Bitola 2 a Skopje 5 v dôsledku nadpätia
- 02:49 – 02:52 krátkodobé opätovné zapnutie TR
- 02:59 – 03:34 opakované vypnutie bez úspešnej rekonfigurácie
- 04:59 úplné oddelenie 400 kV a 110 kV sietí
  
- Aktivácia nadpätových ochrán na všetkých 400/110 TR

# S. Macedónsko, 18.máj 2025

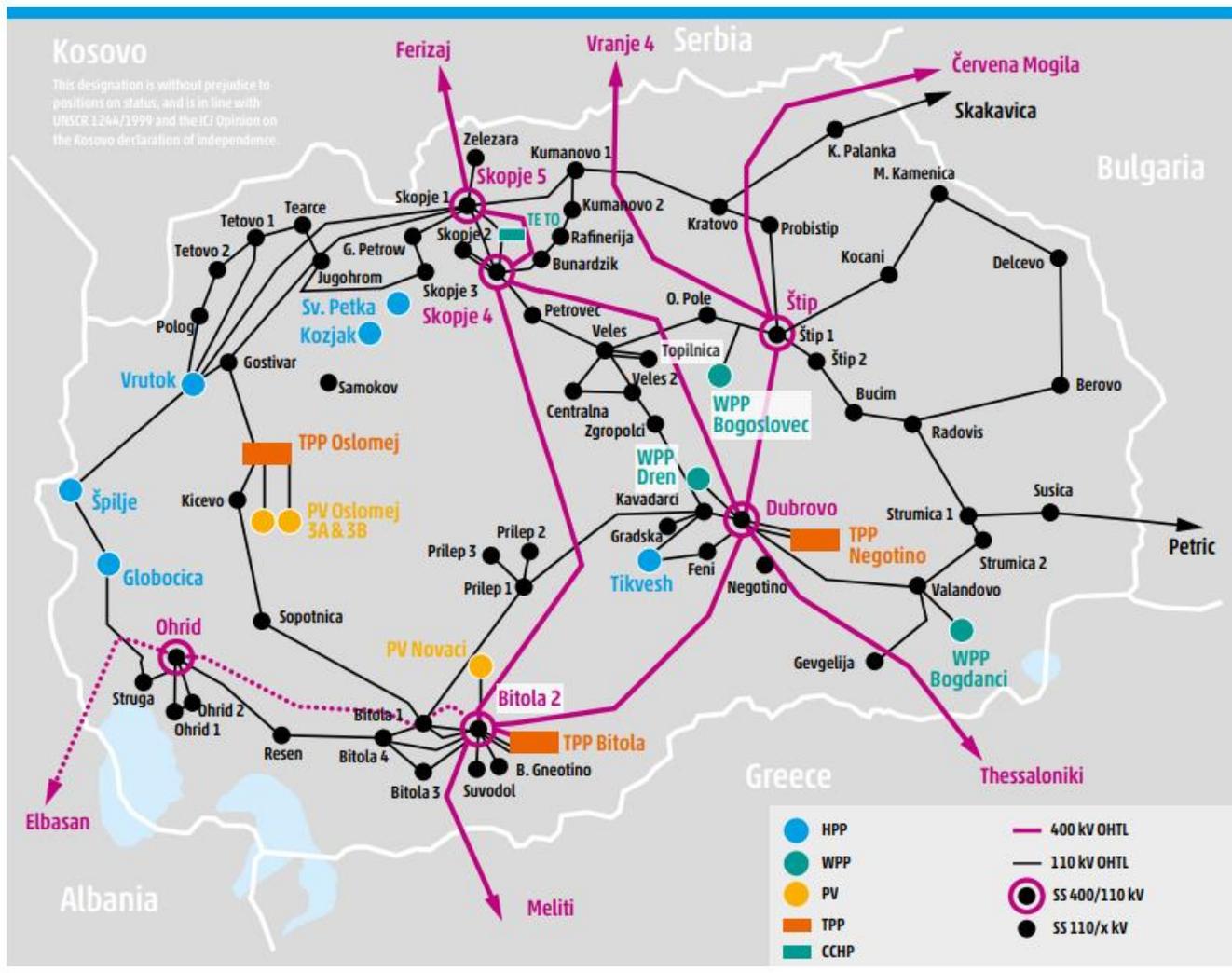
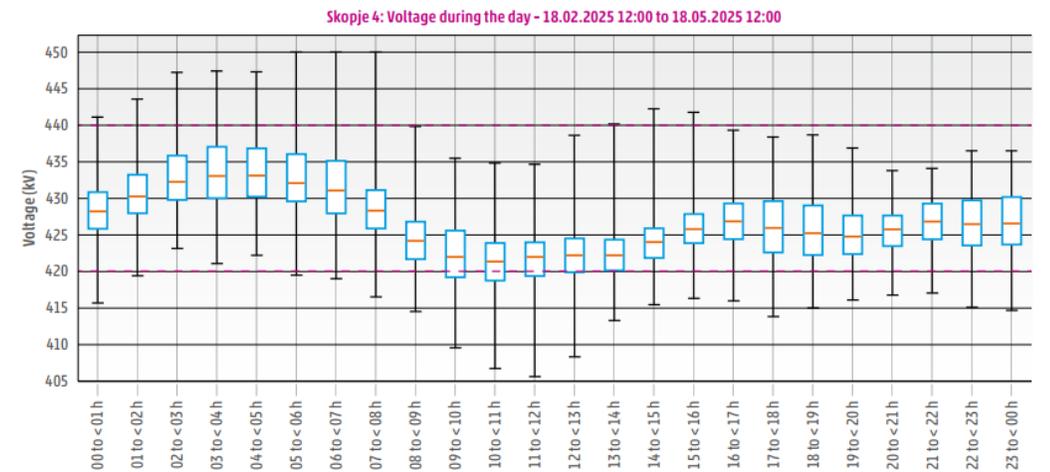
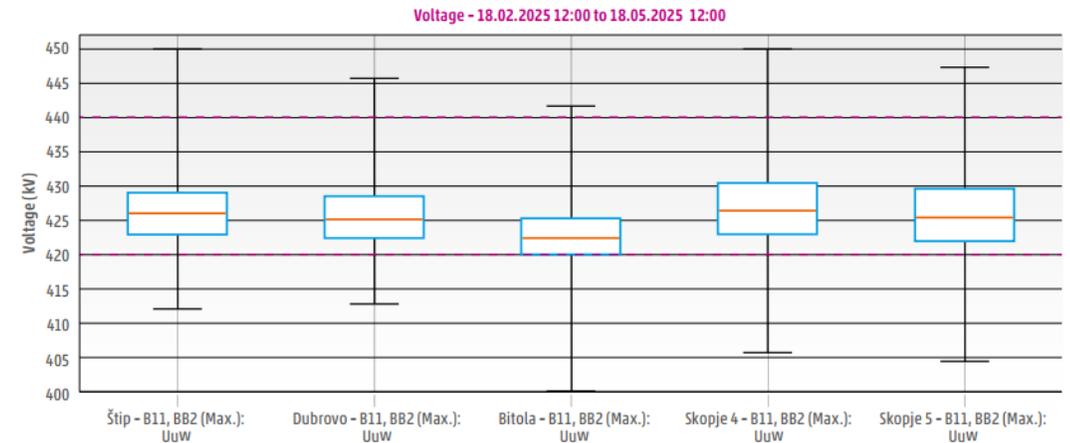


Figure 2.1: Topology of the North Macedonia transmission network



# S. Macedónsko, 18.máj 2025

- Použité ochrany mali presnosť  $\pm 0,5 \% U>$ , nastavený stupeň  $U>$  bol 449,6 kV / 449,2 kV, teda možná dovolená odchýlka je 2,248 kV / 2,205 kV
- TR v TS Skopje5 vybavovacie napätie 448,77 KV
- TR v TS Bitola2 ???



# S. Macedónsko, 18.máj 2025

- Zhodnotenie incidentu:
  - Dlhodobo prevádzkovaná sieť s hraničnými hodnotami
  - Výpadok systému SCADA Apríl, Máj
  - Nedostatočná spolupráca s nadriadeným orgánom a vyšetrovacím tímom
  - Zbytočné použitie U> ochrán na TR 400/110 kV

# Česká republika 4.júl 2025

- Incident v kategórii L2 (strata 10-50% zaťaženia)
- 10 vedení 400 kV + 1 vedenie 220 kV v odstávke kvôli údržbe
- Značné výkonové toky Z ->V
- 11. 2024, V411 Hradec – Výškov, pretrhnutý fázový vodič



# Česká republika 4.júl 2025 priebeh incidentu

- 4.7.2025, 11:51:08 výpadok vedenia V411 (Hradec – Výškov, 400 kV), prenos 1200 MW (76,8% kapacity)
- Presmerovanie toku na V208 (Hradec-Krasíkov, 220 kV), preťaženie z 126% na 143%
- Transformátor Hradec preťaženie u 119% na 122%
- PSP preťažený z 105% na 115%
- 11:51:46 porucha Ledvice TG6, zaseknutý vysokotlaký ventil v kotly, vysoká teplota pary, odstavenie kotla, strata 660 MW
- 11:59:44 manuálne odpojenie V208 TSO
- 11:59:47 I> odpojenie PSP v Krasíkove
- O 73 ms odpojenie posledného TR 400/110 kV

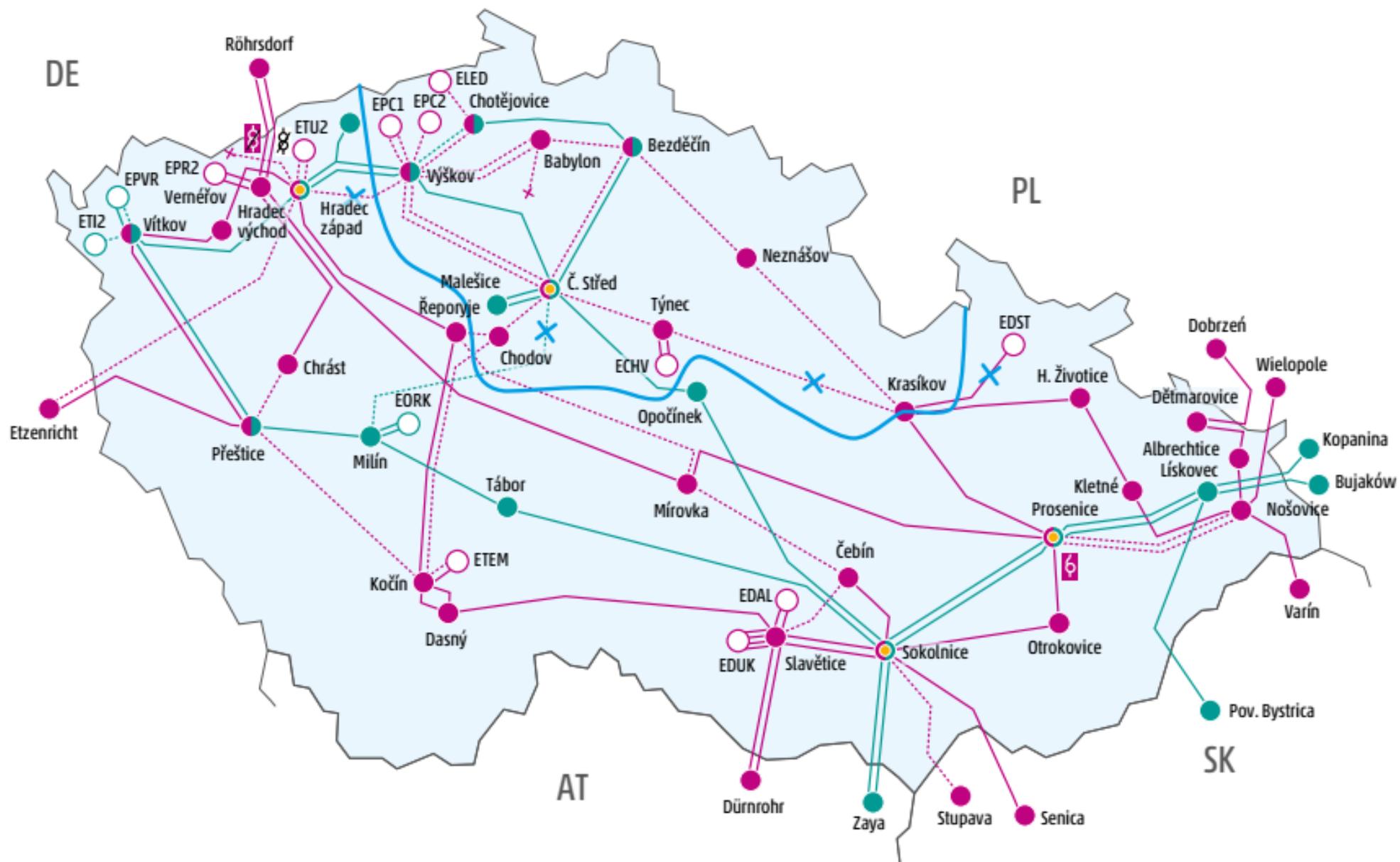


Figure 3.2: Situation of the Czech Republic transmission system on 4 July 2025 with indication of the area affected by the fault

# Česká republika 4.júl 2025

- Proces obnovy:
  - Podanie 400kV Krasíkov
  - Podanie 220kV Čechy stred
  - Priorita Praha
- 12:19 prvá obnovená Est
- 13:01 obnovená dodávka do Est Chodov
- 17:35 všetka záťaž obnovená
- 23:13 vedenie V411 späť v prevádzke

# Španielsko a Portugalsko 28. Apríl 2025

- Incident v kategórii OB3 Blackout

- 

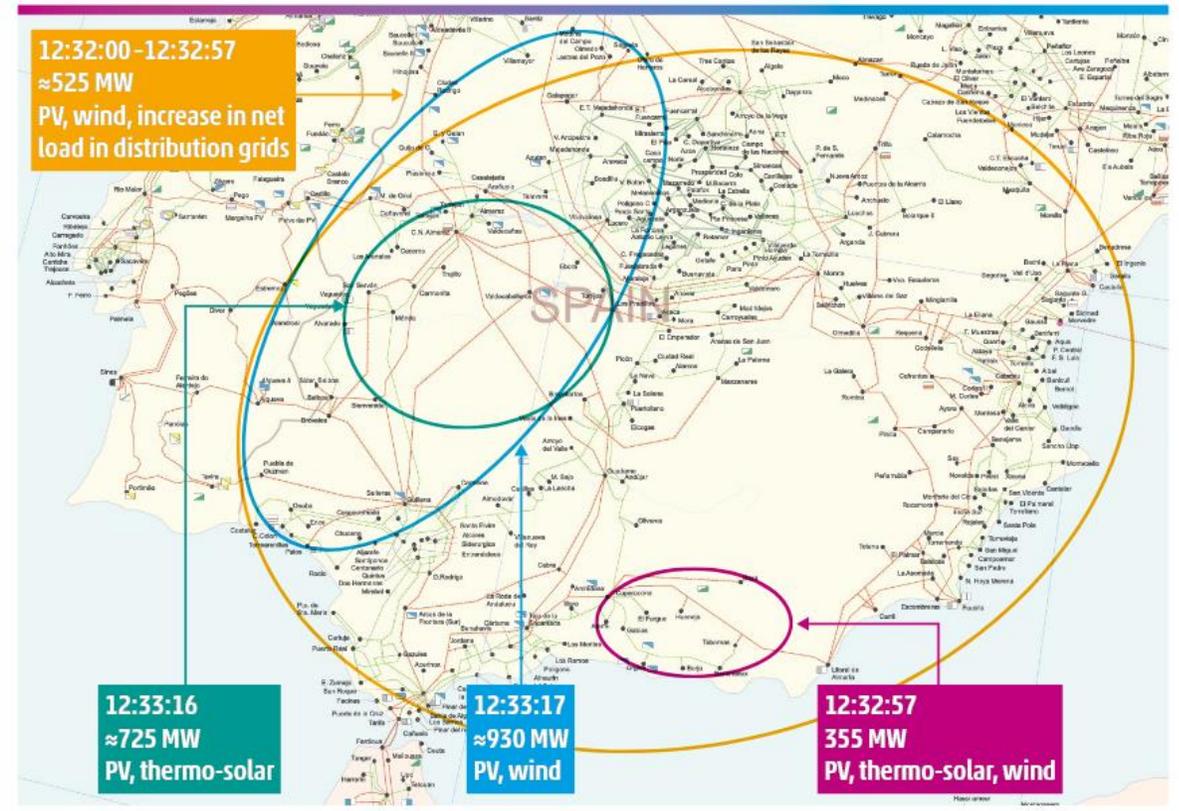
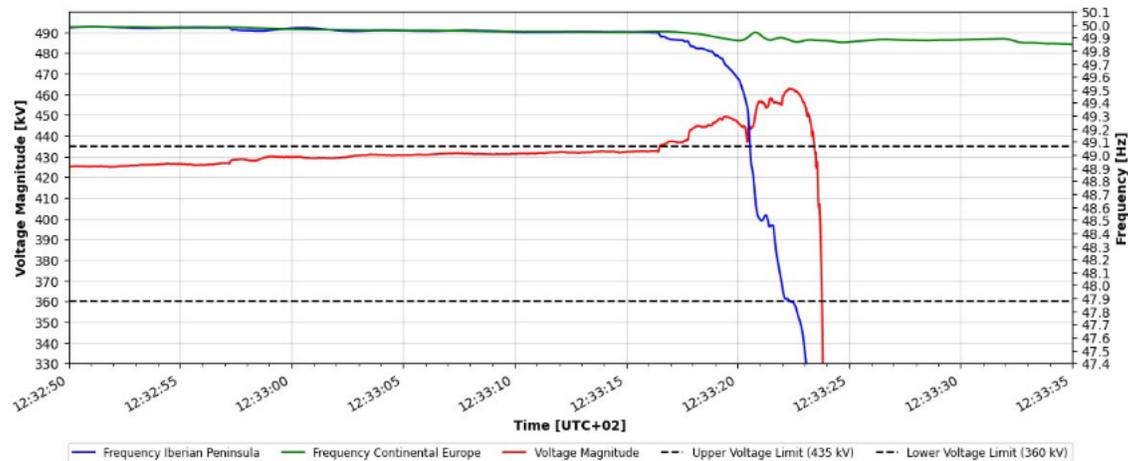
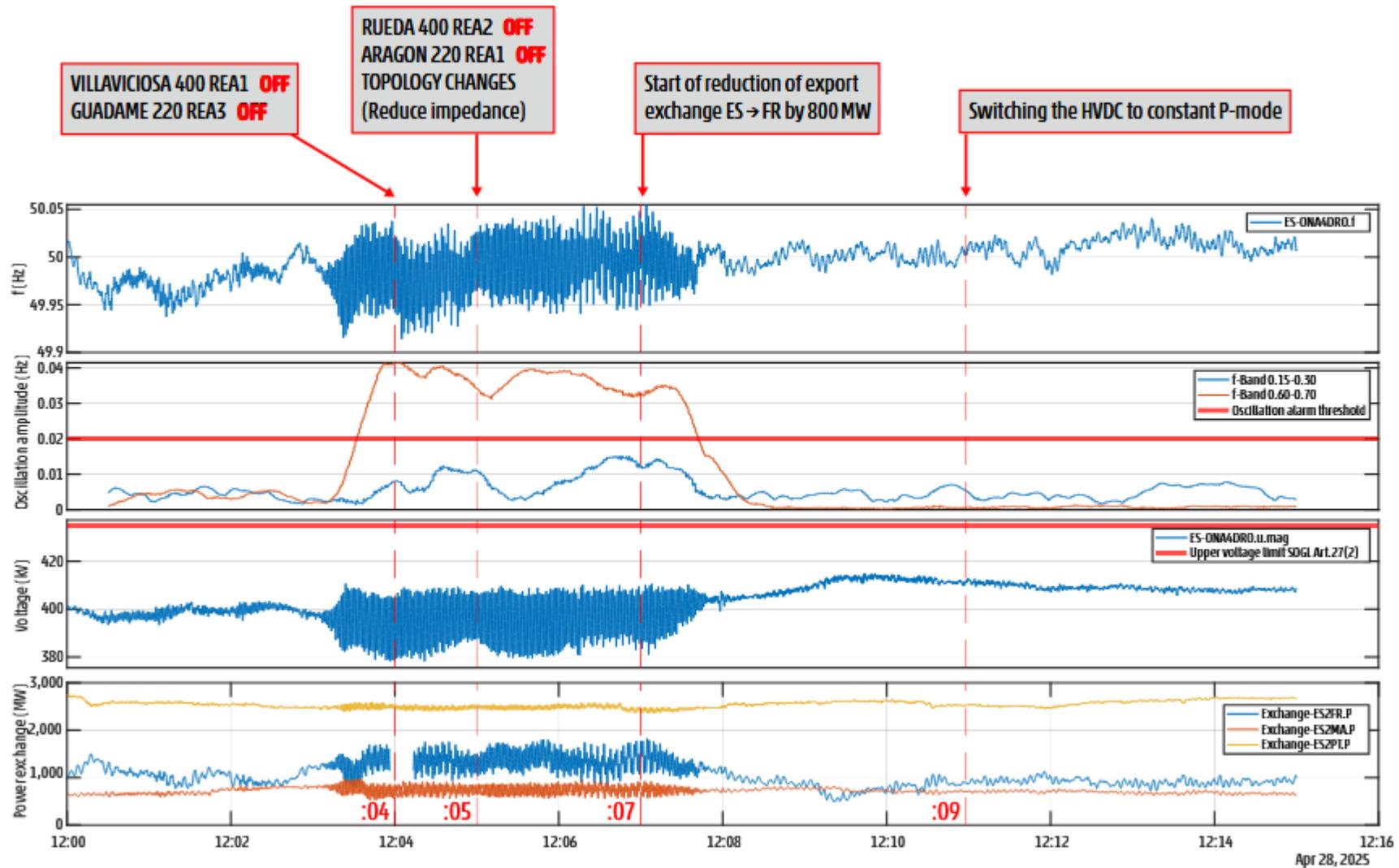


Figure 1-2: Areas of major generation disconnection events in Spain until 12:33:18

# Španielsko a Portugalsko 28.Apríl 2025



# Ďalšie incidenty

- Nemecko, Berlín,  
5.1.2026
- Nuuk, Grónsko  
24.1.2026
- Ukrajina / Moldavsko  
31.1.2026

Berlin power outage sabotage



January 5, 2026 Source: Berlin's Office for the Protection of the Constitution, Stromnetz Berlin



Madrid, 28.4.2025, 22:30

Ďakujem za pozornosť