

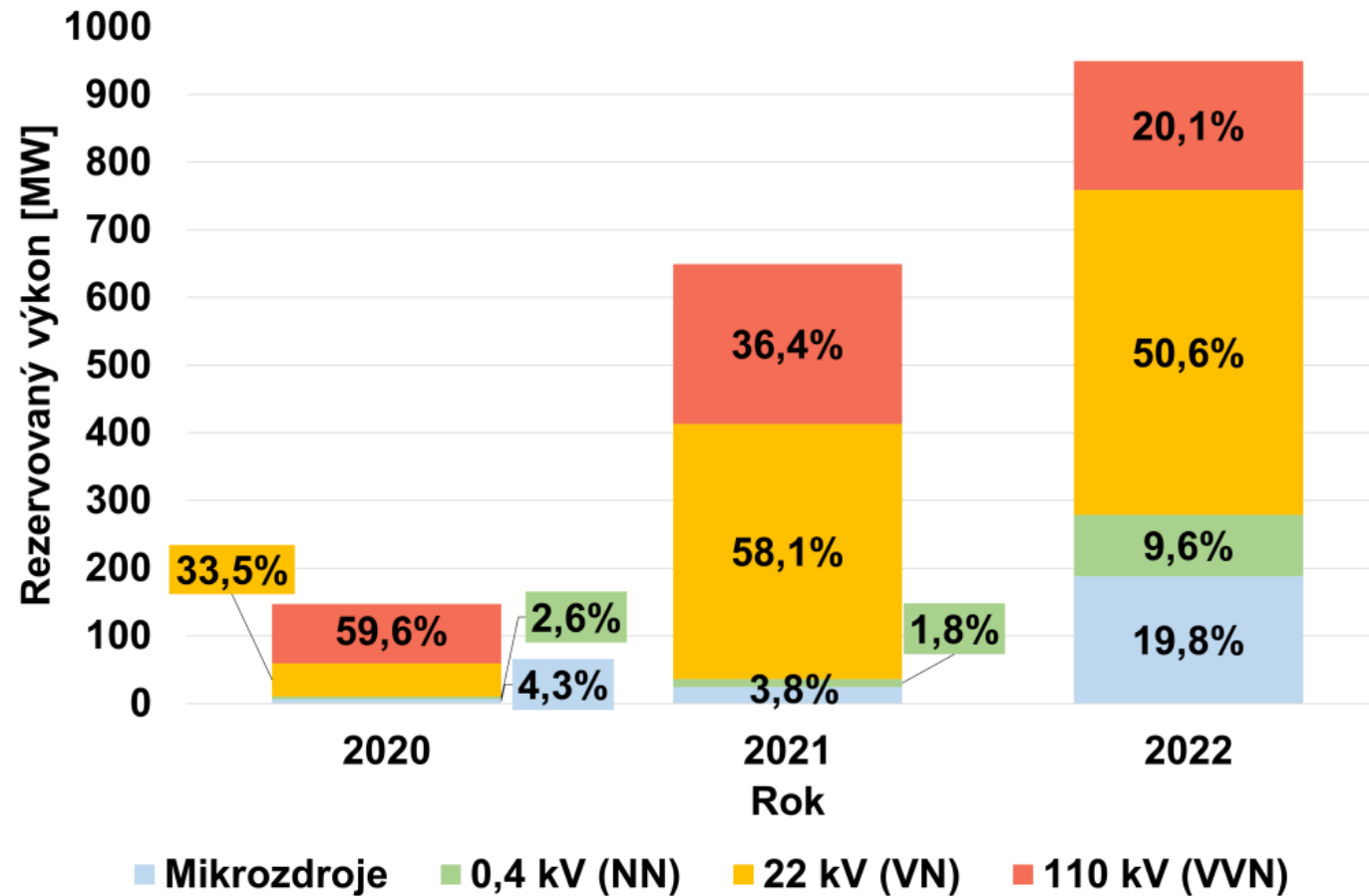
# Konference Energetické Rušení 2024



**Praktické zkušenosti se simulacemi prokázání  
souladu výrobních modulů s PPDS a nařízením  
RfG**

Michal Koubek, EGC – EnerGoConsult ČB s.r.o.

# Úvodní zvážení vývoje DS



# Požadavky PPDS přílohy 4 a RfG



- Nařízení Komise (EU) 2016/631, kterým se stanoví kodex sítě pro požadavky na připojení výroben k elektrizační soustavě (RfG)
  - Definiuje rámec požadavků pro všechny členské země
- Pravidla provozování distribučních soustav Příloha 4
  - Implementační dokument RfG pro ČR
  - Dokument metodiky provádění simulací je v současné době aktualizován

# Možnosti prokázání souladu výrobního modulu



- **Certifikát zařízení**
  - Dokument vydaný certifikátorem k zařízení používanému ve výrobním modulu
- **Zkouška souladu**
  - Fyzické měření vybraných schopností výrobního modulu
- **Simulace souladu**
  - Softwarové ověření vybraných schopností výrobního modulu

# Výrobní moduly a jejich klasifikace



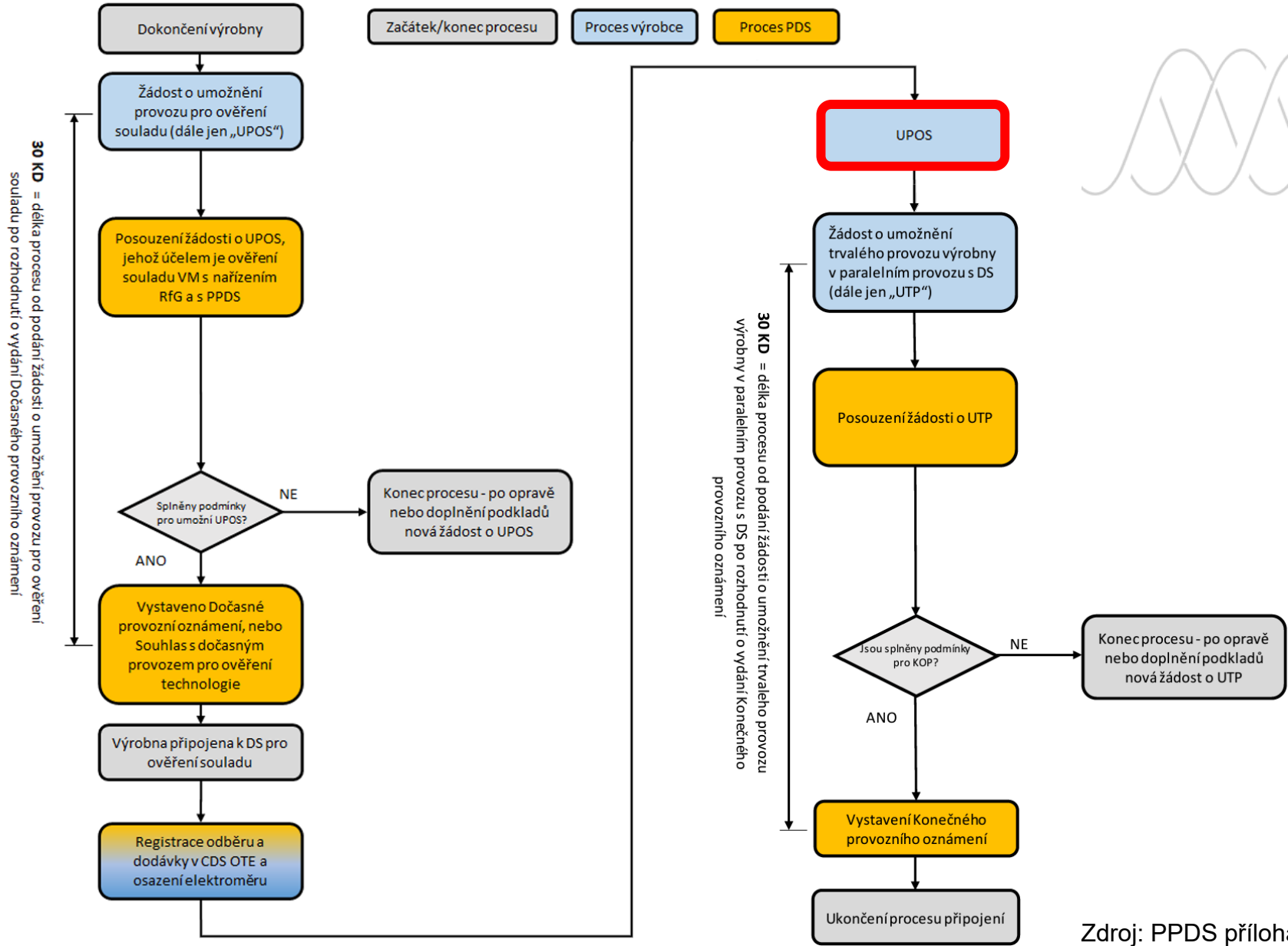
Kategorie výrobního modulu	Limit	Podkategorie	Hranice PDS	Nejvýznamnější požadavky
A	800 W	A1	$\geq 800 \text{ W}$ $\leq 11 \text{ kW}$	podle čl. 13 pro výrobní moduly A
		A2	$> 11 \text{ kW}$ $< 100 \text{ kW}$	podle čl. 13 pro výrobní moduly A a čl. 14.2, 14.3, 14.4, 14.5 pro výrobní moduly B a čl. 20 pro nesynchronní výrobní moduly kategorie B
B	1 MW	B1	$\geq 100 \text{ kW}$ $< 1 \text{ MW}$	podle čl. 14 pro výrobní moduly B, čl. 17 pro synchronní výrobní moduly B a čl. 20 pro nesynchronní výrobní moduly kategorie B
		B2	$\geq 1 \text{ MW}$ $< 30 \text{ MW}$	podle čl. 14 pro výrobní moduly B, čl. 17 pro synchronní výrobní moduly B a čl. 15.2, 15.3, 15.4, 15.5a, 15.5b, 15.5c, 15.6a, 15.6b, 15.6c pro výrobní moduly C, podle čl. 18 pro synchronní výrobní moduly C a podle čl. 21 pro nesynchronní výrobní moduly kategorie C
C	50 MW	C	$\geq 30 \text{ MW};$ $< 75 \text{ MW}$	podle čl. 15, čl. 18 a čl. 21
D	75 MW	D	$\geq 75 \text{ MW}$	podle č. 16, čl. 19 a čl. 22

Zdroj: PPDS příloha 4

# Uvedení výrobní do provozu a její provozování



- Fyzicky zrealizovaný výrobní modul
- Žádost o umožnění provozu pro ověření technologie a souladu (UPOS)
  - Souhlas s dočasným provozem nebo dočasné provozní oznámení
- Žádost o umožnění trvalého provozu (UTP)
  - Konečné provozní oznámení



Zdroj: PPDS příloha 4

# Zkušenosti se simulacemi souladu



- Žádost o provedení simulace souladu
- Dodání modelu použité technologie
- Analýza modelu a ověření kompatibility s výpočetním softwarem
- Provedení požadovaných simulací
- Výstupní zpráva



# Seznam dosavadních spolupracujících výrobců



- SolaX Power
- Growatt
- Huawei
- Sungrow
- SolarEdge
- General Electric



# Použitý výpočetní software



- **DigSilent Powerfactory**
  - Software k analýze výrobních, přenosových, distribučních a průmyslových systémů
  - Umožňuje dynamické simulace (tj. v časové oblasti)
  - Široce rozšířený, zejména v Evropě



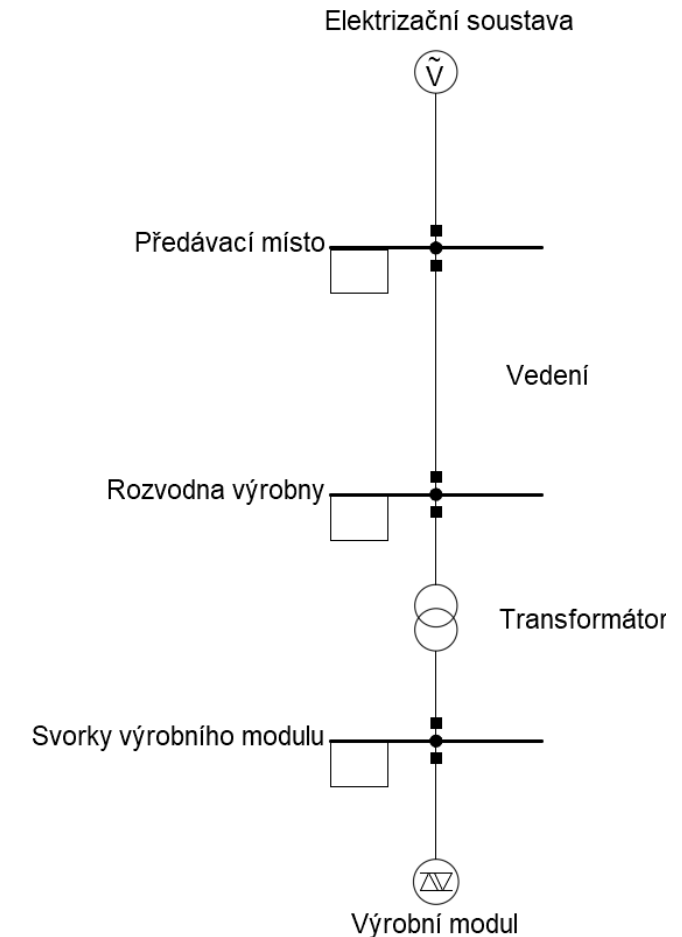
## Další vhodný výpočetní software

- PSCAD
- Matlab Simulink
- ...



# Použité schéma

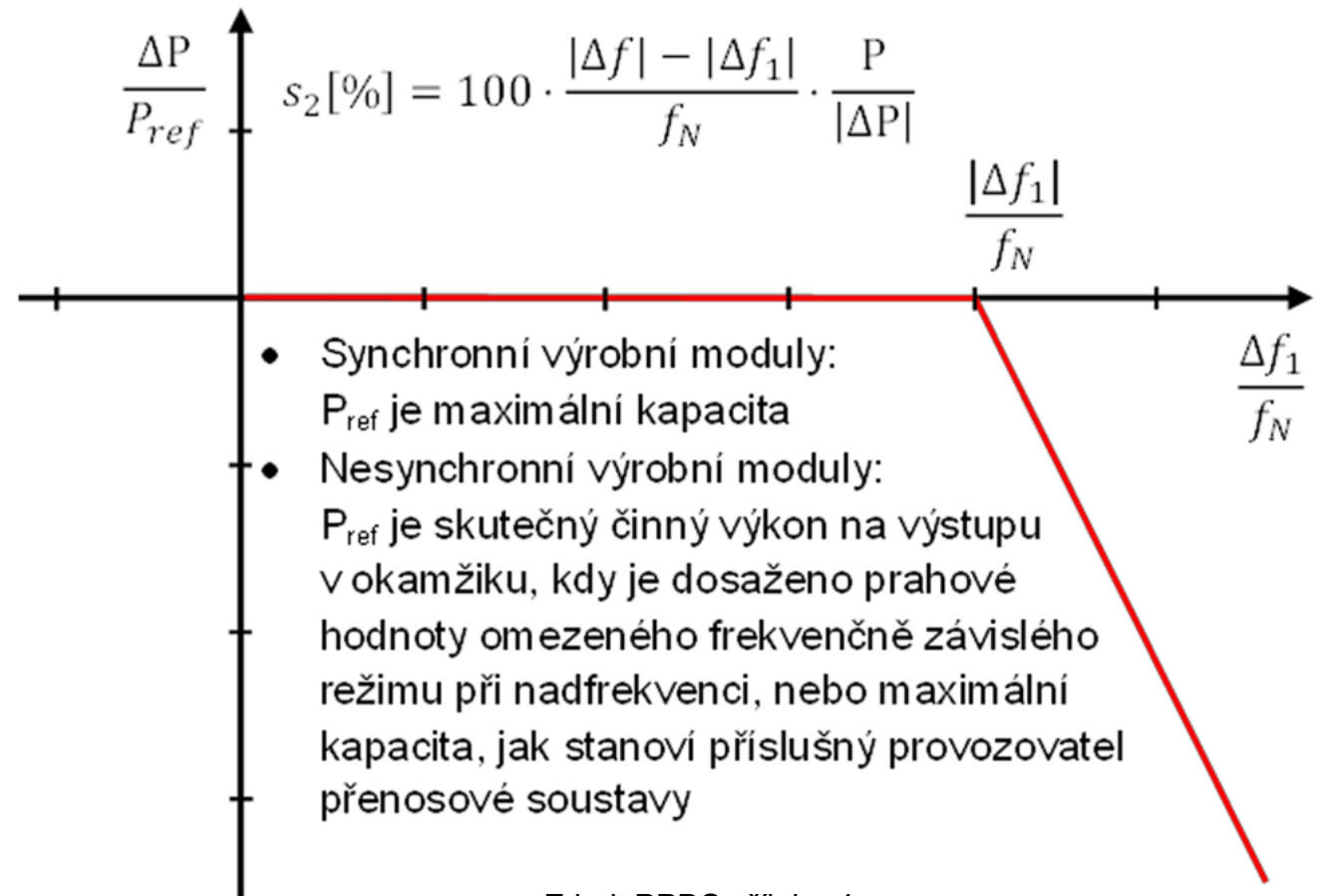
- **Model elektrizační soustavy**
  - Náhrada ideálním napěťovým zdrojem s definovaným zkratovým výkonem a impedancí v místě připojení
  - Poskytuje provozovatel soustavy
  - Umožňuje nasimulovat požadované provozní stavy sítě
- **Model výrobního modulu**
  - Poskytnutý výrobcem
  - Umožňuje nastavení konkrétního počtu jednotek dle posuzované výroby



# Simulace odezvy v omezeném frekvenčně závislém režimu (LFSM-O)

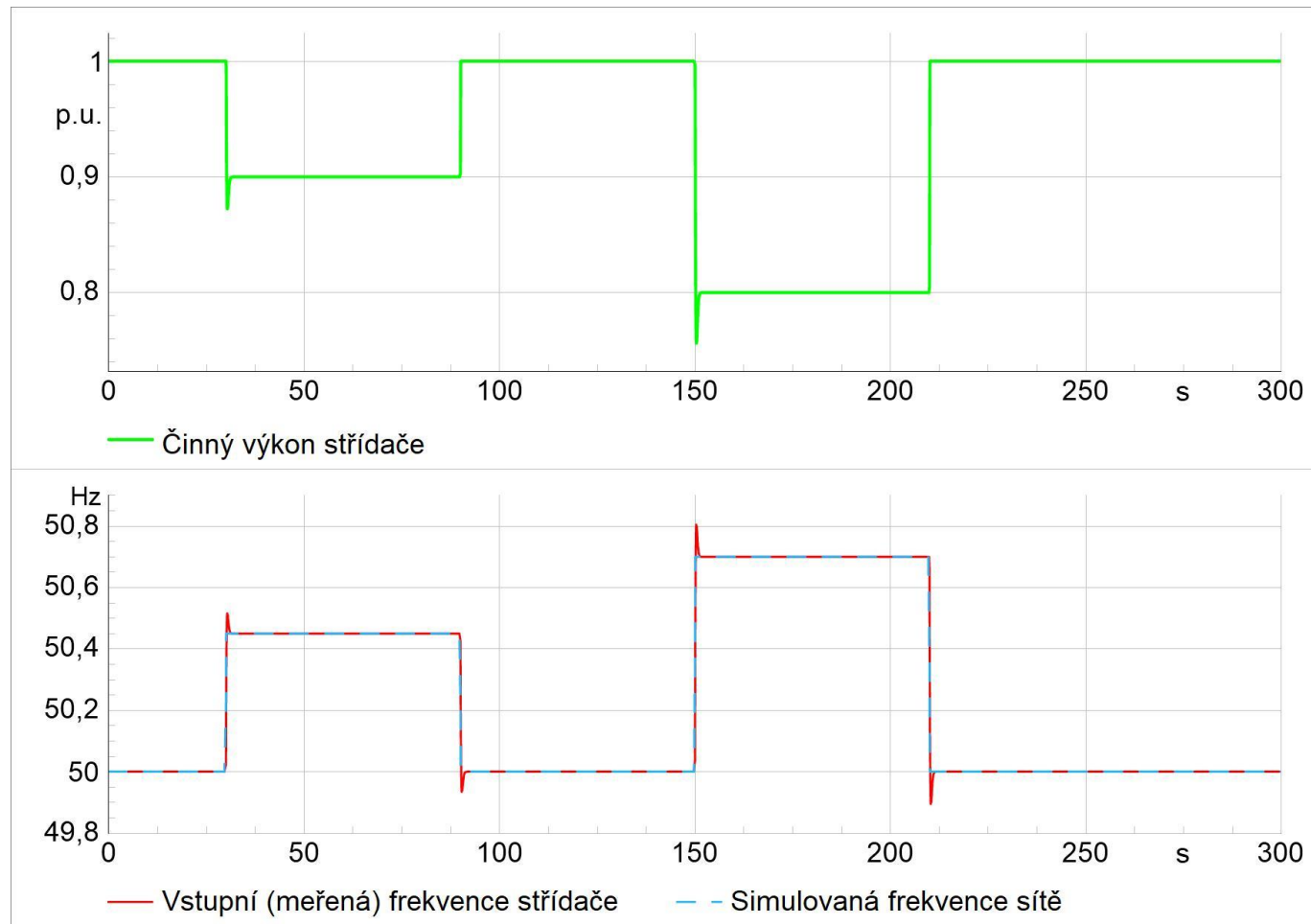


- Odezva na skokovou změnu frekvence
  - Dvě různě velké skokové změny frekvence
  - Výrobní modul musí uzpůsobit činný výkon
- Odezva na plynulou změnu frekvence
  - Postupný nárůst frekvence
  - Výrobní modul musí uzpůsobit činný výkon

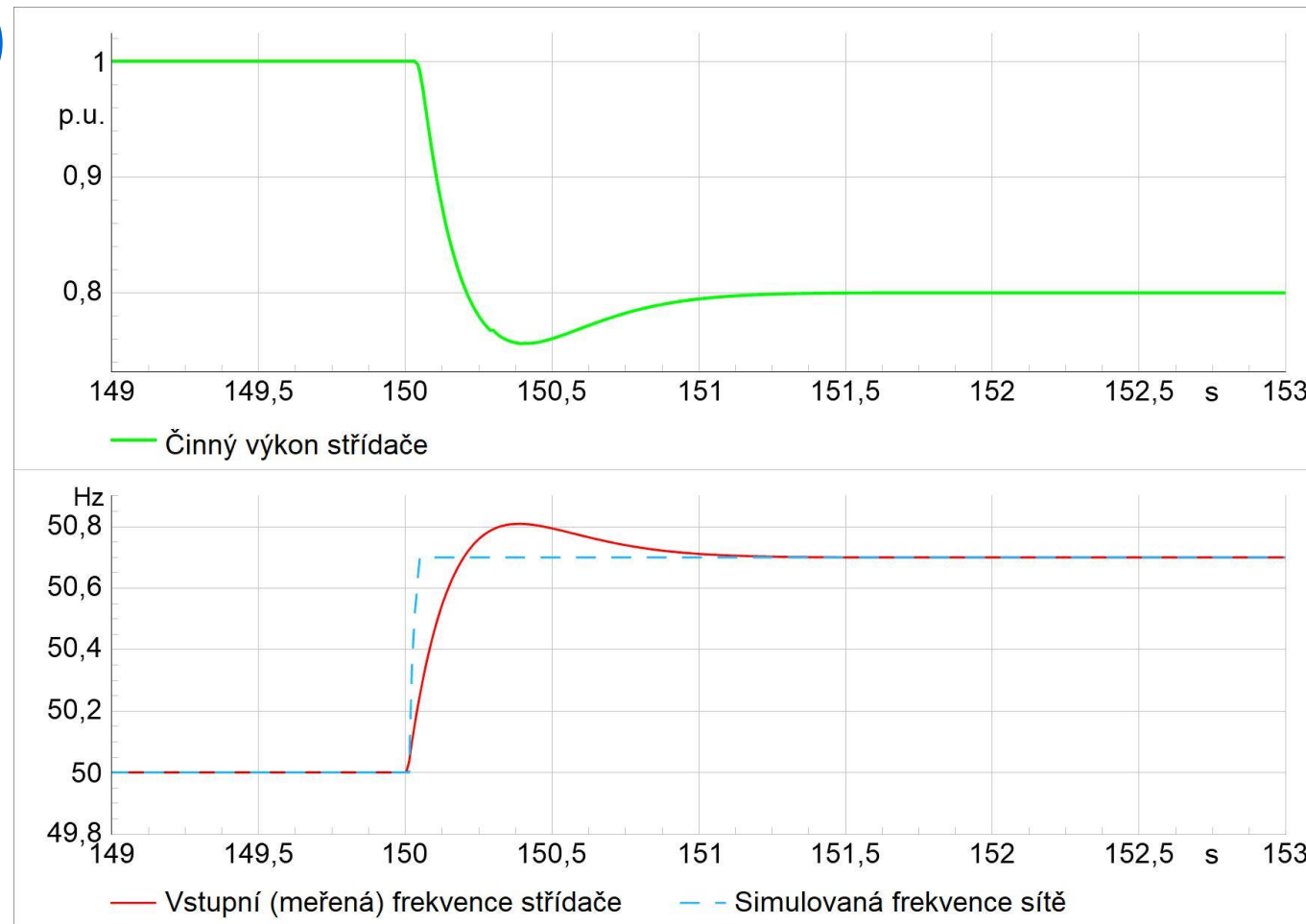


Zdroj: PPDS příloha 4

# Simulace odezvy v omezeném frekvenčně závislém režimu (LFSM-O)

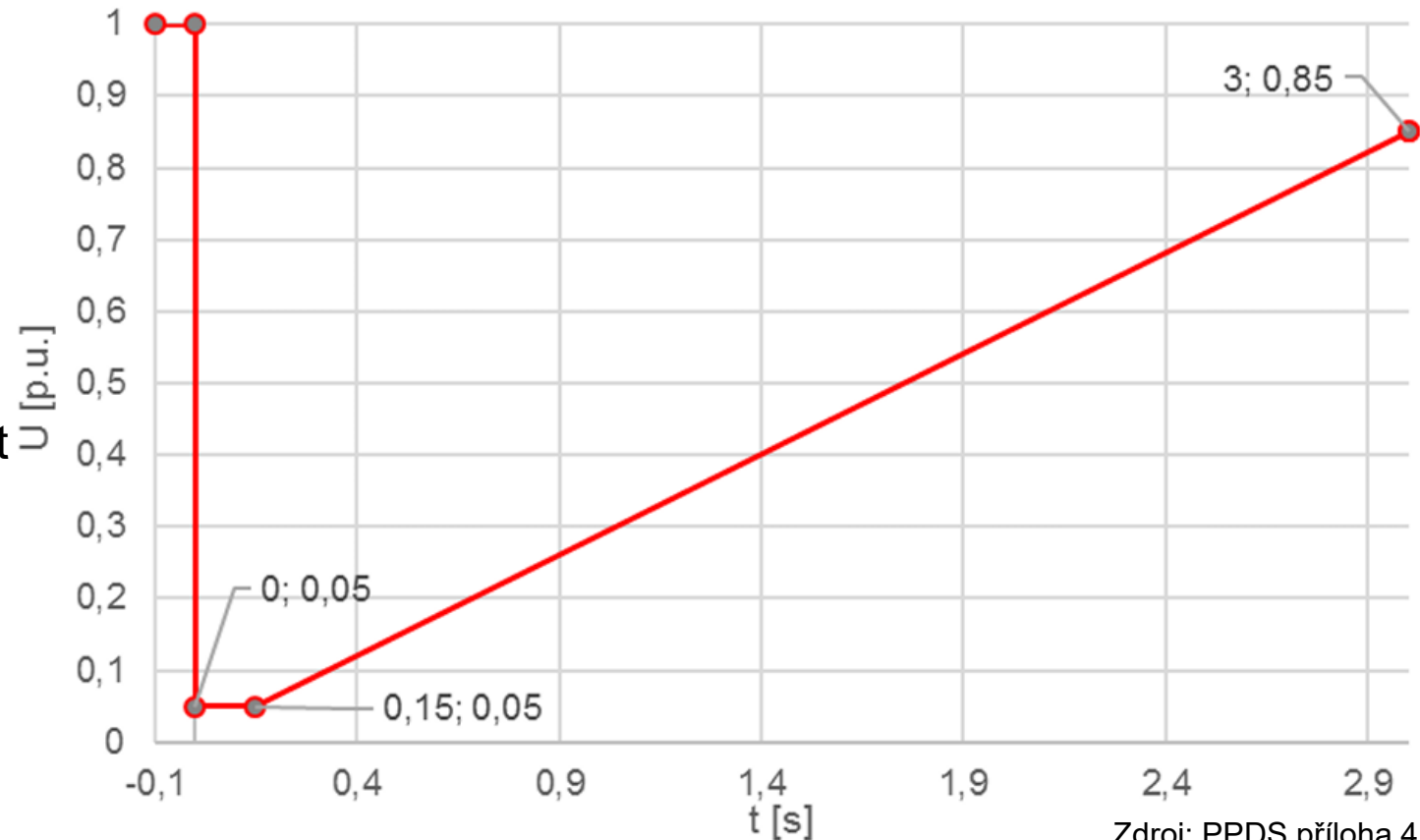


# Simulace odezvy v omezeném frekvenčně závislém režimu (LFISM-O)



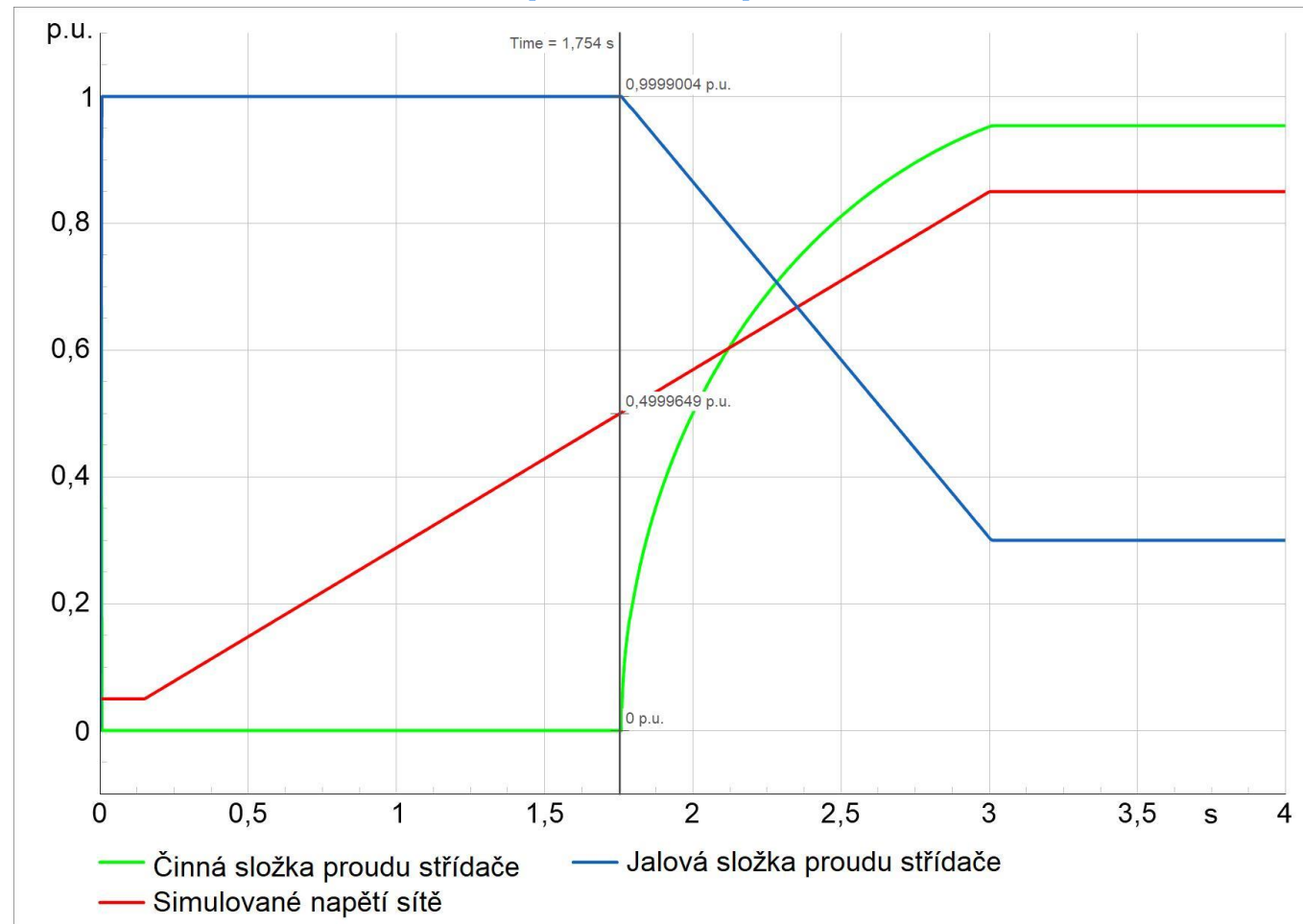
# Simulace schopnosti překlenout poruchu (FRT)

- Simulace napěťové změny definované FRT křivkou
  - Definovaný průběh představuje nejnepríznivější napěťové podmínky, při kterých musí zůstat výrobní modul připojený



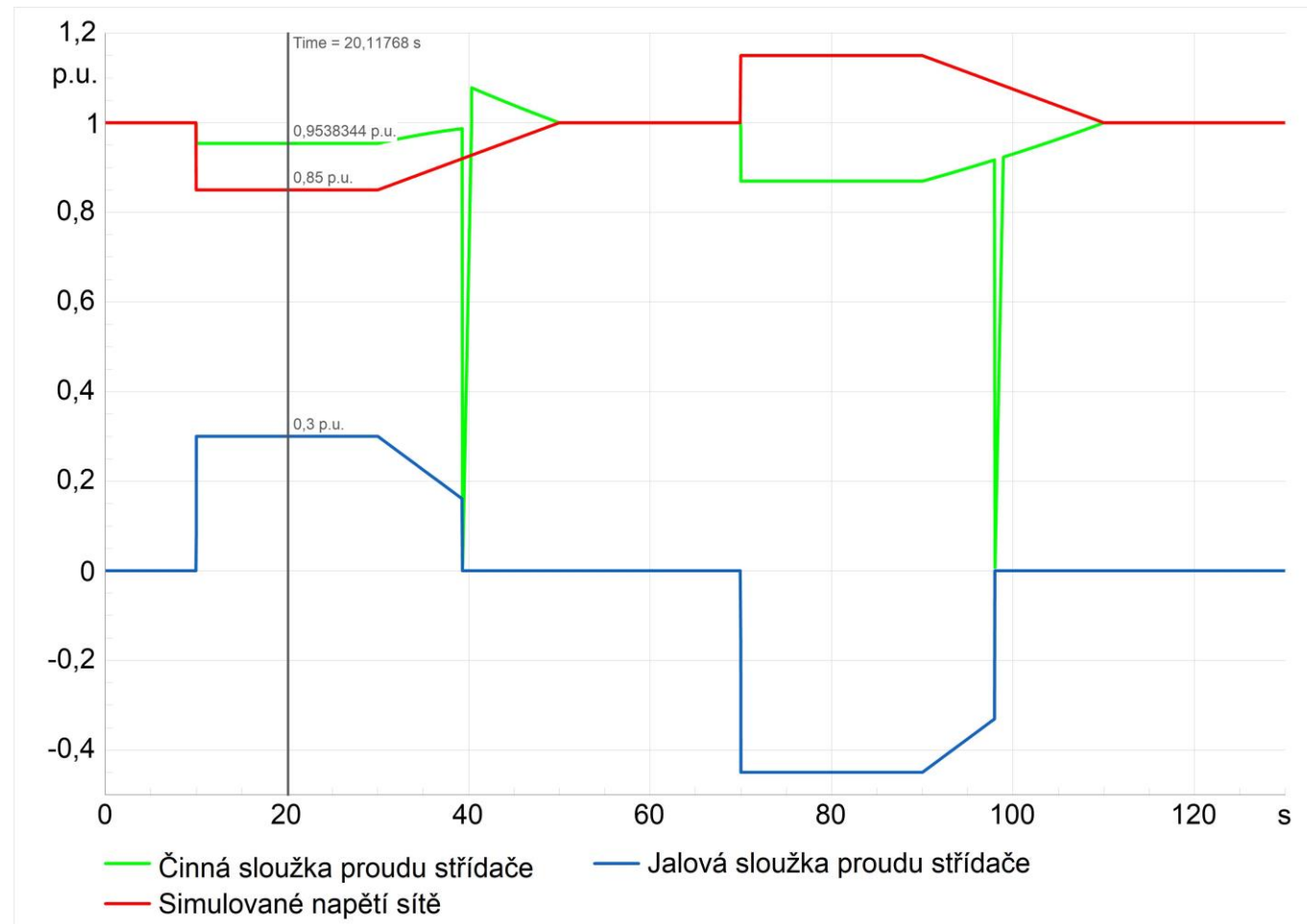
Zdroj: PPDS příloha 4

# Simulace schopnosti překlenout poruchu (FRT)





# Dodávka rychlého poruchového proudu



# Závěr



- **Simulace jsou hodnotným a efektivním nástrojem pro ověřování souladu**
  - V rámci simulací se ověřuje chování celé výroby
  - Simulace nám poskytují možnost náhrady části fyzického provedení zkoušky
- **Nevyhnutelné prošlapávání cesty s dodavateli výrobních modulů**
  - Požadavek výrobců o uzavírání NDA
  - Nezbytný tlak na výrobce s dodáváním modelů s CZ nastavením



**DĚKUJI VÁM ZA POZORNOST**

**Ing. Michal Koubek**

Tel.: 601 370 028

E-mail: [mkoubek@egc-cb.cz](mailto:mkoubek@egc-cb.cz)