

Vođenje pogona distribucijskog sustava u normalnom, poremećenom i kvarnom stanju

Vedran Jadek
Ivan Periša

Sadržaj

Uvod

Obilježja vođenja distribucijskog sustava

Kvaliteta opskrbe

Vođenje sustava u normalnom,

poremećenom i kvarnom stanju

Vođenje u funkciji potpore EE sustavu

Nova gledišta vođenja

Zaključna razmatranja

Što je to vođenje pogona DEES-a?

- planiranje, nadzor i upravljanje pogonom DEES-a uz uvjet održanja odgovarajuće razine kvalitete opskrbe !

Operator distribucijskog sustava odgovoran je za: sigurno i učinkovito vođenje distribucijske mreže, uz što manje utjecaja na prirodu i okoliš, **radi isporuke električne energije zajamčene kvalitete. (mrežna pravila)**

Vođenje DEES = f(planiranje pogona, nadzor pogona, upravljanje) / odgovarajuća kvaliteta opskrbe

Vođenje DEES-a

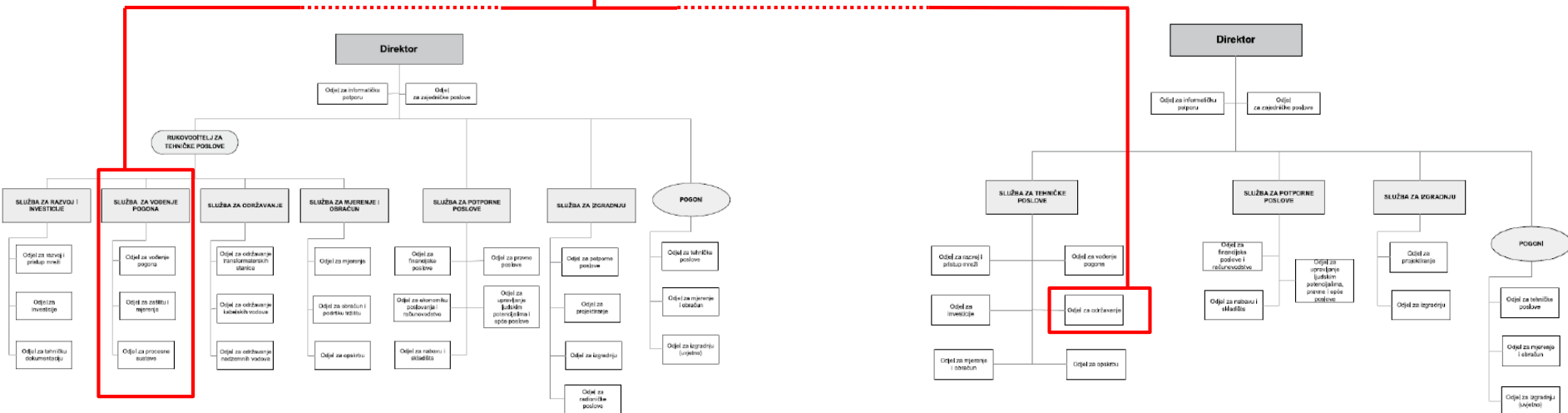
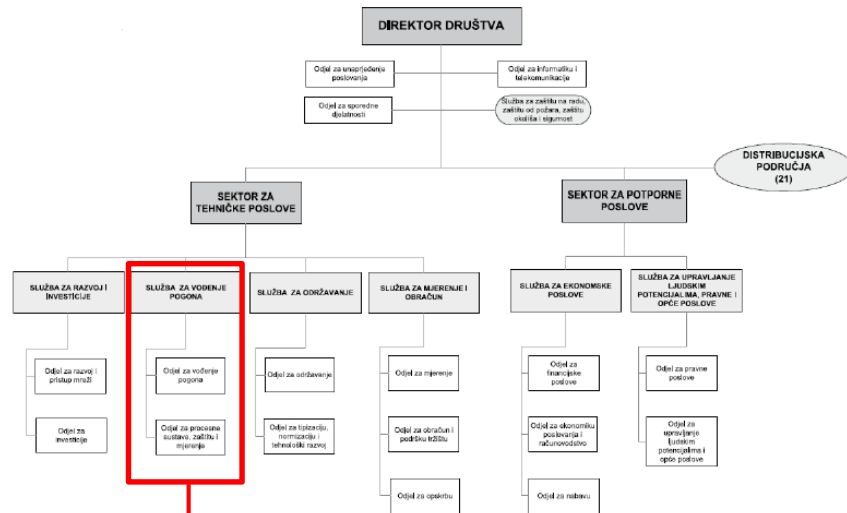
Planiranje sustava

Razvoj i izgradnja sustava

Održavanje sustava

Pružanje usluga pogonu EES i DEES

Organizacijska shema ODS-a



HEP ODS – postrojenja u sustavu daljinskog vođenja

Organizacijska jedinica		TS VN/x			TS SN/x			RS u SN mreži			TS x/0,4 kV			DURN
		Ukupno	U SDV	%SDV	Ukupno	U SDV	%SDV	Ukupno	U SDV	%SDV	Ukupno	U SDV	%SDV	Ukupno
4001	Zagreb	19	17	89%	20	20	100%	44	14	32%	4106	53	1%	24
4002	Zabok	3	3	100%	9	6	67%	0	0	0%	956	17	2%	0
4003	Varaždin	4	3	75%	8	8	100%	11	8	73%	918	8	1%	29
4004	Čakovec	2	2	100%	9	9	100%	0	0	0%	623	25	4%	17
4005	Koprivnica	3	3	100%	12	12	100%	2	2	100%	813	41	5%	6
4006	Bjelovar	2	2	100%	13	13	100%			0%	778	2	0%	6
4007	Križ	3	2	67%	18	18	100%	2	2	100%	1512	3	0%	11
4008	Osijek	10	7	70%	23	20	87%	15	15	100%	1552	8	1%	20
4009	Vinkovci	4	4	100%	16	16	100%	4	0	0%	873	7	1%	2
4010	Slavonski brod	4	4	100%	14	13	93%	4	2	50%	837	9	1%	10
4011	Pula	15	14	93%	20	17	85%	17	3	18%	2355	41	2%	14
4012	Rijeka	14	14	100%	20	19	95%	6	6	100%	2134	80	4%	8
4013	Split	16	9	56%	35	34	97%	4	2	50%	2704	68	3%	19
4014	Zadar	7	7	100%	11	9	82%	25	8	32%	1314	19	1%	2
4015	Šibenik	1	1	100%	15	11	73%	1	1	100%	1108	24	2%	7
4016	Dubrovnik	3	1	33%	15	15	100%	1	1	100%	628	9	1%	0
4017	Karlovac	5	4	80%	14	11	79%	3	2	67%	1609	0	0%	0
4018	Sisak	5	2	40%	3	3	100%	3	3	100%	1023	3	0%	14
4019	Gospić	7	6	86%	23	21	91%	5	2	40%	1150	5	0%	30
4020	Virovitica	2	2	100%	6	6	100%	0	0	0%	531	0	0%	8
4021	Požega	1	1	100%	6	6	100%	0		0%	424	1	0%	14
UKUPNO:		130	108	83,08%	310	287	92,58%	147	71	48,30%	27948	423	1,51%	241

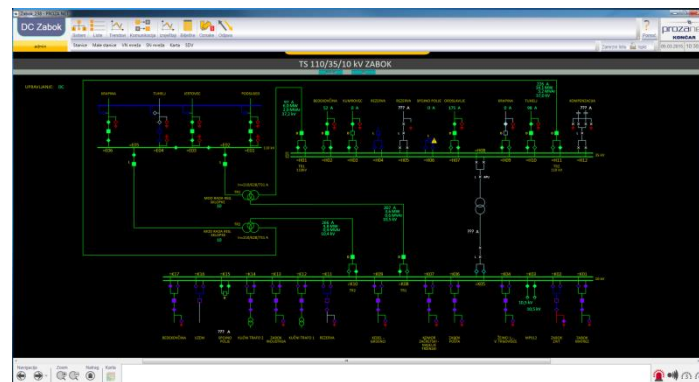
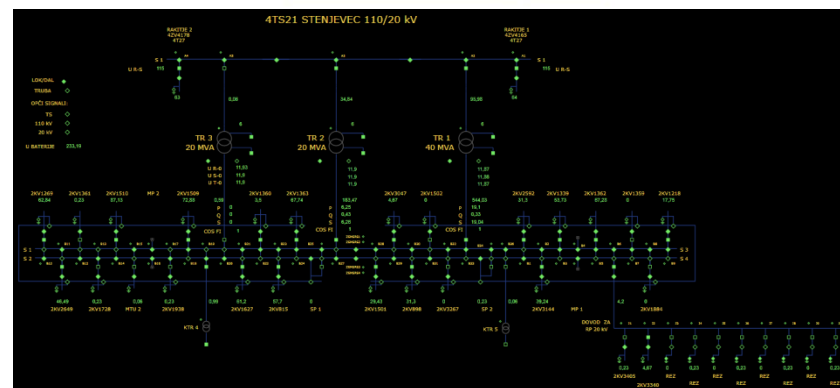
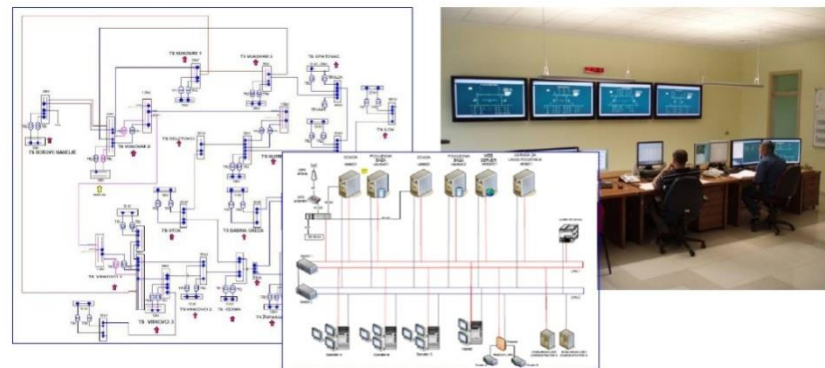
HEP ODS – postrojenja u sustavu daljinskog vođenja

Mreža HEP ODS	TS 110/X kV		TS 35 /X kV		SN Rasklopišta		TS 10(20)/X kV		DURN	
	Ukupno (kom)	u SDV (%)	Ukupno (kom)	u SDV (%)	Ukupno (kom)	u SDV (%)	Ukupno (kom)	u SDV (%)	Ukup no (kom)	kom./ 100 km
Ukupno	130	83	310	93	147	48	27948	1.5	241	1

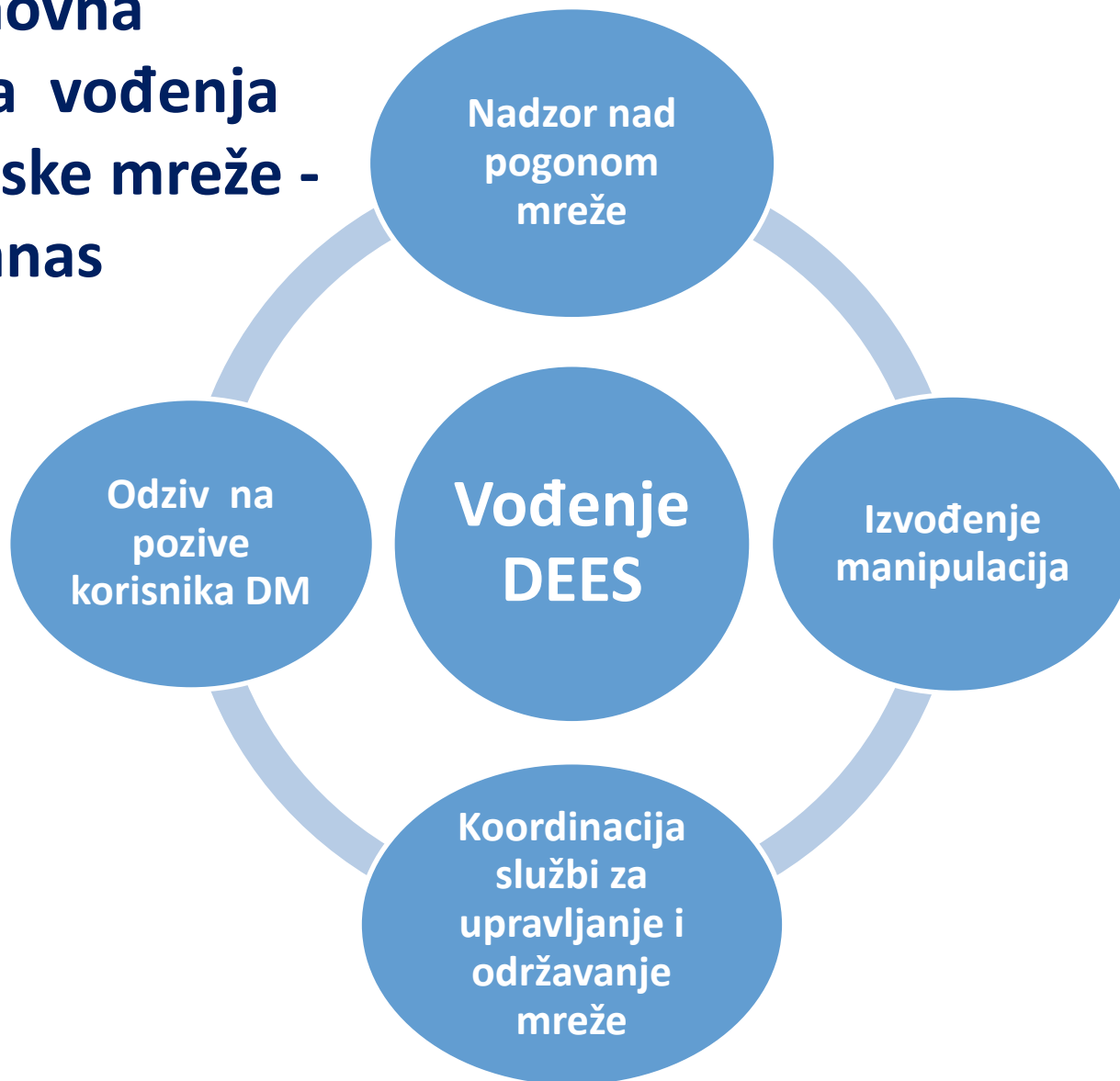
- na razini HEP ODS-a, stupanju uvedenosti pojedinih TS razina 110/x kV i 35/x kV u sustav daljinskog vođenja je 90%
- TS 10(20)/X i DURN-ova 1,5%, 1 kom/100km

Postojeći SCADA sustavi u dispečerskim centrima HEP ODS-a

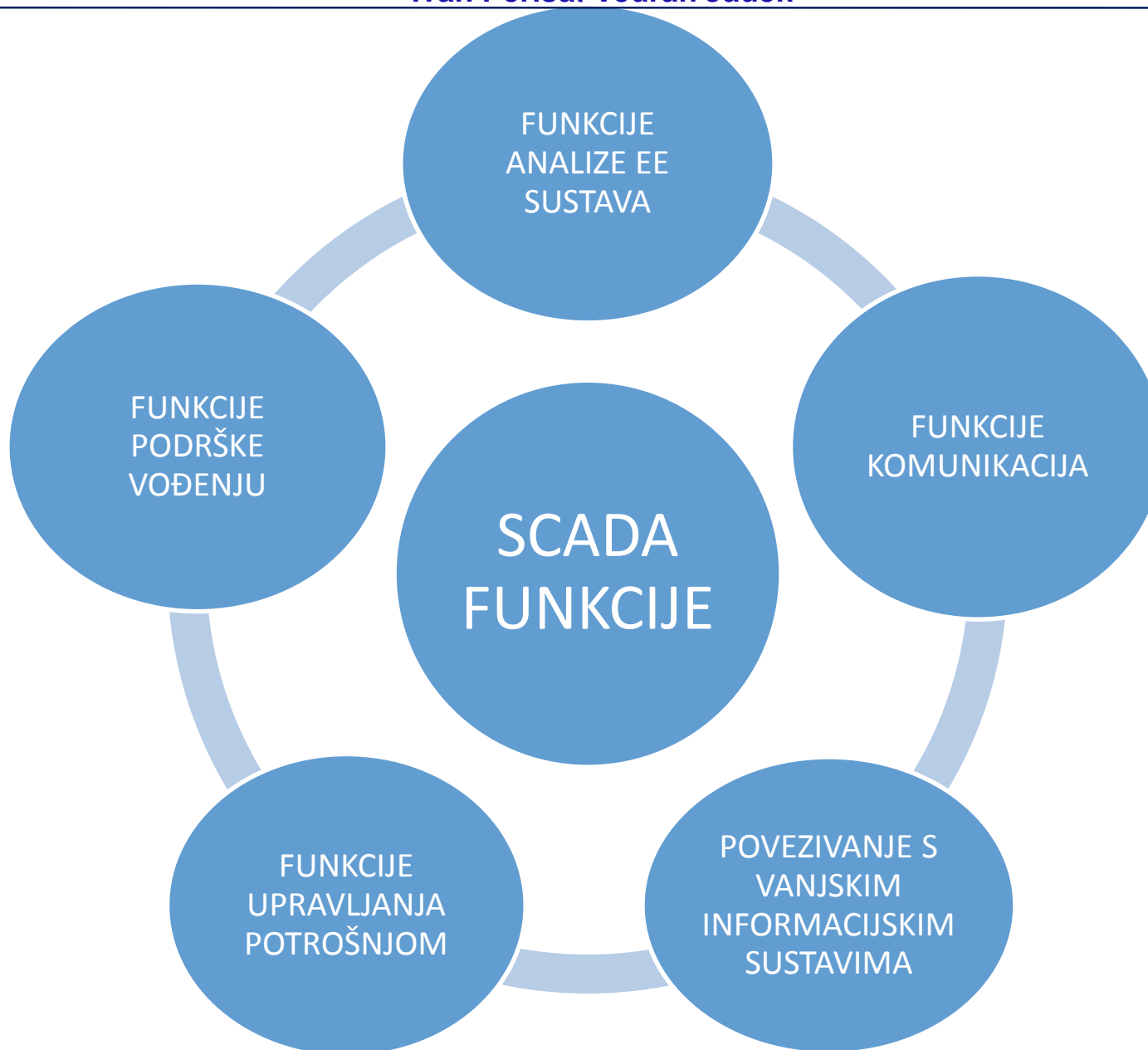
Distribucijsko područje	Instalirani sustav
Elektra Zagreb	Network Manager Unix
Elektroslavonija Osijek	Network Manager Unix
Elektroprimorje Rijeka	Network Manager Unix
Elektrodalmacija Split	Network Manager Unix
Elektra Križ	Network Manager Linux
Elektra Koprivnica	Network Manager Linux
Elektra Sisak	Network Manager Linux
Elektra Varaždin	Network Manager Linux
Elektroistra Pula	Network Manager Linux
Elektra Vinkovci	Network Manager Linux
Elektra Zabok	Proza Net
Elektra Virovitica	Proza Net
Elektra Čakovec	Proza Net
Elektra Slavonski Brod	Proza Net
Elektra Dubrovnik	Proza Net
Elektra Gospić	Proza Net
Elektra Šibenik	Proza Net
Elektra Zadar	Proza Net
Elektra Bjelovar	Proza Net
Elektra Karlovac	Net Vision (Proza Net)
Elektra Požega	Proza R/F (Proza Net)



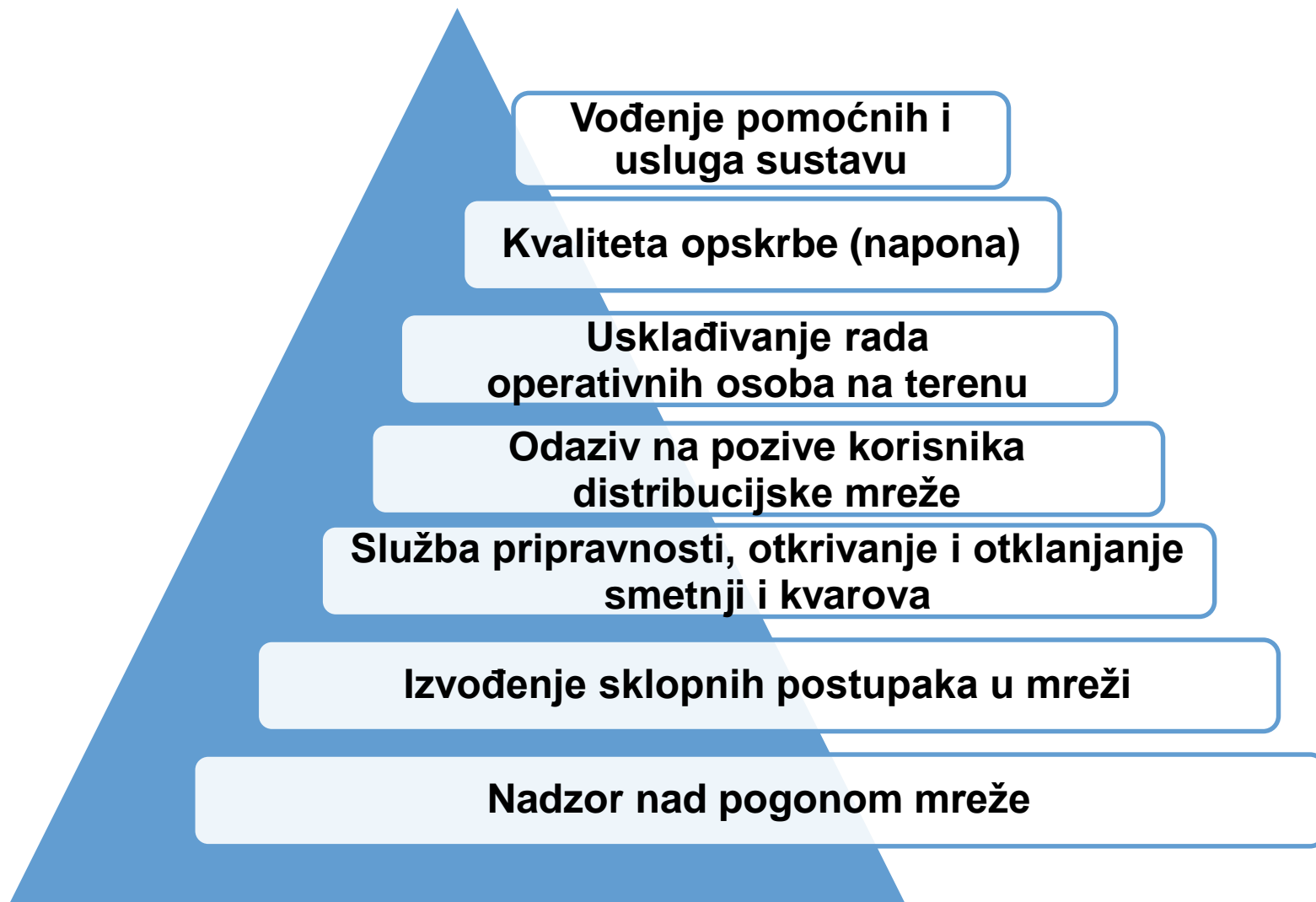
Osnovna definicija vođenja distribucijske mreže - danas



Ivan Periša: Vedran Jadek



FUNKCIJE VOĐENJA DEES-a



KVALITETA ELEKTRIČNE ENERGIJE – stalno neprekinuto napajanje kupca električnom energijom

KVALITETA OPSKRBE ELEKTRIČNOM ENERGIJOM – TRI STUPA KVALITETE

Kvaliteta napona

Očituje se u
stalnosti fizikalnih
značajki napona
u odnosu
na normirane

Pouzdanost napajanja

Očituje se u
broju i
trajanju prekida
napajanja

Kvaliteta usluge

Očituje se
u
kvaliteti poslovnih
postupaka ODS-a

ZAŠTO KVALITETA OPSKRBE ?

Tržište električne energije

- otvaranje tržišta (liberalizacija)
- električna energija postaje roba -> kvaliteta
- Interesi potrošača dolaze u prvi plan
 - nabava električne energije po što nižoj cijeni
 - ostvarivanje što bolje kvalitete električne energije

Električna energija mora biti:

- **Pouzdana** – prisutna u svakom trenutku u kojem je potrebna
- **Raspoloživa** – prisutna u količini u kojoj je potrebna
- **Kvalitetna** – odgovarajućih značajki

**Distribucija električne energije, regulirana djelatnost
u mreži tržišnih subjekata!**

TEMELJNE TEHNIČKE ZNAČAJKE KVALITETE OPSKRBE

		prijenosna mreža (400, 220, 110 kV)	distributivna mreža (35, 20, 10, 0,4 kV)
Frekvencija	<u>interkonekcija</u> <u>izolirani rad</u> <u>poremećajni rad</u>	49,95 ÷ 50,05 Hz 49,50 ÷ 50,50 Hz 47,50 ÷ 51,50 Hz	
Napon	normalni pogon <u>poremećajni rad</u>	400 kV - 10 ÷ + 5% 220, 110 kV ± 15% ± 15%	± 10% ± 10%
Valni oblik		400, 220 Kv THD<1,5% 110 kV THD<3,0%	35 kV THD<1,5% 20, 10 kV THD<2,0% 0,4 kV THD<2,5%
<u>Flikeri</u>	kratkotrajni dugotrajni	< 0,8 < 0,6	< 0,7 < 0,5
Nesimetrija napona			< 1,3% Un

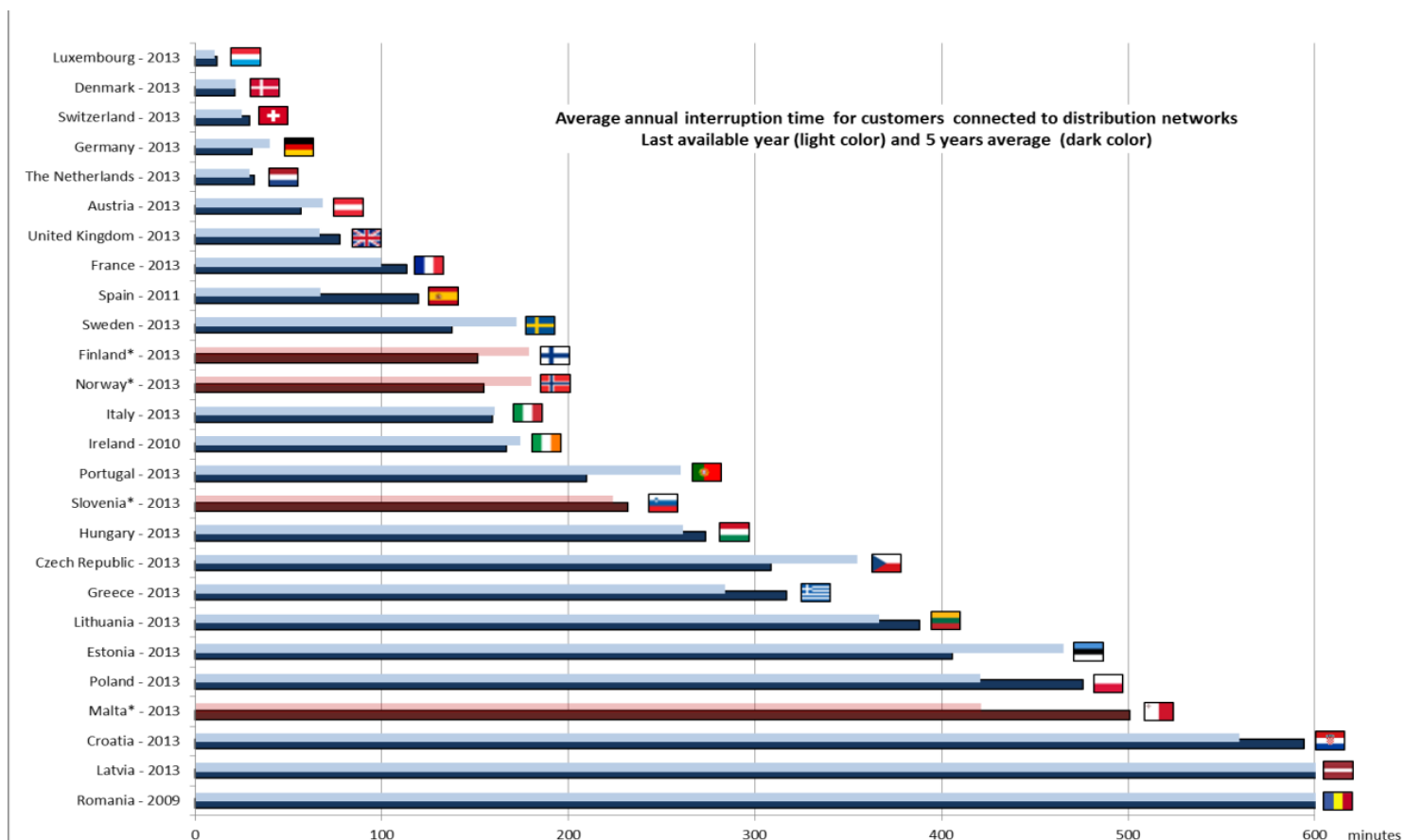
KVALITETA NAPONA sa stanovišta vođenja pogona

1. Održava se stvaranjem tehničkih uvjeta u mreži i to povećanjem kapaciteta, izgradnjom mreža, rekonstrukcijom mreža (veći presjeci), raspodjelom opterećenja i dr.
2. Regulacijom napona s izravnom transformacijom VN/SN tijekom pogona i regulacijom napona s transformacijom SN/SN u NN mreži uz prekid opskrbe.
3. Nema pouzdanih (ili ih uopće nema) podataka o vrijednosti napona u točkama mreže važnim za postupke vođenja što otežava održanje kakvoće napona.
4. Dvosmjerni tokovi snage kroz transformatore na sučelju naponskih razina mreže onemogućuju održivost logike regulacije napona – prijeko potrebna napredna rješenja.

POUZDANOST NAPAJANJA sa stanovišta vođenja pogona

1. Izvođenje manipulacija u funkciji vođenja, redovnih u pogonu sustava, u velikom udjelu se izvodi uz prekid opskrbe.
2. Stanje dijelova mreže podložno je povećanom broju kvarova koji u pravilu dovode do prekida opskrbe.
3. Operator mreže kod kvara na vodu 10 (20) kV u velikom broju nema trenutnu informaciju o ispadu voda, a kod kvara u NN mreži to je redovit slučaj te o prekidu opskrbe doznaje od korisnika mreže !
4. Nakon spoznaje o dijelu mreže s kvarom, otkrivanje mjesta kvara i njegovo izdvajanje uzrokuje prekid opskrbe, manjeg ili većeg broja kupaca

EUROPSKO IZVJEŠĆE SAIFI, SAIDI POKAZATELJA IZ 2013. GODINE



Harmonized total SAIDI: Average annual interruption time for LV customers, all interruptions considered

- Light blue bar: Last available year (indicated next to the country name)
- Dark blue bar: Average over the five last years (available years only)

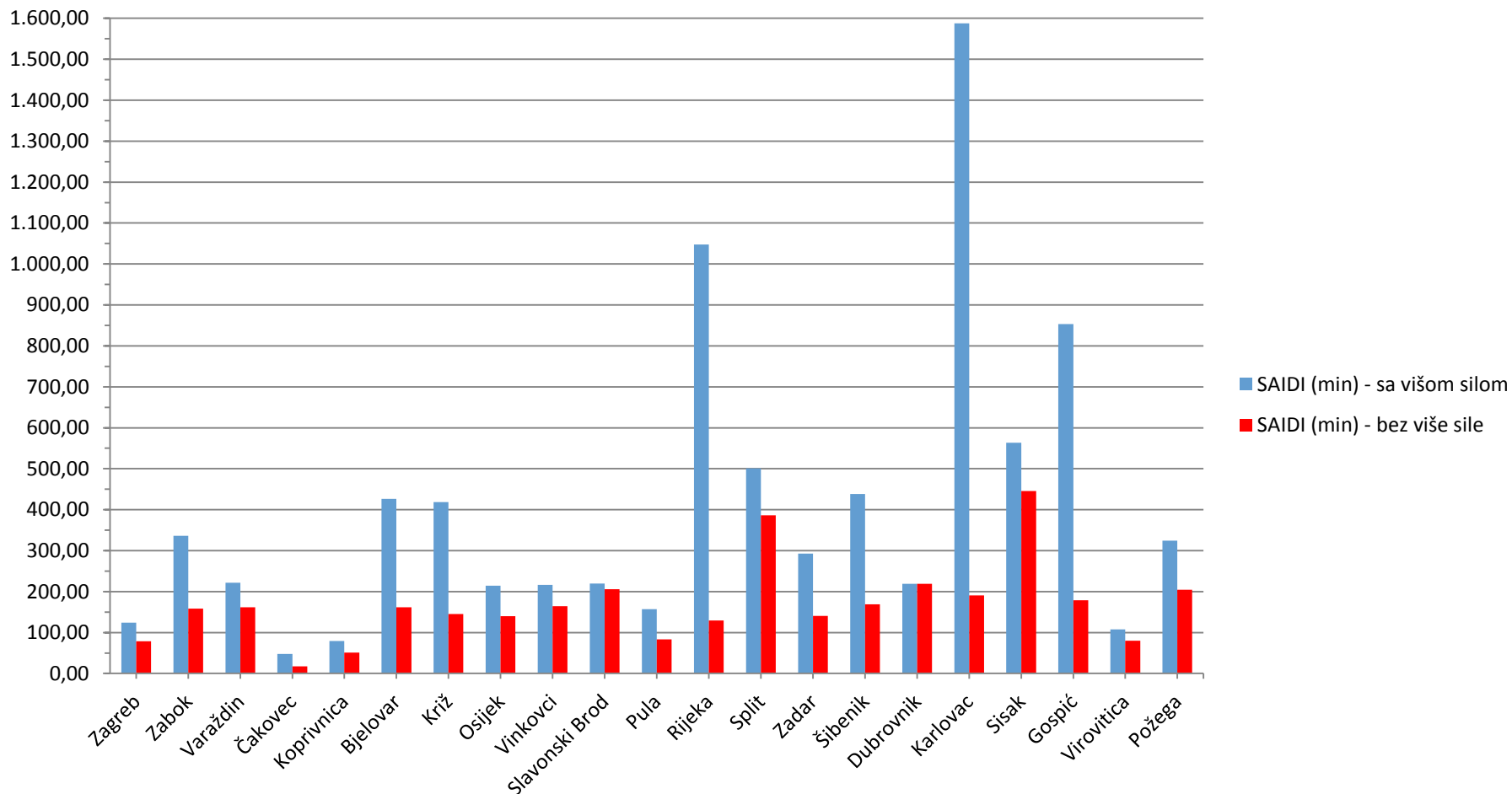
Latvia: 621 minutes in 2013, 834 minutes in average over 5 years
Romania: 1005 minutes in 2009

Non-harmonized average annual interruption time, all interruptions considered

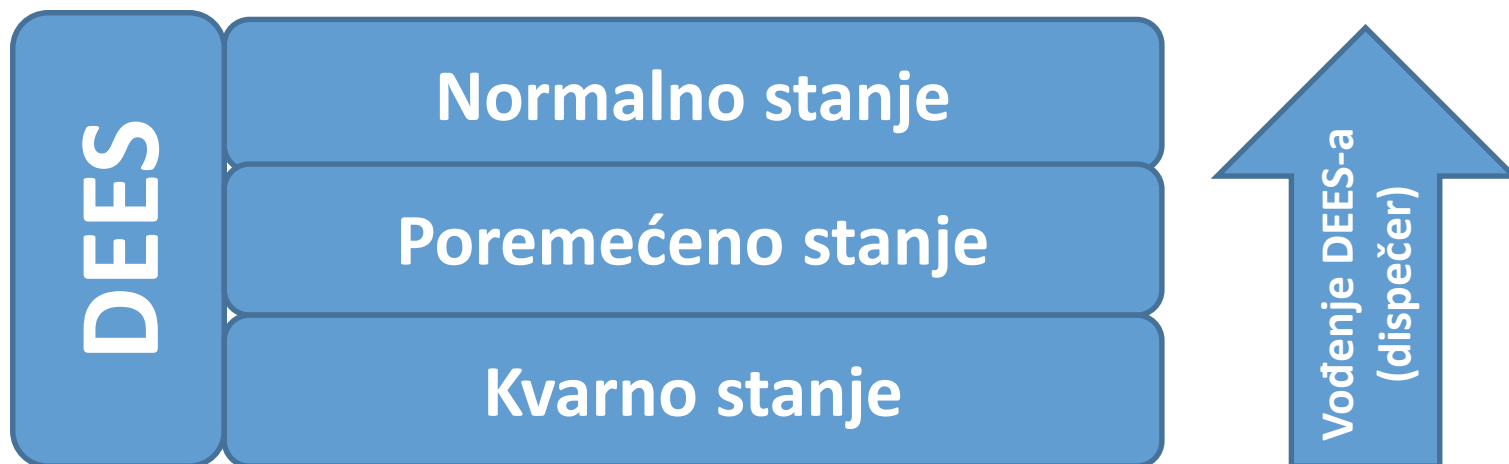
Interruptions which originate from incidents on LV networks not taken into account, or average annual interruption time taking into account MV customers and weighted by average consumption
→ Likely underestimated compared to "harmonized total SAIDI", by about 5-20 %

- Light red bar: Last available year (indicated next to the country name)
- Dark red bar: Average over the five last years (available years only)

HEP-ODS pokazatelj SAIDI za 2014. godinu - neplanirani prekidi

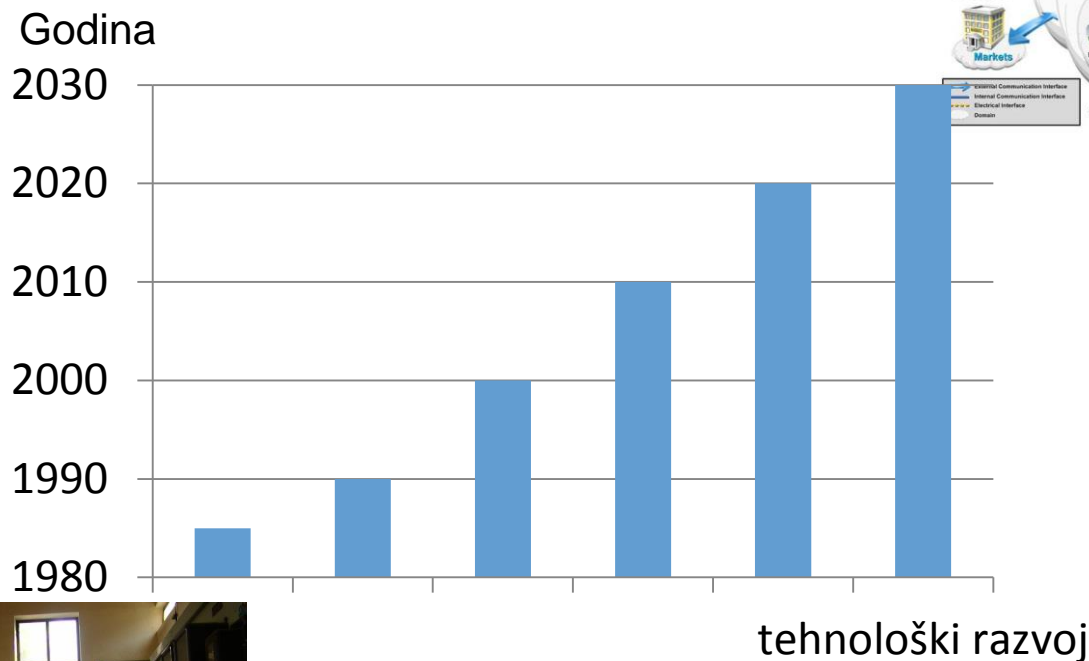
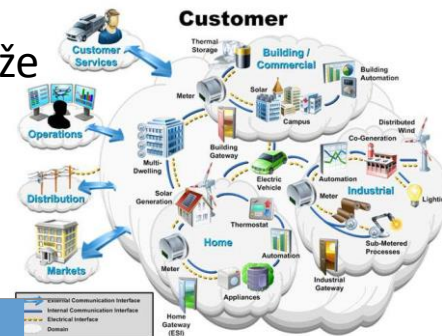


Ključni interes stanja DEES-a je: zadržati normalno stanje !



TEHNOLOŠKI NAPREDAK DISTRIBUTIVNOG SUSTAVA

- korisnik mreže
- kvaliteta EE



- napredne DMS funkcije



- posade po TS (u tri smjene)

NORMALNO STANJE POGONA

f,U, Valni oblik, Flickeri,
Nesimetrija napona, Povratno
djelovanje

- zadovoljene temeljne tehničke značajke kvalitete opskrbe

Nadzor nad pogonom mreže

- redovno uklopno stanje
- normalno opterećenja sustava

Izvođenje sklopnih radnji

- nema ih, ili prema potrebi

Odziv na pozive korisnika DM

- da

Koordinacija službi za
upravljanje i održavanje na
terenu

- prema potrebi, interventna uklopna služba, održavanje

Vođenje pomoćnih usluga
sustava

- izrada izvješća, obavještanje korisnika mreže

Služba pripravnosti, otkrivanje i
otklanjanje smetnji i kvarova

- prema potrebi

POREMEĆENO STANJE POGONA je odstupanje od normalnog pogona

Npr.

- planirani radovi (održavanje mreža , TS ...)
- granične vrijednosti U i f nisu više održane
- moguća su preopterećenja proizvodnih jedinica i jedinica mreže
- kriterij (n-1) nije više ispunjen

POTREBNE RADNJE ZA PRELAZAK IZ POREMEĆENOG U NORMALNO STANJE POGONA

SMANJENJE VREMENA
TRAJANJA PREKIDA



POVEĆANJE
KVALITETE
OPSKRBE

POREMEĆENO STANJE POGONA

f, U, Valni oblik, Flikeri,
Nesimetrija napona, Povratno
djelovanje

- poremećene temeljne tehničke značajke kvalitete opskrbe

Nadzor nad pogonom mreže

- promijenjeno uklopno stanje mreže
- promijenjena opterećenja sustava

Izvođenje sklopnih radnji

- prekapčanja u mreži

Odziv na pozive korisnika DM

- informacije o prekidima opskrbe

Koordinacija službi za
upravljanje i održavanje na
terenu

- koordinacija s ekipama na terenu (interventna služba, pogoni, pogonski uredi, održavanje, vanjski izvođači)

Vođenje pomoćnih usluga
sustava

- DMS funkcije

Služba pripravnosti, otkrivanje i
otklanjanje smetnji i kvarova

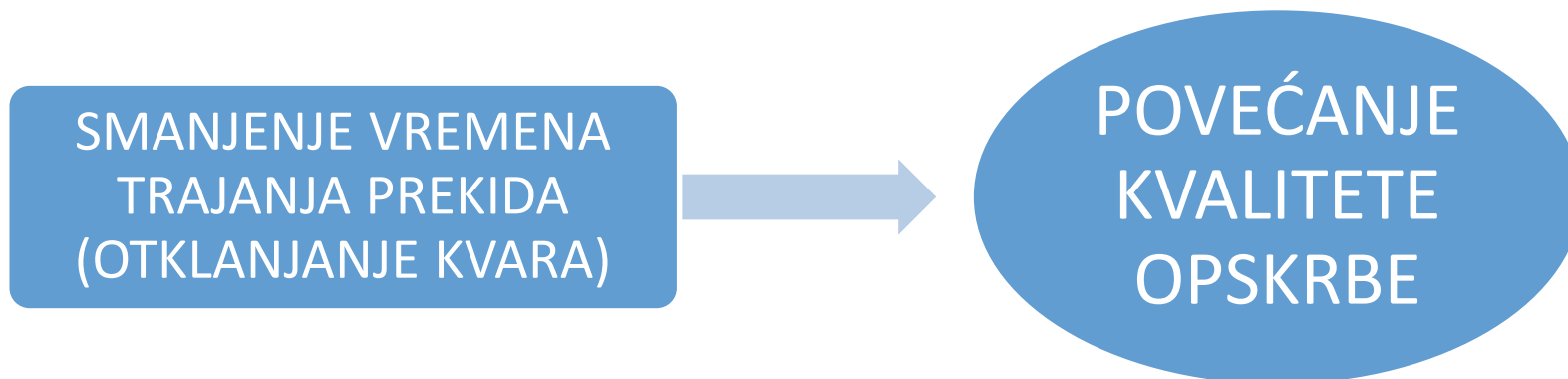
- ekipe u pripravnosti

KVARNO STANJE POGONA nastupa kada su zbog ispada pojedinih jedinica mreže granične vrijednosti pogonskih veličina prekoračene

npr.

- neplanirani prekidi (kvarovi u mreži i postrojenju)
- smetnje , propadi ...

POTREBNE RADNJE ZA PRELAZAK IZ KVARNOG U NORMALNO STANJE POGONA



KVARNO STANJE POGONA

f,U, Valni oblik, Flikeri,
Nesimetrija napona, Povratno
djelovanje

- prekoračene granične vrijednosti temeljnih tehničkih značajki kvalitete opskrbe

Nadzor nad pogonom mreže

- promijenjeno uklopno stanje mreže
- promijenjena opterećenja sustava
- utvrditi prirodu i vrstu kvara

Izvođenje sklopnih radnji

- manipulacije u mreži
- lociranje kvara
- izoliranje kvara
- rasterećenje mreže

Odziv na pozive korisnika DM

- javljanje korisnika mreže o lokaciji kvara
- Informacije o prekidima opskrbe
- Izvješća

KVARNO STANJE POGONA

Koordinacija službi za upravljanje i održavanje na terenu

- traženje kvara
- otklanjanje kvara

Vođenje pomoćnih usluga sustava

- DMS funkcije
- Izvještaji o nastalom kvaru

Služba pripravnosti, otkrivanje i otklanjanje smetnji i kvarova

- ekipe u pripravnosti
- traženje kvara
- otklanjanje kvara

UKUPNO RJEŠENJE PROBLEMA KVARNOG I POREMEĆENOG STANJA MREŽE

- **MREŽA/POSTROJENJA/OPREMA**
 - REKONSTRUKCIJE MREŽA I POSTROJENJA (kvalitetna infrastruktura)
 - RAD POD NAPONOM
 - ZADOVOLJITI KRITERIJ n-1 (izgradnja spojnih vodova)
 - UPRAVLJANJE PO DUBINI MREŽE
 - IZGRADNJA KVALITETNOG ICT SUSTAVA
 - NAPREDNE MREŽE, (Smart grids, Smart meters)
 - INSTALACIJA REZERVNIH NAPAJANJA (agregati, UPS),
 - SPREMNICI ELEKTRIČNE ENERGIJE
 - INDIKATORI KVARA (zračni, kabelski)
 - UPRAVLJANJE POTROŠNJOM TERMIČKIH TROŠILA idr.

• SCADA SUSTAV – uvođenje DMS funkcija

– Funkcije podrške vođenju

- sustav bilježenja i upravljanje prekidima napajanja potrošnje (Outage Managment),
- otkrivanje, lokalizacija i izdvajanje kvara (Fault Managment),
- restauracija napajanja (Restoration Managment),
- funkcije za dojave poteškoća u opskrbi i davanju usluga korisnicima mreže (Trouble Call System),
- vođenje radova u sustavu – radni nalozi (Work Order Managment),
- praćenje kvalitete električne energije,
- slijedno napajanje,
- planiranje prekida opskrbe,
- procjena neisporučene energije,
- minimiziranje gubitaka,
- vođenje pogonske statistike,
- funkcije ekspertnih sustava za obrazovanje dispečera.

– Funkcije analize elektroenergetskog sustava

- topologija mreže za uporabu u stvarnom vremenu i za poslove planiranja,
- stanje u stvarnom vremenu i projekcija mogućeg stanja elektroenergetskog sustava,
- tokovi snaga u stvarnom vremenu i proračun za druge topologije mreže (simulacije),
- automatsko upravljanje naponskim okolnostima,
- proračun kratkog spoja,
- prognoza opterećenja,
- rasterećenje mreže i restauracija sustava.

– Funkcija upravljanja potrošnjom

- upravljanje potrošnjom (Load Managment System),
- daljinsko očitavanje brojila kupaca (Telemetry System),
- upravljanje tarifom, upravljanje rasvjetom i upravljanje na zahtjev korisnika (usluge korisnicima),
- korisnički informacijski sustav (Customer Information System),
- funkcije uporabe podataka zemljopisnog (GIS) i tehničkog informacijskog sustava (TIS).

– Povezivanje s vanjskim informacijskim sustavima

- sučelje prema bazama podataka kupaca u sustavu obračuna potrošnje,
- povezivanje s DISPO-m, i Billing-om
- sučelje prema zemljopisnom informacijskom sustavu (GIS) i prema tehničkom informacijskom sustavu (TIS), te njihovo povezivanje
- sučelje prema vanjskom sustavu za odazivanje na poziv korisnika distribucijske mreže (TCS),
- sučelje prema poslovnom informacijskom sustavu.

– Funkcije komunikacija

- komunikacije među računalima u dispečerskom centru distribucijskog područja (ICCP),
- komunikacije prema vanjskim informacijskim sustavima,
- komunikacije prema nadređenom i susjednim dispečerskim centrima,
- komunikacije prema centrima upravljanja u pogonima i ostalim korisnicima,
- komunikacije prema jedinicama za daljinski nadzor i upravljanje (DAS, DURN, MTU).

VOĐENJE DM UTJEČE I NA

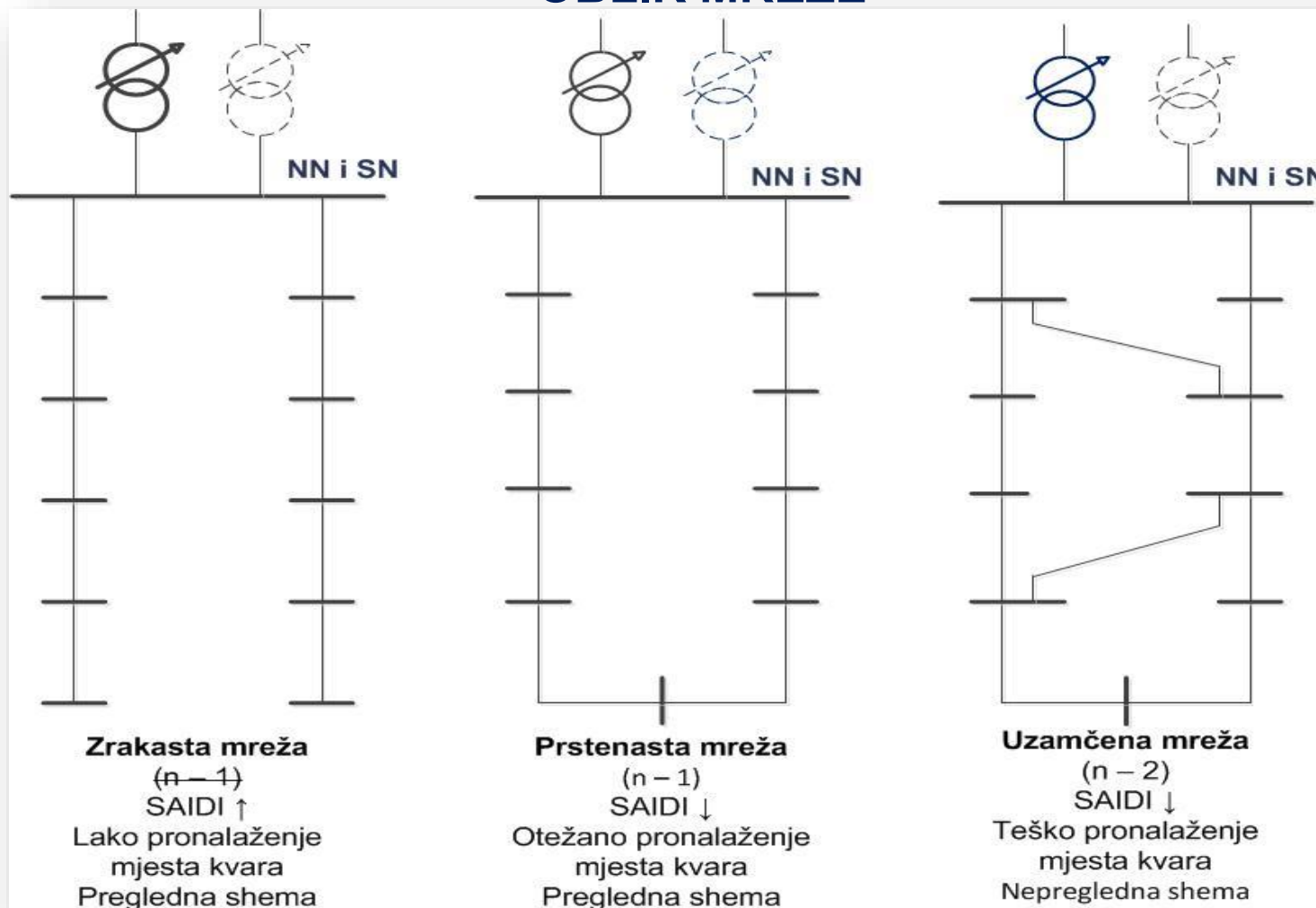
1. gubitke

- a) paralelni rada transformatora,
- b) paralelni rada energetske vodova ("pogon u petlji"),
- c) podjednaka opterećenja međusobno povezanih vodova
- d) "on-line" izračun tokova snaga u svrhu vođenja optimalnog uklopnog stanja,
- e) kontrola i raspoređivanje opterećenja po fazama u NN mreži i dr.

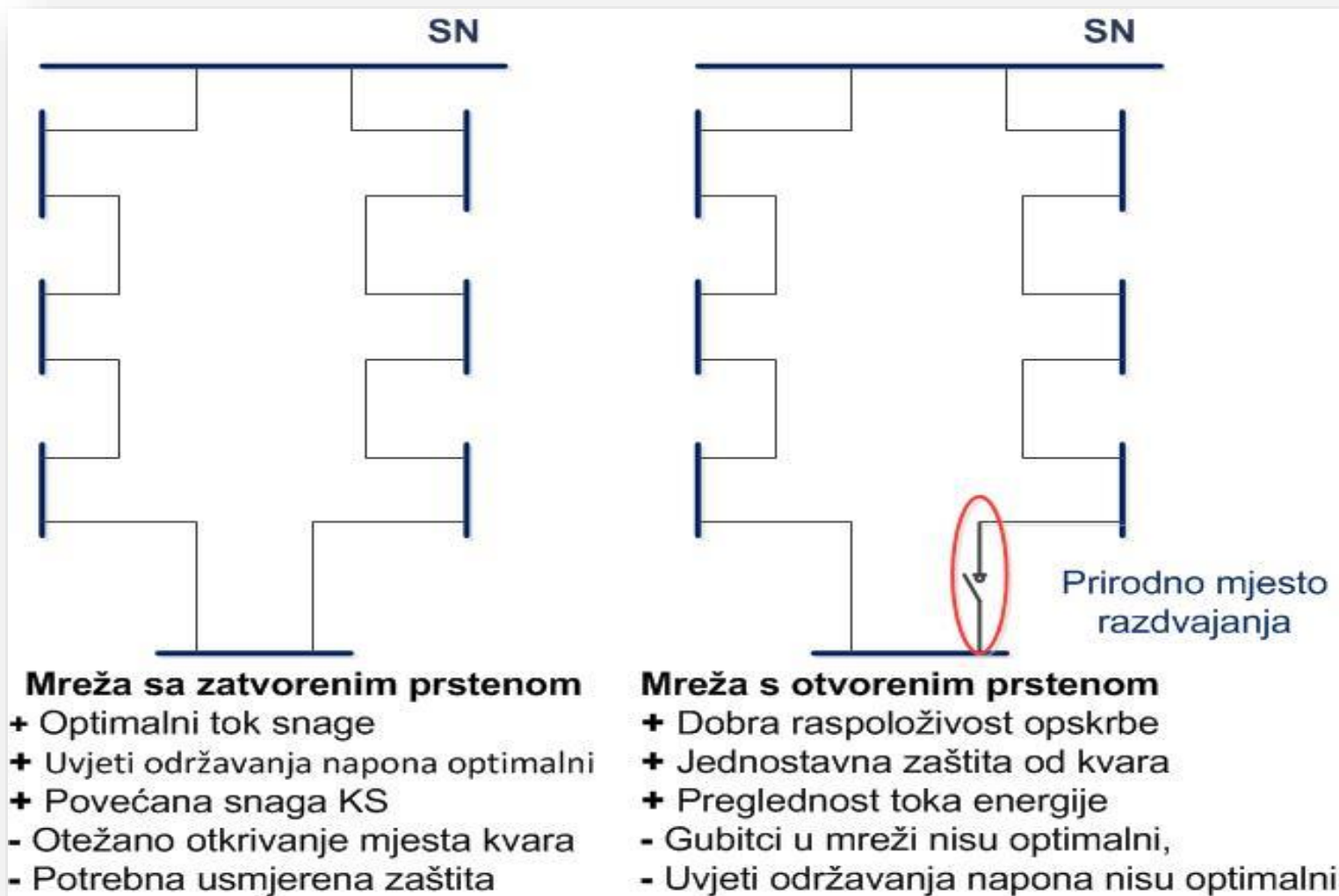
2. upravljanje potrošnjom i snagom

- a) regulacija jalove snage distribuiranih proizvođača u SN mreži (posebno proizvodnja induktivne snage),
- b) masovnije uvođenje poticanjem upravljive potrošnje termičkih trošila ("crna tarifa") u svrhu regulacije opterećenja i dr.

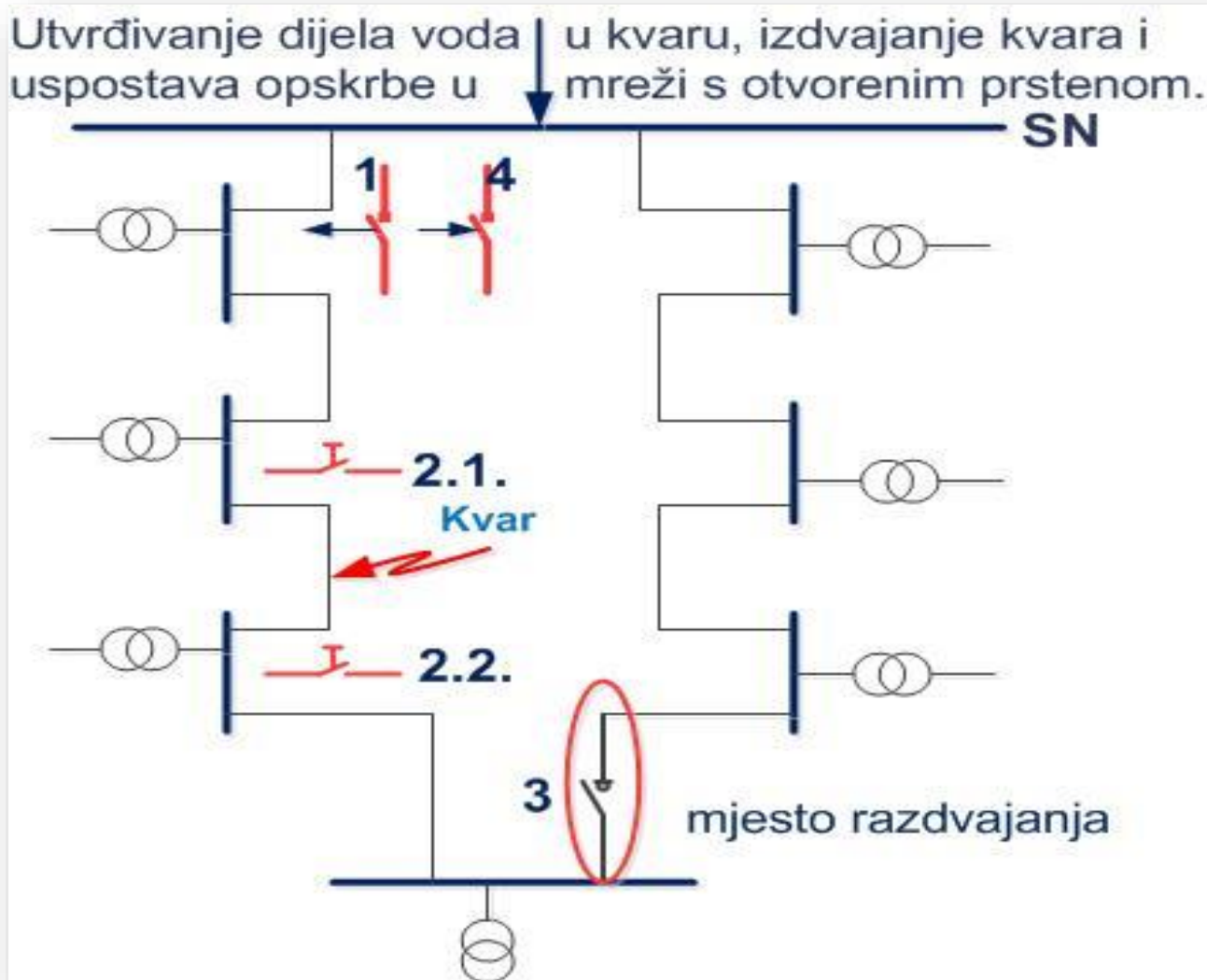
OBILJEŽJA DEES- normalno, poremećeno i kvarno stanje OBLIK MREŽE



OBILJEŽJA DEES- normalno, poremećeno i kvarno stanje OBLIK MREŽE



OBILJEŽJA DEES- normalno, poremećeno i kvarno stanje OBLIK MREŽE



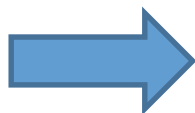
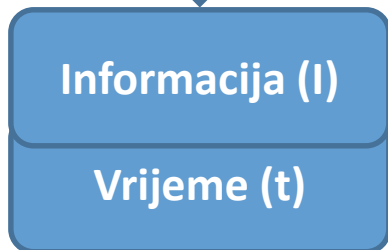
OBILJEŽJA DISTRIBUCIJSKOG SUSTAVA U NORMALNOM POREMEĆENOM I KVARNOM STANJU – **Utjecaj elektrana**

- ❖ Uz sve probleme vođenja pasivne mreže, objedinjavanjem elektrana, mreža postaje aktivna, te se pojavljuju novi zahtjevi pred funkcije vođenja.
- ❖ Ne postoji informacija o radu (da li je priključena na mrežu) za manje elektrane, te prilikom manipulacija u mreži dispečer mora voditi računa i o elektranama (dodatni zahtjevi na sigurnost)
- ❖ Kod elektrana veće snage i sa sposobnošću prilagodbe mrežnim uvjetima, s proizvođačem se vođenje uređuje Ugovorom o vođenju pogona,
- ❖ Obilježje distribucijskog sustava su elektrane s vrlo različitim pogonskim značajkama, različitim mogućnostima statičke i dinamičke podrške kakvoći opskrbe,
- ❖ Za sada ne postoje uvjetovanja koliko će u koje vrijeme u mrežu davati EE bilo radne, bilo jalove, upravljanje potrošnjom
- ❖ Preporuke...

Utjecaj elektrana kroz sva tri stanja

Obilježja	NORMALNO	POREMEĆENO	KVARNO
Kvaliteta napona – popravak valnog oblika	normalna	normalna/odstupanje	odstupanje
Pouzdanost opskrbe	visoka	srednja	niska
Povratno djelovanje na mrežu	NE		
Tokovi snage-jalova/energija	Spremnici EE, kompenzacija kapacitivne jalovine		
Snaga kratkog spoja	normalno	promijenjeni	promijenjeni
Kapacitet mreže	normalan	manipulacije u mreži	manipulacije u mreži
Gubici u mreži	otočni pogon		
Otočni pogon dijela mreže	nedozvoljen (neodrživ)		
Stanje sustava zaštite od kvarova i smetnji	normalno	prorada	prorada

Vratimo se definiciji vođenja DEES-a



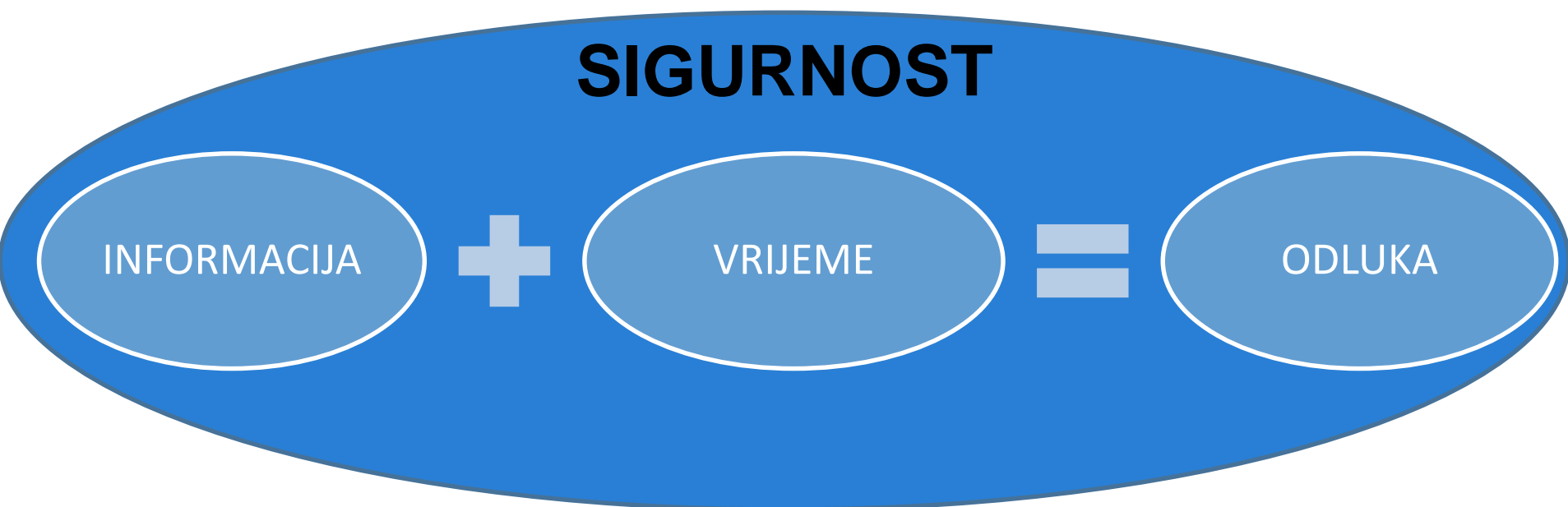
Vođenje DEES je srce ODS-a , a žila kucavica informacijsko komunikacijska tehnologija (ICT) bez koje nema vođenja !

Bez informacija vođenje je neizvedivo !!!

Tehnički sustav vođenja DEES-a

Procesna informatika

Komunikacijski sustavi



Vrijeme potrebno da bi informacije došle na pravo mjesto kako bi se mogla donijeti prava odluka

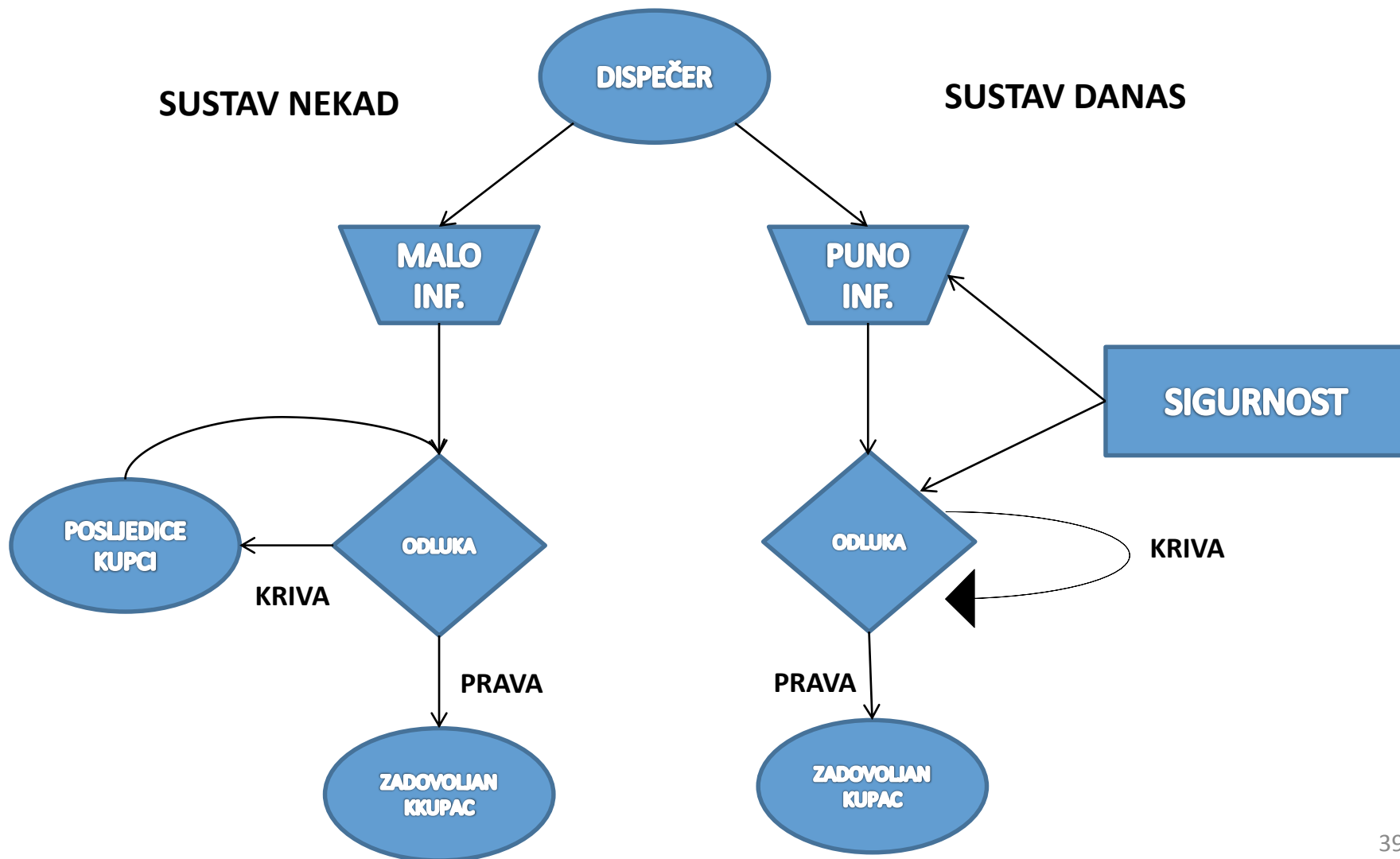


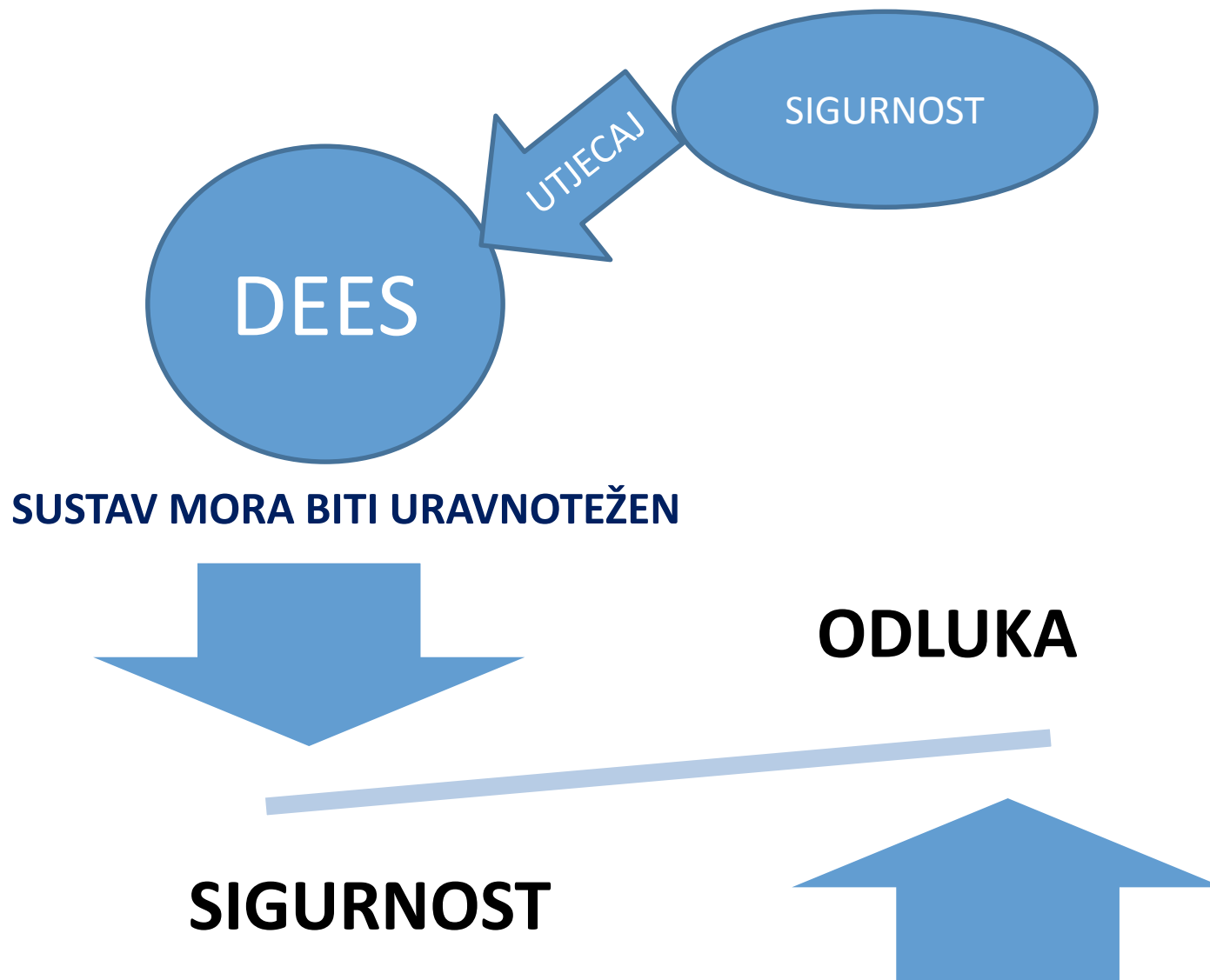
NOVO GLEDIŠTE VOĐENJA = SIGURNOST



zadržavanje mreže u NORMALNOM pogonskom stanju

Dijagram tijeka odluke dispečera/sustava u kvarnom ili poremećenom stanju





ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

- pametno iskoristiti informacije kojih je sve više u sustavu
- sastavnica tehničkog vođenja distribucijske mreže nerazdvojivost vođenja s procesnom informatikom i komunikacijskim sustavima
- sigurnost sustava polako gurati u prvi plan (potrebno je zaštititi informacije)
- da li pojednostavljivati mrežu -> konvergirati k optimalnom rješenju ?
- tehnički sustav vođenja DEES-a mora biti objedinjen i nerazdvojiv, važno je da sve ostane pod jednom „kapom” jedino se tako može razvijati i dobro funkcionirati
- povećavati količinu i razinu znanja dispečera, ustrojiti sustav prijenosa znanja u centar, razmjene znanja unutar ODS-a.

HVALA NA POZORNOSTI !