ELEKTROINŠTITUT MILAN VIDMAR

9. SLOVENSKA FOTOVOLTAIČNA KONFERENCA SLO-PV 2023

VPLIV OBNOVLJIVIH VIROV ELEKTRIČNE ENERGIJE NA SISTEMSKE STORITVE V EES SLOVENIJE

Aleksandar Momirovski, mag. inž. el.

ODDELEK ZA VODENJE IN DELOVANJE ELEKTROENERGETSKIH SISTEMOV

UL, Fakulteta za elektrotehniko, Ljubljana, 7. junij 2023

© Elektroinštitut Milan Vidmar 2023 | Vse pravice pridržane

EIMV:

- **75** let od ustanovitve
- **2700+** strokovnih študij
- **100+** zaposlenih
- **80+** ekspertov (elektro)energetike
- **10+** certificiranih projektnih vodij
- **6** specializiranih oddelkov
- **Raziskovanje, testi & razvoj**

www.eimv.si

© Elektroinštitut Milan Vidmar 2023 | Vse pravice pridržane

Uvod

- **Sistemske storitve v širšem pomenu:**
  - Storitve izravnave → regulacija delovne moči in frekvence
  - Regulacija jalove moči in napetosti
  - Zagon EES iz teme
  - Sistemske storitve v razvoju: prožnost, hitri frekvenčni odzivi, vztrajnoste mase (inercija), kratkostični prispevek
- **Vzrok za storitve izravnave:** Razlika med dejansko in napovedano generacijo EE znotraj regulacijskega območja, odstopanja v realnem času
- **Razvoj OVE (SE, VE)** v regulacijskem bloku SHB v času zelene transformacije dobiva eksponentno rast v vseh možnih scenarijih.
- **ELES → EIMV + UL FE**: Vpliv OVE (SE, VE) na sistemske storitve v EES Slovenije

www.eimv.si

© Elektroinštitut Milan Vidmar 2023 | Vse pravice pridržane

© Elektroinštitut Milan Vidmar 2023 | Vse pravice pridržane

www.eimv.si

© Elektroinštitut Milan Vidmar 2023 | Vse pravice pridržane

www.eimv.si

© Elektroinštitut Milan Vidmar 2023 | Vse pravice pridržane

www.eimv.si

© Elektroinštitut Milan Vidmar 2023 | Vse pravice pridržane

www.eimv.si

© Elektroinštitut Milan Vidmar 2023 | Vse pravice pridržane

Napoved spremembe RVF

$$\boldsymbol{RVF_{SLO}} \approx \frac{W_{proiz.,SLO} + W_{odjem,SLO}}{W_{proiz.,CE} + W_{odjem,CE}} \cdot \mathbf{3000}\ \boldsymbol{MW} \approx \mathbf{15\ MW}$$

…Viri z omejenim zbiralnikom energije (VOZE)
(angl. Limited Energy Reservoir - **LER**)…

+60%

$$\boldsymbol{RVF_{SLO,max}} \approx \frac{W_{proiz.,SLO} + W_{odjem,SLO}}{W_{proiz.,CE} + W_{odjem,CE}} \cdot \mathbf{4800}\ \boldsymbol{MW} \approx \mathbf{24\ MW}$$

www.eimv.si

© Elektroinštitut Milan Vidmar 2023 | Vse pravice pridržane

Vpliv OVE na RPF

Histogram 15. minutnih povprečij odprtozančnih odstopanj ($ACE_{OL,15min.}$)

www.eimv.si

© Elektroinštitut Milan Vidmar 2023 | Vse pravice pridržane

SE:

VE:

$$\Delta RPF_{+} \approx \underbrace{\frac{\partial RPF_{+}}{\partial SE_{inšt.}} \cdot \Delta SE_{inšt.}}_{\Delta RPF_{+}(SE_{inšt.})} + \underbrace{\frac{\partial RPF_{+}}{\partial VE_{inšt.}} \cdot \Delta VE_{inšt.}}_{\Delta RPF_{+}(VE_{inšt.})}$$

$$\Delta RPF_{-} \approx \underbrace{\frac{\partial RPF_{-}}{\partial SE_{inšt.}} \cdot \Delta SE_{inšt.}}_{\Delta RPF_{-}(SE_{inšt.})} + \underbrace{\frac{\partial RPF_{-}}{\partial VE_{inšt.}} \cdot \Delta VE_{inšt.}}_{\Delta RPF_{-}(VE_{inšt.})}$$

www.eimv.si

© Elektroinštitut Milan Vidmar 2023 | Vse pravice pridržane

Izhodišče za **RPF:**
NEK/JEK2/ČHE Kozjak ali **OVE?**

www.eimv.si

© Elektroinštitut Milan Vidmar 2023 | Vse pravice pridržane

Primerjava ocen kratkoročnih in dolgoročnih sprememb RPF v odvisnosti od inštalirane moči OVE				
Regulacijsko območje (RO)	**Tip OVE**	**Gradient RPF [MW/100 MW]**	**Kratkoročno**	**Dolgoročno (mejni "worst-case" primeri)**
RO SLO	**SE**	$\frac{\partial RPF_+}{\partial SE_{inšt.}}$	**2**	**6**
		$\frac{\partial RPF_-}{\partial SE_{inšt.}}$	**-1**	**4**
	VE	$\frac{\partial RPF_+}{\partial VE_{inšt.}}$	N/A	N/A
		$\frac{\partial RPF_-}{\partial VE_{inšt.}}$	N/A	N/A
RO HR	**SE**	$\frac{\partial RPF_+}{\partial SE_{inšt.}}$	**2**	**2**
		$\frac{\partial RPF_-}{\partial SE_{inšt.}}$	**4**	**4**
	VE	$\frac{\partial RPF_+}{\partial VE_{inšt.}}$	**21**	**25**
		$\frac{\partial RPF_-}{\partial VE_{inšt.}}$	**15**	**33**
RO BiH	**SE**	$\frac{\partial RPF_+}{\partial SE_{inšt.}}$	N/A	N/A
		$\frac{\partial RPF_-}{\partial SE_{inšt.}}$	N/A	N/A
	VE	$\frac{\partial RPF_+}{\partial VE_{inšt.}}$	**85**	**86**
		$\frac{\partial RPF_-}{\partial VE_{inšt.}}$	**55**	**57**

www.eimv.si

© Elektroinštitut Milan Vidmar 2023 | Vse pravice pridržane

Vpliv OVE na aRPF

Novelirana deterministična metoda za določitev vpliva OVE na aRPF na nivoju regulacijskega območja → Ocene inkrementalnega (marginalnega) povečanja aRPF:

- zaradi inštalirane moči **SE** ne bo preseglo meje **1 MW/100 MW**,
- zaradi **VE** pa mejo **2 MW/100 MW**

Podatki dejanske proizvodnje in napovedi proizvodnje **OVE z 1-minutno resolucijo so nujni za oceno OVE na aRPF**

www.eimv.si

© Elektroinštitut Milan Vidmar 2023 | Vse pravice pridržane

Zaključki

Zaključke smo smiselno razdelili na tri skupine:

- **Izzivi**
- **Ključne ugotovitve**
- **Predlogi nadaljnjega dela**

Izzivi:

- Vhodni podatki: spoznavnost in defacto stanje proizvodnje OVE ter kakovost podatkov
- Scenarijske in občutljivostne analize
- Napovedi proizvodnje in razvoja OVE

www.eimv.si

© Elektroinštitut Milan Vidmar 2023 | Vse pravice pridržane

Zaključki

Ključne ugotovitve:

- **Vpliv VE** na povečanje RPF je za **večkratnik večji** od **vpliva SE.** Poseben pozor v regulacijskem bloku SHB na **povečanje posameznih in skupnih potreb RPF** zaradi **stohastičnosti in težke napovedljivosti proizvodnje VE v bloku**.
- **Pri interpretaciji rezultatov** velja poudariti, da **gre za vplive OVE** na obsege potrebne rezerve za izravnavo **ob upoštevanju nespremenjenega obnašanja bilančnih skupin.** V realnosti pričakujemo, da bi zaradi velikih stroškov odstopanj v primeru inštalacije večjih obsegov OVE bilančne skupine hitro izboljšale svoje napovedi in s tem vplivale na zmanjšanje odstopanj.
- **Vgradnja namenskih hranilnikov električne energije za pokrivanje odstopanj med napovedano in dejansko proizvodnjo velikih centraliziranih OVE** je posebej zaželena, vendar je za to nujna regulatorna spodbuda prek novelacije zakonodaje ter iskanja projektov skupnega interesa med deležniki EES.
- **Ukrepi:**
  - **Obzervabilnost in kakovost podatkov: N**apredni **M**erilni **S**istemi
  - **Izboljšanje napovedi proizvodnje: AI pristopi**
  - **Regulatorni vzvodi: Spodbuda vloge sistemskih elektrarn in regulacija majhnih OVE**
  - **Koordinacija: SOPO-SODO/EDP**
  - **Razvoj trga: prožnosti (fleksibilnosti)**
  - **…**

www.eimv.si

© Elektroinštitut Milan Vidmar 2023 | Vse pravice pridržane

ELEKTROINŠTITUT
MILAN VIDMAR

PARTNERJI ENEGETIKE

Z VAMI DO CILJA!

© Elektroinštitut Milan Vidmar 2023 | Vse pravice pridržane