

Pregled opreme za upravljanje naponsko-reaktivnim prilikama u EES Srbije i mogućnost uključanja u nove koncepte upravljanja

Jasna Dragosavac

***Elektrotehnički institut „Nikola Tesla“
Beograd, Srbija***

Sadržaj

- ❖ Prikaz faktora koji utiču na promenu prirode naponsko-reaktivne regulacije u elektroenergetskom sistemu (EES).
- ❖ Virtuelna elektrana kao poslovni model.
- ❖ Virtuelna elektrana kao tehničko rešenje upravljanja grupom generatora.
- ❖ Pregled opreme za upravljanje naponsko reaktivnim prilikama u prenosnoj mreži Srbije sa aspekta uklapanja u nove tržišne zahteve.
- ❖ Smernice budućeg razvoja opreme za upravljanje naponsko reaktivnim prilikama.
- ❖ Pregled postojećih rešenja u regulaciji napona i reaktivnih snaga u svetu.
- ❖ Ekonomski efekti.

Faktori koji menjaju prirodu EES



- Sve veći udeo obnovljivih izvora (OI) u ukupno proizvedenoj električnoj energiji. **Njihova proizvodnja nije kuplovana sa potrošnjom i postoji visok nivo neizvesnosti generisane snage u minutnom i satnom domenu.**
- Kapaciteti prenosne mreže:
 - u pojedinim delovima postaju nedovoljni (transport Q, stabilnost).
 - izgradnjom novih kapaciteta ističe probleme sa previsokim naponima.
- Znatno se povećava broj resursa koji učestvuju u regulaciji napona uključujući i sredstva za kompenzaciju.
- Menja se tok snage.
- Povećava se potreba za kompenzacijom pri čemu se kompenzacija Q se vrši centralizovano, u izabranim, pogodnim tačkama i menja naponske prilike prvenstveno lokalno ali i u svim električno bliskim tačkama.

Rezultat dejstva faktora koji menjaju prirodu EES



• Klasični EES:

- dimenzionisani prema maksimumumu potrošnje,
- upravljani na način da su osetljivi na promene potrošnje (OPP).

• Klasični kombinovani proizvođača/potrošača (KPP):

- industrijsko postrojenje sa svojom energanom,
- primarni tehnološki proces definiše oblast rada.

• Savremeni EES:

- maksimizacija iskorišćenja postojeće infrastrukture,
- energija je raspoloživa kada je raspoloživ resurs,
- nisu OPP.

• Savremeni KPP:

- micro-grid sa heterogenim izvorima električne energije,
- izražene fluktuacije snage u vremenu.



Odgovor tržišta na razvoj tehnologije OI

- **OI** se danas dominantno oslanjaju na vetar i sunce.
- Da bi se osigurao uravnotežen i stabilan rad prenosne mreže potrebno je rešiti pitanja vezana za intermitentnost snabdevanja i potrebe skladištenje energije.
- **Rezultat – neizvesnost cena.**

VIRTUELNA ELEKTRANA (VE) -poslovni model-

- **Virtuelna elektrana (VE) je poslovni model primenjen širom sveta.**
- VE je elektrana centralni ili distribuirani kontrolni centar koji vrši agregaciju heterogenih distribuiranih energetske resursa:
 - dispečebilne i ne dispečebilne distribuirane proizvodne (DG) jedinice (npr gasna postrojenja, vetroelektrane, solarne, male hidroelektrane, biomasa, itd .),
 - sistema za skladištenje energije (SSE),
 - upravljiva potrošnje.
- **Cilj** - postizanja više cene.
- **Sredstvo** - zajenički nastup na-veliko na tržištu električne energije i / ili pružanje pomoćnih usluga za operatora sistema.

VIRTUELNA ELEKTRANA (VE) -odgovor tehnologije na zahtev tržišta-

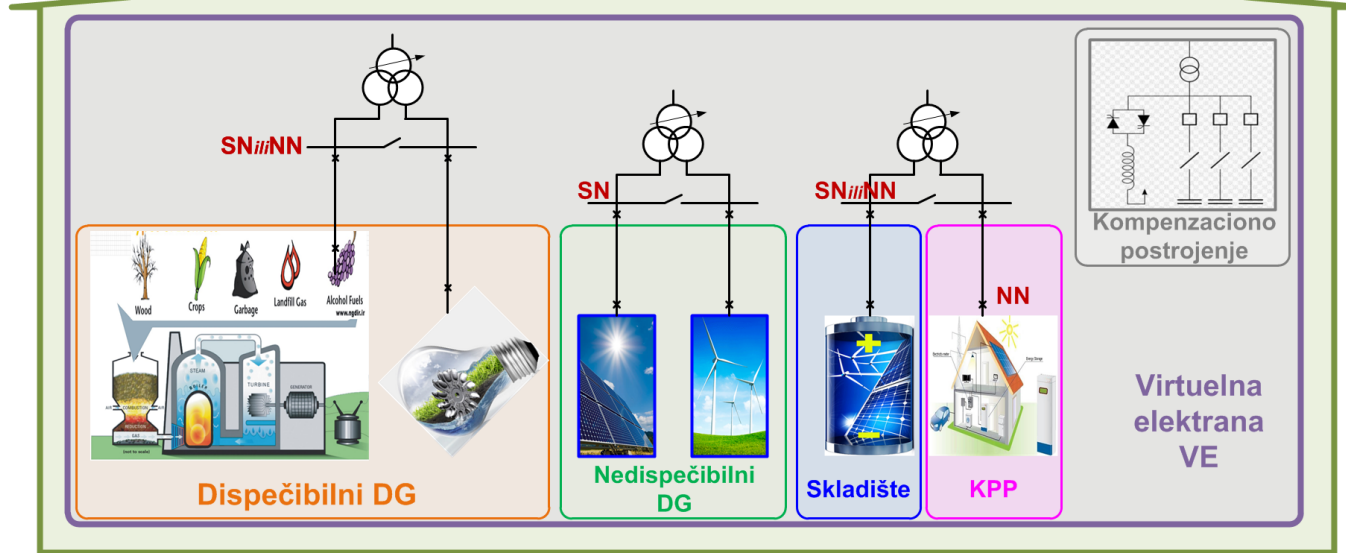
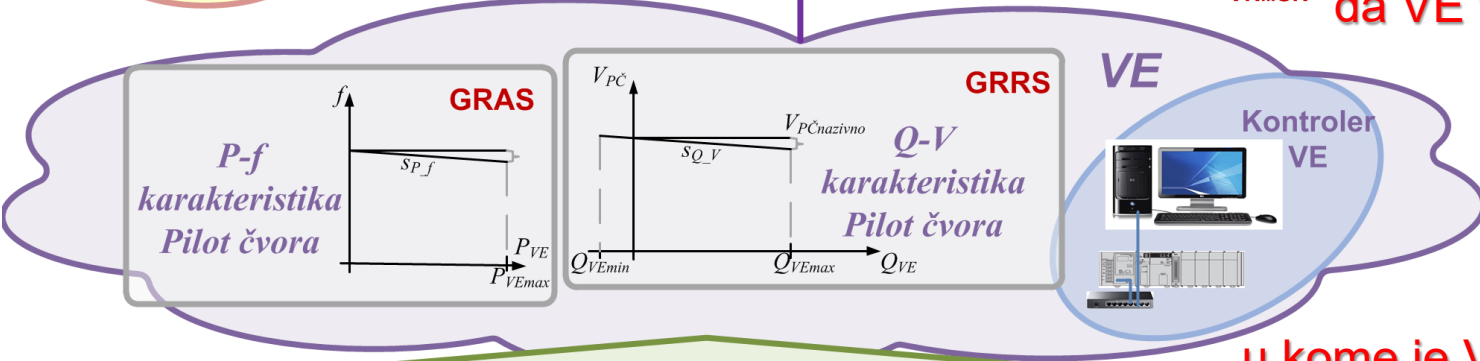
- Osnovni zahtev tržišta je da se visina proizvodnje prilagođava potrošaču (demand response)- osetljivost na promene potrošnje (OPP).
- Osnovna karakteristika je da je energija je raspoloživa kada je raspoloživ resurs.
- Tržište to kažnjava niskom cenom.
- Udruživanjem više heterogenih izvora u VE smanjuje se zavisnost isporuke energije u zavisnosti od energenata, i povećava OPP i cena proizvedenog MWh.
- Agregacijom izvora (i skladista) postiže se da veći broj manjih generatora radi kao jedinstven i fleksibilan resurs na tržištu energije

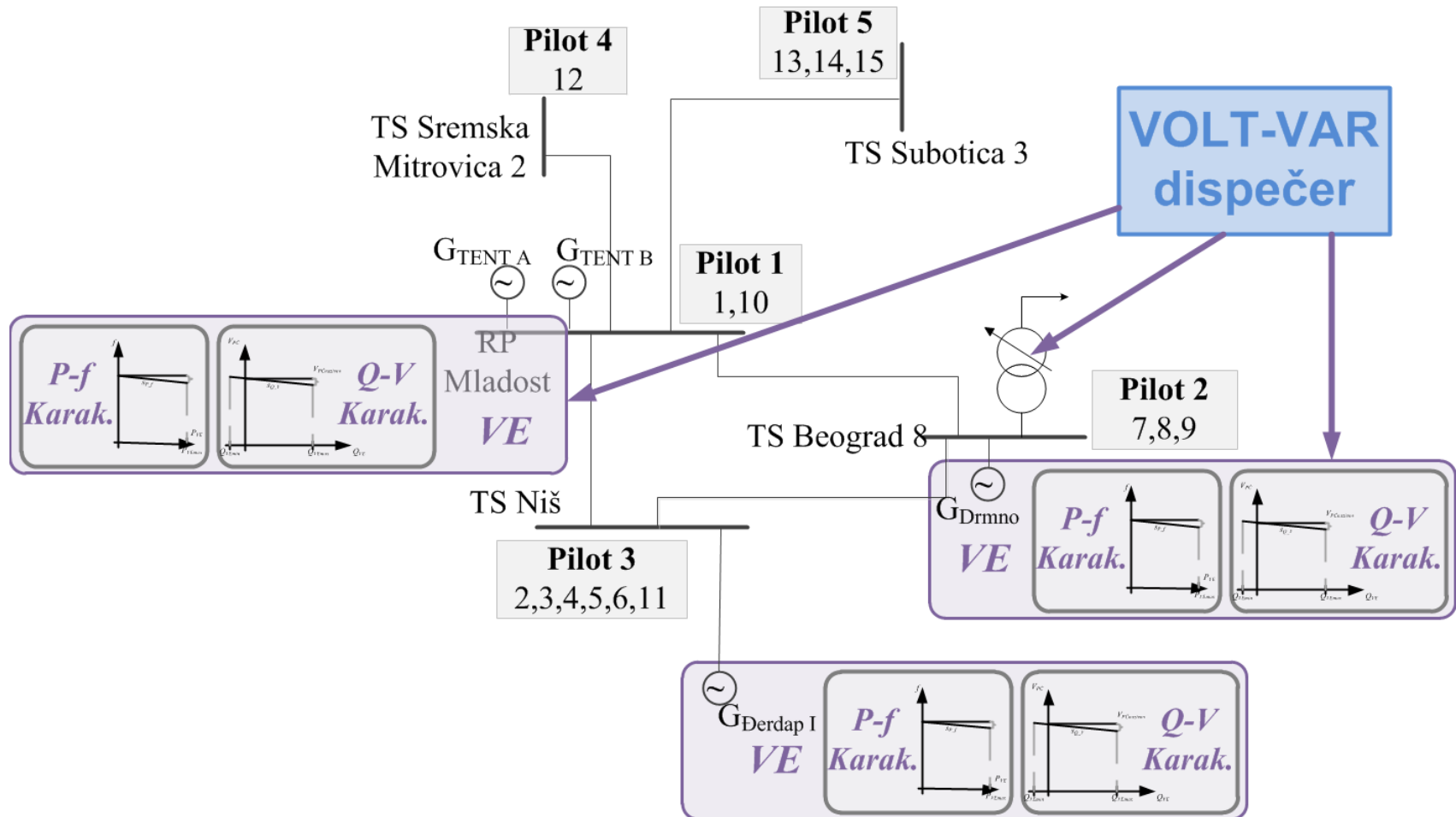


Prenosna mreža

Pilot čvor zone

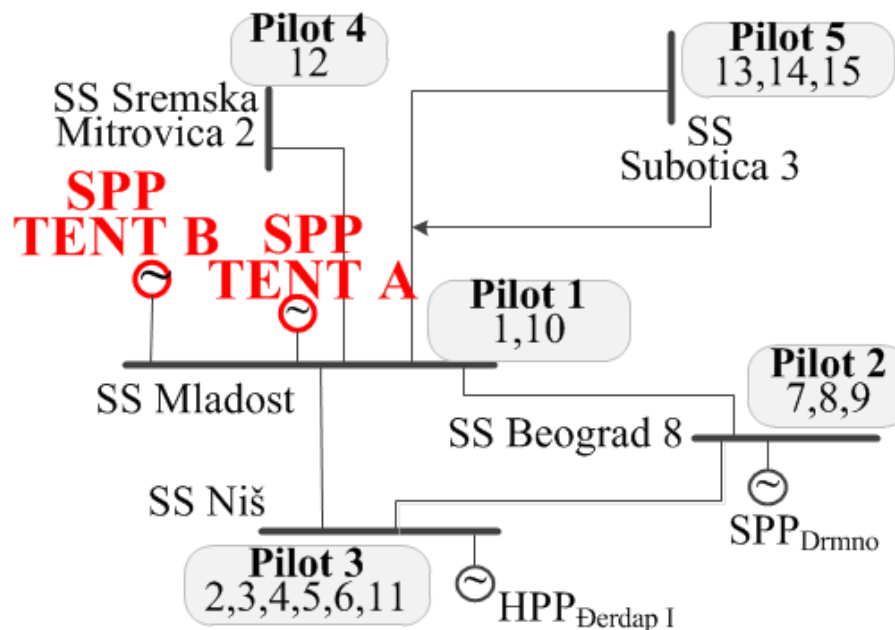
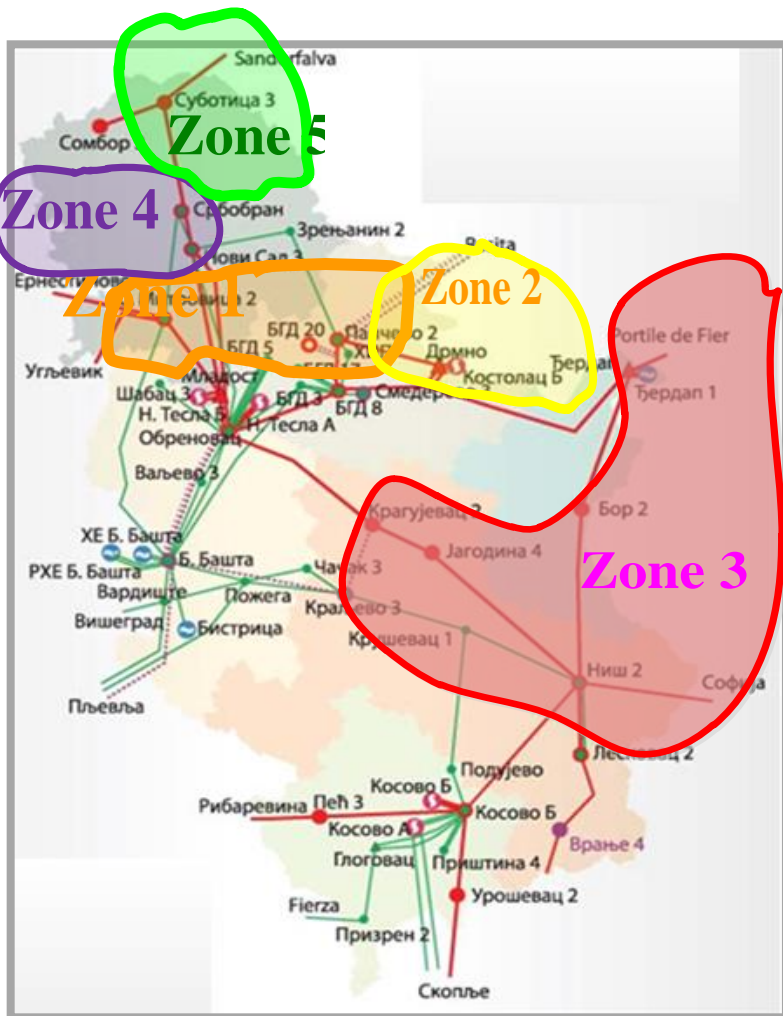
Zadatak kontrolera VE je da VE transformiše u traženu P - f i Q - V karakteristiku pilot čvora u kome je VE priključena.





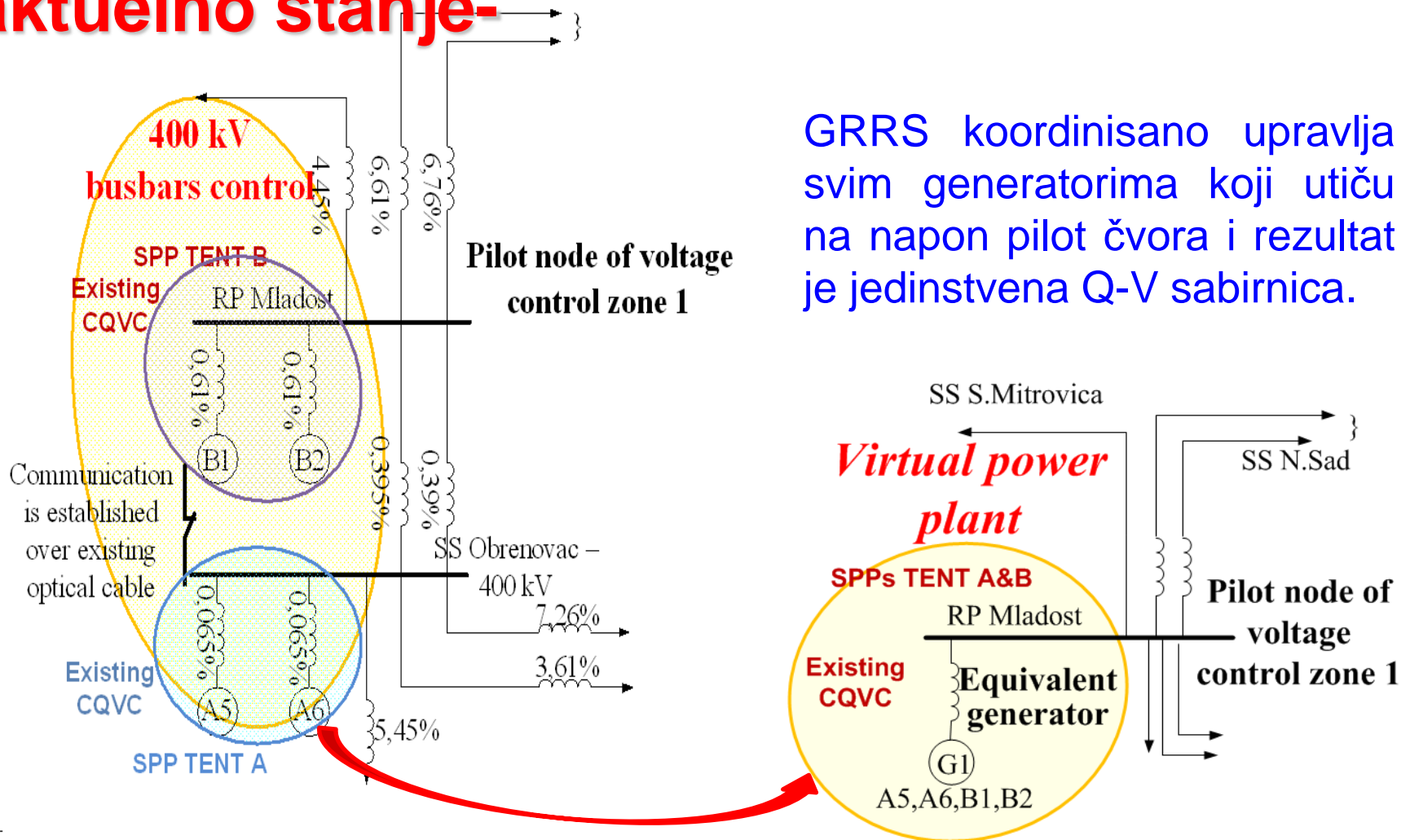
VOLT-VAR dispečer prenosnog sistema **automatski, nezavisno, jednovremeno, u jednoj iteraciji** i u realnom vremenu upravlja Q-V karakteristikama svih čvornih tačaka na takav način da se izbegnu nedostaci direktnog zadavanja potencijala čvorova (kada se dostižu Q limite) odnosno direktnog zadavanja Q tokova (kada se dostižu V limiti)

Podela prenosne mreže Srbije u naponske zone

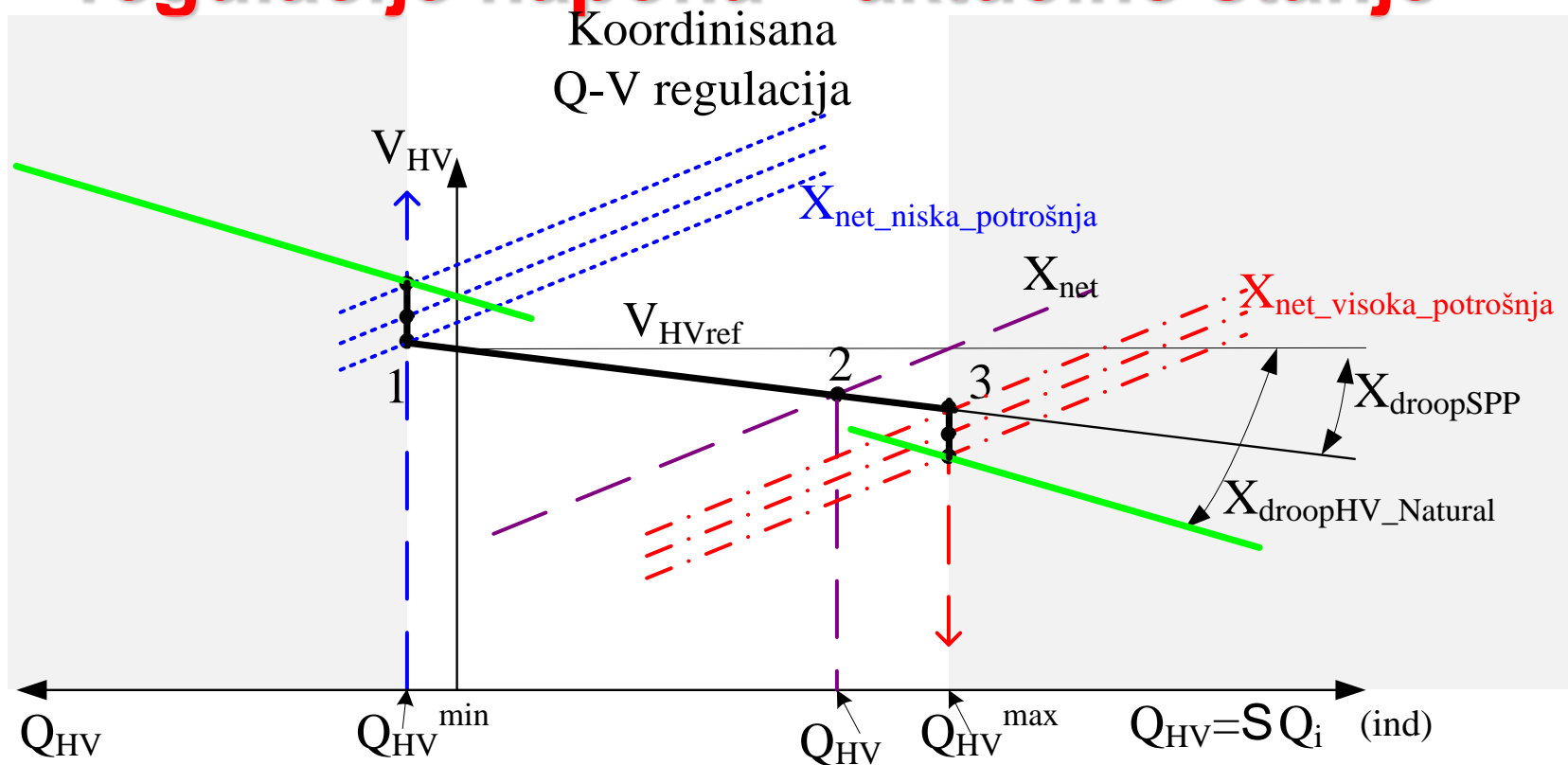


Grupni regulator reaktivnih snaga (GRRS) sistema sekundarne regulacije napona – aktuelno stanje-

GRRS koordinisano upravlja svim generatorima koji utiču na napon pilot čvora i rezultat je jedinstvena Q-V sabirnica.

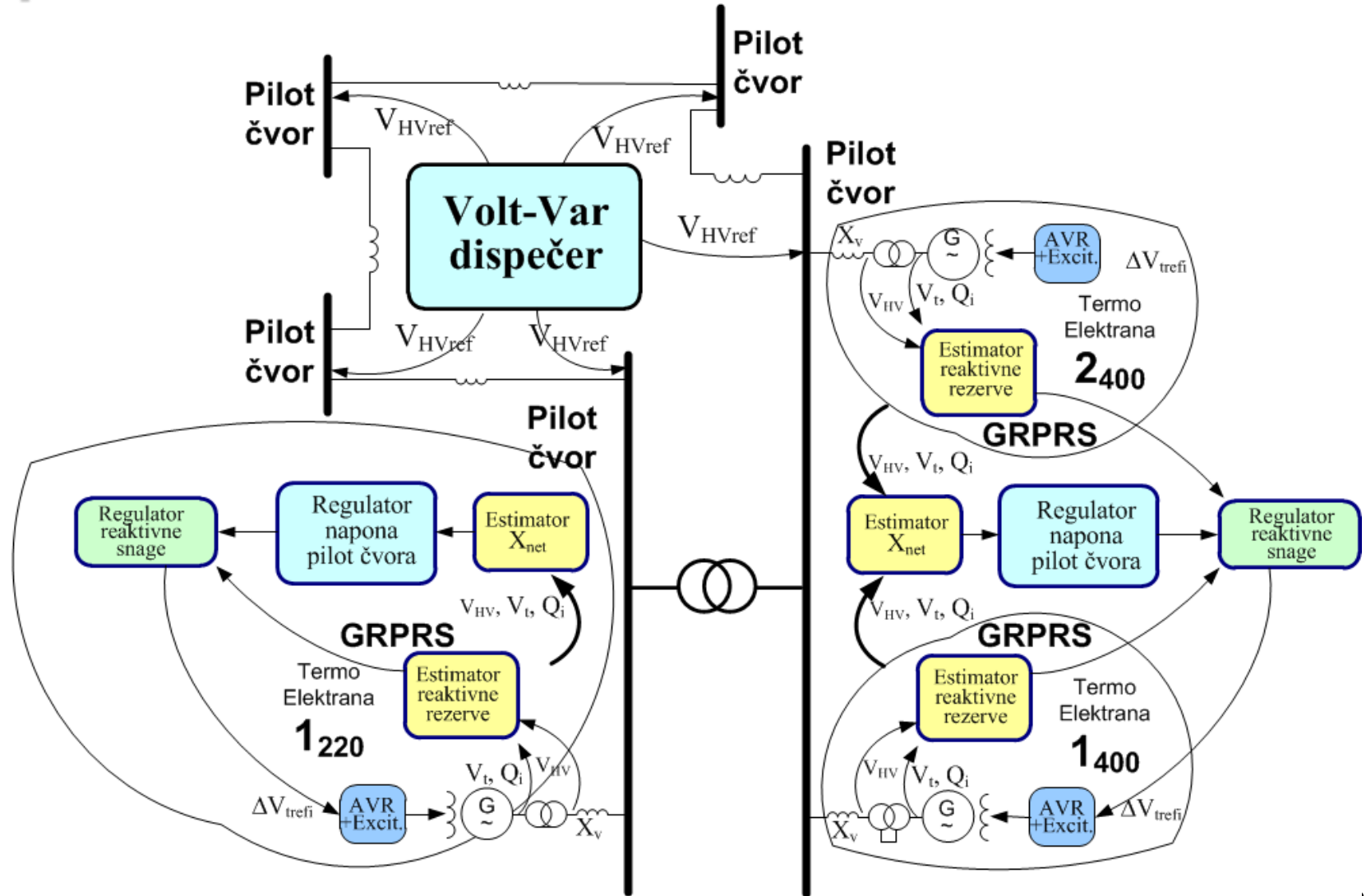


GRRS kao izvršni deo sistema sekundarne regulacije napona – aktuelno stanje



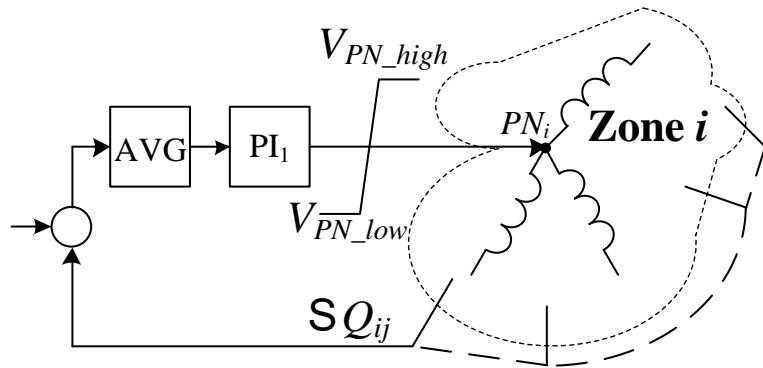
Da bi se izbegao rad generatora izvan dozvoljenih vrednosti po naponu i reaktivnoj snazi GRRS ograničava svoje dejstvo po kanalu tog agregata. Upravljanje naponsko-reaktivnom karakteristikom elektrane, uz ograničenja napona i reaktivne snage, uz pomoć karakteristike $X_{droopSPP}$ i $X_{droopHV_Natural}$, uz graničnu vrednost Q_{HV}^{min} i Q_{HV}^{max} , GRRS pokušava Q_{HV} stacionarnom stanju da održi kritičnu veličinu na zadatoj graničnoj vrednosti.

Volt Var dispečer upravlja mrežom GRRS i prenosnim odnosom mrežnih transformatora

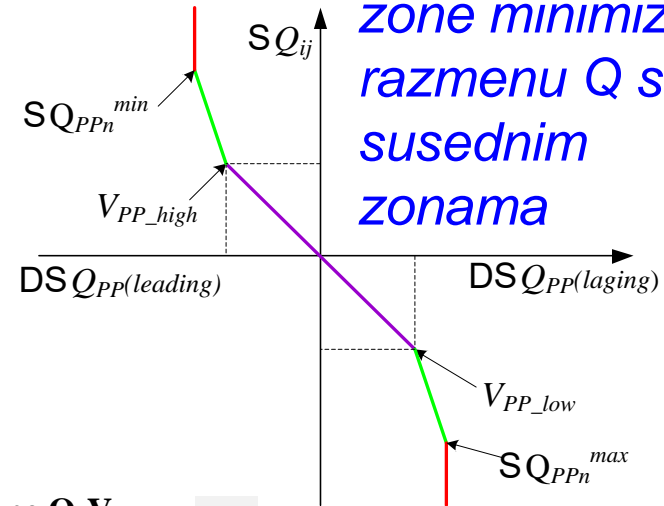


GRRS kontroler zone

– buduće stanje-

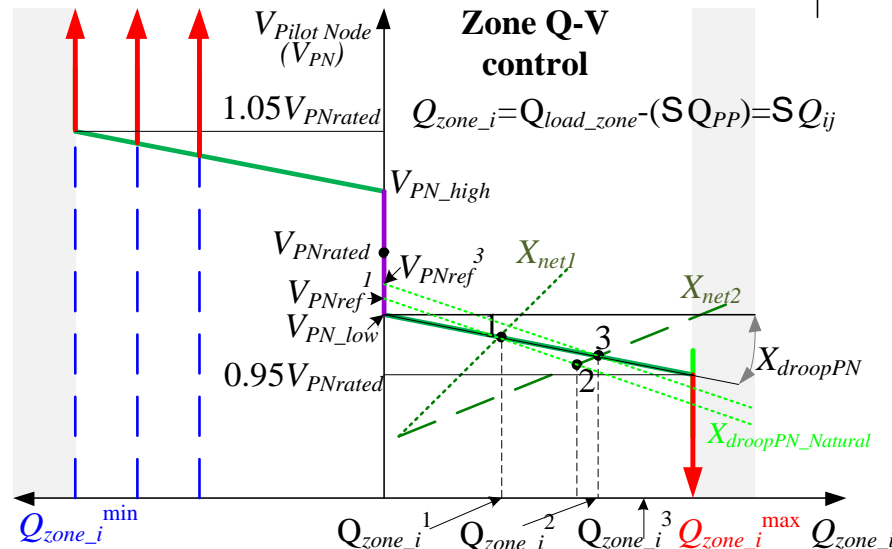


GRRS kontroler zone minimizuje razmenu Q sa susednim zonama

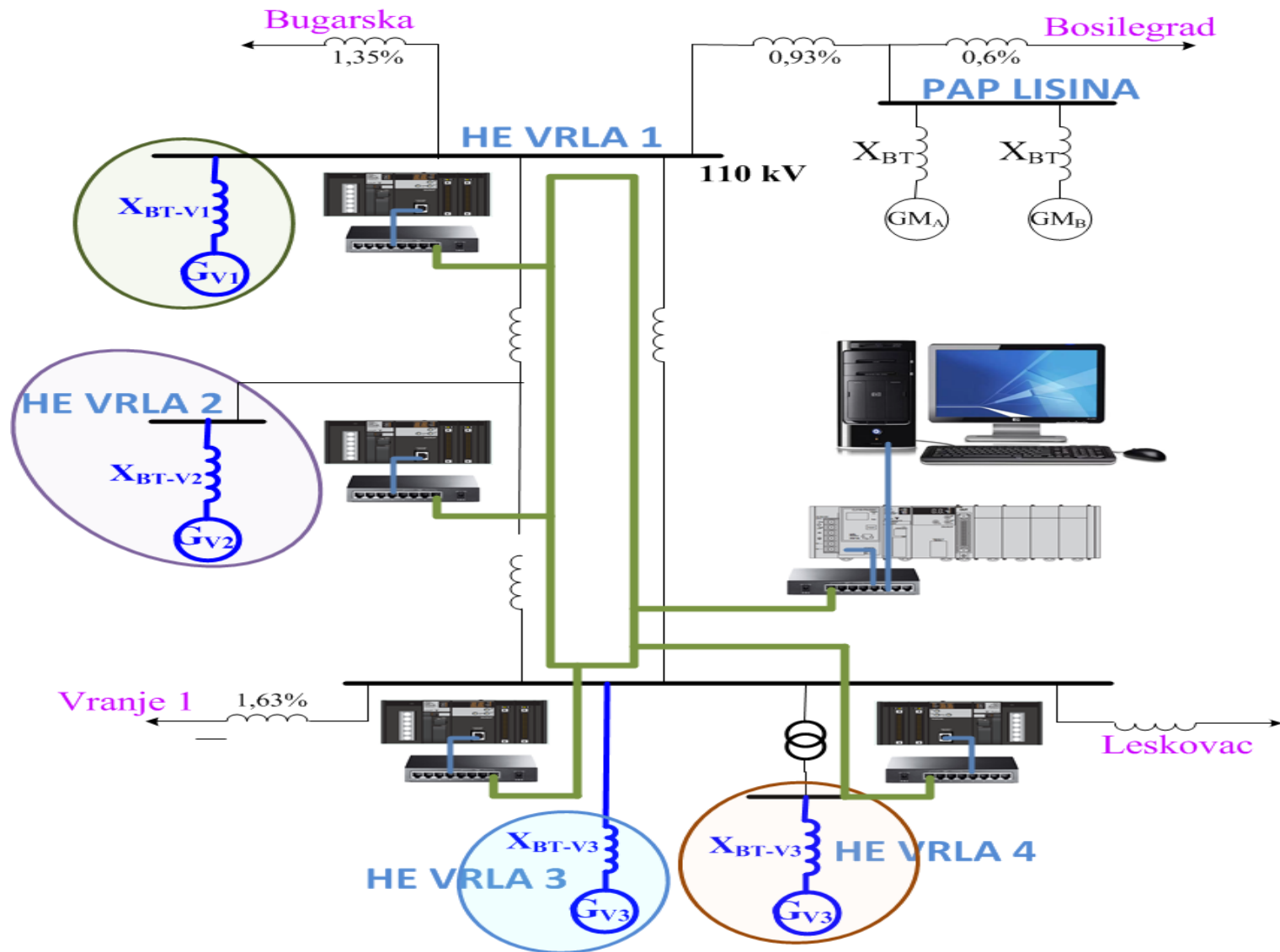


GRRS kao kontroler zone

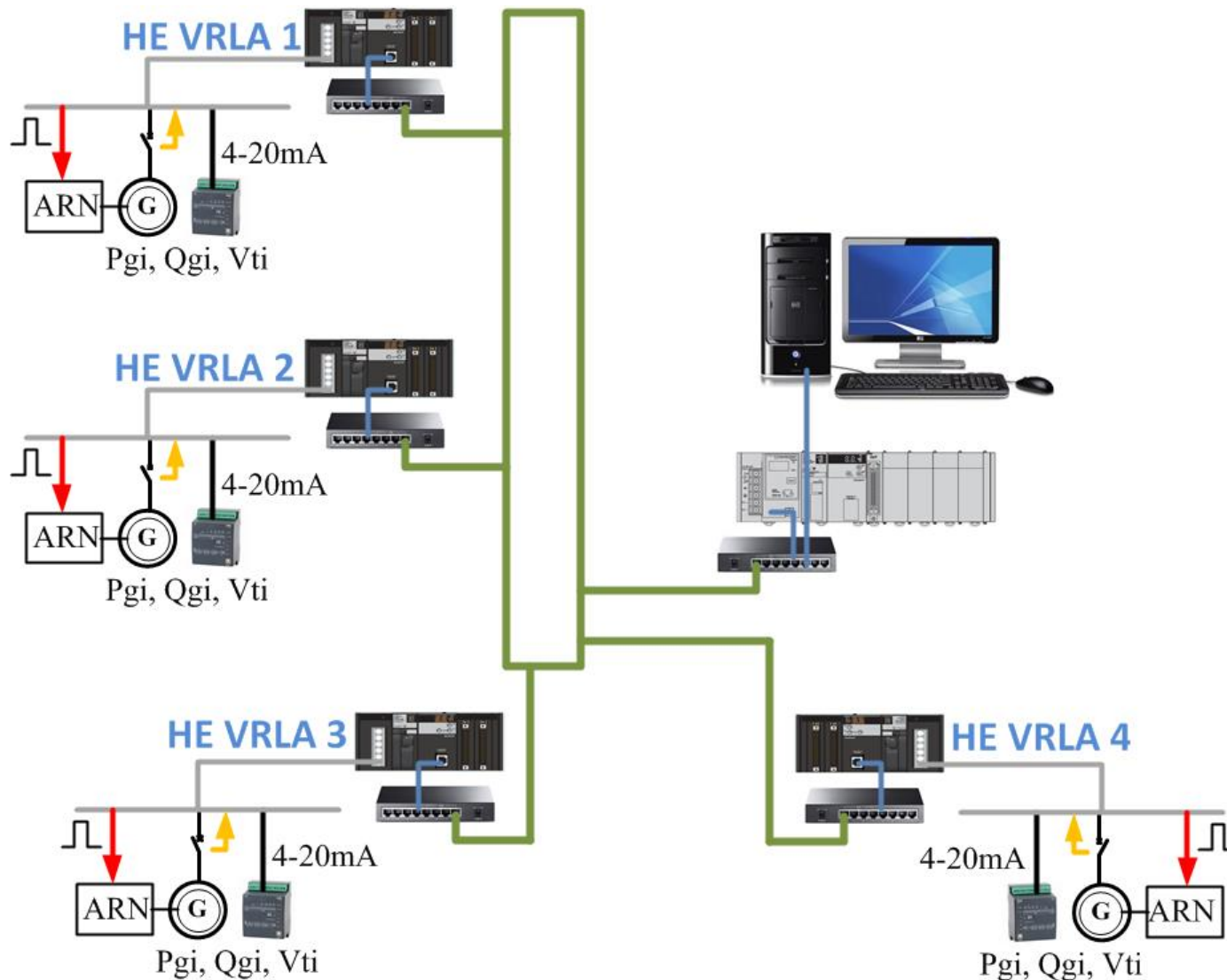
Q-V karakteristika Pilot čvora



Ilustracija predložene realizacije uređaja GRRS na sistemu Vlasinskih HE



Ilustracija predložene realizacije uređaja GRRS na sistemu Vlasinskih HE



Pregled postojećih rešenja u regulaciji napona i reaktivnih snaga u svetu



Zemlja	OPS		CENTRALIZOVANO		HIJERARHIJSKA REGULACIJA NAPONA			
			Regulacija napona	Regulacija reaktivne snage	SRN		TRN	
					Regulacija napona	Regulacija reaktivne snage	Regulacija napona	Regulacija reaktivne snage
Francuska	RTE							
Italija	ENEL							
Belgija	Elia	Postojeće rešenje						
		Planirano rešenje						
Švajcarska	Swissgrid							
Španija	REE	Postojeće rešenje						
		Planirano rešenje						
Nemačka	Vattenfal, EON, RWE, EnBW							
NORDEL								
Holandija								
SAD (PJM)	NERC							
Poljska	PSE							
Koreja	KEPCO							
Japan	TEPCO							

Ekonomski efekti

Zemlja	Osnov	Naknada
Francuska	Dugoročni bilateralni ugovor sa generatorima	Odnosi se samo na osetljive geografske zone. Cena reaktivne energije je fiksna (€/Mvar/h). Uvećava se 50% ako generator učestvuje u SVR.
Italija	Hijerarhijsaka regulacija napona	Povlačenje reaktivne energije preko dogovorenog okvira, cena reaktivne energije je (€/Mvar/h).
Belgija	Tender za pružanje usluge regulacije napona zasnovan na ceni i lokaciji generatora	Proizvođači su plaćeni za stvarno apsorbovanu ili generisanu reaktivnu snagu (€/Mvar/h).
Švajcarska	Planiranje reaktivnih snaga dan unapred, i bilateralni ugovori za dodatnu reaktivnu podršku.	Reaktivna energija se plaća po ceni (€/Mvar/h).

Španija	Tenderi za pružanje systemske usluge regulacije napona na godišnjem i dnevnom nivou i za generisanu reaktivnu snagu na osnovu planiranja reaktivnih snaga dan unapred	Mesčna naknada za apsorbovanu i generisanu reaktivnu snagu uvažavajući: 1) iskorišćenu reaktivnu snagu, 2) raspoloživost reaktivnog opsega.
Nemačka	1) Bilateralni sporazumi između zainteresovanih strana. 2) Dodatna podrška u reaktivnoj snazi na osnovu planiranja dan unapred.	1) Kompensacije do optimalne isplativosti (opportunity cost). 2) Novčana naknada na osnovu bilateralnih sporazuma
NORDEL	1) Obavezna reaktivna snaga. 2) Reaktivna snaga veća od obavezne.	1) Bez finansijske nadoknade. 2) Ugovaranje na godišnjem nivou između OPS i proizvođača.
Holandija	Bilateralni ugovori sa lokalnim generatorima.	Plaća se reaktivni kapacitet , a ne reaktivna energija.
SAD (PJM)	Regulacija napona je obavezna.	Proizvođači su plaćeni prema regulisanoj ceni (\$/Mesec) + Kompensacije do optimalne isplativosti (opportunity cost).