

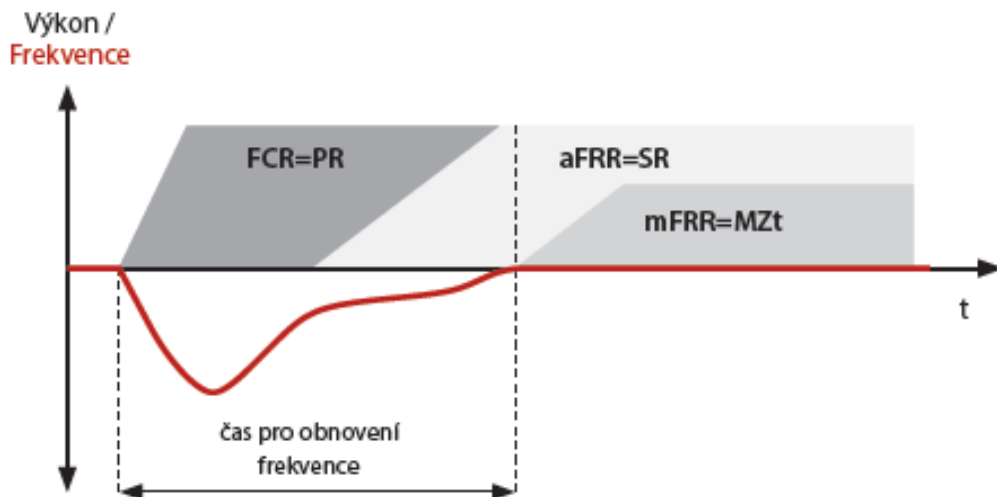
# Hybridní zdroj SVR

---

## od myšlenky k certifikaci

# Co je služba výkonové rovnováhy (SVR)?

- Výkonovou rovnováhu dle EnZ udržuje spol. ČEPS,
- ČEPS zdroje flexibility nesmí vlastnit,
- potřebnou flexibilitu si ČEPS transparentně nakupuje na trhu v podobě SVR

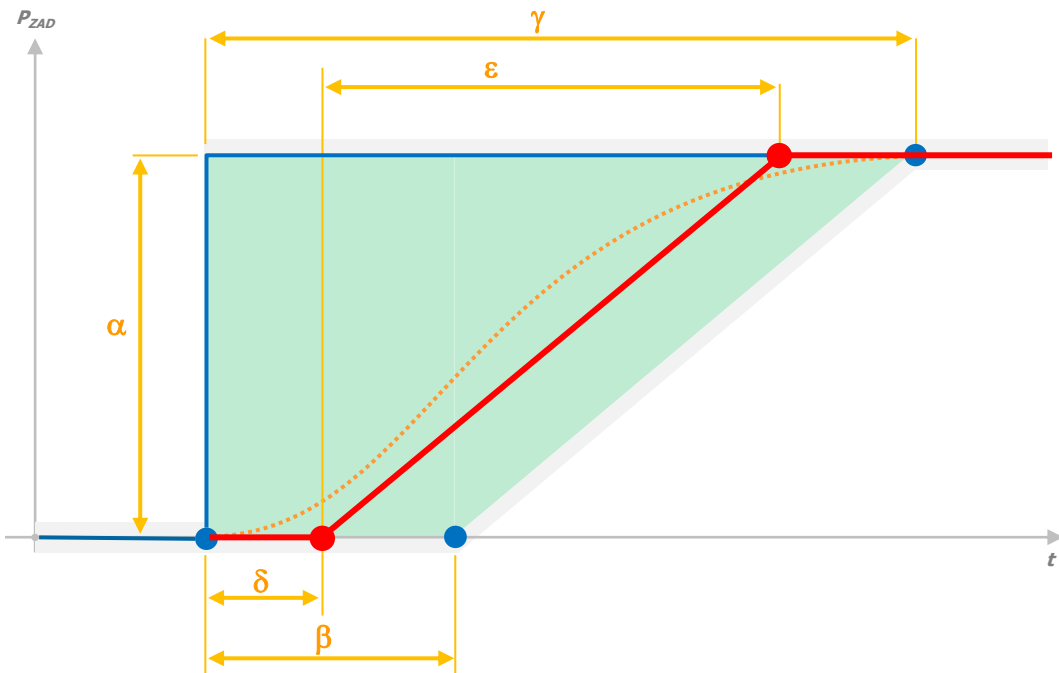


Nástroje pro udržování výkonové rovnováhy v ES ČR:

- Přirozená setrvačnost synchronních generátorů
- Primární regulace, dnes Frequency Containment Reserve (FCR)
- Sekundární regulace, dnes automated Frequency Restoration Reserve (aFRR)
- Terciální regulace nebo minutová záloha, dnes manual Frequency Restoration Reserve (mFRR)
- Imbalance netting
- Obchodní nástroje, např. spotový/vnitrodenní trh a další

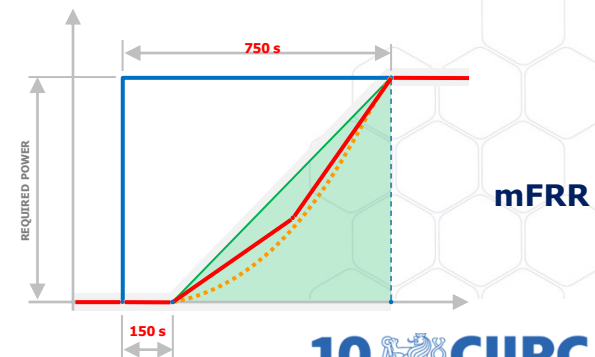
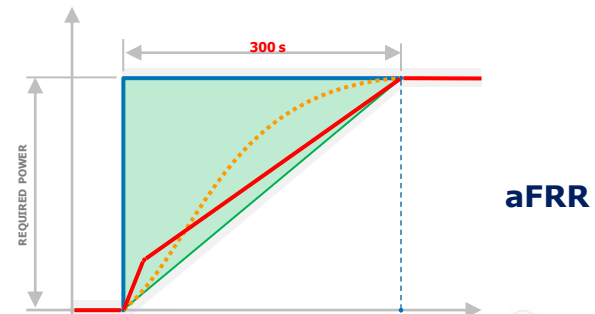
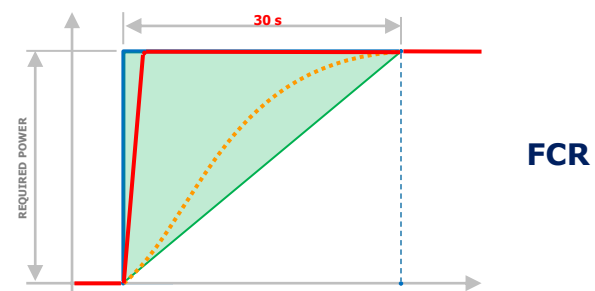
# Co je SVR, jak se realizuje

a jak jí matematicky popsat v diskrétním čase



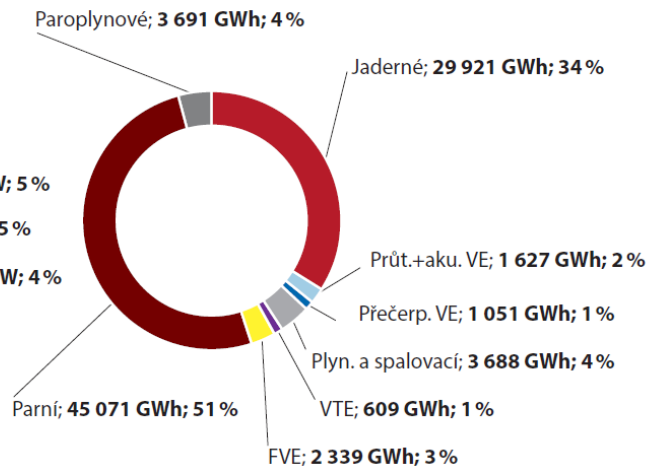
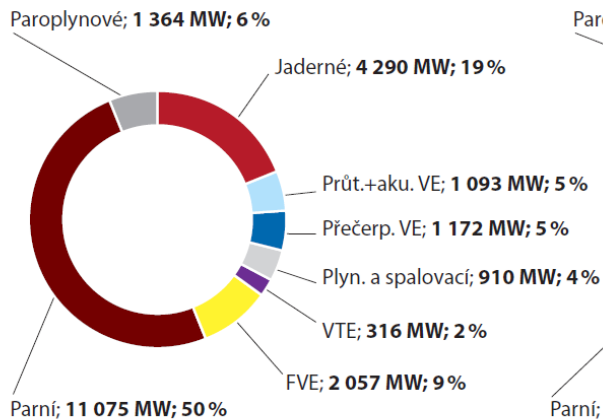
ČEPS poskytovatelé SVR platí za:

- Rezervaci / připravenost ( $\emptyset 2024 = 26 \dots 33 \text{ €/MW.h}$ ),
- Aktivaci / regulační energii (cena EE .. 3000 €/MWh)

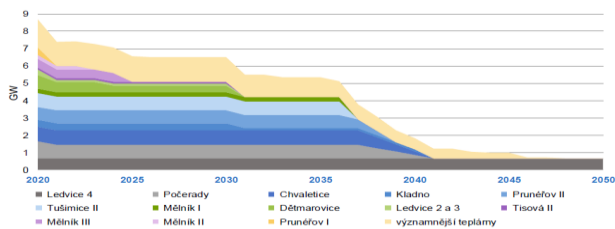


# Dekarbonizace zdrojové základny ČR

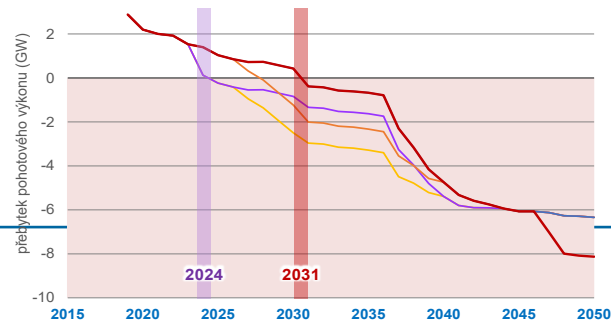
## bez dopadu na dostupnost služeb výkonové rovnováhy (SVR)



Celkový brutto instalovaný výkon 22 276 MW



Celková roční brutto výroba 88 002 GWh



# Možnosti náhrady zdrojů elektrické energie (EE) a opomíjená náhrada zdrojů Služeb výkonové rovnováhy (SVR)

Úhly pohledu při hodnocení zdrojů SVR:

- **individuální** fyzické zařízení (monoblok) VS. virtuální **agregační** blok (agregace dílčích rozptýlených flexibilit),
- strana **výroba** VS. strana **spotřeby**,
- zdroj **dodává** VS. **nedodává teplo**,
- **palivo** / výrobní technologie,
- provoz technologie ve stavu připravenosti poskytovat službu: **běžící** VS. **v pohotovosti**.

Prosazujeme koncept technického oddělení výroby EE od poskytování SVR

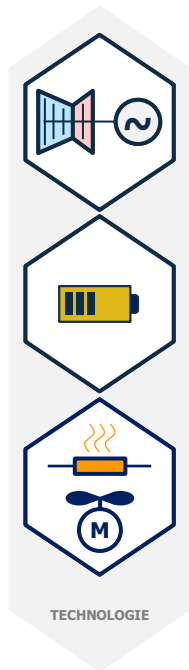
Hybridní zdroj kombinuje technologie, které:

- se **vzájemně doplňují** a eliminují slabiny (latence vs. dynamika vs. výdrž),
- **nejsou závislé na externích podmínkách** (osvit, proudění vzduchu či vody, teplota, roční či denní doba, provozní režim).

		TECHNICAL SUITABILITY TO PROVIDE AnS			ENVIRONMENTAL ASPECT	
		FCR	aFRR	mFRR		
GENERATION SIDE	WITH HEAT DELIVERY	FOSSIL	●●●●	●●●●	●●●●	
		NUCLEAR	●●●●	●●	●●	
		CHP	●●	●●	●●●●	
		CCGT	●●●●	●●●●	●●●●	
	WITHOUT HEAT DELIVERY		SOLAR	●●●●	●●●●	●●●●
			WIND	●●●●	●●●●	●●●●
		HYDRO (RoR)	●●●●	●●●●	●●●●	
		PUMP HYDRO	●●●●	●●●●	●●●●	
		OCGT	●●	●●	●●●●	
		BESS	●●●●	●●●●	●●	
CONSUMPTION SIDE		BOILER				
		HEAT PUMP	●	●	●	
		HVAC		●●		

# Agregační blok Energy nest

při poskytování služeb výkonové rovnováhy (SVR) kombinuje netradiční technologie



**AGT:** Siemens/Centrax/Rolls-Royce CXA05-KB07-DLE odvozená z jednohřídelového modulárního stroje Alison T56 pro turbovrtulový pohon vojenského transportního letadla Lockheed C-130 Hercules. Nominální výkon 5,4 MWe.

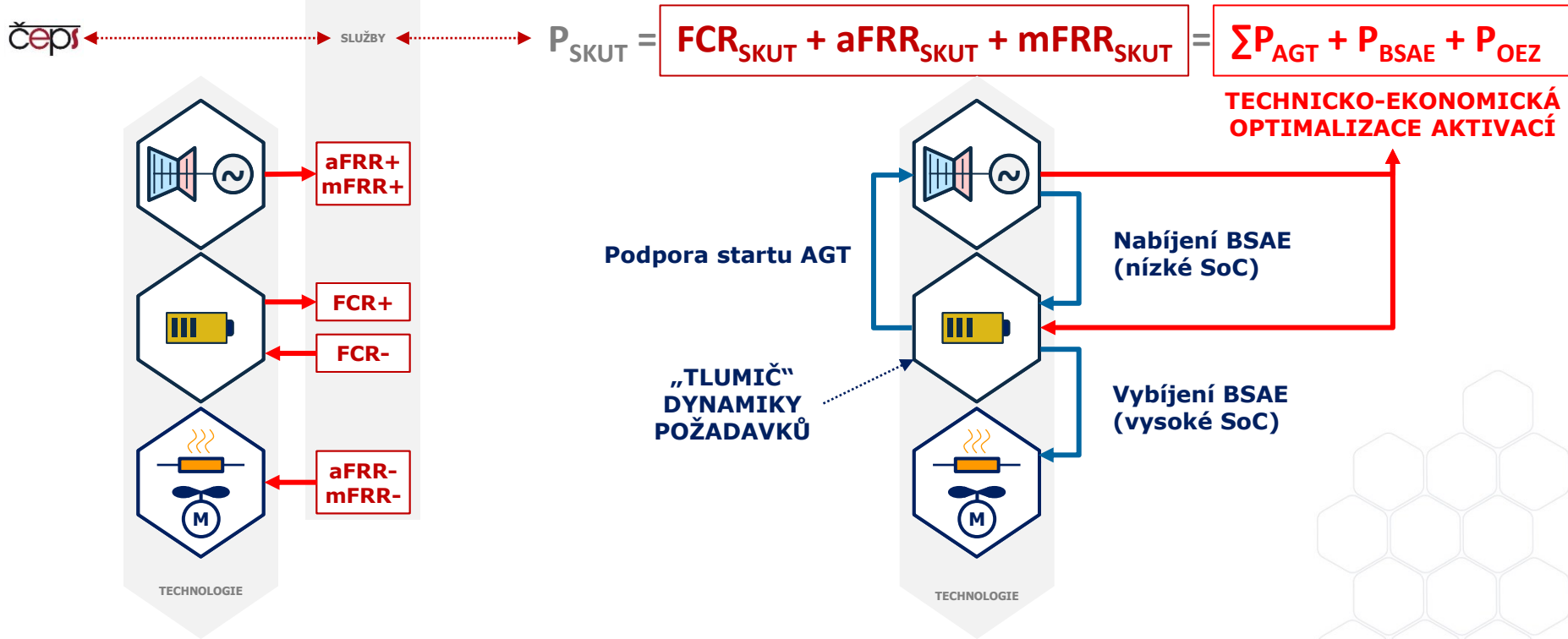
**BSAE:**

- 7 kontejnerů á 2,862 MWh,
- baterie Samsung, typ SDI M4f, materiál NMC,
- střídače SMA Solar Technology AG, typ SCS 3800 UP, každý se jmenovitým výkonem/příkonem  $\pm 3,8$  MW.

**OEZ:**

- odběrné energetické zařízení,
- 6x výkonový VN odporník s nuceným vzduchovým chlazením ventilátory, typ R1V12Z25 (á 416 kW),
- Slovácké strojírny, a.s. - Závod 07 MEP Postřelmov.

# Agregační blok (oproti „monobloku“) boří zažitá představa o poskytování SVR a vyžaduje vyvinout netriviální způsob řízení









**Energy nest není sen,  
stavba je v plném proudu**



# Nástrahy při řízení

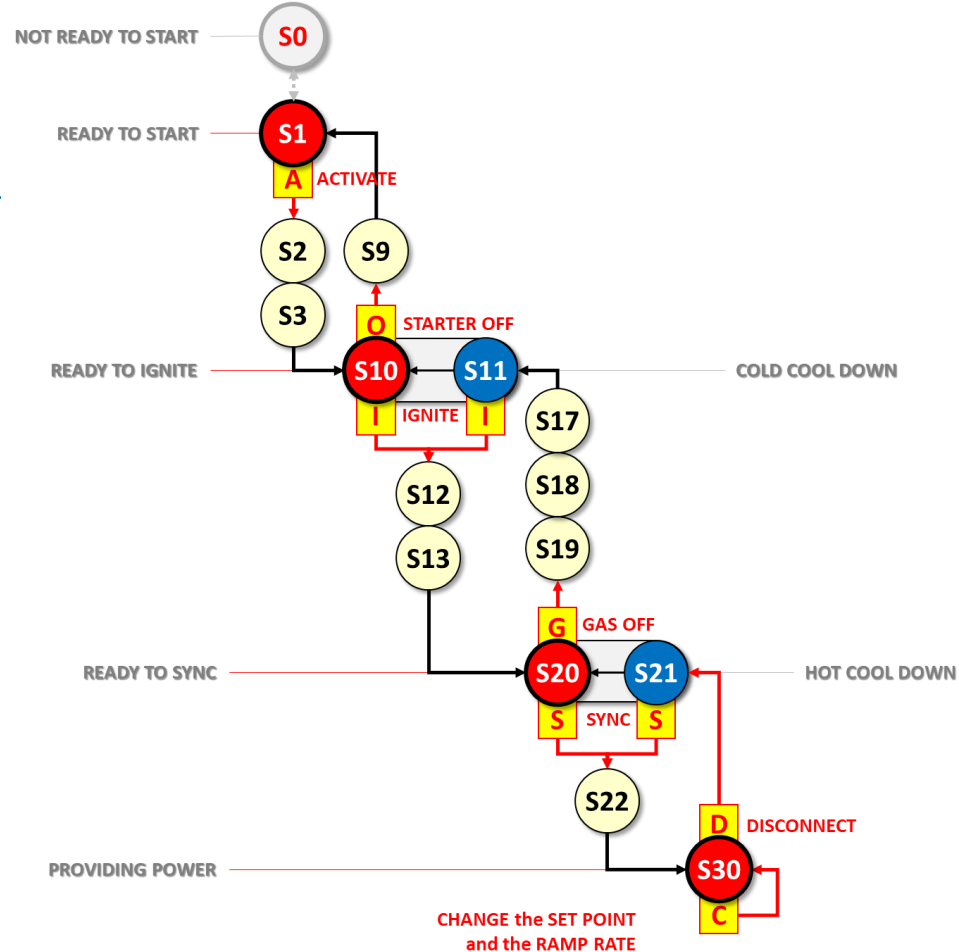
zdroje, který je primárně v pohotovosti

## Nejistoty:

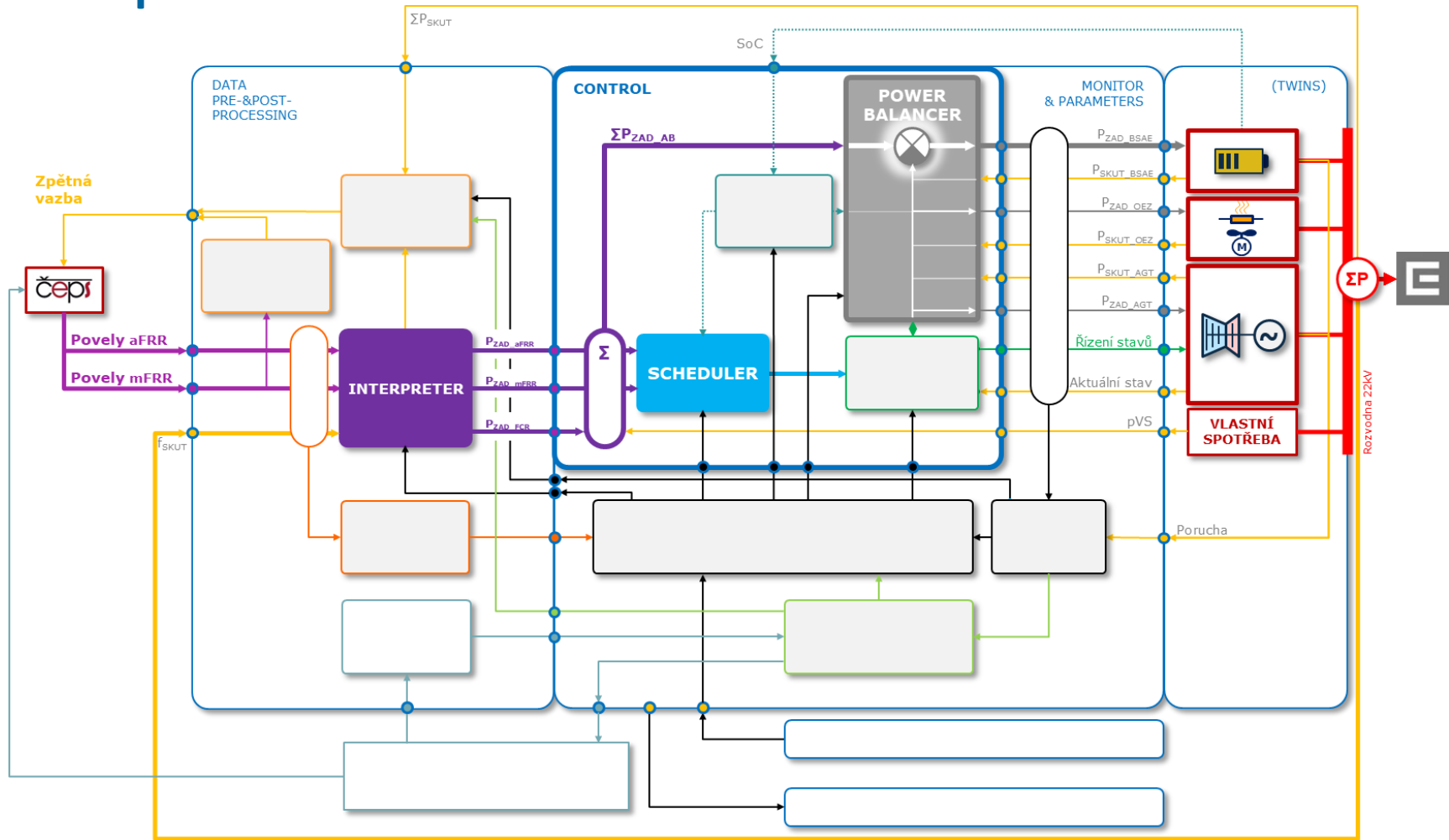
- nejistota času aktivace a velikosti žádaného výkonu,
- kvalitativní kritéria nedefinují ideální průběh služby,
- stochastický charakter vnitřních parametrů.

## Chování/modelování technologie:

- stavový popis - stavy:
  - trvalé,
  - přechodové nepřerušitelné,
  - přechodové přerušitelné.

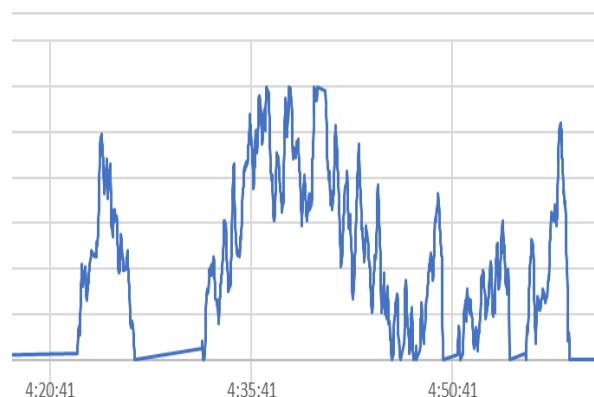
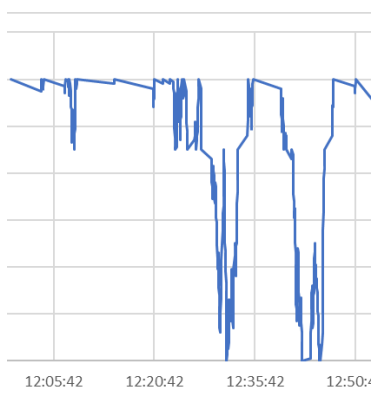
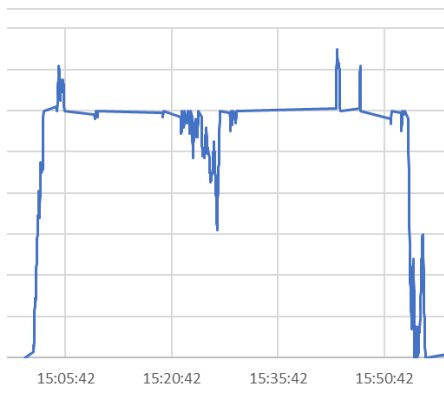
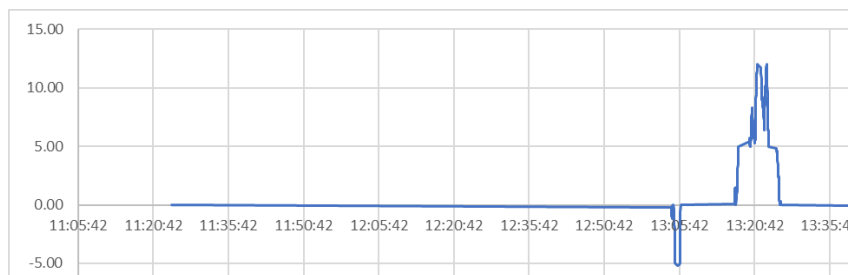
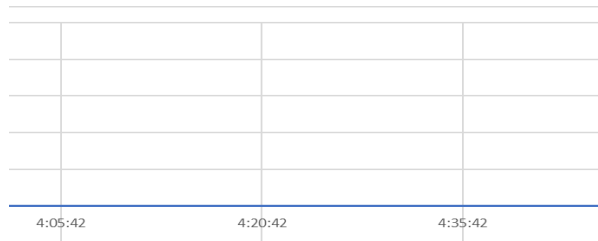


# Dílčí funkce při řízení AB



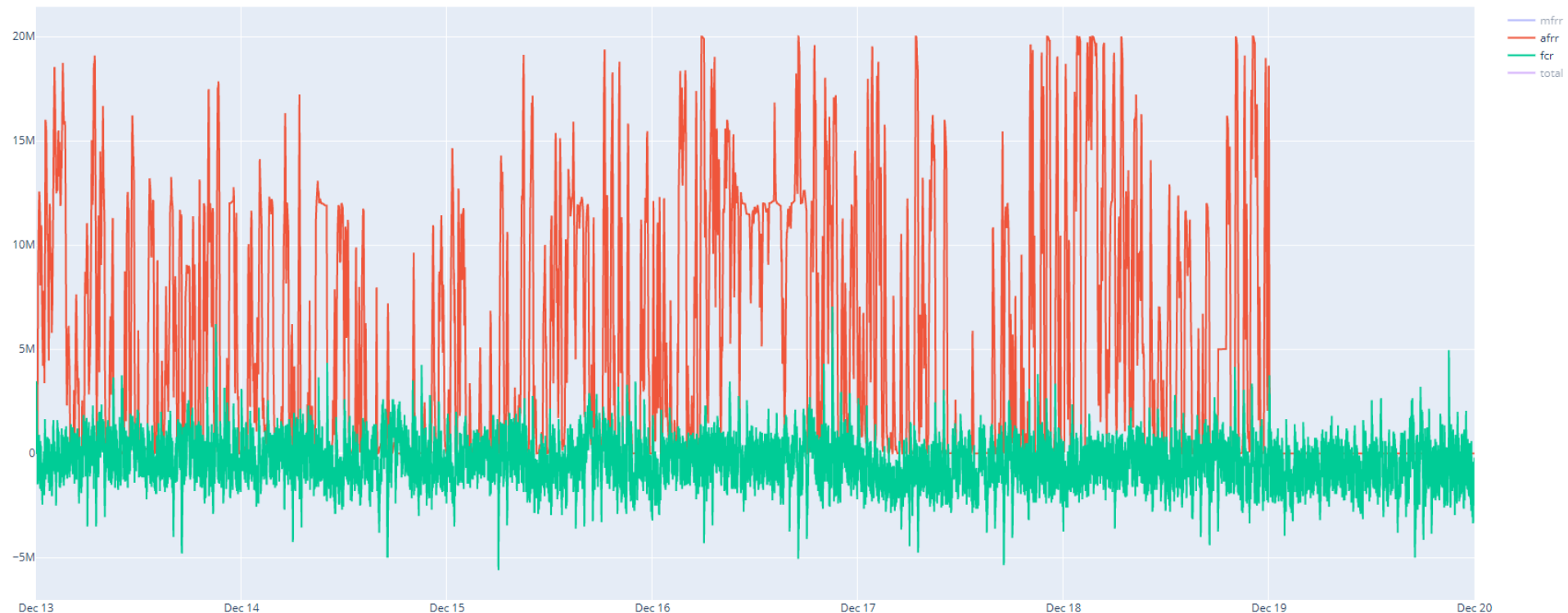
# Jak vypadají REÁLNÉ požadavky ČEPS

na aFRR+20MW a jakou roli v realizaci služby hraje obchod a jakou řízení

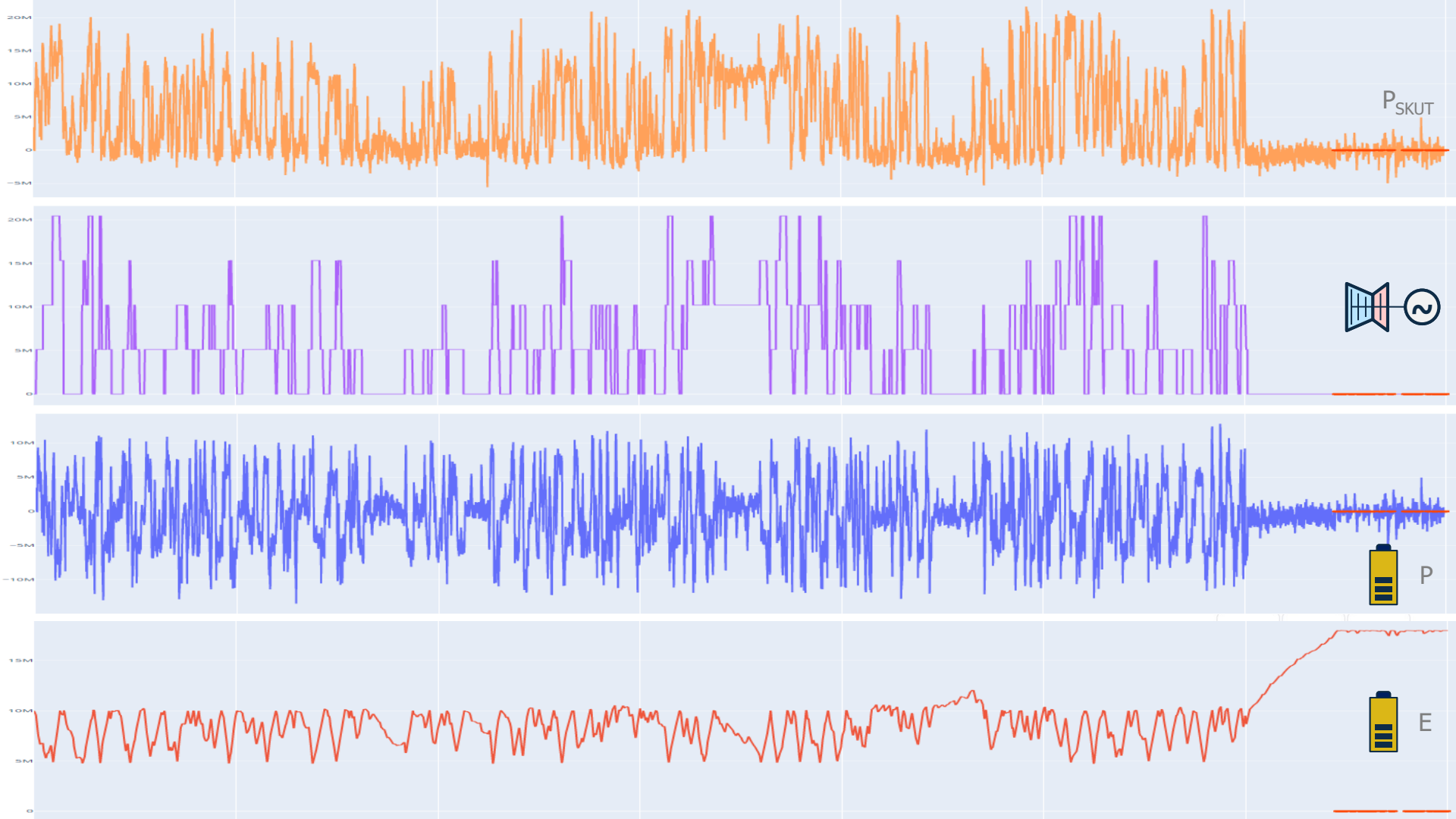


# Jak vypadá reálný týden poskytování aFRR a FCR ?

a jakou roli hraje obchod a řízení









# Zkratky a pojmy

AB	agregační blok	MO NN	maloodběr, nízké napětí
aFRR	automated Frequency Restoration Reserve	OCGT	open cycle gas turbine
AGT	aeroderivative gas turbine	OEZ	odběrné elektrické zařízení
BSAE/BESS	bateriový systém akumulace energie	P_inst	instalovaný výkon
CCGT	closed cycle gas turbine	P_SKUT	skutečný výkon
DSR/DSM	demand side response / demand side management	PE	parní elektrárna
EE	elektrická energie	PPE	paroplynová elektrárna
ES ČR	elektrizační soustava ČR	PSE	plynová spalovací elektrárna
FCR	Frequency Containment Reserve	PVE	přečerpávací vodní elektrárna
FVE	fotovoltaická elektrárna	SoC	state of charge
HVAC	heating, ventilation, air conditioning	SVR	služba výkonové rovnováhy
HZ	hybridní zdroj	VE	vodní elektrárna
CHP	combined heat and power generation	VO VN	velkoodběr, vysoké napětí
JE	jaderná elektrárna	VO VVN	velkoodběr, velmi vysoké napětí
mFRR	manual Frequency Restoration Reserve	VTE	větrná elektrárna



# Děkuji za pozornost

---

Pro více informací prosím kontaktujte:

Ondřej Mamula  
Darina Merdassi  
Martin Panáč  
Tomáš Roček

ČVUT CIIRC  
Decci  
Siemens  
Centrax

ondrej.mamula@cvut.cz  
merdassi.d@decci.cz  
martin.panac@siemens.com  
tomas.rocek@centraxgt.com



Member of the group  
**DECCI**

**CENTRAX**  
GAS TURBINES

**SIEMENS**

