

MAFRI

představení projektu



ČESKÝ INSTITUT INFORMATIKY
ROBOTIKY A KYBERNETIKY



Program Thémata



AGENDA JEDNÁNÍ

Stručné představení projektu

Stávající stav řešené problematiky

Cíle projektu MAFRI

3

7

15

Představení projektu

3

Stávající stav

7

Cíle projektu

15

Představení projektu

MAF RI

Mid-term Adequacy Forecast Reliability Indicators

Transpozice ukazatelů spolehlivosti dle metodiky MAF do národních standardů spolehlivosti využitelných při plánování nápravných opatření v případě indikace zdrojové nedostatečnosti v rámci ES ČR



Program Théta

Program na podporu aplikovaného výzkumu, experimentálního vývoje a inovací THÉTA
Celková výše podpory ze státního rozpočtu: 4 mld. Kč

Náš projekt byl po číslem **TK01010037** podán do podprogramu 1 a získal podporu (80% podpora, 20% vklad).

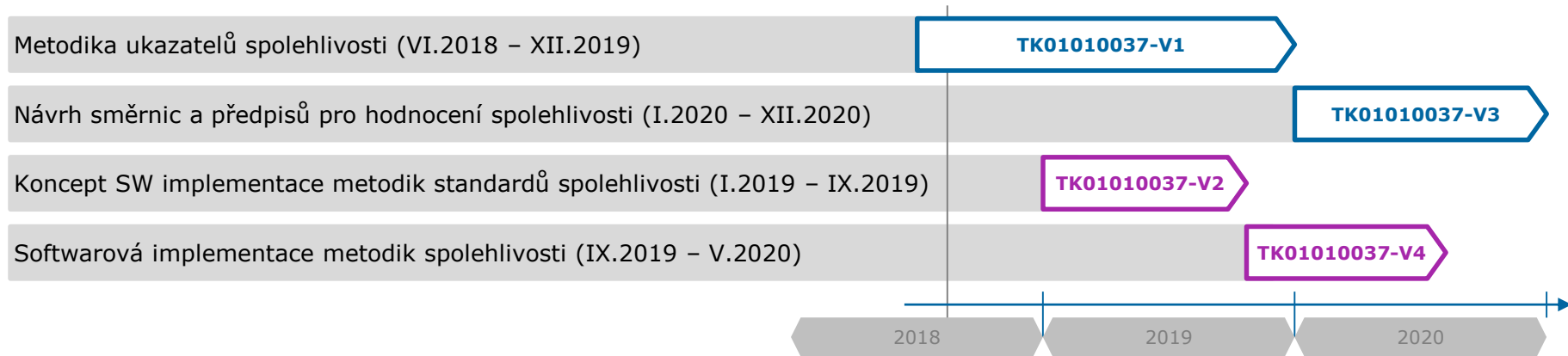
Představení projektu

výňatek z textu přihlášky projektu

Naším cílem je vyvinout nové spolehlivostní charakteristiky, které provozovatelům sítí a zejména zodpovědným institucím (MPO) budou oporou při rozhodování o opatřeních a investicích do infrastruktury s cílem zvolit řešení optimální v úrovni spolehlivosti a nákladech na její dosažení:

- ▶ rozpracování stávajících a definice nových charakteristik spolehlivosti ES ČR v kontextu celoevropské sítě (využití a rozšíření ukazatelů na bázi MAF), **lokalisierung ukazatelů spolehlivosti v čase, prostoru, objemu a trvání nedostatku výkonu**, provázání se stávajícími ukazateli jako jsou např. SAIDI, SAIFI apod. dle vyhl 540/2005 Sb.,
- ▶ návrh metodiky nastavení **referenčních** (kritických) **hodnot** spolehlivostních charakteristik tak, aby maximálně věrohodně zachycovaly rizika nedodávek elektrické energie a dopady nedodávek na definované skupiny odběratelů či složky státu,
- ▶ návrh metodiky porovnávání indikovaného rizika nedostatku výkonu s jednotlivými alternativami **nápravných opatření** (např. od využití HDO / flexibility, přes regulační stupně, až po zvážení nového výrobního bloku) a rozpracování nástrojů pro další analýzy a rozhodování státní správy v situaci indikované budoucí výkonové nedostatečnosti.

Harmonogram projektu a jeho dílčí aktivity



16.8.2018:

- Podpora projektu schválena TAČR
- Smlouva o podpoře je v podpisu na TAČR
- Zahájeno čerpání rozpočtu
- Zahájeny práce na výsledku V1

Představení projektu

3

Stávající stav

7

Cíle projektu

15

Dnešní pozice ČEPS

jeho povinnosti a práva

ČEPS jako provozovatel přenosové soustavy dle § 24, odstavec (1), písmeno a) Energetického zákona zajišťuje bezpečný, spolehlivý a efektivní **provoz, obnovu a rozvoj** přenosové soustavy a zajišťuje propojení přenosové soustavy s jinými soustavami, a za tím účelem zabezpečuje podpůrné služby a dlouhodobou schopnost přenosové soustavy uspokojovat přiměřenou poptávku po přenosu elektřiny, b) poskytuje službu přenosové soustavy a c) řídí toky elektřiny v přenosové soustavě. Zároveň dle odstavce (2) téhož paragrafu EnZ nesmí být držitelem jiné licence než na přenos elektřiny.

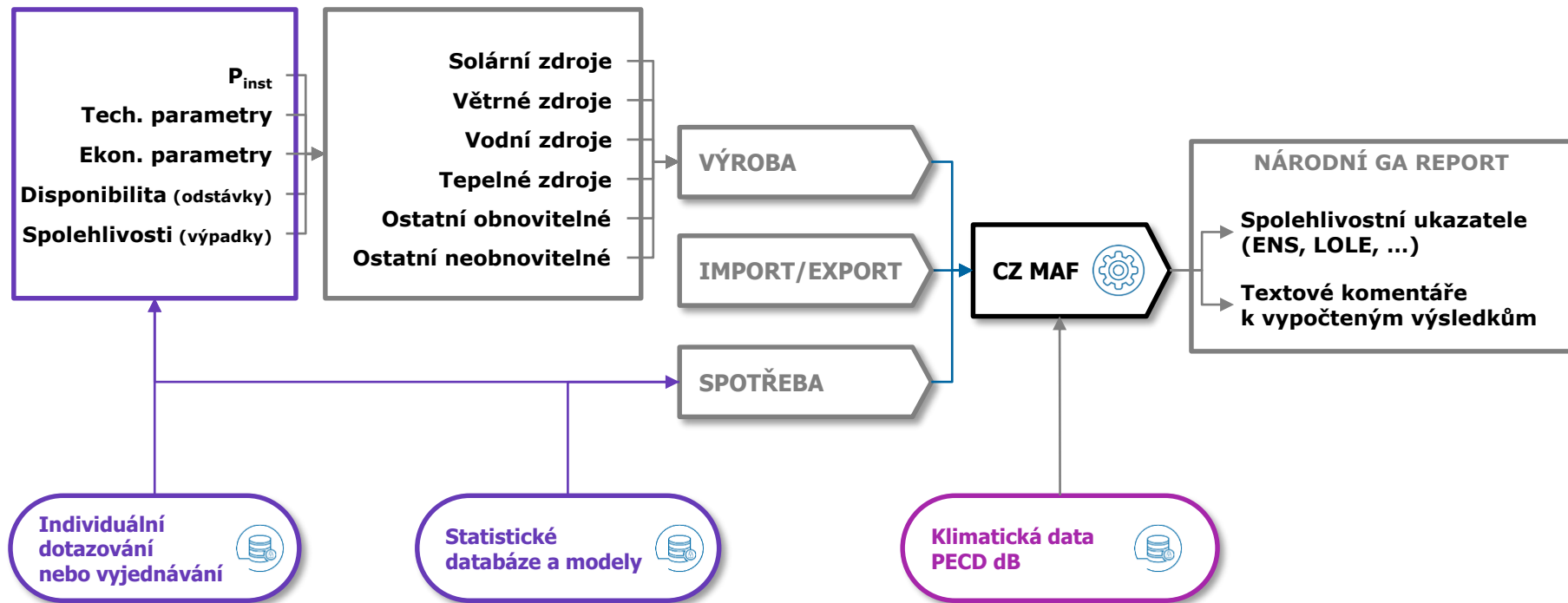
V praxi tedy má ČEPS povinnost zajistit vyrovnanou bilanci elektřiny v ES ČR, k dispozici má přenosovou soustavu ve svém vlastnictví, včetně příslušných technických prostředků pro sběr provozních dat a výkon řídicích/regulačních zásahů. Při řízení rovnováhy v soustavě se principiálně podřizuje výroba spotřebě. Vlastní zdroje, které mohou poskytovat potřebnou flexibilitu pro regulaci soustavy, však ČEPS nevlastní, neprovozuje a nemá ani možnost je vybudovat. PPS je tedy při výkonu svých zákonných povinností odkázán na třetí strany – vlastníky a provozovatele zdrojů. Je zřejmé, že v zájmu PPS je mít přehled o tom, zda, s ohledem na očekávaný vývoj spotřeby (zátěže ES ČR) v budoucnosti, lze pro dispečerské řízení předpokládat dostupnost zdrojů potřebných pro regulaci soustavy.

Při predikci (modelování) budoucích stavů ČEPS principiálně vychází z:

- ▶ predikce spotřeby (zatížení) a
- ▶ predikce disponibility jednotlivých (typů) výrobních zdrojů

Způsob výpočtu GA

ve velmi zjednodušené podobě



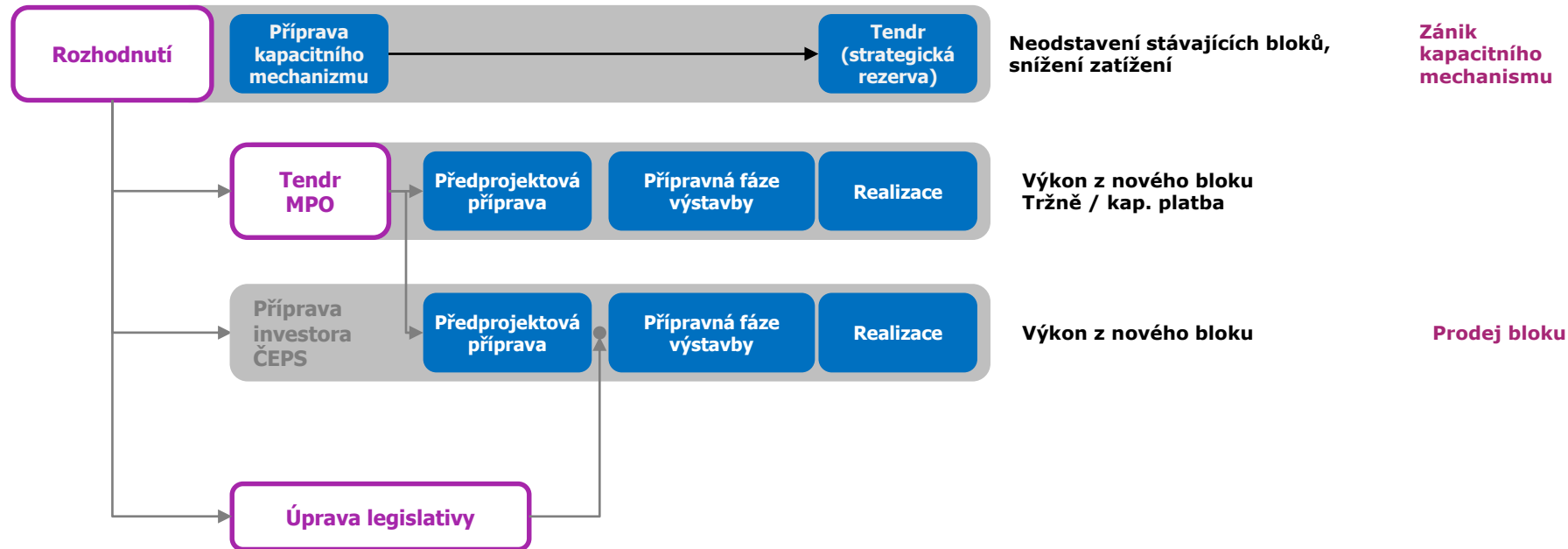
Další kroky v případě negativního GA a očekávané výsledky nápravných opatření

MAF ČR report

s indikovaným rizikem výkonové nepřiměřenosti

Výsledek:

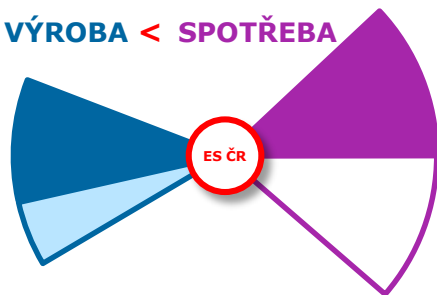
Po odeznění rizika:



Možné kroky v případě výkonové nerovnováhy

řeší stávající legislativa

VÝROBA < SPOTŘEBA



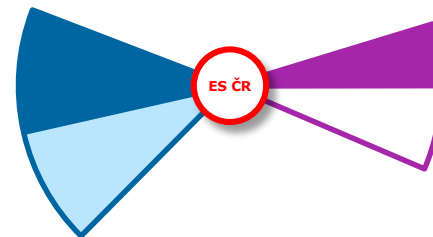
Na straně spotřeby:

- ▶ Operativním vypnutím
- ▶ Úplným přerušením dodávky dle vypínacího plánu (stupně 21 (2,8%) až 30 (37,5% ročního maxima)) nebo frekvenčního plánu
- ▶ Snížením odebíraného výkonu podle regulačního plánu (1 aktivací HDO až 7 na bezp. minimum)
- ▶ Obchodními nástroji (DSM, DSR, flexibilita)

Na straně výroby:

- ▶ Aktivací PpS +
- ▶ Aktivací zdroje (je-li k dispozici)
- ▶ Importem/dokupem, zahraniční výpomocí

VÝROBA > SPOTŘEBA



Na straně spotřeby:

- ▶ Zvýšením odebíraného výkonu podle regulačního plánu (vč. aktivace HDO)
- ▶ Obchodními nástroji (DSM, DSR, flexibilita)
- ▶ Exportem

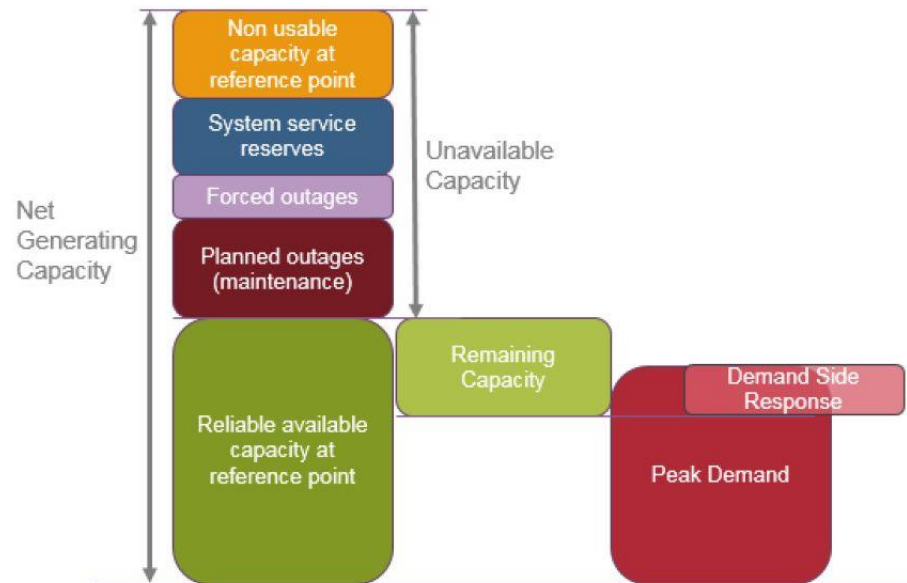
Na straně výroby:

- ▶ Aktivací PpS -
- ▶ Omezením výroby (+ kompenzací)

Délka nedostatku omezuje volbu opatření

Výkon pro pokrytí spotřeby (zatížení) a pro PpS

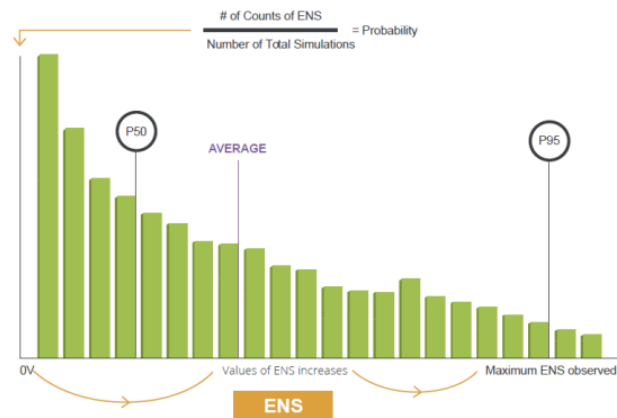
		VÝKON PRO PpS	
		DOSTATEČNÝ	NEDOSTATEČNÝ
VÝKON PRO POKRYTÍ ZÁTĚŽE	DOSTATEČNÝ	OK	RIZIKO
	NEDOSTATEČNÝ	PAST	EXTRÉMNÍ RIZIKO



Výstupy výpočtů MAF (analýzy GA)

a používané ukazatele

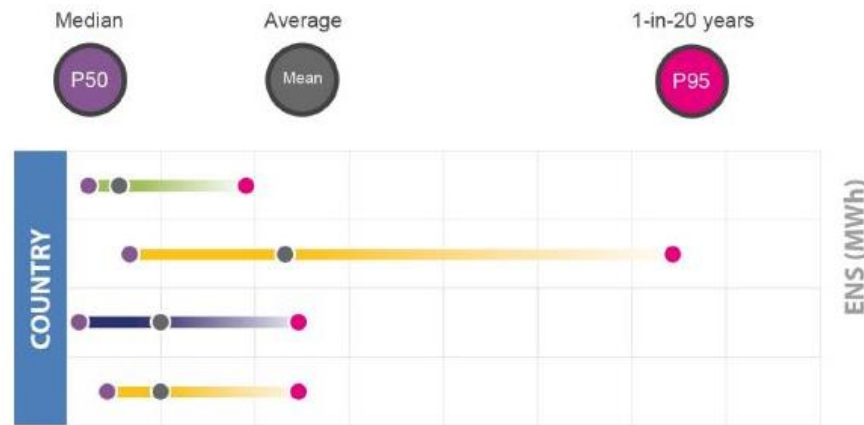
- ▶ **ENS** = energy not served ENS = nedodaná energie = vyjadřuje chybějící energii [MWh/rok] k pokrytí očekávané spotřeby a to včetně uvažovaného importu.
- ▶ **LOLE** = loss of load expectancy = počet hodin kdy není pokryté zatížení = udává počet hodin kdy pro dané období (typicky rok) je hodnota zatížení větší než předpokládaná výroba včetně importu [hod/rok]. Nezohledňuje, k jak velkému nepokrytí zatížení dochází. Počítá se každá hodina, kdy dojde i k minimálnímu nepokrytí zatížení.
- ▶ **LOLP** = loss of load probability = pravděpodobnost nepokrytí zatížení = udává pravděpodobnost [%], s jakou dojde k nepokrytí zatížení. Ukazatel nezohledňuje dobu trvání a závažnost výpadků jednotlivých zdrojů.



$$ENS = \frac{1}{N} \sum_{j \in S} ENS_j$$

$$LOLP = \sum_{i \in S} p_i | (G_i - L_i) < 0$$

$$LOLE = \frac{1}{N} \sum_{j \in S} LLD_j$$



Nevýhody současných ukazatelů spolehlivosti

při detailním hodnocení dopadů GA v rámci členského státu

Základní ukazatele spolehlivosti pro hodnocení zdrojové přiměřenosti jsou standardem používané metodiky v rámci EU. Pro hodnocení dopadů GA na úrovni členského státu však neposkytují dostatečně podrobné výstupy (ukazatele a doprovodné informace), zejména:

- ▶ Rozdělení velikosti výpadků (výkon)
- ▶ Délka trvání jednotlivých výpadků
- ▶ Četnost výpadků a časové rozestupy mezi jednotlivými výpadky
- ▶ Geografická (síťová) lokalizace výpadků
- ▶ Příčiny vzniku zdrojové nedostatečnosti
 - ▶ vysoké zatížení,
 - ▶ výpadky zdrojů,
 - ▶ výpadky vedení,
 - ▶ kolísání výroby OZE a DECE,
 - ▶ neznámé vzory chování DECE, prosumerů
 - ▶ další neprozkoumané fenomény
- ▶ Okrajové podmínky vzniku zdrojové nedostatečnosti (roční období, denní doba, klimatické podmínky)
- ▶ Nerozlišují mezi (ne)dostatkem výkonu pro pokrytí zatížení a pro poskytování PpS.

Představení projektu

3

Stávající stav problematiky

7

Cíle projektu

15

Náměty z hodnocení projektu

a oponentních posudků

Výhrady vůči projektu:

- ▶ Lze se domnívat, že elektrizační soustava ... je i v současné době dostatečně dimenzována a pravděpodobně by fungovala i v případě více poruch než N-1.
- ▶ Systémy zajištění spolehlivosti dodávek jsou vytvořeny, používány a vzhledem k tomu, že není znám v uplynulém období 20 let žádný velký výpadek v sítích, patrně celý systém funguje.
- ▶ Vůbec není zohledněna situace v zahraničí (jak ostatní země EU implementují nástroje EU a ENTSO)

Náměty na zacílení výzkumu:

- ▶ Jak bude zohledněna zdrojová nedostatečnost pro kritickou infrastrukturu, významná odběrná místa a méně významná odběrná místa ?
- ▶ Z hlediska budoucích vizí je také velké téma rozvoj elektromobility a baterie a jejich vliv na energetickou síť, tyto činnosti by měli být více zohledněny v projektu.

Cílem našeho projektu

je vyvinout doplňující ukazatele nad rámec metodiky MAF,

Které umožní podrobně vyhodnotit výsledky GA analýz a poskytnout ČEPS a MPO nové nástroje pro strategické rozhodování při aktualizaci energetické politiky a při návrhu, hodnocení a výběru optimálních nápravných opatření při indikaci zdrojové nedostatečnosti

1

Interpretace výsledků (lokalizace ukazatelů spolehlivosti v čase, prostoru, objemu a trvání nedostatku výkonu)

Provázání se stávajícími ukazateli jako jsou např. SAIDI, SAIFI apod. dle vyhl. 540/2005 Sb.,

2

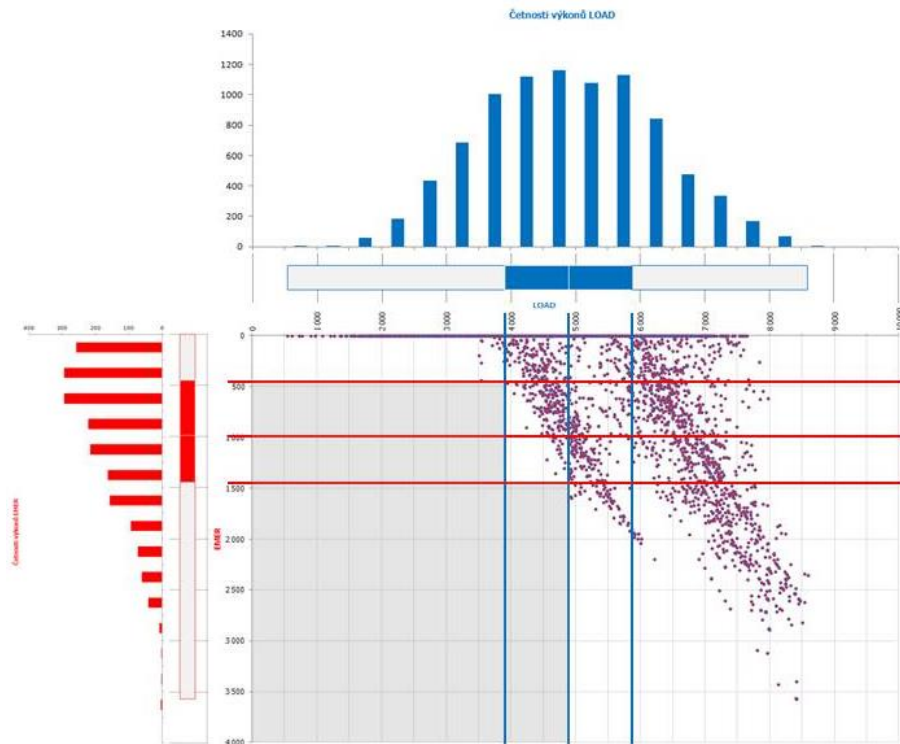
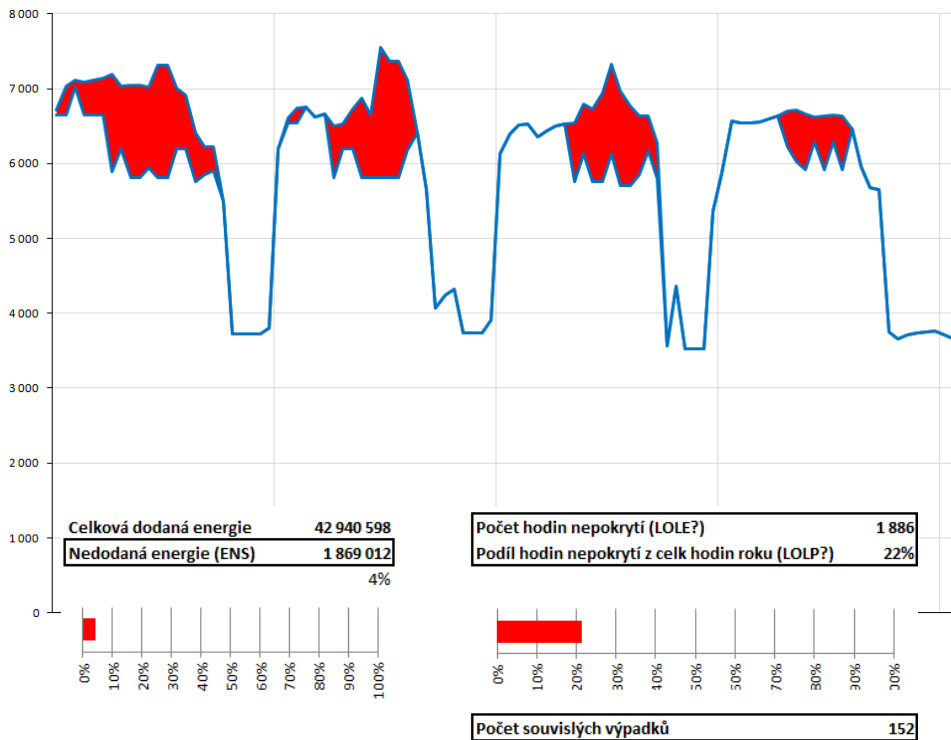
Porovnání indikovaného rizika nedostatku výkonu s jednotlivými alternativami **nápravných opatření** (např. od využití HDO / flexibility, přes regulační stupně, až po zvážení nového výrobního bloku) a rozpracování nástrojů pro další analýzy a rozhodování, vč. finančního ohodnocení

3

Nastavení referenčních (kritických) **hodnot** spolehlivostních charakteristik

1

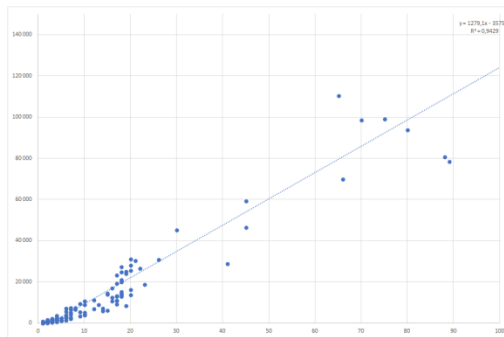
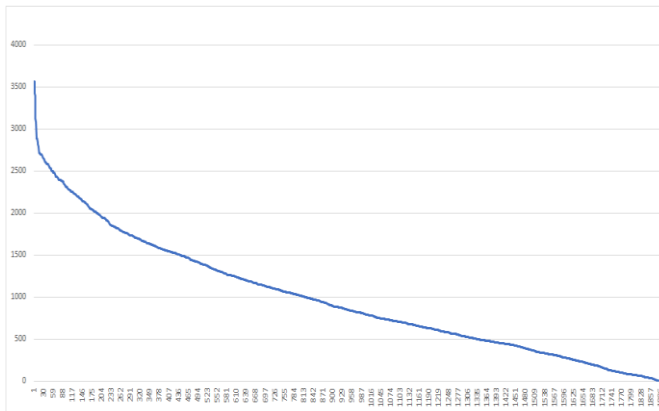
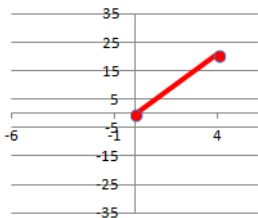
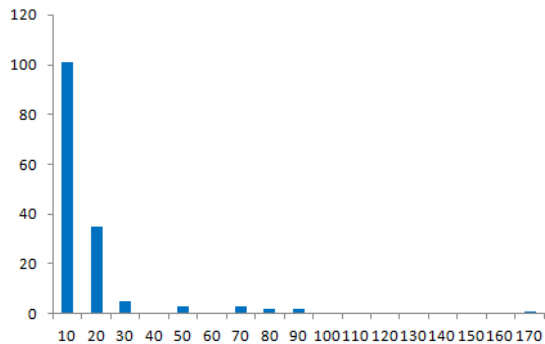
Kvantifikace a vizualizace výsledků MAF s využitím běžných statistických ukazatelů



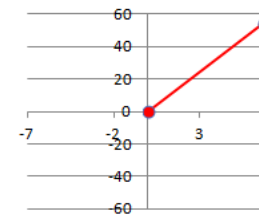
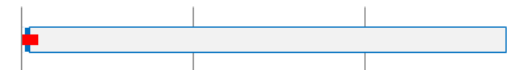
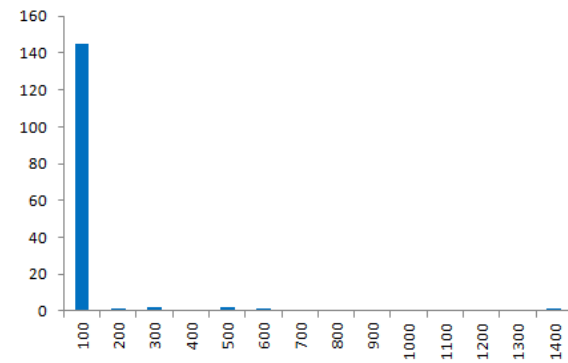
1

Kvantifikace a vizualizace výsledků MAF s využitím běžných statistických ukazatelů

Četnosti délek jednotlivých výpadků [h]



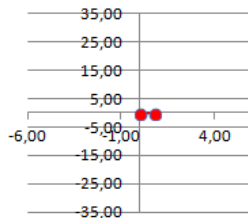
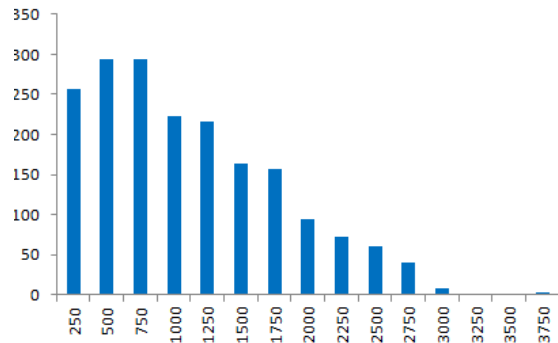
Četnosti délek jednotlivých úseků BEZ výpadků [h]



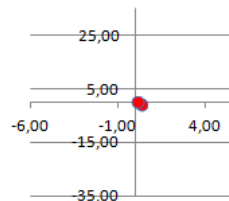
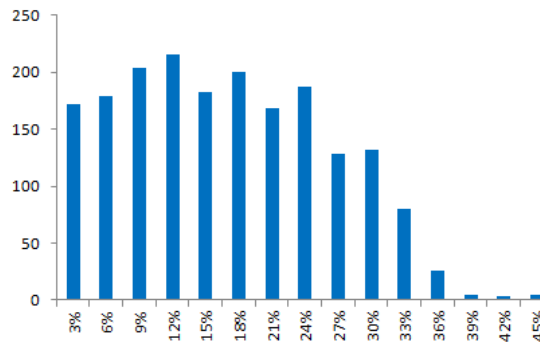
1

Kvantifikace a vizualizace výsledků MAF s využitím běžných statistických ukazatelů

Četnosti hodinových výkonů v jednotlivých výpadech [MW]

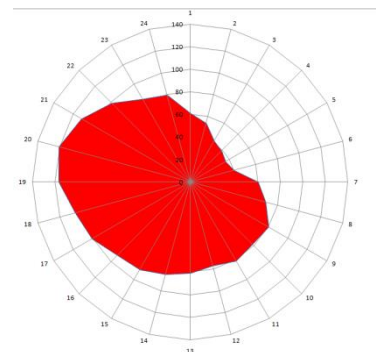
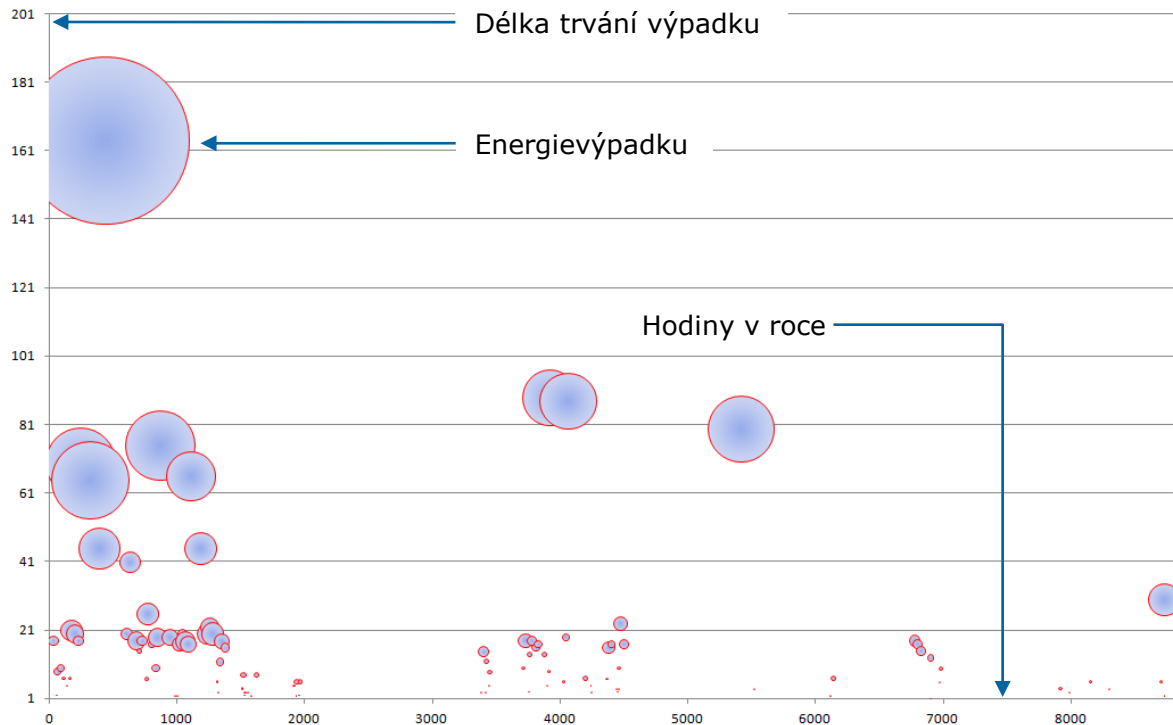


Četnosti hodinových výkonů v jednotlivých výpadech [% z aktuálního zatížení]

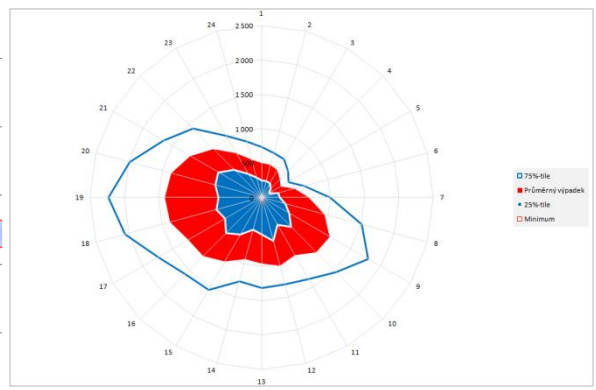


1

Kvantifikace a vizualizace výsledků MAF s využitím běžných statistických ukazatelů



Četnost výpadků v průběhu dne

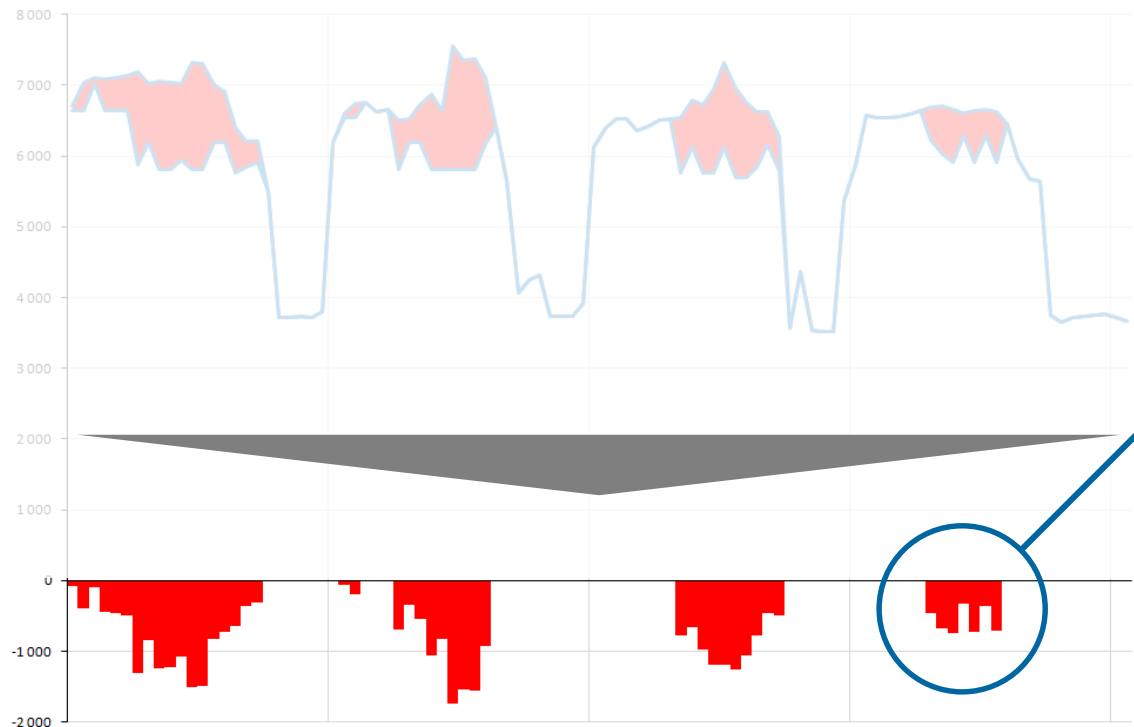


Výkon výpadků v průběhu dne

1

Kvantifikace a vizualizace výsledků MAF

s využitím pokročilých technik



Pro každý výpadek:

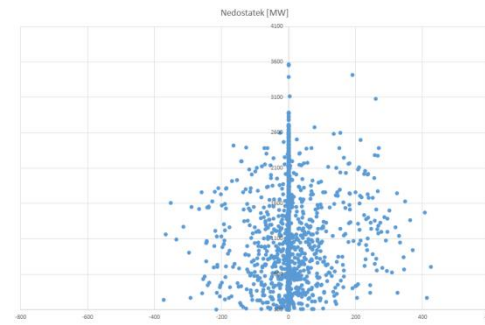
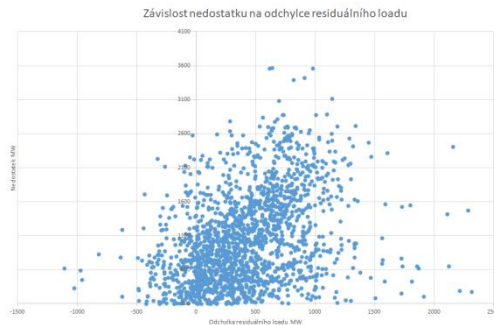
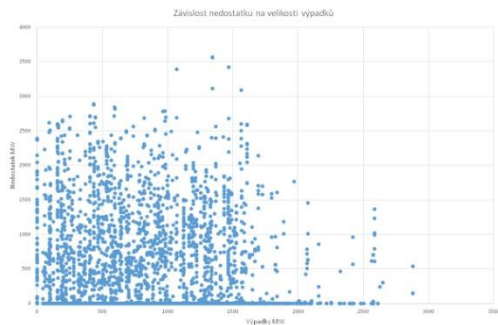
- ▶ základní „rozměry“ (délka / trvání, výkon, práce)
- ▶ rozestupy
- ▶ tvar / entropie
- ▶ **okolnosti**
- ▶ **příčiny**
- ▶ zbylý pokrytý výkon

1

Kvantifikace a vizualizace výsledků MAF s využitím pokročilých technik

Okolnosti a příčiny:

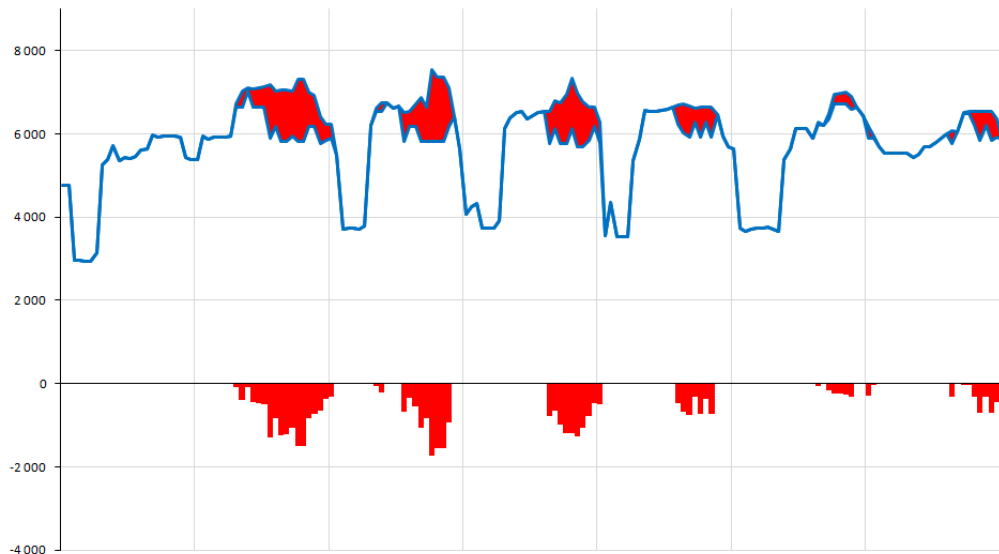
- ▶ Zatížení
 - ▶ Kolísání zatížení
 - ▶ Osvit
 - ▶ Odchylka osvitů od průměru/normálu
 - ▶ Kolísání osvitů
 - ▶ Teplota
 - ▶ Odchylka teploty od průměru/normálu
 - ▶ Kolísání teploty
- ▶ (Ne)dostupnost zdrojů (studená záloha)
 - ▶ Výpadky zdrojů
 - ▶ Nepokrytí zatížení
 - ▶ Nepokrytí paušálního požadavku na služby
 - ▶ Souvislost s okolními výpadky



Pro MAF proběhne „první kolo“ unit commitmentu a ukáže nedostatky výkonů

Optimální vyplnění diagramu zatížení:

- ▶ Klimaticky závislími zdroji
- ▶ Must-run zdroji
- ▶ Řiditelnými zdroji se zohledněním jejich provozních omezení
- ▶ Se zohledněním odstávek
- ▶ Se zohledněním výpadků



Slabiny:

- ▶ Optimistický přístup k výpadkům (je „naplánován“)
- ▶ PpS požadovány paušálem (nerozlišuje se nasazení zdroje pro load a pro PpS)

2

„Druhé kolo“ unit commitmentu se pokusí pokrýt nedostatky



Nasazením:

- ▶ Výkonu zdrojů nenasazených v prvním kole
 - ▶ Netočivá rezerva (teplý / studený start)
- ▶ Dovozu
- ▶ Flexibility, DSM, DSR
- ▶ Akumulace
- ▶ Regulačních stupňů
- ▶ Vypínacích plánů
- ▶ Nového výrobního zdroje

META
ÚLOŽIŠTĚ

Nutno zohlednit:

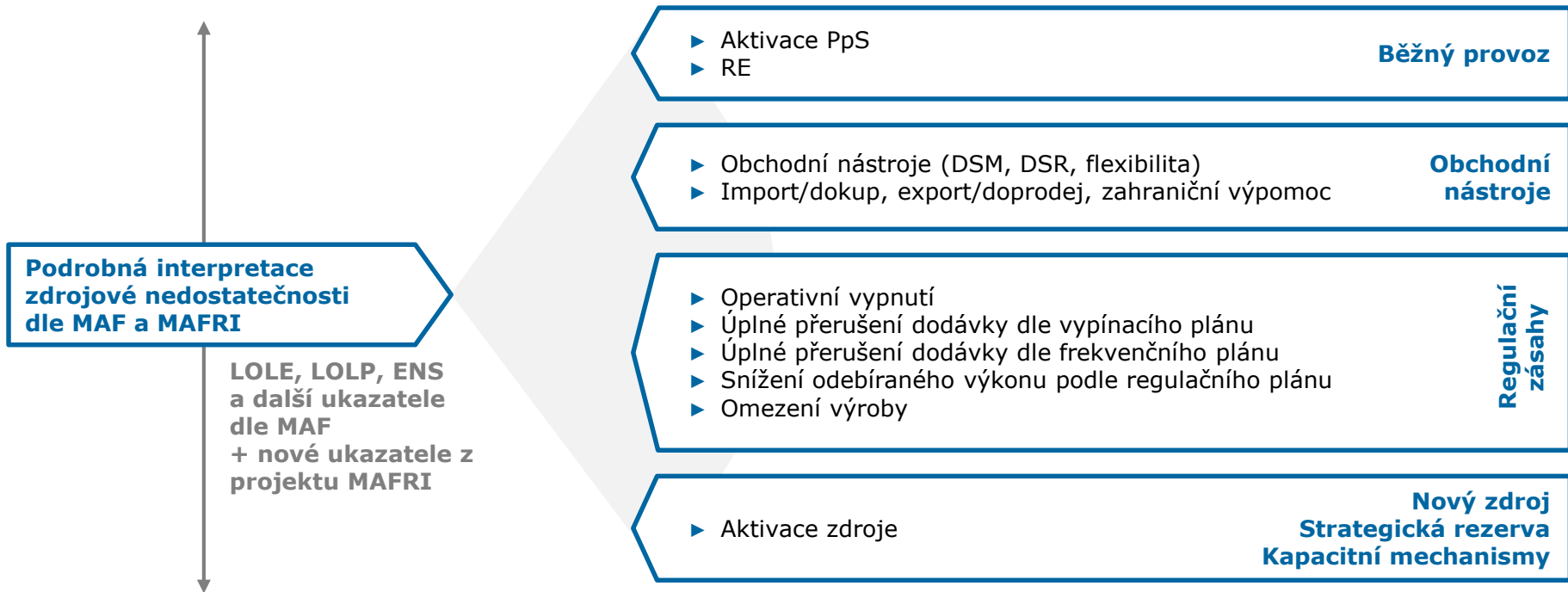
- ▶ **VoLL**
- ▶ Technické charakteristiky a omezení jednotlivých opatření
- ▶ **Ekonomické charakteristiky** a omezení jednotlivých opatření

2

Porovnání indikovaného nedostatku výkonu s jednotlivými alternativami nápravných opatření

Výsledek GA analýzy

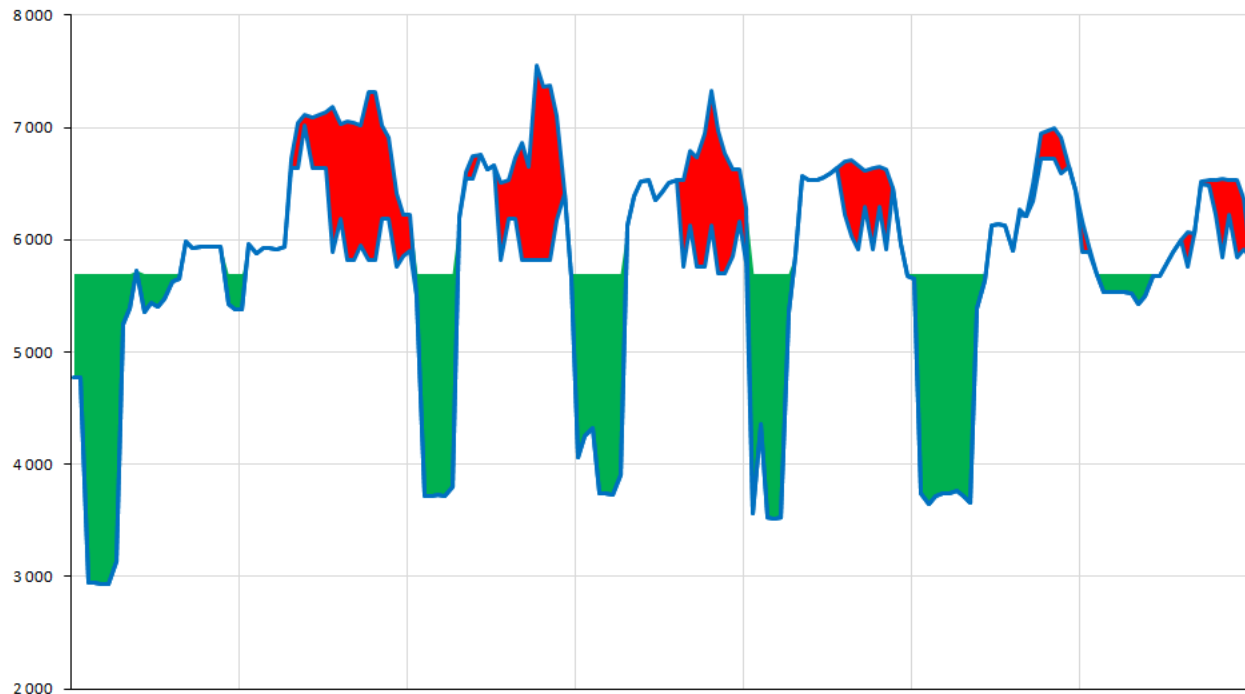
Možná opatření



2

Příklad kombinace dodatečných prostředků

Využití nenasazeného výkonu pro nabití úložiště



- ▶ Může podpořit ekonomiku provozu zdrojů (stabilní zatížení)
- ▶ Nutno zohlednit toky výkonu sítí

Děkujeme za pozornost

Pro více informací prosím kontaktujte:

Ing. David Hrycej, CSc.

david.hrycej@cvut.cz

Ing. Ondřej Mamula, MBA

ondrej.mamula@cvut.cz



ČESKÝ INSTITUT INFORMATIKY
ROBOTIKY A KYBERNETIKY

MAFRI



Program Théta



Ing. David HRYCEJ, CSc.



David Hrycej pracuje v oboru kybernetiky od roku 1987.

Nejprve pracoval na Institutu počítačových věd Akademie věd, později jako poradce pro zahraniční společnosti, zejména v oblastech klasifikace objektů při zpracování obrazu v reálném čase a neuronových sítí.

Pro české i zahraniční klienty v oboru energetiky pracuje od roku 1998, a to převážně na projektech optimalizace portfolia elektráren, budování matematických obchodních modelů, budování nástrojů risk managementu či modelování stavů energetických systémů.

David Hrycej vystudoval ČVUT v Praze, fakultu elektrotechnickou, obor technické kybernetiky a teorie řízení.

V roce 1986 dokončil postgraduální studium na AV ČR a získal titul CSc.

Ing. Ondřej MAMULA, MBA



Ondřej Mamula pracuje v energetice od roku 1998.

V letech 1998 až 2004 pracoval pro poradenskou společnost Accenture v oblasti utilit, se zaměřením na strategii, změny podnikatelských modelů a procesní reengineering.

V letech 2004 až 2014 pracoval pro Skupinu ČEZ, převážně v oblasti energetické regulace a legislativy a procesně-organizačních změn.

V letech 2004 až 2007 byl členem, později vedoucím Integrovaní kanceláře ČEZ, jejíž úlohou byla post akviziční integrace a transformace pěti REAS v nové procesně orientované společnosti.

V letech 2010 až 2013 vedl pilotní projekt WPP AMM jako business leader.

V letech 2012 až 2014 připravoval strategii smart grids Skupiny ČEZ.

Po odchodu ze Skupiny ČEZ poskytuje poradenství v oblastech smart meteringu a smart grids

V letech 2015 až 2018 pracoval pro společnost ATOS IT Solutions & Services v oblasti generation adequacy, smart metering, smart grids, smart cities, smart transportation, eHealth, eEducation a dalších smart oborech.

V červenci 2018 nastoupil na CIIRC a je spoluřešitelem dvou významných výzkumných projektů s podporou TAČR.

Ondřej Mamula vystudoval ČVUT v Praze, fakultu strojního inženýrství.

V roce 2007 dokončil postgraduální studium na Joseph M. Katz University of Pittsburg a získal titul MBA.

V roce 2017 zahájil doktorandské studium v oblasti kybernetiky.