

NAVODILA

ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW

(Priloga študije EIMV št. 2265)

 <small>SISTEMSKI OPERATER DISTRIBUCijskega OMREŽJA Z ELEKTRIČNO ENERGIJO</small>	<p style="text-align: center;">NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW</p> <p style="text-align: center;">(Priloga študije EIMV št. 2265)</p>	<p>Št.: SODO ID XXXX</p> <p>Stran: 2 od 102</p> <p>Verzija: Osnutek 1</p>
---	--	---

V S E B I N A

	stran
I. SPLOŠNE DOLOČBE.....	5
I.1. Pomen izrazov	5
I.2. Uporabljene kratice	6
I.3. Uporabljeni standardi	7
II. POTEK TEHNIČNEGA DELA POSTOPKA UGOTAVLJANJA PRIKLJUČLJIVOSTI PROIZVODNE NAPRAVE V OMREŽJE IN DOLOČITEV POGOJEV ZA OBRATOVANJE	8
III. KLASIFIKACIJA proizvodnih naprav.....	9
III.1. Klasifikacija glede na instalirano moč in mesto priključitve v omrežje.....	9
III.2. Klasifikacija glede na smer pretoka energije	9
III.3. Klasifikacija glede na način obratovanja in vodenja s strani DO ter tip kompenzacije	10
III.4. Združeno označevanje klasifikacije proizvodnih naprav	11
IV. NAČINI PRIKLJUČITVE IN PRIKLJUČNE SCHEME.....	12
IV.1. Priključitev PROIZVODNE NAPRAVE v javno omrežje – tipska shema PS1	12
IV.2. Priključitev PROIZVODNE NAPRAVE v interno omrežje – tipska shema PS2.....	13
IV.3. Način priprave podatkov o porabi in proizvodnji električne energije.....	14
IV.4. Prikaz osnovnih načinov PRIključevanja v distribucijsko omrežje	16
V. TIP proizvodne naprave GLEDE NA TOK DELOVNE MOČI	18
V.1. Porabniško-proizvodni (mešani) tip - tip M	18
V.2. Porabniški tip - tip P	19
VI. POGOJI IN POSTOPEK PRESOJE MOŽNOSTI PRIKLJUČITVE PROIZVODNE NAPRAVE GLEDE NAPETOSTNIH RAZMER V OMREŽJU	20
VI.1. Opis postopka preverjanja priključljivosti proizvodne naprave v omrežje po principu stacionarnih porastov napetosti	20
VI.2. Napetost na SN zbiralkah VN/SN transformatorja v RTP-ju je konstantna	22
VI.3. Napetost na SN zbiralkah VN/SN transformatorja v RTP-ju ni konstantna, uporabljena je impedančna kompenzacija SN voda, ki kompenzira spremembo napetosti na enem ali več dolgih paralelnih SN vodih.....	23
VI.4. Napetost na SN zbiralkah VN/SN transformatorja v RTP-ju ni konstantna, uporabljena je kompandacija	24
VI.5. Enačbe za izračun pričakovanega porasta napetosti zaradi obratovanja proizvodnih naprav v distribucijskem omrežju	25
VI.6. Posebni pogoji za priključitev	30

VII. OBRATOVANJE PROIZVODNE NAPRAVE - KAKOVOST ELEKTRIČNE ENERGIJE.....	31
VII.1. Presojanje dovoljenih motenj v omrežje	31
VII.2. Meje dovoljenih motenj naprav v omrežje	33
VIII. PREVZEMNO-PREDAJNO MESTO	41
IX. OBRATOVANJE PROIZVODNE NAPRAVE – LOČILNO MESTO.....	42
IX.2. Odklopnik ali drug stikalni element ločilnega mesta	53
IX.3. Nadtokovne zaščite.....	56
IX.4. Zemeljskostične zaščite	58
IX.5. Praktična izvedba ločilnega mesta	59
X. OBRATOVANJE - KARAKTERISTIKA JALOVE MOČI PROIZVODNE NAPRAVE	61
X.1. Karakteristika jalove moči J-N1.....	61
X.2. Karakteristika jalove moči J-N2.....	63
X.3. Karakteristika jalove moči J-N3.....	65
X.4. Karakteristika jalove moči J-N4.....	68
X.5. Karakteristika jalove moči J-S1	72
X.6. Karakteristika jalove moči J-S2.....	75
X.7. Omejevanje delovne moči na račun zagotavljanja potrebne jalove moči	79
X.8. Natančnejše določitev zahtev glede vklopa kompenzacijskih naprav za potrebe proizvodne naprave	79
X.9. Določitev pogojev za priključevanje sistemov za shranjevanje električne energije (t.i. "energy storage systems") – statični proizvodni viri.....	79
X.10. Določitev pogojev za priključevanje mikro-proizvodnih naprav v omrežja (do 3 x 16 A fazno v nn omrežju)	80
X.11. Priključitev PROIZVODNIH NAPRAV za rezervno napajanje	80
X.12. Priključitev PROIZVODNIH NAPRAV za zasilno otočno napajanje distribucijskega omrežja v času havarij v omrežju in naravnih katastrof.....	80
XI. OBRATOVANJE PROIZVODNE NAPRAVE - KARAKTERISTIKA DELOVNE MOČI	81
XI.1. Posebne zahteve	81
XI.2. Karakteristike delovne moči	81
XII. OBRATOVANJE PROIZVODNE NAPRAVE – SPECIFIKACIJA SIGNALOV, KI JIH PROIZVODNA NAPRAVA IZMENJUJE Z OPERATERJEM DISTRIBUCIJSKEGA OMREŽJA	84
XII.1. Elementi za posluževanje in signalizacijo	84

 <small>SISTEMSKI OPERATER DISTRIBUCijskeGA OMREŽJA Z ELEKTRIČNO ENERGIJO</small>	<p style="text-align: center;">NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW</p> <p style="text-align: center;">(Priloga študije EIMV št. 2265)</p>	<p>Št.: SODO ID XXXX</p> <p>Stran: 4 od 102</p> <p>Verzija: Osnutek 1</p>
---	--	---

XII.2. Elementi za dostop avtomatike PROIZVODNE NAPRAVE do odklopnika	87
XIII. VZDRŽEVANJE PROIZVODNE NAPRAVE.....	89
XIII.1. Vzdrževanje in pregledi zaščitnih naprav ločilnega mesta	89
XIII.2. Vzdrževanje proizvajalčeve energetske opreme	89
XIII.3. Vzdrževanje distribucijske opreme in vodov	89
XIV. Postopek preverjanja PROIZVODNE NAPRAVE v smislu jalove moči.....	90
XIV.1. Merjenje veličin	90
XIV.2. Postopek preverjanja skladnosti karakteristike jalove moči proizvodne naprave	92
XV. Primeri postopkov presoje napetostnih sprememb pri priklučevanju proizvodnih naprav v SN in NN omrežja	96
XV.1. Priklučitev proizvodne naprave v SN omrežje	96
XV.2. Priklučitev proizvodne naprave v NN omrežje	99

 <small>SISTEMSKI OPERATER DISTRIBUCIJSKEGA OMREŽJA Z ELEKTRIČNO ENERGIJO</small>	NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW (Priloga študije EIMV št. 2265)	Št.: SODO ID XXXX Stran: 5 od 102 Verzija: Osnutek 1
---	--	---

NAVODILA

ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW

I. SPLOŠNE DOLOČBE

Ta navodila podajajo tehnične pogoje in karakteristike, ki jih je treba upoštevati pri priključevanju in obratovanju proizvajalcev električne energije s proizvodnimi napravami nazivne moči do 10 MW, ki so priključeni v distribucijski elektroenergetski sistem (DEES) Slovenije.

Navodila so skupno z drugimi veljavnimi tehničnimi predpisi, pravilniki in standardi (na primer SIST EN 50438) namenjena kot vodilo pri pripravi tehnične dokumentacije, izdaji ustreznih soglasij in izvedbi del pri priključevanju in obratovanju proizvodnih virov v distribucijskem omrežju.

Ta navodila ne veljajo za priključevanje in obratovanje električnih agregatov, ki so namenjeni izključno za otočno obratovanje in pri katerih paralelni priklop v omrežje DEES ni predviden oziroma je z ustreznimi tehničnimi ukrepi preprečen.

I.1. POMEN IZRAZOV

V teh navodilih uporabljeni izrazi imajo naslednji pomen:

Distribucijski operater (DO) je operater distribucijskega omrežja, v katerega se priključuje proizvodna naprava.

Generator (GEN) je pretvornik katerekoli vrste energije v električno energijo, ki je skladna (po frekvenci in obliki sinusoide,...) z električno energijo v javnem distribucijskem omrežju.

Hitra daljinska komunikacija med proizvodnim virom in operaterjem distribucijskega omrežja je komunikacija med proizvodnim virom in operaterjem distribucijskega omrežja, kjer je prenos informacije zagotovljen v manj kot 100 ms. Prav tako mora biti izpad komunikacije ugotovljen in signaliziran v manj kot 100 ms.

Klasična daljinska komunikacija med proizvodnim virom in operaterjem distribucijskega omrežja je komunikacija med proizvodnim virom in operaterjem distribucijskega omrežja, kjer je prenos informacije zagotovljen v manj kot 10 minutah. Prav tako mora biti izpad komunikacije ugotovljen in signaliziran v manj kot 10 minutah.

Lastna raba proizvodne naprave (LR) je električna energija, porabljena za obratovanje same proizvodne naprave, za pogon napajalnih črpalk, kompresorjev, mlinov, gorilnikov, čistilne naprave in drugih podobnih naprav, ki so nujne za delovanje proizvodne naprave.


Lastni odjem (LO) je električna energija, ki predstavlja ostali odjem v lasti lastnika proizvodne naprave ali lastnika omrežja (končnega odjemalca), v katerem se nahaja proizvodna naprava, ki ni nujno potreben za obratovanje proizvodne naprave.

Ločilno mesto (LM) služi za povezavo ali ločitev med distribucijskim omrežjem, ki ga upravlja DO, in napravami proizvajalca ter velja za to navodilo.

Omrežje je skupek medsebojno galvansko povezanih vodov, ki so namenjeni za prenos in razdelitev električne energije. Po napetosti razlikujemo visokonapetostna, sredjenapetostna in nizkonapetostna omrežja.

Otočno obratovanje proizvodne naprave je takšno obratovanje proizvodne naprave, kjer izmenjava delovne in jalove moči med proizvodno napravo in distribucijskim omrežjem ni mogoča. V otočnem obratovanju je proizvodna naprava galvansko ločena od distribucijskega omrežja.

Paralelno (vzporedno, sinhrono) obratovanje proizvodne naprave z distribucijskim omrežjem je takšno obratovanje proizvodne naprave, pri katerem je proizvodna naprava sinhronizirana v omrežje in lahko izmenjuje delovno ter jalovo moč z distribucijskim omrežjem.

	NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW (Priloga študije EIMV št. 2265)	Št.: SODO ID XXXX Stran: 6 od 102 Verzija: Osnutek 1
---	---	--

Preklopka LM je krmilni element stikala ločilnega mesta, s pomočjo katerega se izvede brezpogojna in zanesljiva galvanska ločitev vseh proizvodnih naprav (generatorjev) od distribucijskega omrežja (prevzemno-predajnega mesta).

Prevzemno-predajno mesto (PPM) je točka, v kateri so naprave proizvajalca priključene na distribucijsko elektroenergetsko omrežje in velja za to navodilo.

Proizvajalci so fizične ali pravne osebe, ki s svojimi proizvodnimi napravami pretvarjajo primarno obliko energije v električno energijo.

Proizvodna naprava je energetska objekt za proizvodnjo električne energije z enim ali več generatorji, ne glede na vrsto primarne energije in način pretvorbe.

Proizvodna naprava z daljinsko komunikacijo je proizvodna naprava, ki ima z operaterjem omrežja vzpostavljeno klasično ali hitro komunikacijo. Proizvodni napravi je preko te komunikacije mogoče daljinsko nastaviti dogovorjeno napetost in ji omejiti delovno moč v izrednih situacijah.

Priklop v omrežje je postopek, pri katerem se po uspešni presoji možnosti priključitve proizvodne naprave v omrežje le-ta tudi fizično priključi v omrežje. Po končani priključitvi je izpolnjen potreben pogoj za obratovanje proizvodne naprave paralelno z distribucijskim omrežjem.

Sistemska vodena proizvodna naprava je proizvodna naprava, ki ima z operaterjem omrežja vzpostavljeno hitro komunikacijo. Proizvodni napravi je preko te komunikacije mogoče daljinsko nastaviti dogovorjeno napetost in ji omejiti delovno moč v izrednih situacijah. Prav tako proizvodna naprava sposobna otočnega obratovanja v pogojih brez togega UCTE omrežja in sposobna razbremenitve iz polne moči ter pri tem nadaljuje z napajanjem omrežja še vsaj 1 uro.

Vklop proizvodne naprave v omrežje je obratovalni manever, s katerim se priključena proizvodna naprava tudi galvansko poveže z distribucijskim omrežjem. Po uspešnem vklopu v omrežje so dani vsi tehnični pogoji za obratovanje proizvodne naprave paralelno z distribucijskim omrežjem. Vklop v omrežje mora biti obvezno izveden s pomočjo ustreznega sinhronizacijskega vmesnika.

Vsi ostali izrazi imajo enak pomen, kot v EZ-1.

I.2. UPORABLJENE KRATICE

V teh navodilih uporabljene kratice imajo naslednji pomen:

ASG	– Asinhronski generator.
DO	– Distribucijski operater.
GEN	– Generator.
GN	– Generatorska napetost.
KS	– Kratek stik.
LM	– Ločilno mesto.
LO	– Lastni odjem.
LR	– Lastna raba.
NN	– Nizka napetost (do 1 kV).
PP	– Polprevodniški pretvornik.
PPM	– Prevzemno-predajno mesto.
RTP	– Razdelilno-transformatorska postaja.
RV	– Razpršeni vir oziroma proizvodna naprave.
SG	– Sinhronski generator.
SN	– Srednja napetost (od 1 kV do vključno 35 kV).
VN	– Visoka napetost (nad 35 kV).
ZS	– Zemeljski stik.

 <small>SISTEMSKI OPERATER DISTRIBUCIJSKEGA OMREŽJA Z ELEKTRIČNO ENERGIJO</small>	NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW (Priloga študije EIMV št. 2265)	Št.: SODO ID XXXX Stran: 7 od 102 Verzija: Osnutek 1
---	--	---

I.3. UPORABLJENI STANDARDI

V teh navodilih so uporabljeni naslednji slovenski standardi:

SIST EN 50160 – *Značilnosti napetosti v javnih razdelilnih omrežjih.*

SIST EN 50438 - *Zahteve za vzporedno vezavo mikro generatorjev z javnim nizkonapetostnim razdelilnim omrežjem, vključno s prilogo o posebnih pogojih za Slovenijo.*

SIST EN 60034-1: *Rotacijski električni stroji – 1. del: Naznačene vrednosti in lastnosti.*

SIST EN 61000-3-2: *Mejne vrednosti za oddajanje harmonskih tokov (vhodni tok opreme do vključno 16 A na fazo).*

SIST EN 61000-3-3: *Omejitev vrednosti kolebanja napetosti in flikerja v nizkonapetostnih napajalnih sistemih za opremo z naznačenim tokom do 16 A in ni priključena pod določenimi pogoji.*

SIST EN 61000-3-11: *Omejitev vrednosti kolebanja napetosti in flikerja v nizkonapetostnih napajalnih sistemih za opremo z naznačenim tokom do 75 A, ki je priključena pod določenimi pogoji in*

SIST EN 61000-3-12: Mejne vrednosti – Mejne vrednosti za harmonske tokove, ki jih povzroča oprema, priključena na nizkonapetostne napajalne sisteme z naznačenim tokom, večjim od 16 A in ≤ 75 A po liniji.

 <small>SISTEMSKI OPERATER DISTRIBUCijskega OMREŽJA Z ELEKTRIČNO ENERGIJO</small>	NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW (Priloga študije EIMV št. 2265)	Št.: SODO ID XXXX Stran: 8 od 102 Verzija: Osnutek 1
---	--	---

II. POTEK TEHNIČNEGA DELA POSTOPKA UGOTAVLJANJA PRIKLJUČLJIVOSTI PROIZVODNE NAPRAVE V OMREŽJE IN DOLOČITEV POGOJEV ZA OBRATOVANJE

Na začetku navajamo vsebino tehničnega dela postopka ugotavljanja priključljivosti proizvodne naprave v omrežje.

Pomemben je vrstni red ugotavljanja priključljivosti in določanja tehničnih pogojev, ki je naslednji:

1. Ugotavljanje priključljivosti v smislu stacionarnih (relativnih) porastov napetosti v omrežju.
2. Ugotavljanje priključljivosti in določitev pogojev glede motenj po vodniku.
3. Določitev karakteristike jalove moči.
4. Določitev karakteristike delovne moči.
5. Določitev karakteristike zaščitnih naprav na ločilnem mestu.
6. Določitev priključne sheme.
7. Določitev vseh morebitnih ostalih posebnih pogojev.

	NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW (Priloga študije EIMV št. 2265)	Št.: SODO ID XXXX Stran: 9 od 102 Verzija: Osnutek 1
---	---	--

III. KLASIFIKACIJA PROIZVODNIH NAPRAV

Proizvodne naprave so glede na moč, vrsto generatorja, način obratovanja in napetostne nivoje razvrščene v skupine po kriterijih, ki so podani v nadaljevanju. Ta klasifikacija je zgolj informativne narave in je namenjena potrebam teh Navodil in interni rabi operaterja omrežja.

III.1. KLASIFIKACIJA GLEDE NA INSTALIRANO MOČ IN MESTO PRIKLJUČITVE V OMREŽJE

Delitev na skupine po moči na ločilnem mestu in napetostnem nivoju priključitve, ne glede na število vgrajenih generatorjev:

1. Do vključno 16 A fazno (do vključno 11,0 kW), priključene v NN omrežje.
2. Nad 11,0 kW do vključno 150 kW, priključene v NN omrežje oziroma izjemoma v SN omrežje.
3. Nad 150 kW do vključno 250 kW, priključene v NN omrežje oziroma izjemoma v SN omrežje.
4. Nad 250 kW do vključno 1000 kW, priključene v SN omrežje oziroma izjemoma v NN omrežje.
5. Nad 1000 kW do vključno 10000 kW, priključene v SN omrežje.

III.1.1. Označevanje tipa glede na priklop in moč generatorjev

Na **prvem mestu** je delovna moč v kW, zaokrožena na eno decimalko.

Na **drugem mestu** je napetostni nivo.

N = NN (400/230 V).

S = SN (10 kV, 20 kV, 35 kV).

Na **tretjem mestu** je število faz priklopa.

1 = enofazen priklop.

2 = dvofazen priklop.

3 = trifazen priklop.

Primer: Proizvodna naprava moči 3,36 kW, priključena na NN napetostni nivo, z enofaznim priklopom: **3.4N1**.


III.2. KLASIFIKACIJA GLEDE NA SMER PRETOKA ENERGIJE

III.2.1. Porabniško - proizvodni (mešan) priklop

V to skupino sodijo vsi priklopi, pri katerih se pričakuje, da bo v določenem trenutku tok delovne moči v smeri od uporabnika sistema v distribucijsko omrežje in v določenem trenutku iz distribucijskega omrežja proti uporabniku sistema.

III.2.2. Porabniški priklop

V to skupino sodijo uporabniki sistema, ki sicer imajo vgrajene tudi generatorje, vendar le z namenom pokrivanja dela ali celote svoje porabe energije. Pogojeno je, da pretok delovne električne energije v distribucijsko omrežje v katerem koli trenutku ne sme presegati vrednosti 10 % priključne delovne moči, ki jo ima dodeljene kot končni odjemalec oziroma kot uporabniki sistema.

 <p>SISTEMSKI OPERATER DISTRIBUCIJSKEGA OMREŽJA Z ELEKTRIČNO ENERGIJO</p>	<p>NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW</p> <p>(Priloga študije EIMV št. 2265)</p>	<p>Št.: SODO ID XXXX</p> <p>Stran: 10 od 102</p> <p>Verzija: Osnutek 1</p>
--	--	--

III.2.3. Označevanje glede na smer pretoka energije:

- M** = porabniško - proizvodni (mešan) prikllop;
P = porabniški prikllop.

III.2.4. Označevanje glede na vrsto primarnega vira

- S** = primarni vir je sončna svetloba, pretvorba v električno energijo s pomočjo fotonapetostnega pojava.
T = primarni vir je sončna svetloba, pretvorba v električno energijo preko toplotnega procesa.
V = primarni vir je veter.
H = primarni vir je voda.
L = primarni vir je les.
F = primarni vir so fosilna goriva (zemeljski plin, UNP, premog, dizelsko gorivo ,...).
G = primarni vir je geotermalna energija.
B = primarni vir je bioplin.
X = drugi primarni viri, ki ne spadajo v nobeno od zgoraj naštetih kategorij

III.2.5. Označevanje glede na način priklopa

- D** = priključitev generatorja v omrežje distribucijskega operaterja je neposredna (direktna), brez pretvorniških naprav, lahko pa je izvedena preko transformatorja.
P = priključitev generatorja v omrežje distribucijskega operaterja je posredna, preko pretvorniške naprave, lahko pa je izvedena še tudi dodatno preko transformatorja.

III.3. KLASIFIKACIJA GLEDE NA NAČIN OBRATOVANJA IN VODENJA S STRANI DO TER TIP KOMPENZACIJE

III.3.1. Označevanje glede na komunikacijo z operaterjem omrežja v smislu vodenja proizvodne naprave:

- X** = proizvodna naprava brez komunikacije z operaterjem distribucijskega omrežja.
D = proizvodna naprava z daljinsko komunikacijo z operaterjem distribucijskega omrežja.
S = sistemsko vodena proizvodna naprava.

III.3.2. Označevanje glede na tip kompenzacije

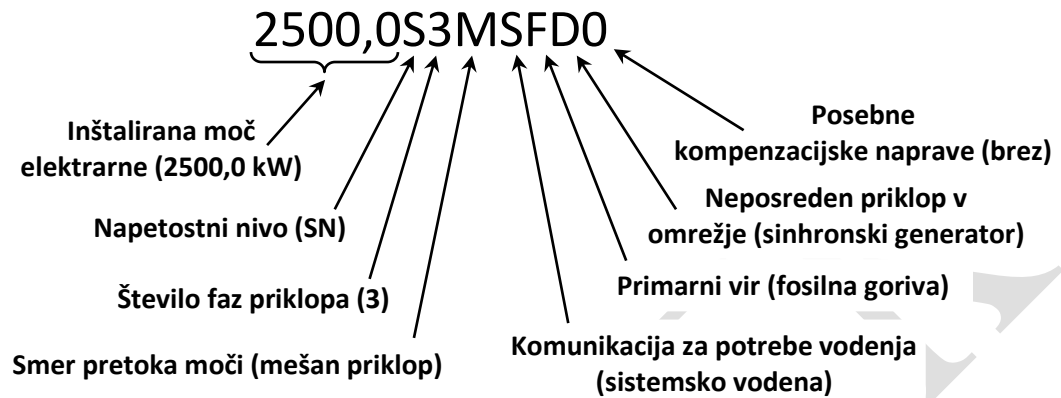
- O** = proizvodna naprava nima vgrajenih posebnih kompenzacijskih naprav.
R = proizvodna naprava ima vgrajene kompenzacijske naprave, ki ne povzročajo feroresonančnih pojavov.
F = proizvodna naprava ima vgrajene kompenzacijske naprave, ki lahko povzročijo feroresonančne pojave.

 <small>SISTEMSKI OPERATER DISTRIBUCIJSKEGA OMREŽJA Z ELEKTRIČNO ENERGIJO</small>	NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW (Priloga študije EIMV št. 2265)	Št.: SODO ID XXXX Stran: 11 od 102 Verzija: Osnutek 1
---	---	---

III.4. ZDRUŽENO OZNAČEVANJE KLASIFIKACIJE PROIZVODNIH NAPRAV

Vse naštet lastnosti proizvodne naprave se združi v enotno označitev. Lastnosti so našteje po vrsti.

Primer: Proizvodna naprava na lesno biomaso moči 2,5 MW, trifazna priključitev na srednjenapetostni nivo, mešan odjem in proizvodnja na priključnem mestu, sistemsko vodena proizvodna naprava, neposredna priključitev (sinhronski generator). Ni posebnih kompenzacijskih naprav:



IV. NAČINI PRIKLJUČITVE IN PRIKLJUČNE SCHEME

V nadaljevanju sta prikazana osnovna načina priključevanja proizvodnih naprav v distribucijsko omrežje. Shemi veljata smiselno za proizvodne naprave z enim ali več generatorji. Priključevanje generatorjev v interno omrežje proizvodne naprave s transformacijo je stvar dogovora med investitorjem in projektantom.

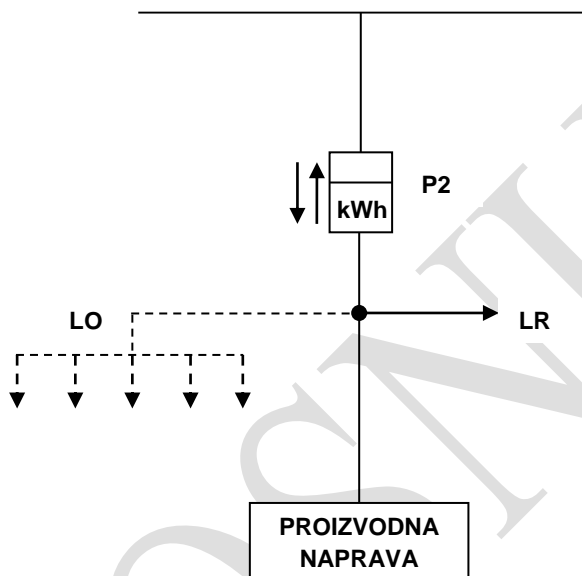
Lastna raba proizvodne naprave (LR) je električna energija, porabljena za obratovanje same proizvodne naprave, za pogon napajalnih črpalk, kompresorjev, mlinov, gorilnikov, čistilne naprave in drugih podobnih naprav, ki so nujne za delovanje proizvodne naprave.

Lastni odjem (LO) pa je ostali odjem v lasti lastnika proizvodne naprave ali lastnika omrežja (končnega odjemalca), v katerem se nahaja proizvodna naprava, ki ni nujno potreben za obratovanje proizvodne naprave.

IV.1. PRIKLJUČITEV PROIZVODNE NAPRAVE V JAVNO OMREŽJE – TIPSKA SCHEMA PS1

Proizvodna naprava je priključena po tej shemi direktno na distribucijsko omrežje ali ob prisotnosti lastnega odjema v interno omrežje ne glede na napetostni nivo.

Tipska shema PS1 je naslednja:



Legenda izrazov uporabljenih v tekstu in slikah:

W_g – proizvedena energija proizvodne naprave

W_{odj} – prevzeta energija končnega odjemalca

LR – lastna raba

LO – lastni odjem

P_g – delovna moč proizvodne naprave pri $\cos\varphi = 0,8$

S_g – navidezna inštalirana moč proizvodne naprave

P_{odj} – priključna moč odjema

S_{LO} – navidezna moč odjema pri P_{odj} in

$\cos\varphi = 0,95$

S_{LR} – navidezna moč lastne rabe

P_x – števec oddane in prejete električne energije

Navedena shema PS1 se uporablja v naslednjih primerih:

- ko je ob postavitvi proizvodne naprave prisoten lasten odjem ali ne,
- sta lastnik proizvodne naprave in lastnik lastnega odjema ista pravna ali fizična oseba,
- ko lastnik proizvodne naprave ne bo zaprosil za podporo proizvedeni električni energiji oziroma se strinja, da je osnova za določitev podpore izmerjena energija na števcu P2 oddana v distribucijsko omrežje,
- ko se lastnik strinja, da bo prejemal potrdilo o izvoru za energijo na osnovi količin električne energije izmerjenih na števcu P2, ki je bila oddana v distribucijsko omrežje,
- ko bo proizvodna naprava priključena v interno omrežje lastnika proizvodne naprave in bo delovala za potrebe samooskrbe.

Priključna moč proizvodne naprave ne sme presegati prenosne zmogljivosti priključka na distribucijsko omrežje. Če obstaja lastni odjem in polindirektne ali indirektne meritve na števcu P2, priključna moč proizvodne naprave ne sme presegati 80 % moči lastnega odjema ($S_g \leq 0,8 \cdot S_{LO}$).

 SISTEMSKI OPERATER DISTRIBUCIJSKEGA OMREŽJA Z ELEKTRIČNO ENERGIJO	NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW (Priloga študije EIMV št. 2265)	Št.: SODO ID XXXX Stran: 13 od 102 Verzija: Osnutek 1
--	---	---

Sestavna(-i) dela(-i) priključka proizvodne naprave:

- sta v primeru priključitve na NN omrežje priključni NN vod od obstoječega NN omrežja do priključno merilne omarice s števcem P2 in sama omarica,
- sta v primeru priključitve na NN razdelilec v TP priključni vod od TP do priključno merilne omarice s števcem P2 in sama omarica. Opcijsko je lahko merilna omarica s števcem P2 nameščena tudi na/ob/v razdelilcu TP, če tehnične možnosti to omogočajo,
- je v primeru radialne priključitve v SN omrežje priključni SN vod od obstoječega SN omrežja do proizvodne naprave,
- je v primeru radialne priključitve v SN stikališče v RTP priključni SN vod od RTP do proizvodne naprave.

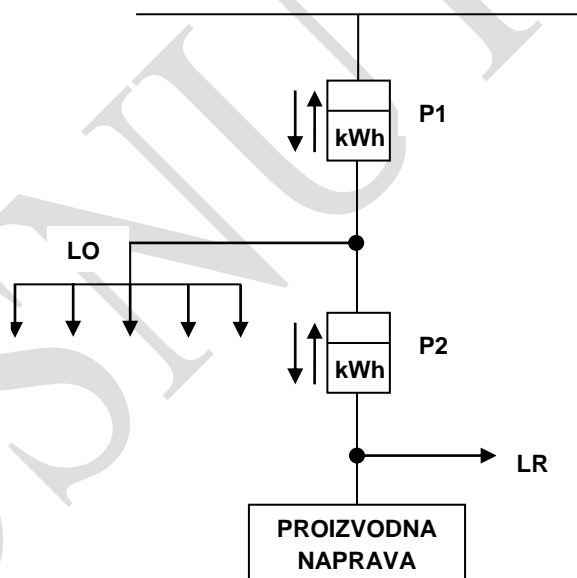
Priključek proizvodne naprave se izvede skladno s Tipizacijo omrežnih priključkov in NN priključnih omaric.

V vejo lastne rabe LR je potrebno montirati števec električne energije, če ga določa predpis o obveznih meritvah na proizvodnih napravah, v naslednjih primerih:

- če obstaja LO, ali
- če obstaja LO in moč lastne rabe S_{LR} proizvodne naprave ne dosega 20 % moči proizvodne naprave S_g .

Navedeno ne velja v primeru, če ne obstaja LO in se za merjenje proizvedene električne energije uporabljajo direktne meritve na števcu P2.


IV.2. PRIKLJUČITEV PROIZVODNE NAPRAVE V INTERNO OMREŽJE – TIPSKA SHEMA PS2



Navedena shema PS2 se uporablja v naslednjih primerih:

- ko je ob postavitvi proizvodne naprave prisoten lasten odjem,
- sta lastnik proizvodne naprave in lastnik lastnega odjema različni pravni ali/in fizični osebi,
- ko bo lastnik proizvodne naprave zaprosil za podporo proizvedeni električni energiji oziroma se ne strinja, da je osnova za določitev podpore izmerjena energija na števcu P1 oddana v javno omrežje,
- ko se lastnik ne strinja, da bo potrdilo o izvoru za energijo izdano na osnovi količine električne energije izmerjene na števcu P1, ki je bila oddana v javno omrežje.

Priključna moč proizvodne naprave ne sme presegati 80 % moči lastnega odjema ($S_g \leq 0,8 \cdot S_{LO}$), če so izvedene polindirektne ali indirektne meritve na števcu P1. V primeru direktnih meritev na števcu P1

 SISTEMSKI OPERATER DISTRIBUCijskega OMREŽJA Z ELEKTRIČNO ENERGIJO	NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW (Priloga študije EIMV št. 2265)	Št.: SODO ID XXXX Stran: 14 od 102 Verzija: Osnutek 1
--	---	---

priključna moč proizvodne naprave ne sme presegati prenosne zmogljivosti priključka na javno omrežje (od omrežja do števca P1).

Priključitev proizvodne naprave v interno omrežje se izvede skladno z veljavnimi predpisi, ki določajo tehnične pogoje v tem internem omrežju.

V vejo lastne rabe LR je potrebno montirati števec električne energije, če ga določa predpis o obveznih meritvah na proizvodnih napravah, v vejo označeno z LR (lastna raba), v primeru, če moč lastne rabe S_{LR} proizvodne naprave ne dosega 20 % moči proizvodne naprave S_g . Navedeno ne velja v primeru, če se za merjenje proizvedene električne energije lahko uporabljajo direktne meritve na števcu P2.

IV.3. NAČIN PRIPRAVE PODATKOV O PORABI IN PROIZVODNJI ELEKTRIČNE ENERGIJE

Način priprave podatkov o porabi in proizvodnji električne energije za potrebe obračuna električne energije in drugih dajatev je podan v Razpredelnici IV.1, za potrebe obračuna omrežnine pa v Razpredelnici IV.2.

Razpredelnica IV.1: Način priprave podatkov o porabi in proizvodnji električne energije – za potrebe obračuna električne energije in drugih dajatev


Količine	Shema PS.1	Shema PS.2
W_{NPEO}	W_{P2-}	W_{P1-}
W_{NPE}	-	W_{P2-}
W_{KO}	W_{P2+}	$(W_{P1+} + W_{P2-}) - (W_{P1-} + W_{P2+})$
P_{KO}	P_{P2+}	P_{P1+}
Q_{KO}	Q_{P2+}	$(Q_{P1+} + Q_{P2-}) - (Q_{P1-} + Q_{P2+})$

Razpredelnica IV.2: Način priprave podatkov o porabi in proizvodnji električne energije - za potrebe obračuna omrežnine


Količine	Shema PS.1	Shema PS.2
W_{NPEO}	-	-
W_{NPE}	-	-
W_{KO}	W_{P2+}	W_{P1+}
P_{KO}	P_{P2+}	P_{P1+}
Q_{KO}	Q_{P2+}	Q_{P1+}

Okrajšave in simboli v zgornji razpredelnici imajo naslednji pomen:

NPE neto proizvedena električna energija

 <small>SISTEMSKI OPERATER DISTRIBUCijskega OMREŽJA Z ELEKTRIČNO ENERGIJO</small>	NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW (Priloga študije EIMV št. 2265)	Št.: SODO ID XXXX Stran: 15 od 102 Verzija: Osnutek 1
---	--	--

P_{KO}	obračunska moč končnega odjemalca
$P_{Px+}(t)$	izmerjene in registrirane povprečne četrtturne moči na števcu Px- prejem e.e.
$P_{Px-}(t)$	izmerjene in registrirane povprečne četrtturne moči na števcu Px- oddaja e.e.
W_{Px+}	izmerjena električna energija na števcu Px - prejem električne energije
W_{Px-}	izmerjena električna energija na števcu Px - oddaja električne energije
W_{NPEO}	neto proizvedena električna energija, ki je oddana v javno omrežje
W_{NPE}	neto proizvedena električna energija proizvodne naprave
W_{KO}	porabljena električna energija končnega odjemalca
Q_{KO}	porabljena jalova energija končnega odjemalca
Q_{Px+}	izmerjena jalova energija na števcu Px - prejem e.e.

 <small>SISTEMSKI OPERATER DISTRIBUCIJSKEGA OMREŽJA Z ELEKTRIČNO ENERGIJO</small>	NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW (Priloga študije EIMV št. 2265)	Št.: SODO ID XXXX Stran: 16 od 102 Verzija: Osnutek 1
---	--	--

IV.4. PRIKAZ OSNOVNIH NAČINOV PRIKLJUČEVANJA V DISTRIBUCIJSKO OMREŽJE

Načeloma se proizvodne naprave v omrežje priključuje trifazno s simetrično razporeditvijo proizvedene moči po fazah. Dovoljena fazna nesimetrija je določena v poglavju o motnjah. Če je naznačena moč proizvodne naprave manjša ali enaka 7,4 kW, se sme proizvodna naprava v omrežje izjemoma priključiti tudi dvofazno. Če je naznačena moč proizvodne naprave manjša ali enaka 3,7 kW, se sme proizvodna naprava izjemoma priključiti v omrežje tudi enofazno ali dvofazno.

V javno nizkonapetostno (NN) distribucijsko omrežje se smejo priključiti proizvodne naprave naznačenih moči do vključno 250 kW, pod pogojem, da kratkostične in ostale razmere v NN omrežju to dopuščajo. Pogojeno se smejo v NN distribucijsko omrežje priključiti proizvodne naprave naznačenih moči do 1.000 kW, pod dodatnim pogojem, da na podlagi analize obstoječega stanja v omrežju, ki jo opravi operater distribucijskega omrežja, **tehnične karakteristike v obstoječem omrežju to dopuščajo**. Če razmere v obstoječem omrežju priključitve v NN omrežje ne dopuščajo je treba takšno proizvodno napravo priključiti v srednjenapetostno (SN) omrežje.


V javno SN distribucijsko omrežje se priključujejo vse proizvodne naprave, katerih naznačene delovne moči so večje kot 250 kW. Pogojeno se smejo v SN distribucijsko omrežje priključiti tudi proizvodne naprave naznačenih moči nad 150 kW, pod dodatnim pogojem, da na podlagi analize obstoječega stanja v omrežju, ki jo opravi operater distribucijskega omrežja, **tehnične karakteristike v obstoječem omrežju to zahtevajo**. Če razmere v obstoječem omrežju priključitve v SN omrežje ne dopuščajo, je treba takšno proizvodno napravo priključiti v NN omrežje.

V tabeli so za posamezne vrste in moči proizvodnih naprav navedeni natančni pogoji za priključitev in obratovanje paralelno z distribucijskim omrežjem.

Če proizvodna naprava obratuje kot sistemsko vodena proizvodna naprava, mora upoštevati pogoje za sistemsko vodeno proizvodno napravo. Če se zgodi izpad komunikacije med to proizvodno napravo in operaterjem omrežja, mora od takrat naprej proizvodna naprava obratovati kot klasična proizvodna naprava s predpisano omejitvijo delovne moči in s tem povezano od takrat naprej privzeti tudi ustrezno zaščitno shemo na ločilnem mestu ter obratovati po ustreznih karakteristikah za jalovo moč. Natančnejša opredelitev zaščit na ločilnem mestu, karakteristik jalove moči in komunikacije med proizvodno napravo ter operaterjem omrežja je navedena v namenskih poglavjih tega Navodila.

IV.4.1. Zahteve za posamezne vrste proizvodnih naprav

Zahteve za posamezne vrste proizvodnih naprav glede na način njihovega obratovanja in njihove naznačene moči so podane v razpredelnici IV.3.

 SISTEMSKI OPERATER DISTRIBUCIJSKEGA OMREŽJA Z ELEKTRČNO ENERGIJO	NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW (Priloga študije EIMV št. 2265)	Št.: SODO ID XXXX Stran: 17 od 102 Verzija: Osnutek 1
---	---	---

Razpredelnica IV.3: Zahteve za posamezne vrste proizvodnih naprav glede na način njihovega obratovanja in njihove nazivne moči

Delovna moč proizvodne naprave	Vrsta generatorja	Sistemska vodena	Nap. nivo priklopa	Št. faz priklopa	Karakteristika jalove moči	Karakteristika delovne moči	Zaščita na LM
Od 0,0 kW do 3,7 kW	PP, SG, ASG ***	NE	NN	1 ali 2 ali 3	J-N1 ali J-N3	D-N1 ali D-N2****	Z-Uf-N1
Nad 3,7 kW do 7,4 kW	PP, SG, ASG ***	NE	NN	2 ali 3	J-N1 ali J-N3	D-N1 ali D-N2****	Z-Uf-N1
Nad 7,4 kW do 11,0 kW	PP, SG, ASG ***	NE	NN	3	J-N1 ali J-N3	D-N1 ali D-N2****	Z-Uf-N1
Nad 11,0 kW do 150 kW	ASG ***	NE	NN	3	J-N2 ali J-N3	D-N1 ali D-N2****	Z-Uf-N2
	PP, SG	NE	NN	3	J-N3	D-N1 ali D-N2****	Z-Uf-N2
	PP, SG	NE	SN *	3	J-S1	D-S1 ali D-S2****	Z-Uf-S1
Nad 150 kW do 250 kW	PP, SG	NE	NN	3	J-N3	D-N1 ali D-N2****	Z-Uf-N2
	PP, SG	NE	SN *	3	J-S1	D-S1 ali D-S2****	Z-Uf-S1
	PP, SG	DA	NN	3	J-N4	D-N3	Z-Uf-N3
	PP, SG	DA	SN *	3	J-S2	D-S3	Z-Uf-S2
Nad 250 kW do 1000 kW	PP, SG	NE	SN	3	J-S1	D-S1 ali D-S2****	Z-Uf-S1
	PP, SG	NE	NN **	3	J-N3	D-N1 ali D-N2****	Z-Uf-N2
	PP, SG	DA	SN	3	J-S2	D-S3	Z-Uf-S2
	PP, SG	DA	NN **	3	J-N4	D-N3	Z-Uf-N3
Nad 1000 kW	PP, SG	NE	SN	3	J-S1	D-S1***** ali D-S2	Z-Uf-S1
	PP, SG	DA	SN	3	J-S2	D-S3	Z-Uf-S2

* Dovoljeno samo, če tehnične karakteristike obstoječega omrežja to zahtevajo!

** Dovoljeno samo, če tehnične karakteristike obstoječega omrežja to dopuščajo!

*** ASG pomeni asinhronski generator z ustreznimi kompenzacijskimi napravami za jalovo moč.

**** Ta karakteristika se predpiše samo v primeru, če razmere v omrežju to zahtevajo (veliko število proizv. naprav v distribucijskem omrežju).

***** Ta karakteristika se predpiše samo v izjemnih primerih, če na strani DO ni ustreznega sistema za krmiljenje in nadzor proizvodnih naprav.

V. TIP PROIZVODNE NAPRAVE GLEDE NA TOK DELOVNE MOČI

Za paralelno in kombinirano otočno-paralelno obratovanje vsake proizvodne naprave morajo biti sestavljena podrobna obratovalna navodila.

Obratovalna navodila za proizvodno napravo proizvajalca, ki obravnavajo pogoje in postopke vklopa in izklopa distribucijskega omrežja, morajo biti usklajena z navodili za ta del omrežja.

Proizvajalec mora o obratovanju svoje proizvodne naprave voditi obratovalno dokumentacijo.

Vgradnja ločilnega mesta je obvezna. Ločilno mesto se vgradi med generatorji in prevzemno-predajnim mestom (PPM) in ga DO na predlog investitorja oziroma projektanta predpiše v Soglasju za priključitev.

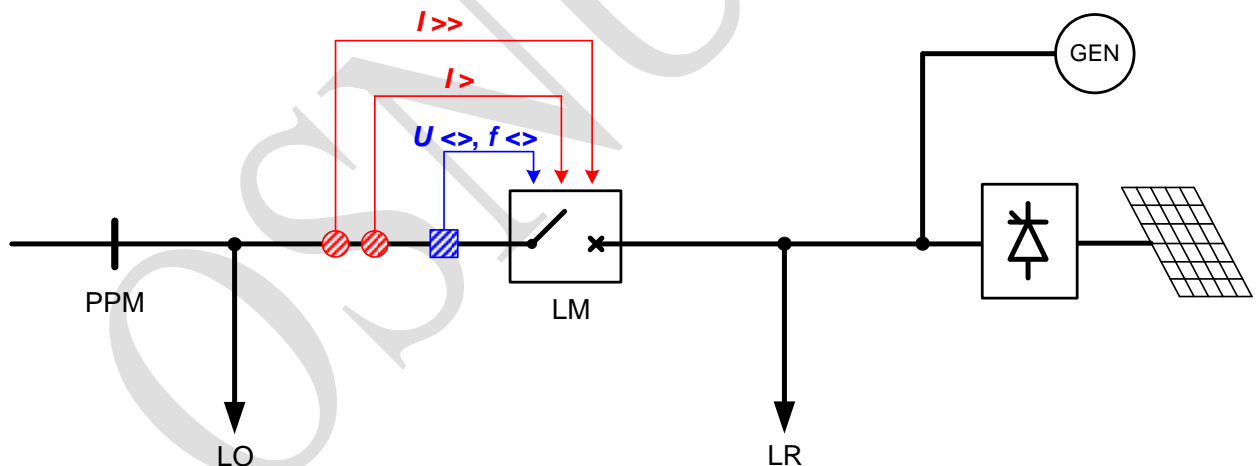
V.1. PORABNIŠKO-PROIZVODNI (MEŠANI) TIP - TIP M

V to skupino sodijo vsi priključki, pri katerih se pričakuje pretok delovne energije med proizvodno napravo in javnim distribucijskim omrežjem v obe smeri.

Karakteristike jalove moči so predpisane na merilnem mestu med prevzemno prodajnim mestom in prvim elementom, ki opravlja del ali vse funkcije ločilnega mesta.

Ta vrsta priključka se obravnava kot mešani priključek. Včasih teče delovna energija iz omrežja DO proti PPM, včasih pa iz PPM v omrežje DO. Kadar teče delovna energija iz omrežja DO proti PPM, veljajo za uporabnika sistema pogoji za jalovo moč, ki so zanj manj restriktivni (ali predpisani pogoji o jalovi moči iz tega Navodila ali pa splošni pogoji za končnega odjemalca). Kadar teče delovna moč iz PPM v omrežje DO, pa veljajo za odjemalca vsa določila iz tega Navodila: karakteristika jalove moči, dovoljene motnje, itn.. Merilno mesto mora biti opremljeno z dvosmernim merilnikom energije, ki ločeno beleži porabo in proizvodnjo delovne energije.

Za pridobitev soglasja je obvezna izvedba vseh postopkov in presoj, ki so opisani v tem Navodilu.



Slika V.1 – Splošni prikaz mešanega priključka (tip M)

 SISTEMSKI OPERATER DISTRIBUCIJSKEGA OMREŽJA Z ELEKTRIČNO ENERGIJO	NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW (Priloga študije EIMV št. 2265)	Št.: SODO ID XXXX Stran: 19 od 102 Verzija: Osnutek 1
--	---	---

V.2. PORABNIŠKI TIP - TIP P

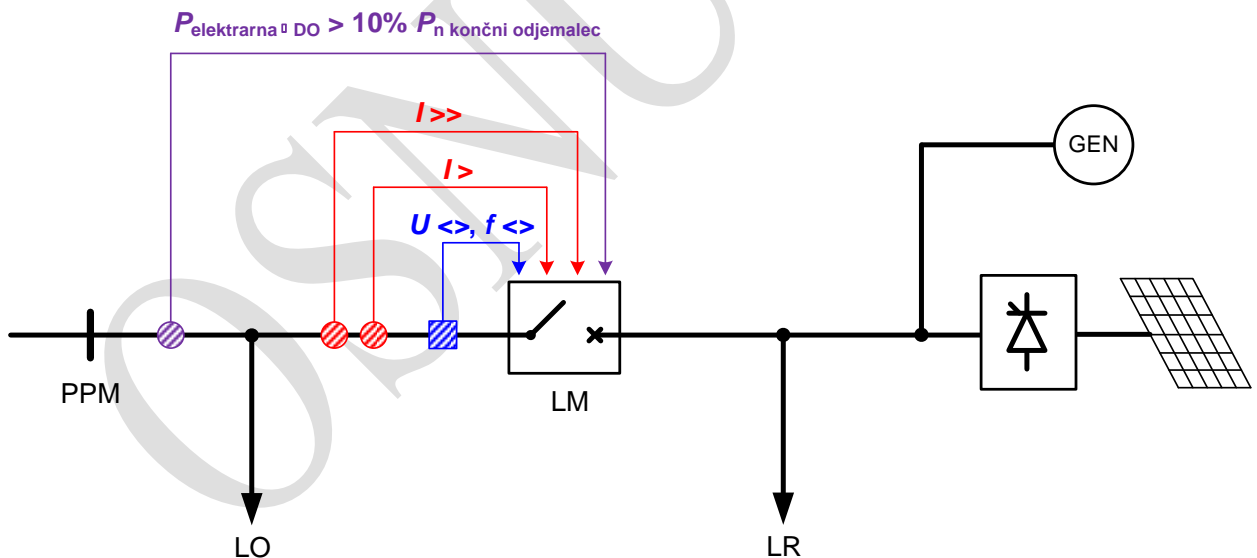
V to skupino sodijo uporabniki sistema, ki imajo vgrajene tudi generatorje, vendar le z namenom pokrivanja dela ali celote svoje porabe delovne energije. Pogojeno je, da delovna moč v omrežje v katerem koli opazovanem trenutku ne sme presegati 10 % nazivne delovne moči PPM za končnega odjemalca. Če je za nazivno delovno moč PPM podana navidezna moč na PPM na podlagi omejevalca toka ali varovalke, se za nazivno delovno moč vzame kar navidezna moč priključka na podlagi velikosti omejevalca toka. Na ločilno mesto se mora vgraditi zaščita povratne moči, ki zaznava smer pretoka delovne energije na PPM. Če delovna energija teče v omrežje DO in je višja od 10 % nazivne delovne moči na PPM, zaščita po 5 sek trajno izključi odklopnik na ločilnem mestu. Ločilno mesto lahko deblokira le DO.

Primer: za omejevalce toka končnega uporabnika 3 x 16 A se privzame nastavev zaščite povratne moči v smeri omrežja: 1,1 kW.

Ta vrsta priključitve se obravnava kot končni odjemalec delovne električne energije in zanj veljajo sistemska obratovalna navodila za porabnike električne energije (končne odjemalce): $\tan(\varphi)$, dovoljene motnje, itn., glede na napetostni nivo PPM. Oddajanje električne energije v omrežje DO ni dovoljeno!

Zaradi zagotavljanja selektivnosti zaščit na LM in zagotavljanja čim manj motenj v obratovanju proizvodne naprave je tehnično sicer mogoče, da teče določen čas delovne moči proizvodne naprave tudi v smeri od končnega odjemalca v omrežje DO. Ne glede na to oddajanje delovne električne energije v omrežje DO ni dovoljeno! **Zato se oddana delovna električna energija v omrežje DO tudi ne meri in se ne obračunava ali kakorkoli odšteva od delovne električne energije, ki teče v smeri iz DO do končnega odjemalca.**

Za pridobitev soglasja (tip P) ni potrebno opraviti analize porastov napetostnih razmer s stališča največje dovoljene instalirane moči proizvodne naprave, saj generatorji v proizvodni napravi le zmanjšujejo trenutno porabo končnega odjemalca in ne povzročajo porastov napetosti v distribucijskem omrežju.



Slika V.2 – Splošni prikaz porabniškega priklopa (tip P)

 <small>SISTEMSKI OPERATER DISTRIBUCIJSKEGA OMREŽJA Z ELEKTRIČNO ENERGIJO</small>	<p style="text-align: center;">NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW</p> <p style="text-align: center;">(Priloga študije EIMV št. 2265)</p>	<p>Št.: SODO ID XXXX</p> <p>Stran: 20 od 102</p> <p>Verzija: Osnutek 1</p>
---	--	--

VI. POGOJI IN POSTOPEK PRESOJE MOŽNOSTI PRIKLJUČITVE PROIZVODNE NAPRAVE GLEDE NAPETOSTNIH RAZMER V OMREŽJU

Presoja možnosti priključitve proizvodne naprave v distribucijsko omrežje temelji na uporabi stacionarnih porastov napetosti zaradi obratovanja proizvodnih naprav v omrežju. Stacionarni porasti napetosti so zelo uporabna metoda za ugotavljanje možnosti priključitve proizvodne naprave v omrežje, saj ne zahteva posebnih meritev ali simulacij.

Metoda upošteva, da je omrežje vedno izkoriščeno do napetostnih meja načrtovanja omrežja. Tako ta metoda podaja zanesljivo mejo, do katere se da v omrežje zagotovo vključiti proizvodna naprava, brez da bi pri tem tvegali nedovoljene napetostne razmere.

Za proizvodne naprave porabniškega tipa, ki samo kompenzirajo porabo znotraj prevzemno-predajnega mesta, takšna presoja ni potrebna. Takšno proizvodne naprave je v vsakem premeru mogoče priključiti v omrežje pod posebnimi pogoji, ki veljajo za porabniški priklop proizvodne naprave.

Za postopek izračuna možnosti priključitve proizvodne naprave v distribucijsko omrežje poda investitor informacijo o tem, koliko delovne moči (P_{NG}) želi pošiljati v omrežje DO. Na podlagi želene delovne moči in določene karakteristike jalove moči se nato izračuna potrebna jalova moč proizvodne naprave (Q_{NG}). Na podlagi tega se izračuna tudi skupna navidezna moč proizvodne naprave (S_{NG}), ki je podlaga za izračun tokovnih obremenitev distribucijskega omrežja.

V nadaljevanju so opisani postopki za preverjanje priključljivosti proizvodne naprave v omrežje glede na način načrtovanja in obratovanja omrežja, v katerega bo proizvodna naprava priključena. Posebej bodo opisani postopki za omrežja, ki:

- imajo **konstantno nastavljeno napetost** na SN zbiralkah transformatorja VN/SN v RTP-ju,
- uporabljajo **impedančno kompenzacijo SN voda** in s tem pogojeno variabilno napetost na SN zbiralkah transformatorja VN/SN v RTP-ju ter
- uporabljajo **načrtovalsko pogojeno kompaundacijo omrežja** in s tem pogojeno variabilno napetost na SN zbiralkah transformatorja VN/SN v RTP-ju.


VI.1.OPIS POSTOPKA PREVERJANJA PRIKLJUČLJIVOSTI PROIZVODNE NAPRAVE V OMREŽJE PO PRINCIPU STACIONARNIH PORASTOV NAPETOSTI

Izračun možnosti priključitve je mogoče opraviti že samo s pomočjo enostavnih matematičnih operacij ter seveda podatkov o distribucijskem omrežju od SN zbiralk v RTP-ju do mesta priključitve proizvodne naprave v omrežje ali še bolje s pomočjo programov za analize pretokov moči. Ta metoda je zato zelo enostavno orodje za izračun priključljivosti proizvodne naprave v omrežje.

Za izračun stacionarnih sprememb napetosti in s tem povezane možnosti priključitve proizvodne naprave potrebujemo:

- podatke o željeni delovni moči proizvodne naprave,
- podatke o impedanci NN priključnega voda od transformatorja SN/NN do proizvodne naprave (če se proizvodna naprava priključuje na NN nivo),
- električne podatke o transformatorju SN/NN (če se proizvodna naprava priključuje na NN nivo),
- podatke o impedanci SN priključnega voda od RTP-ja do transformatorja SN/NN,
- kratkostično moč in kot na SN zbiralkah v RTP-ju in
- podatke o ostalih proizvodnih napravah v omrežju v SN oziroma NN omrežju, ki že obratujejo ali imajo izdano soglasje za priključitev (proizvodnih naprav tip P ne upoštevamo v analizi).


Izračun se opravi tako, da se ugotovi vpliv spremembe napetosti zaradi obratovanja posamezne proizvodne naprave in vseh proizvodnih naprav na omrežje. Skupni dvig napetosti zaradi obratovanja vseh proizvodnih naprav v določenem delu omrežja pa je določen na podlagi podanega skupnega razpoložljivega napetostnega prostora v omrežju in to posebej za SN ter NN omrežje po metodi superpozicije.

	NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW (Priloga študije EIMV št. 2265)	Št.: SODO ID XXXX Stran: 21 od 102 Verzija: Osnutek 1
---	---	---

Pomembno je, da pri obravnavi proizvodnih naprav, ki so priključene v NN omrežje upoštevamo, da povzročajo spremembo napetosti tudi v SN omrežju in je zato treba njihov vpliv upoštevati tudi v SN omrežju.

VI.1.1. Postopek za preverjanje priključljivosti proizvodnih naprav v SN in NN distribucijsko omrežje

- Modeliramo **omrežje**, v katerega bo priključena proizvodna naprava.
- Iz omrežja **izključimo** vse **končne odjemalce** in tudi vse **pasivne reaktivne elemente** (kondenzatorske baterije in dušilke za regulacijo napetosti v omrežju).
- V omrežje **vkjučimo** vse **obstoječe proizvodne naprave** in tudi vse proizvodne naprave, za katere je že bilo izdano soglasje za priključitev. Proizvodnih naprav tip P ne upoštevamo! Vse te proizvodne naprave naj obratujejo z delovnimi močmi iz njihovih soglasij za priključitev. Vse proizvodne naprave obratujejo tako, da je njihova jalova moč enaka nič ($\text{tg } \varphi_{\text{GEN}} = 0$ oziroma $Q_{\text{GEN}} = 0$).
- V omrežje **vkjučimo** tudi **ново proizvodno napravo** z želeno delovno močjo na želeno mesto priključitve. Nova proizvodna naprava obratuje tako, da je njena jalova moč enaka nič ($\text{tg } \varphi_{\text{GEN}} = 0$ oziroma $Q_{\text{GEN}} = 0$).
- Na mestu v omrežju, kjer transformator VN/SN drži **konstantno napetost**, zagotovimo takšno napetost tudi v modelu omrežja. Za analize je najbolj enostavno, da izberemo velikost napetosti $100 \% U_n$ oziroma 1,00 p.u. Če omrežje obratuje z vključeno **kompandacijo**, je treba pri modelu omrežja in analizi priključljivosti to upoštevati v skladu s pravili REDOS.
- Obravnavamo samo tiste dele omrežja, na katere vpliva obratovanje nove proizvodne naprave:
 - Proizvodna naprava se priključuje v SN omrežje: Obravnavamo samo tisti SN izvod, kamor se priključuje proizvodna naprava. Obravnavamo celotno SN omrežje tega izvoda. Ostalih SN izvodov in tudi NN omrežja ne obravnavamo.
 - Proizvodna naprava se priključuje v NN omrežje: Obravnavamo:
 - SN izvod, preko katerega se napaja NN omrežje z novo proizvodno napravo in
 - celotno NN omrežje, ki se napaja preko tistega transformatorja SN/NN, ki napaja tudi novo proizvodno napravo.
- Identificiramo "**kritična mesta v omrežju**". Med ta spadajo **najmanj**:
 - vsa mesta, kjer so priključene proizvodne naprave;
 - vse ostale napajalne točke omrežja (obe strani SN/NN transformatorjev).
- Če se **nova proizvodna naprava priključuje v SN omrežje**:
 - Na vseh kritičnih mestih v SN omrežju preverimo spremembo napetosti zaradi obratovanja vseh proizvodnih naprav v SN in NN omrežju. Spremembo napetosti izračunamo relativno glede na mesto s konstantno nastavljeno napetostjo.
 - Sprememba napetosti mora biti na vseh kritičnih mestih v SN omrežju znotraj meja, ki so dovoljene glede na izvedeno število različnih odcefov SN/NN transformatorjev.
- Če se **nova proizvodna naprava priključuje v NN omrežje**:
 - Na vseh kritičnih mestih v obravnavanem NN omrežju (vso omrežje, ki ga napaja transformator SN/NN) preverimo spremembo napetosti zaradi obratovanja vseh proizvodnih naprav v NN omrežju. Spremembo napetosti izračunamo relativno glede na SN stran transformatorja, ki napaja to NN omrežje.
 - Na vseh kritičnih mestih v SN omrežju preverimo spremembo napetosti zaradi obratovanja vseh proizvodnih naprav v SN in NN omrežju. Spremembo napetosti izračunamo relativno glede na mesto s konstantno nastavljeno napetostjo.
 - Sprememba napetosti mora biti na vseh kritičnih mestih v NN in v SN omrežju znotraj meja, ki so dovoljene glede na izvedeno število različnih odcefov SN/NN transformatorjev.
- Če je dovoljena sprememba napetosti presežena, je treba uporabiti ukrepe za znižanje stacionarne spremembe napetosti in postopek ponoviti v točki 6.

 <small>SISTEMSKI OPERATER DISTRIBUCIJSKEGA OMREŽJA Z ELEKTRIČNO ENERGIJO</small>	NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW (Priloga študije EIMV št. 2265)	Št.: SODO ID XXXX Stran: 22 od 102 Verzija: Osnutek 1
---	--	--

Primeri priključevanja proizvodnih naprav po tem postopku so navedeni v posebnem poglavju na koncu teh Navodil.

VI.2. NAPETOST NA SN ZBIRALKAH VN/SN TRANSFORMATORJA V RTP-JU JE KONSTANTNA

V tem primeru drži transformator VN/SN v RTP-ju konstantno napetost na svojih SN zbiralkah, brez kakršnih koli drugih popravkov napetosti. Pri tem upoštevamo nenatančnost nastavitve zaradi diskretnih stopenj nastavljanja odcepa transformatorja VN/SN, ki znaša skupaj 2 %.

VI.2.1. Dovoljen napetostni prostor za priključevanje proizvodnih naprav

VI.2.1.1. V SN omrežju je uporabljen samo odcep "-1" oziroma samo en različen odcep

Na območju odcepa "-1" imamo za priključevanje proizvodnih naprav po metodi najslabših možnih scenarijev oziroma relativnih stacionarnih sprememb napetosti, prostega še 3,5 % napetostnega prostora, ki ga razdelimo na:

- 1 % sprememba napetosti za proizvodne naprave v SN omrežju,
- 2,5 % sprememba napetosti za proizvodne naprave v NN omrežju skupaj s spremembo napetosti na transformatorju SN/NN.


Če se za omrežje, ki ga napaja določen transformator VN/SN predvideva, da bodo napetostne razmere v SN omrežju takšne, da bo treba v prihodnosti uporabiti dva različna odcepa, je treba v takšnem omrežju že od začetka uporabiti napetostni prostor, ki je predviden za dva različna odcepa!

VI.2.1.2. V SN omrežju sta uporabljena odcepa "-1" in "0" oziroma dva različna soležna odcepa

V tem primeru uporabimo za priključevanje proizvodnih naprav napetostni prostor, ki znaša 3,5 % na območju odcepa "-1" in 1,0 % na območju odcepa 0. Ker je SN napetostni prostor skupen, je možnih več variant priključitve. Glede na preference pri načrtovanju omrežja je razdelitev prostora takšna, kot je navedena v tabeli in velja za celotno omrežje, ki ga napaja določen transformator VN/SN v RTP-ju!

Razpredelnica VI.1: Razporeditev napetostnega prostora na območju RTP-ja, kjer sta realizirana dva različna odcepa transformatorjev SN/NN

Del omrežja		Razpoložljiv napetostni prostor za priključevanje proizvodnih naprav
Skupno SN omrežje		0,5 %
Območje odcepa "-1"	NN omrežje + SN/NN transformator	3,0 %
Območje odcepa "0"	NN omrežje + SN/NN transformator	0,5 %

	NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW (Priloga študije EIMV št. 2265)	Št.: SODO ID XXXX Stran: 23 od 102 Verzija: Osnutek 1
---	---	---

VI.2.1.3. V SN omrežju so uporabljeni odcepi "-1", "0" in "+1" ali še več različnih odcepi

Priključevanje proizvodnih naprav v takšno omrežje po metodi relativnih porastov napetosti ni mogoče!

VI.2.2. Določitev dogovorjene napetosti (U_{cg}) za proizvodne naprave, ki so priključene v SN omrežje

Dogovorjena napetost proizvodne naprave U_{cg} je enaka napetosti, ki je nastavljena kot referenčna napetost na SN zbiralkah transformatorja VN/SN v RTP-ju.

VI.3. NAPETOST NA SN ZBIRALKAH VN/SN TRANSFORMATORJA V RTP-JU NI KONSTANTNA, UPORABLJENA JE IMPEDANČNA KOMPENZACIJA SN VODA, KI KOMPENZIRA SPREMEMBO NAPETOSTI NA ENEM ALI VEČ DOLGIH PARALELNIH SN VODIH

V tem primeru transformator VN/SN v RTP-ju ne drži konstantne napetosti na svojih SN zbiralkah, ampak napetost prilagaja tako, da kompenzira spremembo (padec ali porast) napetosti zaradi obremenitve na enem dolgem SN vodu, ki je edini napajan preko tega transformatorja. Naloga impedančne kompenzacije je, da prestavi konstantno napetost globlje v omrežje in s tem omogoči stabilne napetostne razmere v omrežju, ki ga napaja dolg SN vod.

Pri uporabi impedančne kompenzacije SN voda je pomembno to, da med RTP-jem in točko na vodu, kjer želimo konstantno napetost, ni priključenega nobenega uporabnika omrežja!

To vrsto impedančne kompenzacije SN voda ne smemo zamenjevati s "kompaundacijo", ki se upošteva že pri načrtovanju omrežja. Pri kompaundaciji se napetost na SN zbiralkah transformatorja VN/SN prilagaja glede na tok preko transformatorja VN/SN, ki napaja več različnih SN izvodov hkrati. Pogoji za priključevanje v takšno "kompaundirano" omrežje so navedeni v točki VI.4.

VI.3.1. Opis postopka preverjanja razpoložljivost omrežja za priključitev proizvodne naprave v omrežje po principu stacionarnih sprememb napetosti

Postopek in izračun se opravi po enakem principu kot v primeru, ko transformator VN/SN drži konstantno napetost na svojih zbiralkah. Tudi dovoljen napetostni prostor je enak. Napetostne spremembe v SN omrežju pa se impedančno upoštevajo samo do tiste točke v omrežju, kjer transformator s svojo impedančno kompenzacijo SN voda drži konstantno napetost. Po navadi je to RP.

VI.3.2. Določitev dogovorjene napetosti (U_{cg}) za proizvodne naprave, ki so priključene v SN omrežje

Dogovorjena napetost proizvodne naprave U_{cg} je enaka napetosti, ki je nastavljena kot referenčna napetost na SN zbiralkah transformatorja VN/SN v RTP-ju v praznem teku (to je takrat, ko je tok skozi transformator enak nič). Ta napetost je enaka želeni napetosti na koncu kompenziranega SN voda.

 SISTEMSKI OPERATER DISTRIBUCIJSKEGA OMREŽJA Z ELEKTRIČNO ENERGIJO	NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW (Priloga študije EIMV št. 2265)	Št.: SODO ID XXXX Stran: 24 od 102 Verzija: Osnutek 1
--	---	---

VI.4. NAPETOST NA SN ZBIRALKAH VN/SN TRANSFORMATORJA V RTP-JU NI KONSTANTNA, UPORABLJENA JE KOMPAUNDACIJA

Kompaundacija je način načrtovanja in posledično tudi obratovanja distribucijskega omrežja, kjer se zaradi vnaprej določenih večjih padcev napetosti v SN omrežju, SN omrežje razdeli na območja, kjer se uporabljajo različni odcepi transformatorjev SN/NN, hkrati pa se uporablja variabilna napetost na SN zbiralki VN/SN transformatorja, ki je odvisna od tokovnih razmer na transformatorju, ki napaja več različnih izvodov hkrati. Uporabniki omrežja so lahko razporejeni od začetka do konca enega ali vseh izvodov.

Stanje v omrežju je v tem primeru predvsem odvisno od:

- nastavitve obsega regulacije napetosti na VN/SN transformatorju,
- nastavitve gradienta regulacije ($\Delta U/\Delta I$),
- vrste uporabnikov omrežja (porabniki in/ali proizvodne naprave) po posameznih SN izvodih in
- časovne korelacije obratovanja posameznih uporabnikov omrežja.

VI.4.1. Mejne spremembe napetosti

V NN omrežju je največja dovoljena relativna sprememba napetosti zaradi obratovanja proizvodnih naprav na posameznem NN izvodu 3%. Ta omejitev velja tudi za NN izvode na katerih so priključene samo proizvodne naprave.

V SN omrežju je največja dovoljena relativna sprememba napetosti zaradi obratovanja proizvodnih naprav na posameznem SN izvodu 2%, upoštevajo se vse proizvodne naprave, tudi tiste v NN omrežjih tega izvoda. Ta omejitev velja tudi za SN izvode na katerih so priključene samo proizvodne naprave.

Izračun sprememb napetosti zaradi obratovanja proizvodne naprave se izvede tako, da obremenitev na izvodu ne upoštevamo, so enake 0; za proizvodne naprave upoštevamo, da obratujejo z delovno močjo pri $\cos \varphi = 1,0$, transformatorji SN/NN se v izračunih ne upoštevajo.

Izračun sprememb napetosti se izvede z ustreznim programskim orodjem za izračun pretokov moči, ali po metodi seštevanja sprememb napetosti, ki jih povzročijo proizvodne naprave v posameznih točkah izvodov.

Relativna sprememba napetosti zaradi proizvodnih naprav na izvodu, ki so priključene v točki i znaša:

$$u_{\Delta iRV} = \frac{R_{ivod} * \sum P_{Rvi}}{U_N^2} \quad (VI.1)$$

R_{ivod} ...ohmska upornost izvoda od začetka do točke i ;

$\sum P_{Rvi}$...vsota delovnih moči v točki i , ki se pojavijo, ko je na izvodu dosežena najvišja sprememba napetosti;

U_N ...nazivna medfazna napetost.

VI.4.2. Določitev dogovorjene napetosti (U_{cg}) za proizvodne naprave, ki so priključene v SN omrežje

Dogovorjena napetost proizvodne naprave U_{cg} je enaka srednji vrednosti pričakovane napetosti v najbolj ekstremnih normalnih obratovalnih stanjih omrežja na mestu priključitve proizvodne naprave v SN omrežje in se izračuna s pomočjo programskih orodij, ki so sposobna izračunov obratovanja omrežja z vključeno kompaundacijo (na primer GREDOS).

	NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW (Priloga študije EIMV št. 2265)	Št.: SODO ID XXXX Stran: 25 od 102 Verzija: Osnutek 1
---	---	---

VI.5. ENAČBE ZA IZRAČUN PRIČAKOVANEGA PORASTA NAPETOSTI ZARADI OBRATOVANJA PROIZVODNIH NAPRAV V DISTRIBUCIJSKEM OMREŽJU

Stacionarno spremembo napetosti zaradi obratovanja proizvodne naprave lahko izračunamo s pomočjo enačbe:

$$\Delta u_{el} = \frac{S_{el}}{S_{ks}} \cdot \cos(\psi_{ks} - \varphi_{el}), \quad (VI.2)$$

kjer so:

- Δu_{el} relativna sprememba napetosti zaradi obratovanja proizvodne naprave,
- S_{el} navidezna moč proizvodne naprave,
- S_{ks} kratkostična moč omrežja v točki priključitve,
- ψ_{ks} kratkostični kot omrežja v točki priključitve,
- φ_{el} kot med napetostjo in tokom proizvodne naprave (upoštevata se generatorski kazalčni sistem, kar pomeni, da je pozitiven kot oddaja jalove moči v omrežje in negativen kot odjem jalove moči iz omrežja).

Ker pri presoji razpoložljivosti omrežja upoštevamo samo delovno moč proizvodne naprave, ki je podana v vlogi za soglasje za priključitev proizvodne naprave, se enačba poenostavi v:

$$\Delta u_{el} = \frac{P_{el}}{S_{ks}} \cdot \cos(\psi_{ks}), \quad (VI.3)$$

kjer so:

- Δu_{el} relativna sprememba napetosti zaradi obratovanja proizvodne naprave,
- P_{el} delovna moč proizvodne naprave,
- S_{ks} kratkostična moč omrežja,
- ψ_{ks} kratkostični kot omrežja.

Kratkostično moč in kot omrežja na mestu priključitve proizvodne naprave v omrežje, to je na prevzemno predajnem mestu (oziroma PPM), lahko izračunamo s pomočjo programov za izračun pretokov moči in kratkih stikov. Če to ni mogoče, izhajamo iz najbližje točke v SN oziroma NN omrežju, kjer sta znana kratkostična moč in kot omrežja. Na podlagi te moči in kota ter znane impedanace omrežja od tu do do mesta priključitve proizvodne naprave v omrežje, izračunamo kratkostično moč na mestu priključitve proizvodne naprave v omrežje.

Če kratkostična moč in kot v NN oziroma SN omrežju nista znana, izhajamo iz kratkostične moči omrežja na 110 kV zbiralkah v RTP-ju. Če podatka za kratkostični kot 110 kV omrežja ni, lahko privzamemo 84,3°, kar izhaja iz približnega razmerja med reaktanco in upornostjo 110 kV omrežja 10:1.

Upornost in reaktanco transformatorja izračunamo s pomočjo naslednjih enačb:

$$R_{TR} = \frac{U_{nTR-NN}^2}{S_{nTR}} \cdot \frac{u_{rTR}}{100}, \quad (VI.4)$$

$$X_{TR} = \frac{U_{nTR-NN}^2}{S_{nTR}} \cdot \frac{u_{xTR}}{100}, \quad (VI.5)$$

kjer so:

- R_{TR} upornost transformatorja, reducirana na nižje-napetostno stran transformatorja, v Ω ,
- X_{TR} reaktanca transformatorja, reducirana na nižje-napetostno stran transformatorja, v Ω ,
- U_{nTR-NN} naznačena napetost nižje-napetostnega navitja transformatorja, v kV,
- S_{nTR} naznačena navidezna moč transformatorja, v MVA,

u_{rTR} delovna komponenta napetosti kratkega stika u_{kTR} , v %,

u_{xTR} jalova komponenta napetosti kratkega stika u_{kTR} , v %.

Slednji dve veličini lahko izračunamo s pomočjo naslednjih enačb:

$$u_{rTR} = \frac{P_{Cu}}{S_{nTR}} \cdot 100, \quad (VI.6)$$

$$u_{xTR} = \sqrt{u_{kTR}^2 - u_{rTR}^2}, \quad (VI.7)$$

kjer so:

P_{Cu} izgube zaradi obremenitve transformatorja ("izgube v bakru"), v MW,

S_{nTR} naznačena navidezna moč transformatorja, v MVA,

u_{kTR} relativna napetost kratkega stika transformatorja, v %.

Če natančni podatki o SN/NN transformatorju niso znani, se lahko kot okvirne privzame naslednje vrednosti:

S_{nTR} (MVA)	u_{kTR} (%)	u_{rTR} (%)
od 0,02 do 0,63	4 .. 6	0,5 .. 1,5
nad 0,63 do 2,5	4 .. 6	< 1
nad 2 do 10	6 .. 8	< 1

Upornost in reaktanco voda izračunamo s pomočjo naslednjih enačb:

$$R_V = R'_V \cdot l, \quad (VI.8)$$

$$X_V = X'_V \cdot l, \quad (VI.9)$$

kjer so:

R_V upornost voda, v Ω ,

X_V reaktanca voda, v Ω ,

R'_V relativna upornost voda, v Ω/km ,

X'_V relativna reaktanca voda, v Ω/km ,

l dolžina voda, v km.

Če natančni podatki o vodu niso znani, se lahko kot okvirne privzame naslednje vrednosti:

Vrsta voda	X'_V (Ω/km)
Prostozračni vod	0,3 .. 0,4
Kabelski vod	0,08 .. 0,12
Izolirani nizkonapetostni prostozračni vod	0,1

	<p style="text-align: center;">NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW</p> <p style="text-align: center;">(Priloga študije EIMV št. 2265)</p>	<p>Št.: SODO ID XXXX</p> <p>Stran: 27 od 102</p> <p>Verzija: Osnutek 1</p>
---	--	--

Impedanco omrežja na prevzemno-predajnem mestu (PPM) izračunamo tako, da seštejemo impedance omrežja od točke z znano kratkostično močjo do PPM. Pri tem je treba impedance, ki so izračunane za napetostne nivoje, ki niso enaki napetostnemu nivoju na PPM, reducirati na napetostni nivo PPM-ja. To naredimo na podlagi razmerja obeh napetostnih nivojev oziroma prestavnega razmerja transformatorja med njima. Upornosti in reaktance reduciramo s pomočjo enačb:

$$R_{\text{element omrežja PPM}} = R_{\text{element omrežja}} \cdot \frac{1}{p_{\text{TR}}^2}, \quad (\text{VI.10})$$

$$X_{\text{element omrežja PPM}} = X_{\text{element omrežja}} \cdot \frac{1}{p_{\text{TR}}^2}, \quad (\text{VI.11})$$

$$p_{\text{TR}} = \frac{U_{\text{nTR-VN}}}{U_{\text{nTR-NN (PPM)}}}, \quad (\text{VI.12})$$

kjer so:

$R_{\text{element omrežja PPM}}$	upornost elementa omrežja, reducirana na PPM, v Ω ,
$R_{\text{element omrežja}}$	upornost elementa omrežja, v Ω ,
$X_{\text{element omrežja PPM}}$	reaktanca elementa omrežja, reducirana na PPM, v Ω ,
$X_{\text{element omrežja}}$	reaktanca elementa omrežja, v Ω ,
p_{TR}	prestavno razmerje transformatorja, ki je med obema napetostnima nivojema
$U_{\text{nTR-VN}}$	naznačena napetost višje-napetostnega navitja transformatorja, v kV,
$U_{\text{nTR-NN (PPM)}}$	naznačena napetost nižje-napetostnega navitja transformatorja, ki je obenem tudi napetost PPM, v kV,
element omrežja	je lahko vod, transformator ali VN omrežje.

Če želimo reducirati impedanco VN omrežja na NN nivo, lahko opravimo redukcijo naenkrat, ali v dveh ločenih korakih.

Skupna impedanca omrežja na PPM je tako vsota vseh impedanc (skupaj M elementov omrežja) od PPM do VN omrežja.

$$R_{\text{ks PPM}} = \sum_{m=1}^M R_{m \text{ element omrežja PPM}}, \quad (\text{VI.13})$$


$$X_{\text{ks PPM}} = \sum_{m=1}^M X_{m \text{ element omrežja PPM}}, \quad (\text{VI.14})$$

$$Z_{\text{ks PPM}} = \sqrt{R_{\text{ks PPM}}^2 + X_{\text{ks PPM}}^2}, \quad (\text{VI.15})$$

$$\psi_{\text{ks PPM}} = \arctan \frac{X_{\text{ks PPM}}}{R_{\text{ks PPM}}}, \quad (\text{VI.16})$$

kjer so:

$R_{\text{ks PPM}}$	kratkostična upornost omrežja na PPM, v Ω ,
$R_{\text{element omrežja PPM}}$	upornost elementa omrežja, reducirana na PPM, v Ω ,
$X_{\text{ks PPM}}$	kratkostična reaktanca omrežja na PPM, v Ω ,
$X_{\text{element omrežja PPM}}$	reaktanca elementa omrežja, reducirana na PPM, v Ω ,
$Z_{\text{ks PPM}}$	kratkostična impedanca omrežja na PPM, v Ω ,
$\psi_{\text{ks PPM}}$	kratkostični kot omrežja na PPM.

 <small>SISTEMSKI OPERATER DISTRIBUCIJSKEGA OMREŽJA Z ELEKTRIČNO ENERGIJO</small>	NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW (Priloga študije EIMV št. 2265)	Št.: SODO ID XXXX Stran: 28 od 102 Verzija: Osnutek 1
---	--	--

Kratkostična moč omrežja na prevzemno-predajnem mestu (PPM) sledi iz izračunane impedance omrežja na PPM:

$$S_{ks \text{ PPM}} = \frac{U_N^2}{Z_{ks \text{ PPM}}} , \quad (VI.17)$$

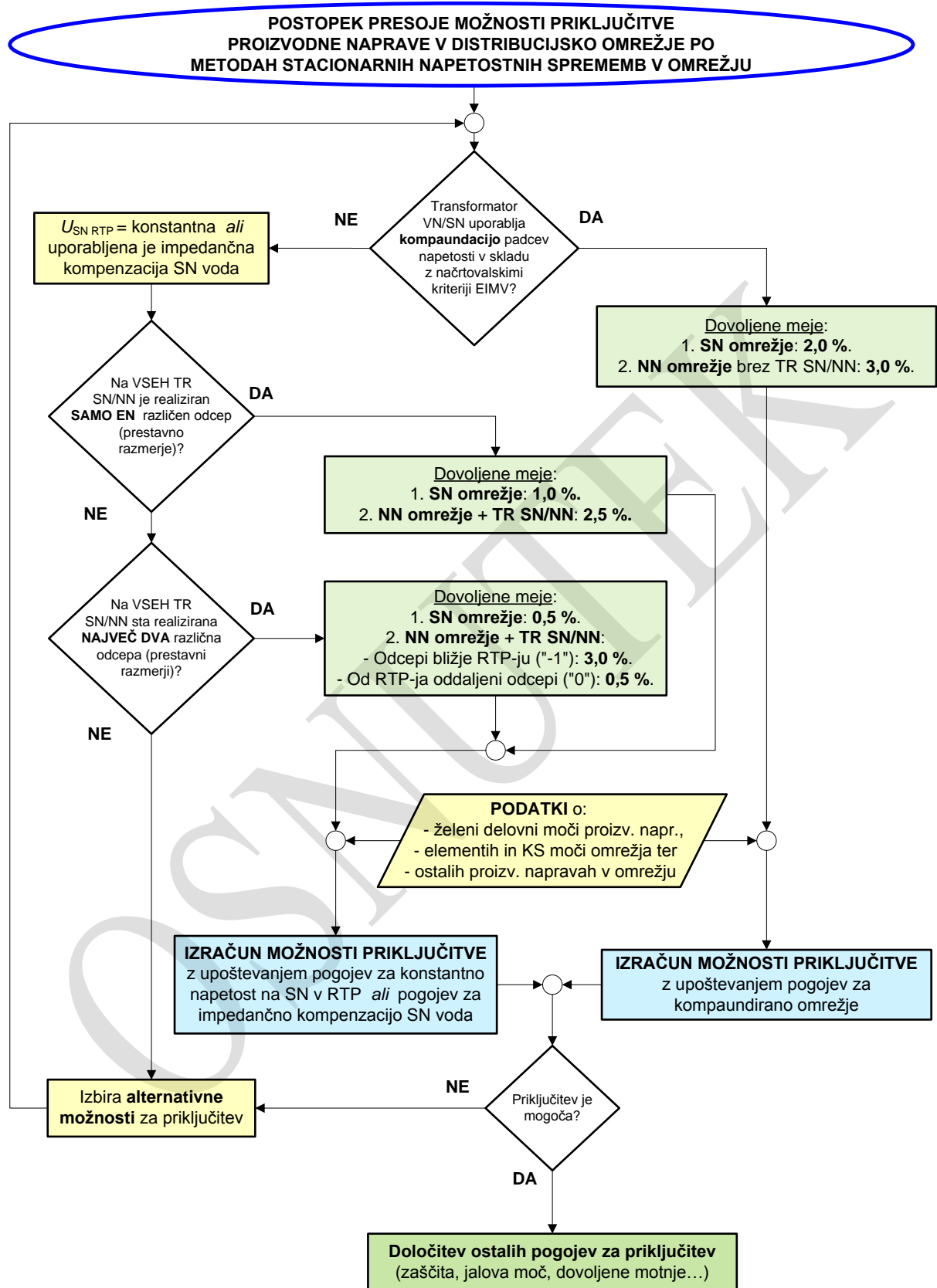
kjer so:

$S_{ks \text{ PPM}}$ kratkostična moč omrežja na PPM, v MVA,

U_N nazivna napetost omrežja na PPM, v V,

$Z_{ks \text{ PPM}}$ impedanca omrežja na PPM, v Ω .

OSNUTEK



Slika VI.1 - Postopek presoje možnosti priključitve proizvodne naprave v distribucijsko omrežje v smislu stacionarnih napetostnih razmer v omrežju.

 <small>SISTEMSKI OPERATER DISTRIBUCIJSKEGA OMREŽJA Z ELEKTRIČNO ENERGIJO</small>	<p style="text-align: center;">NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW</p> <p style="text-align: center;">(Priloga študije EIMV št. 2265)</p>	<p>Št.: SODO ID XXXX</p> <p>Stran: 30 od 102</p> <p>Verzija: Osnutek 1</p>
---	--	--

VI.6. POSEBNI POGOJI ZA PRIKLJUČITEV

Če priključitev nove proizvodne naprave želene delovne moči na zelenem mestu v distribucijskem omrežju ni mogoča, je možna ena ali več naslednjih rešitev:

1. Razišče se možnost optimizacije odcepov na transformatorjih v TP-jih in/ali razišče se možnost uvedbe impedančne kompenzacije SN voda in/ali razišče se možnost uvedbe kompaundacije na nivoju RTP-ja.
2. Poišče se alternativno mesto v distribucijskem omrežju za priključitve proizvodne naprave (mesto z višjo kratkostično močjo).
3. Omeji se delovna moč proizvodne naprave.
4. Če so izpolnjeni vsi naslednji pogoji HKRATI:
 - a. Zakonodaja dovoljuje omejevanje delovne moči te proizvodne naprave v času neugodnih napetostnih razmer v omrežju.
 - b. Distribucijsko omrežje na izvodu, kamor je priključena proizvodna naprava, je avtomatizirano najmanj do te mere, da obstaja sistem, ki razpolaga s podatki o trenutnem stanju velikosti napetosti v omrežju (na primer: state estimator) in v okviru tega obstaja avtomatiziran sistem za izračun največje še dovoljene moči proizvodne naprave za zadostitev pogojev v smislu napetostnih razmer v distribucijskem omrežju in hkrati največjih dovoljenih pretokov moči v distribucijskem omrežju in obstaja hitra ter zanesljiva komunikacijska povezava med tem sistemom in sistemom v okviru proizvodne naprave, ki regulira delovno moč proizvodne naprave.
 - c. Lastnik proizvodne naprave pred izdajo soglasja za priključitev za ves čas trajanja soglasja soglaša s tem, da se njegovi proizvodni napravi v primeru izpada komunikacije proizvodne naprave s sistemom distribucijskega operaterja ali v času, ko zaradi neugodnih napetostnih razmer v distribucijskem omrežju ali previsokih pretokov moči v distribucijskem omrežju, distribucijsko omrežje ni sposobno prevzeti delovne moči iz proizvodne naprave, za čas trajanja teh razmer omeji delovna moč proizvodne naprave na vrednost, ki še dopušča varno in zanesljivo obratovanje distribucijskega omrežja;

potem je mogoča tudi priključitev takšne proizvodne naprave, katere moč presega najvišjo dovoljeno izračunano moč proizvodne naprave za največ 25 %. To pomeni, da je lahko največja dovoljena moč priključitve proizvodne naprave pod takimi pogoji: $P_{ELnova-omejevanje} = 1,25 \cdot P_{ELnova}$. V tem primeru mora biti avtomatika proizvodne naprave izvedena tako, da v primeru izpada komunikacije proizvodne naprave s sistemom distribucijskega operaterja, avtomatsko omeji delovno moč take proizvodne naprave na 80 % dovoljene delovne moči proizvodne naprave.
5. Izvede se ukrep s področja Smartgrids rešitev, ki stroškovno učinkoviteje reši lokalno težavo, kot neposreden razvoj distribucijskega omrežja.
6. Opravi se razvoj distribucijskega omrežja v smislu povečanja kratkostične moči omrežja.

Po vsaki rešitvi se ponovno preveri možnost priključitve v omrežje z upoštevanjem novih dejstev.

 <small>SISTEMSKI OPERATER DISTRIBUCIJSKEGA OMREŽJA Z ELEKTRIČNO ENERGIJO</small>	NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW (Priloga študije EIMV št. 2265)	Št.: SODO ID XXXX Stran: 31 od 102 Verzija: Osnutek 1
---	---	---

VII. OBRATOVANJE PROIZVODNE NAPRAVE - KAKOVOST ELEKTRIČNE ENERGIJE

VII.1. PRESOJANJE DOVOLJENIH MOTENJ V OMREŽJE

Električne naprave uporabnikov omrežja morajo obratovati tako, da ne povzročajo nedopustnih vplivov na distribucijsko omrežje, kakor tudi na naprave ostalih uporabnikov omrežja. **Presoja o tem, ali so vplivi posamezne naprave na omrežje dopustni ali ne, opravi DO s pomočjo meritev in izračunov v skladu z veljavnimi predpisi in standardi s tega področja ne glede na to, na kateri napetostni nivo se naprava priključuje.**

V soglasju za priključitev poda DO zahtevo, da morajo biti motnje proizvodne naprave v distribucijsko omrežje v okviru meja, ki jih predpisuje SONDO s prilogami.

Splošno glede napetostnega prostora in motenj v omrežje:

1. **Napetostni prostor** za priključevanje proizvodnih naprav v distribucijsko omrežje je še razpoložljiv napetostni prostor, ki ga smejo porabiti proizvodne naprave za svoje obratovanje v distribucijskem omrežju. Pred priključitvijo proizvodne naprave v distribucijsko omrežje je treba ugotoviti, ali proizvodna naprava sploh sme obratovati v omrežju oziroma ali je v omrežju sploh dovolj napetostnega prostora za obratovanje določene proizvodne naprave. Ta napetostni prostor je določen na podlagi relativnih sprememb napetosti. Presoja se s pomočjo izračuna oziroma simulacij na dejanskem omrežju.

2. **Dovoljene motnje v omrežje** pa so tiste motnje, ki med drugim obsegajo kolebanje napetosti in s tem povezan pojav flikerja, harmonsko napetost, ki je povzročena s harmonskim tokom, komutacijske zarez, spremembe napetosti zaradi vklopa ali izklopa vira iz omrežja, ki jih proizvodna naprava povzroča med svojim obratovanjem. Te meje so določene v tem delu navodila.

Presoja izpolnjevanja teh meja se izvaja med obratovanjem proizvodne naprave s pomočjo meritev in po potrebi dodatnih simulacij. V primeru, da obstaja sum prekomernih motenj proizvodne naprave v distribucijsko omrežje, operater omrežja opravi ustrezne meritve.

V primeru **manjšega odstopanja od predpisanih meja** operater o rezultatih analize meritev obvesti lastnika proizvodne naprave, da v roku 30. dni odpravi prekomerno motenje.

Če so motnje takšne, da bi lahko **ogrozile varnost ali funkcionalno varnost obratovanja omrežja** (mednje sodi tudi nedelovanje ali nepravilno delovanje ostalih naprav v omrežju, ki so narejene in priključene v skladu z vsemi zadevnimi standardi, pravilniki ter ostalimi veljavnimi tehničnimi akti) je operater omrežja DOLŽAN takšnega uporabnika sistema nemudoma izključiti iz omrežja (za proizvodne vire je to najenostavneje s pomočjo preklopke na ločilnem mestu).

Že pred priključitvijo proizvodne naprave v omrežje pa lahko projektant proizvodne naprave s pomočjo SONDO z vsemi prilogami indikativno ugotovi, ali utegne priti pri obratovanju proizvodne naprave do težav, povezanih z motnjami. Za presojo motenj pred priključitvijo proizvodne naprave v distribucijsko omrežje se lahko uporabijo tudi postopki, ki so predpisani v Prilogi SONDO (*Presoja motenj pred priključitvijo naprav v distribucijsko omrežje*).

	NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW (Priloga študije EIMV št. 2265)	Št.: SODO ID XXXX Stran: 32 od 102 Verzija: Osnutek 1
---	---	---

VII.1.1. Nizkonapetostno omrežje (NN)

NN omrežje je relativno dobro in natančno pokrito s standardi za dovoljene vplive naprav (se pravi tudi generatorjev) na omrežje.

Še posebej to velja za naprave, ki se priključujejo v **javno NN razdelilno omrežje in katerih nazivni tok ne presega 16 A fazno**. Za to področje sta osnovna standarda:

- **SIST EN 61000-3-2:** *Mejne vrednosti za oddajanje harmonskih tokov (vhodni tok opreme do vključno 16 A na fazo) in*
- **SIST EN 61000-3-3:** *Omejitev vrednosti kolebanja napetosti in flikerja v nizkonapetostnih napajalnih sistemih za opremo z naznačenim tokom do 16 A in ni priključena pod določenimi pogoji.*

Za naprave, ki se priključujejo v **javno NN razdelilno omrežje in katerih nazivni tok ne presega 75 A na fazo**, se lahko uporabita standarda:

- **SIST EN 61000-3-11:** *Omejitev vrednosti kolebanja napetosti in flikerja v nizkonapetostnih napajalnih sistemih za opremo z naznačenim tokom do 75 A, ki je priključena pod določenimi pogoji in*
- **SIST EN 61000-3-12:** *Mejne vrednosti – Mejne vrednosti za harmonske tokove, ki jih povzroča oprema, priključena na nizkonapetostne napajalne sisteme z naznačenim tokom, večjim od 16 A in ≤ 75 A po liniji.*

V praksi se ta dva standarda uporabljata takrat, ko je nazivni tok naprave večji od 16 A in manjši od 75 A na fazo. Sta vmesna stopnja med standardoma za opremo do 16 A na fazo in tehničnima poročiloma **SIST-TP IEC/TR2 61000-3-4** in **SIST-TP IEC/TR2 61000-3-5**, ki obravnavata vključevanju opreme v NN omrežja, katere nazivni tok presega 16 A na fazo.

VII.1.2. Srednjenapetostno omrežje (SN)

Za SN omrežje je v vsakem primeru nujna **INDIVIDUALNA OBRAVNAVA VSAKE NAPRAVE** za proizvodnjanje električne energije v skladu s temi »Navodili«.

VII.1.3. Splošno o priključevanju v omrežje


Pred natančnejšim načrtovanjem priključitve vseh vrst naprav za proizvodnjanje električne energije v SN ali NN omrežje, je nujen posvet pri DO, v katerega se bo naprava priključila.

Oddajne meje za proizvodne naprave je treba obravnavati tako, da je v omrežju mogoče dolgoročno zagotavljati takšne napetostne razmere, ki ustrezajo predpisanemu standardu kakovosti. Pri tem je treba slediti načelu, da se električna energija proizvaja s čim manj motnjami in da se dovoljen nivo motenj v omrežju porazdeli med vse (tudi bodoče!) uporabnike omrežja.

Postopek ugotavljanja možnosti priključitve proizvodnih naprav v omrežje s stališča motenj po vodniku, ki so: harmonska napetost, medharmonska napetost, upadi in porasti napetosti pri zagonih, zaustavitvah ter stikalnih manevrih, neravnotežje napetosti in kolebanje napetosti ter fliker, je zato povsem individualne narave in je lahko od primera do primera različen glede na moč naprave in mesto priključitve v omrežje.

Za posamezne proizvodne naprave, ki se **priključujejo v NN omrežje in ne presegajo nazivnega toka 16 A fazno**, njihov proizvajalec z izjavo o skladnosti in CE oznako na napravi jamči, da je naprava narejena v skladu z vsemi zadevnimi direktivami, ki se opirajo na stanje tehnike. V veliki večini primerov odražajo stanje tehnike harmonizirani standardi. To pomeni, da se mora izjava o skladnosti za generator nanašati tudi na *Direktivo o elektromagnetni združljivosti*, ki je podprta s standardi elektromagnetne združljivosti družine SIST EN 61000-X-X. Zato dodatno preverjanje, ali se naprava v smislu motenj po vodniku sme priključiti ali ne, pri priključevanju posameznih naprav ene vrste, ni potrebno.

Za naprave, ki presegajo to tokovno mejo, pa je priključitev v smislu motenj po vodniku pogojena z razmerami v omrežju v točki priključitve naprave in jo mora posebej odobriti DO v skladu s standardi, ki

 <small>SISTEMSKI OPERATER DISTRIBUCijskega OMREŽJA Z ELEKTRIČNO ENERGIJO</small>	NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW (Priloga študije EIMV št. 2265)	Št.: SODO ID XXXX Stran: 33 od 102 Verzija: Osnutek 1
---	--	--

so navedeni zgoraj. DO po posebnem postopku (upoštevajoč kratkostično moč in morebitne ostale vire motenj v okolici) preveri, ali je priključitev takšne naprave v omrežje mogoča.

Prav tako je potrebna posebna preveritev možnosti vključitve tudi takrat, ko se vključuje v omrežje več enakih naprav blizu skupaj, čeprav vsaka naprava zase ustreza pogojem iz relevantnega standarda oziroma ima CE oznako (na primer več enakih razsmernikov, ki obratujejo vzporedno).

Pomembno je, da je tudi naprava sposobna obratovati v omrežju, kjer je kakovost napetosti v skladu s predpisanim standardom kakovosti.

Za določene skupine naprav (na primer vetrne proizvodne naprave, fotonapetostne proizvodne naprave) obstajajo posebni standardi, s pomočjo katerih je na podlagi podatkov proizvajalca proizvodne naprave mogoče ugotoviti prispevek te naprave k posameznim motnjam v omrežju. Dolžnost DO je, da v primeru zahtevka za vključitev skupine teh naprav v omrežje (na primer polje vetrnih proizvodnih naprav) preveri nivoje motenj, ki jih bodo te naprave povzročale v omrežju.

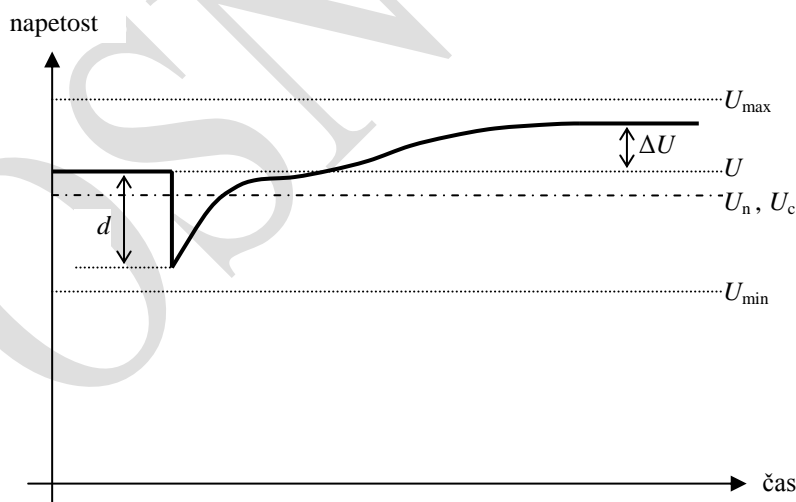
Po priključitvi proizvodne naprave v omrežje mora biti le-to še vedno sposobno napajati vse odjemalce in njihove porabnike tako, da bodo lahko dolgoročno delovali nazivno. DO lahko na podlagi izmerjenih motečih vplivov, ki izvirajo s strani proizvodnih naprav v omrežju, zahteva prekinitev paralelnega obratovanja teh naprav do odprave vzroka motenj.

VII.2. MEJE DOVOLJENIH MOTENJ NAPRAV V OMREŽJE

VII.2.1. Spremembe napetosti pri stikalnih manevrih


Pri stikalnih manevrih na generatorju (vklopi in izklopi generatorja iz omrežja, preklopi polov asinhronskega generatorja, preklopi kompenzacijskih stopenj), prihaja do hitrih upadov ali porastov napetosti v trenutku stikalnega manevra.

Primer na sliki VII.1 prikazuje potek napetosti na generatorskih sponkah pri zagonu asinhronskega generatorja. V času zagona se napetost pred zagonom U hipoma zniža za velikost d , nato pa se po končanem zagonu ustali na velikosti, ki je za ΔU višja od napetost pred zagonom U . U_n predstavlja nazivno, U_c pa dogovorjeno napetost. U_n in U_c sta na NN nivoju enaki, na SN nivoju pa se lahko razlikujeta.



Slika VII.1 - Potek napetosti na generatorskih sponkah pri zagonu asinhronskega generatorja.

Na priključnem mestu generatorja z ostalim omrežjem sme biti relativna sprememba napetosti d ob stikalnih manevrih na generatorju manjša ali enaka dovoljenim vrednostim d_{dov} , ki so navedene v razpredelnicah VII.1 in VII.2.

 <small>SISTEMSKI OPERATER DISTRIBUCijskega OMREŽJA Z ELEKTRIČNO ENERGIJO</small>	NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW (Priloga študije EIMV št. 2265)	Št.: SODO ID XXXX Stran: 34 od 102 Verzija: Osnutek 1
---	--	--

Za stikalne manevre, katerih frekvenca ponavljanja r ne presega $0,1 \text{ min}^{-1}$, (1 sprememba v 10 minutah), velja (v skladu s krivuljo $P_{st} = 0,8$):

Razpredelnica VII.1: Dovoljene vrednosti relativnih sprememb napetosti ob stikalnih manevrih ob frekvenci ponavljanja, ki je manjša od ene ponovitve na 10 minut.

$r < 0,1 \text{ min}^{-1}$	d_{dov}
niskonapetostno (NN) omrežje	3 %
srednjenapetostno (SN) omrežje	2 %

Za stikalne manevre, ki se pojavljajo redkeje in katerih frekvenca ponavljanja r ne presega $0,01 \text{ min}^{-1}$ (nekajkrat na dan), lahko dovolimo višje vrednosti relativnih napetostnih sprememb:

Razpredelnica VII.2: Dovoljene vrednosti relativnih sprememb napetosti ob stikalnih manevrih ob frekvenci ponavljanja, ki je manjša od ene ponovitve na 100 minut (oziroma nekajkrat na dan) velja (v skladu s krivuljo $P_{st} = 0,8$):

$r < 0,01 \text{ min}^{-1}$	d_{dov}
niskonapetostno (NN) omrežje	6 %
srednjenapetostno (SN) omrežje	3 %

Izračun relativne spremembe napetosti

Relativno spremembo napetosti lahko izračunamo s pomočjo enačbe VII.1:

$$d = \frac{\Delta S_n}{S_{KS}} \cdot \cos(\psi - \varphi), \quad (\text{VII.1})$$


kjer so:

- d - relativna sprememba napetosti,
- ΔS_n - sprememba moči naprave,
- S_{KS} - kratkostična moč omrežja v točki priklopa naprave,
- ψ - fazni kot impedance omrežja, in
- φ - fazni kot spremembe moči naprave.

V najslabšem primeru se privzame vrednost $\cos(\psi - \varphi) = 1$.

Za posamezne vrste generatorjev veljajo naslednje ugotovitve iz prakse:

- Generatorji, ki uporabljajo razsmernik ali frekvenčni pretvornik**, ob upoštevanju običajnih sinhronizacijskih pravil pri vklopu ne povzročajo omembe vredne spremembe moči. Pri izklopu pa je lahko sprememba moči naprave enaka nazivni moči naprave.

 <small>SISTEMSKI OPERATER DISTRIBUCijskega OMREŽJA Z ELEKTRIČNO ENERGIJO</small>	NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW (Priloga študije EIMV št. 2265)	Št.: SODO ID XXXX Stran: 35 od 102 Verzija: Osnutek 1
---	--	--

- **Sinhronski generatorji** ob upoštevanju običajnih sinhronizacijskih pravil pri vklopu ne povzročajo omembe vredne spremembe moči. Pri izklopu pa je lahko sprememba moči naprave enaka nazivni moči naprave.
- **Asinhronski generatorji** lahko povzročijo pri vklopu spremembo moči, ki znaša **do 10 x** nazivne moči naprave, če so iz mirovanja zagnani kot motor. Če natančna vrednost ni znana, se privzame vrednost **8 x**. Za generatorje, ki so iz mirovanja zagnani s pomočjo primarne energije in sinhronizirani pri približno sinhronski hitrosti vrtljajev, znaša sprememba moči v večini primerov **pod 4 x** nazivne moči naprave. Pri preklopu polov naprave je treba računati s takšnim faktorjem nazivne moči naprave kot pri motorskem zagonu iz mirovanja.

Za **vetrne proizvodne naprave** proizvajalci podajajo relativne spremembe napetosti, ki jih povzročajo vetrne proizvodne naprave pri stikalnih manevrih.

Za polje vetrnih proizvodnih naprav, ki so vključene v omrežje na istem priključnem mestu, načeloma faktorja istočasnosti za stikalne manevre ni treba upoštevati, ker statistično gledano ne prihaja do stikalnih manevrov v istem trenutku za več vetrnic hkrati.

V praksi se je izkazalo, da je največ težav zaradi upadov napetosti pri stikalnih manevrih pri asinhronskih generatorjih. Zato je pri proizvodnem postroju z več asinhronskimi generatorji v smislu zmanjševanja vpliva proizvodne naprave na omrežje nujno potrebno le-te sinhronizirati z določenim časovnim zamikom (> 1 min) enega za drugim.

Za vse vrste naprav velja, da se glede na pričakovano frekvenco stikalnih manevrov r dovoljene vrednosti relativnih sprememb napetosti d_{dov} , ne sme preseči!

VII.2.2. Jakost flikerja

Dovoljena vrednost dolgotrajnega flikerja $P_{lt\ dov}$, ki ga na najmanj ugodnem priključnem mestu v omrežju povzročajo hkrati VSE v omrežje vključene naprave za proizvodnjo električne energije, znaša:

$$P_{lt\ dov} = 0,46 . \quad (VII.2)$$

Obravnava jakosti flikerja pri generatorjih je v normalnih primerih potrebna **samo za vetrne proizvodne naprave**, kjer faktor prispevka naprave k flikerju (predvsem pri vetrnih proizvodnih napravah z asinhronskim generatorjem) dosega vrednosti tudi do 50!

Izračun jakosti flikerja

a) Za omrežje s samo **ENIM GENERATORJEM**, ki je relevanten za povzročanje flikerja:

Enostavna ocena brez upoštevanja faznega kota impedance omrežja se opravi po enačbi VII.3:

$$P_{lt} \leq c \cdot \frac{S_{n\ gen}}{S_{KS}} , \quad (VII.3)$$

kjer so:

- P_{lt} - jakost dolgotrajnega flikerja,
- $S_{n\ gen}$ - nazivna moč naprave,
- S_{KS} - kratkostična moč omrežja v točki priklopa naprave in
- c - faktor prispevka naprave k flikerju, ki ga poda proizvajalec naprave.

 SISTEMSKI OPERATER DISTRIBUCijskega OMREŽJA Z ELEKTRIČNO ENERGIJO	NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW (Priloga študije EIMV št. 2265)	Št.: SODO ID XXXX Stran: 36 od 102 Verzija: Osnutek 1
--	---	---

- b) Za omrežje z **VEČJIM ŠTEVILOM GENERATORJEV**, ki so relevantni za povzročanje flikerja in so priključeni na **enem priključnem mestu** v omrežju, se upošteva verjetnost pojava istočasnega stohastičnega šuma in se zato uporabi kvadratični sumirni zakon za jakost flikerja:

$$P_{lt} = \sqrt{\sum_{i=1}^n P_{lti}^2}, \quad (\text{VII.4})$$

kjer sta:

- P_{lt} - jakost dolgotrajnega flikerja, in
 i - indeks posameznega generatorja.

Za generatorske postroje z n **enakimi generatorji** tako velja:

$$P_{lt} = \sqrt{n} \cdot P_{lti}, \quad (\text{VII.5})$$

kjer so:

- P_{lt} - jakost dolgotrajnega flikerja,
 n - število enakih generatorjev, in
 i - indeks posameznega generatorja.

Na priključnem mestu generatorskega postroja mora biti P_{lt} manjši od $P_{lt \text{ dov}}$.

- c) Za omrežje z **VEČJIM ŠTEVILOM GENERATORJEV**, ki so relevantni za povzročanje flikerja in so priključeni na **različnih mestih** v omrežju,

Naj P_{ltjk} označuje jakost flikerja, ki ga na priključnem mestu k povzročajo generatorji, ki so vključeni na priključnem mestu j v omrežju.

Postopek izračuna za enostavna radialna omrežja:

1. Izračunamo prispevek generatorjev iz priključnega mesta j na jakost flikerja na priključnem mestu j . Pri tem uporabimo pravila iz točk a) in b).
2. Za generatorje iz priključnega mesta j izračunamo njihov prispevek k jakosti flikerja na priključnem mestu k .

Če je priključno mesto j bolj oddaljeno od RTP-ja kot priključno mesto k , to pomeni, da je:


$$\text{kratkostična moč } S_{KSj} < S_{KS k}, \text{ potem je } P_{ltjk} = P_{ltjj} \cdot \frac{S_{KSj}}{S_{KS k}}. \quad (\text{VII.6})$$

Če je priključno mesto j bližje RTP-ju kot priključno mesto k , to pomeni, da je:

$$\text{kratkostična moč } S_{KSj} \geq S_{KS k}, \text{ potem je } P_{ltjk} = P_{ltjj}. \quad (\text{VII.7})$$

3. Rezultirajoča jakost flikerja na priključnem mestu k se izračuna po formuli:

$$P_{ltk} = \sqrt{\sum_{j=1}^n P_{ltjk}^2}. \quad (\text{VII.8})$$

 <small>SISTEMSKI OPERATER DISTRIBUCijskega OMREŽJA Z ELEKTRIČNO ENERGIJO</small>	NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW (Priloga študije EIMV št. 2265)	Št.: SODO ID XXXX Stran: 37 od 102 Verzija: Osnutek 1
---	--	--

Za bolj zapletena omrežja (obroč, zazankana, ...) je pri izračunu jakosti flikerja nujno potrebna uporaba računalniške simulacije!

Dodatna pojasnila glede obravnave jakosti flikerja pri generatorjih

Za vetrne proizvodne naprave proizvajalci podajajo dve vrsti vpliva proizvodne naprave na fliker:

- v **kontinuiranem obratovanju** zaradi sprememb in nihanja jakosti vetra, in
- zaradi **stikalnih manevrov**, kot so preklopi kompenzacijskih naprav, preklopi polov, delovanje menjalnika,...

V izračunu se upošteva prispevek flikerja proizvodne naprave zaradi obeh vrst virov flikerja. Za polje vetrnih proizvodnih naprav mora biti na priključnem mestu polja vetrnih proizvodnih naprav P_{It} manjši od $P_{It\text{ dov}}$.

VII.2.3. Harmonska napetost

Podrobna obravnava generatorja glede harmonske napetosti je v praksi potrebna po navadi samo v primerih, ko generator uporablja razsmernik ali frekvenčni pretvornik za povezavo z omrežjem.

VII.2.3.1. Naprave z nazivnim tokom do 16 A na fazo v NN omrežju

Uporabljajo se meje, ki so navedene v standardu **SIST EN 61000-3-2, razred A**.

VII.2.3.2. Rotacijski stroji

Harmonska napetost, ki jo povzroča kot generator uporabljen rotacijski stroj, mora biti v skladu s standardom **SIST EN 60034-1: Rotacijski električni stroji – 1. del: Naznačene vrednosti in lastnosti**.

VII.2.3.3. Generatorji z razsmernikom ali frekvenčnim pretvornikom

Obravnava harmonske napetosti se opravi s pomočjo dovoljenih vrednosti toka posameznega harmonika, ki ga generira naprava (generator) in se obravnava za najbolj značilne rede harmonikov ter za celostni harmonski tokovni faktor popačenja $THDi_n$. Emisija harmonskega toka se preverja s pomočjo ustreznih meritev kakovosti napetosti.

Emisijske vrednosti posameznih harmonikov toka, morajo biti v vsem času obratovanja za generatorje manjše od:

$$\frac{I_v}{I_n} \leq \frac{p_v}{2000} \cdot \sqrt{\frac{S_{KS}}{S_{n\text{ gen}}}}, \quad (\text{VII.9})$$

kjer so:

- U - red harmonika,
- I_U - harmonski tok,
- I_n - nazivni tok naprave, ki se izračuna iz nazivne moči naprave,
- $S_{n\text{ gen}}$ - nazivna moč naprave,
- S_{KS} - kratkostična moč omrežja v točki priklopa naprave in
- p_U - proporcionalni faktor, ki je odvisen od reda harmonika in je za posamezne harmonike naveden v razpredelnici VII.3.

Razpredelnica VII.3: Proporcionalni faktor za posamezne rede harmonikov.

u	3	5	7	11	13	17	19	>19
p_u	6 (18)*	15	10	5	4	2	1,5	1

OPOMBA: * velja za nevtralni vodnik v trifaznih štirivodnih sistemih.

Skupni celostni harmonski tokovni faktor popačenja $THDi_n$ mora biti manjši od:

$$THDi_n = \frac{\sqrt{\sum_{v=2}^{50} I_v^2}}{I_n} \leq \frac{20}{2000} \cdot \sqrt{\frac{S_{KS}}{S_{n,gen}}}, \quad (VII.10)$$

kjer so:

- $THDi_n$ - celostni harmonski tokovni faktor popačenja naprave,
- I_u - harmonski tok,
- I_n - nazivni tok naprave, ki se izračuna iz nazivne moči naprave,
- u - red harmonika,
- $S_{n,gen}$ - nazivna moč naprave in
- S_{KS} - kratkostična moč omrežja v točki priklopa naprave.

OPOMBA: $THDi_n$ ni nujno enak $THDi$, ki se nanaša na osnovno harmonsko komponento toka I_1 . Relacija med njima je naslednja:

$$THDi_n = THDi \cdot \frac{I_1}{I_n}, \quad (VII.11)$$

kjer so:

- $THDi_n$ - celostni harmonski tokovni faktor popačenja naprave,
- $THDi$ - celostni harmonski tokovni faktor popačenja naprave, ki se nanaša na osnovno komponento toka,
- I_1 - osnovna komponenta toka in
- I_n - nazivni tok naprave, ki se izračuna iz nazivne moči naprave.

VII.2.4. Enosmerni tok

Proizvodna naprava v NN omrežje ne sme injicirati enosmernega toka večjega od **0,5 %** nazivnega toka proizvodne naprave ali toka večjega od **1000 mA**. Upošteva se tista meja, ki je dosežena prej.

VII.2.5. Komutacijske zarez

Obnavna generatorja glede komutacijskih zarez je v praksi potrebna po navadi samo v primerih, ko generator uporablja omrežno voden razsmernik za povezavo z omrežjem. Če so amplitude komutacijskih zarez prevelike, je nujno potrebno vgraditi dušilko med razsmernik in omrežje ali kako drugače omejiti komutacijske zarez.

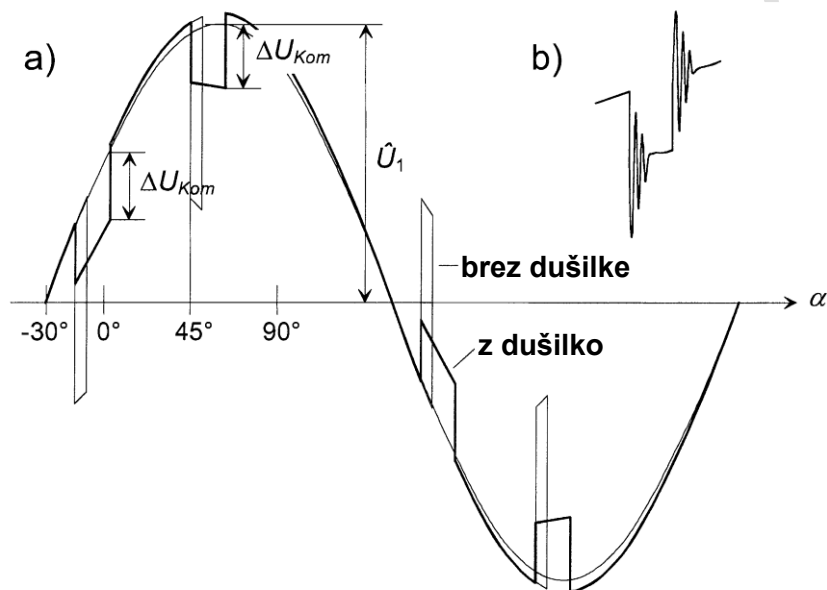
Na sliki VII.2 je prikazana napetost med faznim in ničelnim vodnikom na priključnem mestu šest-pulznega razsmernika z in brez dušilke pri kotu proženja $\alpha = 45^\circ$

Komutacijske zareze izračunamo po enačbi (VII.12):

$$d_{\text{kom}} = \frac{\Delta U_{\text{kom}}}{\hat{U}_1}, \quad (\text{VII.12})$$

kjer so:

- d_{kom} relativna globina komutacijske zareze,
- ΔU_{kom} največje odstopanje omrežne napetosti od trenutne vrednosti osnovne komponente napetosti in
- \hat{U}_1 temenska vrednost osnovne komponente napetosti.



Slika VII.2 - Napetost med faznim in nevtralnim vodnikom na priključnem mestu šest-pulznega razsmernika z in brez dušilke pri kotu proženja $\alpha = 45^\circ$. a) teoretični potek napetosti. b) praktičen potek - povečava zareze iz a)

Za generatorje so dovoljene vrednosti d_{kom} komutacijskih zarez, ki so navedene v razpredelnici VII.4.

Razpredelnica VII.4: Dovoljene vrednosti komutacijskih zarez.

	d_{kom}
niskonapetostno (NN) omrežje	0,05
srednjenapetostno (SN) omrežje	0,025

 <small>SISTEMSKI OPERATER DISTRIBUCIJSKEGA OMREŽJA Z ELEKTRIČNO ENERGIJO</small>	NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW (Priloga študije EIMV št. 2265)	Št.: SODO ID XXXX Stran: 40 od 102 Verzija: Osnutek 1
---	--	--

VII.2.6. Neravnotežje napetosti

V nizkonapetostnih (NN) omrežjih je treba enofazne generatorje priključevati v omrežje tako, da fazno neravnotežje v obratovanju ne presega 3,7 kW.

Moč enofaznega generatorja ne sme presegati 3,7 kW. Če je na ločilnem mestu priključenih v omrežje več enofaznih generatorjev hkrati, morajo biti čim bolj enakomerno razporejeni po fazah. V nobenem primeru ne sme fazno neravnotežje v obratovanju presegati 3,7 kW (razlika v moči med posameznimi fazami).

To je relevantno predvsem pri priključevanju fotonapetostnih sistemov, ki uporabljajo enofazne razsmernike za povezavo z omrežjem.

Skupna moč **neodvisnih enofaznih generatorjev** na ločilnem mestu, ki so po fazah razporejeni tako, da v obratovanju pri njihovi naznačeni moči nesimetrija na ločilnem mestu ne presega 3,7 kW, ne sme presegati 30 kW


V primeru, da so ti **enofazni generatorji povezani v skupino** in je moč enakomerno porazdeljena med vse enofazne razsmernike, je potrebno z regulacijo generatorjev zagotoviti, da v obratovanju nesimetrija ne presega 3,7 kW. Tak primer so v kaskado vezani enosmerni razsmerniki pri fotovoltaičnih proizvodnih napravah, ki so enakomerno razporejeni po fazah. V tem primeru mora obstajati skupna regulacija vseh vključenih razsmernikov, ki zagotovi, da v obratovanju v nobenem primeru ni presežena dovoljena meja nesimetrije 3,7 kW. Če takšna regulacija v okviru proizvodne naprave obstaja in deluje, potem za tak sistem omejitev moči na 30 kW ni potrebna.

	NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW (Priloga študije EIMV št. 2265)	Št.: SODO ID XXXX Stran: 41 od 102 Verzija: Osnutek 1
---	---	---

VIII. PREVZEMNO-PREDAJNO MESTO

DO poda v soglasju za priključitev naslednje parametre omrežja na prevzemno-predajnem mestu (PPM) in zahteve za priključitev:

1. Nazivno napetost in frekvenco omrežja.
2. Kratkostični tok tripolnega kratkega stika s strani omrežja.
3. Maksimalni navidezni tok enopolnega zemeljskega stika na SN nivoju.
4. Parametre ponovnega vklopa.
5. Zahteve glede jalove moči.
6. Zahteve glede dovoljenih motenj v omrežje.
7. Zahteve glede zaščite.
8. Zahteve glede komunikacije.
9. Zahteve za izvedbo priključka.
10. Posebne zahteve za sistemsko vodene proizvodne naprave.

	NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW (Priloga študije EIMV št. 2265)	Št.: SODO ID XXXX Stran: 42 od 102 Verzija: Osnutek 1
---	---	---

IX. OBRATOVANJE PROIZVODNE NAPRAVE – LOČILNO MESTO

Ločilno mesto je skupek naprav, ki s svojim delovanjem ščiti omrežje pred škodljivimi vplivi proizvodne naprave in ščiti proizvodno napravo pred škodljivimi vplivi iz omrežja. Škodljiv vpliv je definiran kot vpliv na napravo v smislu:

- skrajševanja življenjske dobe,
- uničenja postroja ali naprave,
- motenj v obratovanju,
- poslabšanje kakovosti napetosti in podobno.

Ločilno mesto ni varnostni element, ki bi omogočal dovolj varno ločitev za potrebe dela na napravah. V ta namen je treba uporabiti dodatne varnostne ukrepe (ozemljitev elementov, ki so običajno pod napetostjo, ločitev z ločilniki in podobnimi napravami, ki so namenjene vidni ločitvi).

Ločilno mesto je naprava, katere namen je, da zanesljivo loči proizvodno napravo od distribucijskega omrežja predvsem v naslednjih primerih:

- izpad izvoda v RTP 110 kV/SN,
- KS in ZS na izvodu v distribucijskem omrežju,
- KS in ZS med generatorjem in ločilnim mestom,
- nezmožnost omrežja, da sprejme energijo,
- odstopanj v višini oziroma frekvenci napetosti v omrežju ter
- vzdrževanje in popravila na distribucijskem omrežju v kombinaciji z dodatnimi ukrepi za varno delo.

Navedeni primeri običajno ne nastopajo samostojno ampak povezano. Iz njih izhajajo določene zahteve do elementov ločilnega mesta.


Če je odklopnik na ločilnem mestu hkrati generatorski odklopnik, velja to še v naslednjih primerih:

- preobremenitve generatorja, in
- okvare na generatorju.

Izklop se mora izvršiti z namenom, da se zaščiti ostale uporabnike distribucijskega omrežja pred vplivi proizvodne naprave in zaščiti proizvodno napravo pred škodljivimi vplivi iz omrežja. Med prvim elementom ločilnega mesta in generatorji je za varnost, zaščito in parametre napetosti odgovoren lastnik proizvodne naprave.

Ločilno mesto mora obvezno zadoščati naslednjim zahtevam:

- **Nahajati se mora med PPM in virom** (generatorjem ali skupino generatorjev). O natančnem lokaciji ločilnega mesta se odloča investitor pod pogojem, da je zadoščeno prvemu pogoju te alineje.
- **Meritev parametrov omrežja: napetost (U), frekvenca napetosti (f) in tok (I) se obvezno izvaja med PPM in ločilnim mestom (LM).**
- **Zaščitne funkcije**, ki jih predpisujejo ta navodila, **so obvezne, ni pa nujno, da so edine**. Investitor se lahko na lastno željo odloči za dodatne zaščitne ukrepe.
- Ločilno mesto je **obvezno opremljeno s preklopko in stikalom ločilnega mesta, s katerima lahko manipulira le in samo DO**.
- Naprave ločilnega mesta morajo biti narejene tako, da **zdržijo pričakovan kratkostični tok**.
- Omogočena mora biti **signalizacija**, kot je navedeno v nadaljevanju.

	NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW (Priloga študije EIMV št. 2265)	Št.: SODO ID XXXX Stran: 43 od 102 Verzija: Osnutek 1
---	---	---

- Vse naprave ločilnega mesta in njihova namestitve morajo zadoščati zahtevam *Pravilnika o elektromagnetni združljivosti*.

Za varnost in obratovanje med ločilnim mestom proizvodne naprave in generatorjem je odgovoren izključno lastnik proizvodne naprave!

Usmeritve glede pogojev za ločilno mesto:

Število ločilnih mest je lahko manjše kot pa število priključenih generatorjev. Eno ločilno mesto lahko pokriva večje število generatorjev oziroma virov, če je izpolnjen pogoj, da se nahaja med priključnim mestom in vsemi generatorji. Namen ločilnega mesta ni, da ščiti naprave med generatorjem in ločilnim mestom. Za to zaščito je zadolžen lastnik proizvodne naprave.

Vse funkcije ločilnega mesta ni nujno združevati v enem stikalnem elementu. Posamične funkcije so lahko vsebovane na različnih zaporednih stikalnih elementih pod pogojem, da so vse zahtevane funkcije ločilnega mesta med vsemi viri (generatorji) in omrežjem izvedene.

Opredeljena nazivna moč ločilnega mesta (P_{LM}) je vsota vseh nazivnih delovnih moči vseh generatorjev oziroma virov, ki jih pokriva določeno ločilno mesto. Upošteva se zadnji stikalni element pred PPM, gledano s strani proizvodne naprave, ki je v funkciji ločilnega mesta, če vse funkcije ločilnega mesta niso skoncentrirane. Opredeljena nazivna moč ločilnega mesta je podlaga za določitev vseh ostalih tehničnih pogojev za proizvodno napravo.

Vsako ločilno mesto se smatra kot ena proizvodna naprava!

Dejanska moč ločilnega mesta je lahko večja od proizvodne moči proizvodne naprave. To je primer takrat, ko uporabnik sistema preko stikalne naprave ločilnega mesta tudi odjema energijo iz omrežja za svoje potrebe in je ta odjem večji od dejanske vsote instaliranih delovnih moči vseh generatorjev tega ločilnega mesta.

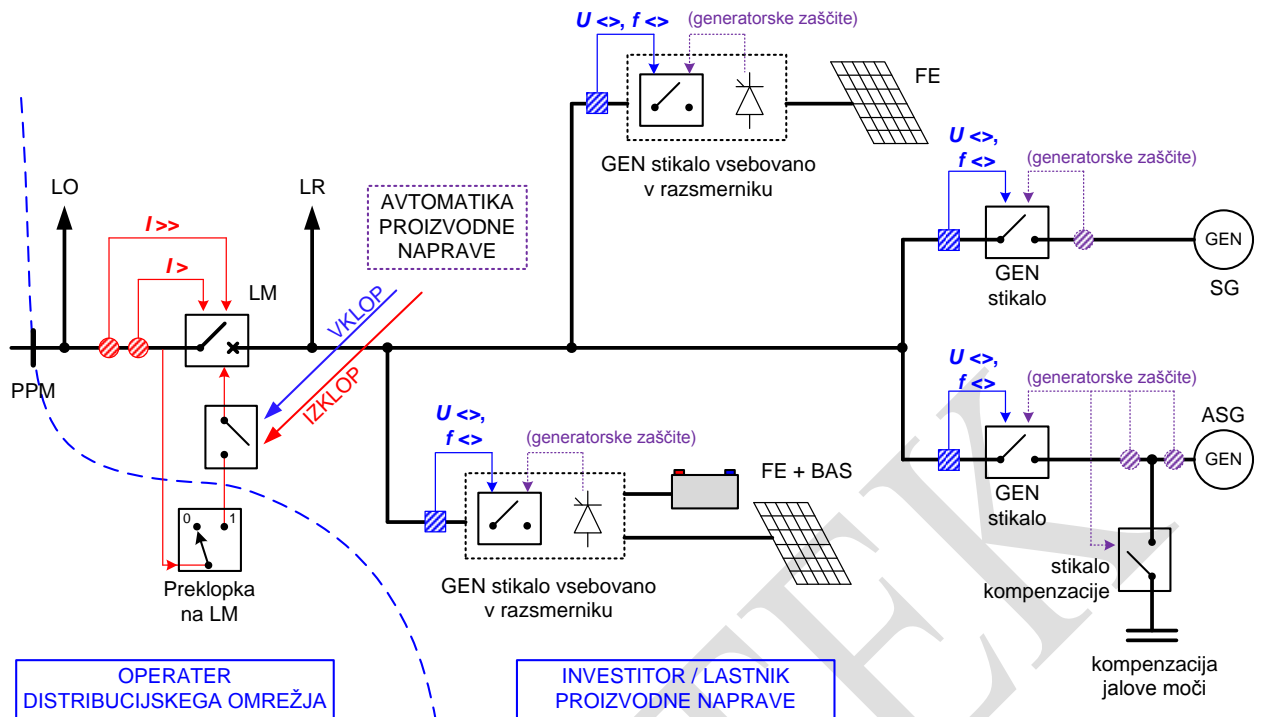
Za vsako ločilno mesto posebej mora investitor pridobiti soglasje za priključitev! Če želi investitor priključiti na omrežje več (po navadi manjših) proizvodnih naprav in ima vsak tak vir že vgrajeno ločilno mesto, mora investitor pridobiti toliko soglasij za priključitev, kolikor ločilnih mest se priključuje v omrežje. Vseeno pa lahko investitor vse te vire ščiti z enim samim ločilnim mestom, vendar je v tem primeru **proizvodna moč ločilnega mesta enaka vsoti delovnih moči vseh generatorjev.** Iz proizvodne moči ločilnega mesta pa nato izhajajo vsi ostali pogoji za obratovanje proizvodne naprave.

Že vgrajene naprave za ločitev od omrežja, ki jih običajno dobavljajo proizvajalci generatorjev, so lahko definirane kot ločilno mesto, vendar morajo zadostiti vsem zahtevam teh Navodil.

Kljub vsemu, se stikalnih elementov in funkcij ne sme razporejati poljubno znotraj internega omrežja, ampak v določenem in predpisanem vrstnem redu. Vrstni red stikalnih elementov in funkcij pri popolnoma porazdeljenem ločilnem mestu, gledano iz omrežja DO proti generatorjem je naslednji:

- kratkostična zaščita ločilnega mesta,
- zaščita pred preobremenitvijo ločilnega mesta,
- mesto za lokalni ali daljinski izklop proizvodne naprave (preklopka LM),
- zemeljskostična zaščita ločilnega mesta,
- napetostne in frekvenčne zaščite LM.

Primer popolnoma porazdeljenega ločilnega mesta je prikazan na sliki IX.1. Proizvodna naprava vsebuje štiri različne generatorje, vsak ima svoje napetostno-frekvenčne zaščite, a skupne tokovne zaščite ločilnega mesta. Vsak generator ima (vsaj praviloma je tako) tudi svoje lastne zaščite, ki ščitijo generator pred delovanjem v nedovoljenih območjih in nikakor ne pogojujejo zaščit na ločilnem mestu.



LEGENDA:

- ASG – asinhronski generator
- BAS – baterijski hranilnik
- FE – fotonapetostna proizvodna naprava
- LM – ločilno mesto in odklopnik na ločilnem mestu
- LO – lastni odjem končnega odjemalca
- LR – lastna raba proizvodne naprave
- PPM – prevzemno-predajno mesto
- SG – sinhronski generator


Slika IX.1 - Primer popolnoma porazdeljenega ločilnega mesta.

IX.1.1. Kratkostična zaščita ločilnega mesta

Namen te zaščite je, da zaznava zgolj enofazne, dvofazne ali trifazne kratke stike znotraj omrežja proizvodne naprave. Ker gre za napako v internem omrežju proizvodne naprave je izklop trajen. Čas od detekcije okvare in izklopa mora biti krajši od 150 ms.

Ker gre za interno napako sledi trajen izklop. Ponoven vklop je mogoč samo po posredovanju operaterja distribucijskega omrežja.

Posledično so pogoji naslednji:

 SISTEMSKI OPERATER DISTRIBUCIJSKEGA OMREŽJA Z ELEKTRIČNO ENERGIJO	NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW (Priloga študije EIMV št. 2265)	Št.: SODO ID XXXX Stran: 45 od 102 Verzija: Osnutek 1
--	---	---

Izvedba z varovalkami:

- Varovalke zaznavajo prispevek v kratek stik iz javnega omrežja v interno omrežje proizvodne naprave.
- Varovalke ne zaznavajo prispevka proizvodne naprave v kratek stik, ki je nastal v omrežju.
- Varovalke so sposobne prekiniti projektirani (običajno višji od dejanskega) kratkostični tok.

Izvedba z varovalkami je mogoča, kadar je kratkostična moč omrežja vsaj desetkrat višja od prispevka proizvodne naprave v kratek stik v javnem omrežju.

Izvedba s kratkostičnimi zaščitnimi releji:

- Zaščitni rele zazna prispevek v kratek stik iz javnega omrežja DO v interno omrežje proizvodne naprave.
- Zaščitni rele ne zazna prispevka proizvodne naprave v kratek stik, ki je nastal v omrežju.
- Če je razlika med prispevkoma (iz omrežja DO v proizvodno napravo in iz proizvodne naprave v omrežje DO) premajhna za zanesljivo selektivnost, je obvezna uporaba kratkostičnih usmerjenih zaščit. Kratkostični tok iz javnega omrežja DO v omrežje proizvodne naprave mora biti vsaj štirikrat višji, kot prispevek iz proizvodne naprave v javno omrežje DO.
- Stikalni element (odklopnik, kontaktor,...) mora biti sposoben izklopiti največji pričakovan projektirani kratkostični tok.

IX.1.2. Zaščita pred preobremenitvijo ločilnega mesta

Namen zaščite pred preobremenitvijo ločilnega mesta je naslednji:

- Preprečitev preobremenitve vodnikov, ki povezujejo proizvodne naprave z omrežjem DO,
- Zaznava odpovedi oziroma napačno obratovanje generatorjev in porabnikov v internem omrežju proizvodne naprave.

Čas do izklopa naj ne bo krajši od 3 s. Ker gre za interno napako sledi trajen izklop. Ponoven vklop je mogoč samo po posredovanju operaterja distribucijskega omrežja.

Izvedba z varovalkami:

- Varovalke zaznavajo preobremenitve ne glede na smer toka navidezne moči.
- Varovalke so sposobne prekiniti vsaj projektiran nazivni tok.

Izvedba z nadtokovnimi zaščitnimi releji:

- Zaščitni rele neselektivno zaznava prekoračenje nazivnega toka.
- Stikalni element (odklopnik, kontaktor,...) mora biti sposoben izklopiti vsaj nazivni tok.

IX.1.3. Zaščita pred povratno delovno močjo v distribucijsko omrežje

Zaščita pred povratno delovno močjo v distribucijsko omrežje je obvezen element pri porabniški priključitvi proizvodne naprave v distribucijsko omrežje (tip P). Pri tej vrsti priključitve DO pričakuje, da je tok delovne moči na prevzemno-predajnem mestu vedno samo v smeri iz omrežja DO proti uporabniku sistema in nikoli obratno. Zaradi tega tudi ni potrebne posebne presoje v smislu napetostnih razmer pri priključitvi proizvodne naprave v omrežje DO.

Mora pa biti izpolnjen obvezen pogoj, da delovna moč ne teče v omrežje DO. Prav zaradi tega morajo imeti vse proizvodne naprave, ki so priključene v omrežje DO po porabniškem principu, zaščito pred

	NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW (Priloga študije EIMV št. 2265)	Št.: SODO ID XXXX Stran: 46 od 102 Verzija: Osnutek 1
---	---	---

povratno delovno močjo v distribucijsko omrežje, ki deluje v največ 5 s in ima nastavljeno delovno moč delovanja v velikosti največ 10 % nazivne delovne moči PPM, ki velja za končnega uporabnika omrežja na prevzemno-predajnem mestu.

Zaščita pred povratno delovno močjo v distribucijsko omrežje deluje na LM. Delovanje te zaščite vodi v trajen izklop LM in s tem proizvodne naprave iz omrežja. Zaščito lahko deblokira samo DO. Čas delovanja te zaščite (5 s) omogoča končnemu odjemalcu, da si sam s posebnimi krmilno-regulacijskimi prijemi regulira delovanje svojega omrežja tako, da delovna moč ne bo tekla v omrežje DO. Merilno mesto delovne moči za potrebe te zaščite mora biti nekje med prevzemno predajnim mestom in prvim elementom ločilnega mesta gledano s strani omrežja DO proti uporabniku sistema.

IX.1.4. Zemeljskostična zaščita ločilnega mesta

Zemeljskostična zaščita je obvezna zgolj za proizvodne naprave, ki so priključene neposredno na SN nivo. Zaščita mora zaznavati zemeljske stike v javnem SN omrežju.

Stikalni element, na katerega deluje zemeljskostična zaščita, mora biti sposoben izklapljeti vsaj nazivne tokove na ločilnem mestu.

IX.1.5. Preostale funkcije ločilnega mesta, ki so zadnje v verigi

Preostale funkcije ločilnega mesta, ki so obvezno zadnje v verigi stikalnih elementov so navedene v tej točki. Njihova razporeditev v verigi je interna odločitev investitorja.

- Nad-napetostne zaščite v vseh stopnjah,
- Pod-napetostne zaščite v vseh stopnjah,


Stikalni element na katerega delujejo napetostne zaščite je sposoben izključiti vsaj prispevek v kratek stik iz proizvodne naprave v omrežje.

- Nad-frekvenčne zaščite v vseh stopnjah,
- Pod-frekvenčne zaščite v vseh stopnjah,

Stikalni element na katerega delujejo te funkcije ločilnega mesta moro biti sposoben prekinjati tokove, ki so enaki ali večji nazivnim.

IX.1.6. Dodatne zaščite na generatorjih

Dodatne zaščite na generatorjih, ki jih ta Navodila ne obravnavajo in so namenjene zaščititi notranjega omrežja proizvodne naprave oziroma zaščititi generatorjev, ne smejo delovati prej, kot zaščite ločilnega mesta!

	<p style="text-align: center;">NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW</p> <p style="text-align: center;">(Priloga študije EIMV št. 2265)</p>	<p>Št.: SODO ID XXXX</p> <p>Stran: 47 od 102</p> <p>Verzija: Osnutek 1</p>
---	--	--

IX.1.7. Napetostno frekvenčne zaščite

Distribucijski operater mora pri nastavitvah zaščit ločilnega mesta upoštevati ostale zaščite omrežja. Nastavitve zaščit mora biti selektivna. Spremembe nastavitve zaščitnih naprav na ločilnem mestu lahko določa samo pooblaščen oseba distribucijskega operaterja.

Pred pričetkom prvega obratovanja proizvodne naprave paralelno z distribucijskim omrežjem investitor dostavi distribucijskemu operaterju izjavo, s katero zagotavlja, da so nastavitve zaščit ločilnega mesta takšne, kot je to predvideno v teh navodilih oziroma takšne, kot to zahteva distribucijski operater v soglasju za priključitev, če odstopajo od teh, ki so navedene v teh Navodilih. Vsako odstopanje zaščit od teh, ki so navedene v teh navodilih, je lahko zgolj v izjemnih primerih. V teh primerih mora DO drugačne nastavitve zaščit jasno utemeljiti na podlagi ustrezne strokovne analize razmer v omrežju.

Nepooblaščen posegi v zaščitne naprave in njihove tokokroge, ki posledično ogrožajo funkcionalnost ločilnega mesta, so prepovedani!

Za proizvodne naprave do 16 A fazno, ki so priključene v NN distribucijsko omrežje so nastavitve zaščit ločilnega mesta opisane v standardu SIST EN 50438 v prilogi, kjer so opisani posebni pogoji za Slovenijo. Če so ta Navodila novejšega datuma kot standard, se priporoča uporaba vrednosti iz teh Navodil. Za vse ostale vire so nastavitve zaščit ločilnega mesta navedene v posameznih tabelah v nadaljevanju teh navodil.

Splošni opis zaščit. Ločilno mesto mora biti opremljeno z naslednjimi napetostno frekvenčnimi zaščitami, ki vse delujejo na izklop ločilnega mesta.

Prva in druga stopnja **prenapetostne** zaščite morata zagotavljati, da ne bi prihajalo do poškodb naprav, ki so priključene v omrežje. Največjo prenapetostno nevarnost predstavljajo predvsem asinhronski generatorji s pasivno kompenzacijo, ki lahko preide v stanje samovzbujanja. **Podnapetostna** zaščita je dvostopenjska zaradi doseganja selektivnosti izpadov ob kratkih stikih v omrežju.

Natančen opis zahtevanih zaščit je v tabelah v nadaljevanju. Splošno pa lahko ugotovimo naslednje. Z nastavitvijo zakasnitve 2,0 s in 15 % upadom napetosti se doseže, da lahko oddaljen KS najprej odklopi nadtokovna 1 s do 1,5 s zaščita na okvarjenem izvodu v RTP-ju. Z nastavitvijo zakasnitve 0,2 s in 30 % upadom napetosti se doseže, da lahko KS, ki je blizu RTP-ju, najprej odklopi kratkostična trenutna zaščita izvoda iz RTP-ja. Zaščita ločilnega mesta vedno zajema parametre med PPM in LM, oziroma med PPM in stikalnim elementom ločilnega mesta na katerega deluje. Ločilno mesto mora biti izvedeno tako, da ne dovoljuje manipulacij avtomatike proizvodne naprave z odklopnikom ločilnega mesta, če je prišlo do izpada zaradi delovanja katere od zaščit. Delovanje napetostno-frekvenčnih zaščit ločilnega mesta je znak za nenormalno stanje v omrežju DO.

IX.1.8. Napetostno-frekvenčna zaščita Uf-N1 (Z-Uf-N1)

Te nastavitve napetostno-frekvenčnih zaščit ločilnega mesta proizvodne naprave se uporabljajo za proizvodne naprave moči **do 11 kW**, ki so priključene v **NN omrežje**.

Parameter	Največji dovoljen čas delovanja (s)	Nastavitve
Prenapetostna zaščita (stopnja 2)	0,2	$U_n + 11 \% \dots + 15 \%$
Prenapetostna zaščita (stopnja 1) ^a	2,0	$U_n + 11 \%$
Podnapetostna zaščita (stopnja 1) ^b	2,0	$U_n - 15 \%$
Podnapetostna zaščita (stopnja 2)	0,2	$U_n - 15 \% \dots - 30 \%$
Nadfrekvenčna ^c	0,2	51 Hz
Podfrekvenčna ^c	0,2	47 Hz
Izpad omrežja ^d	d	d

- a Prvo stopnjo prenapetostne zaščite se lahko opusti, če je druga stopnja prenapetostne zaščite nastavljena na $U_n + 11 \%$.
- b Prvo stopnjo podnapetostne zaščite se lahko opusti, če je druga stopnja podnapetostne zaščite nastavljena na $U_n - 15 \%$.
- c Podfrekvenčna zaščita mora biti sposobna delovati vsaj v območju, ki ga določajo maksimalne nastavitve delovanja napetostnih zaščit.
- d Zaščito pred izpadom omrežja (kot so na primer skok kolesnega kota, df/dt , sprememba impedance omrežja) lahko zahteva distribucijski operater. V praksi je to dokaj zahtevna zaščita. Za njeno pravilno nastavitve potrebujemo natančne podatke omrežja, v katero je generator priključen. Težavo povzročajo vse spremembe v omrežju, ki spreminjajo pogoje za delovanje te zaščite (trenutna poraba, morebitno prenapajanje,...). Posledično slabo izračunana meja delovanja zaščite povzroči izpadanje generatorja po nepotrebnem ali pa nedelovanje zaščite ob izpadu omrežja. Zaradi tega ta zaščita načelno ni potrebna, razen če jo distribucijski operater v posameznih primerih posebej zahteva in poda natančne nastavitve, ki potrjeno zagotavljajo selektivnost.

Merilni tokokrog napetostno frekvenčnih električnih zaščit ločilnega mesta morajo biti obvezno opremljeni z varovalkami.

Dovoljene tolerance zaščit:

Napetost $\pm 1 \%$.
Frekvenca $\pm 0,5 \%$ od nastavitve.
Čas izpada $\pm 10 \%$ od nastavitve.

Zaščite morajo meriti obvezno meriti VSE FAZNE (U_{L-N}) napetosti na katere je proizvodna naprava priključena.

IX.1.9. Napetostno-frekvenčna zaščita Uf-N2 (Z-Uf-N2)

Te nastavitve napetostno-frekvenčnih zaščit ločilnega mesta proizvodne naprave se uporabljajo za proizvodne naprave moči **nad 11 kW**, ki so priključene v **NN omrežje**.

Parameter	Največji dovoljen čas delovanja (s)	Nastavitve
Prenapetostna zaščita (stopnja 2)	0,2	$U_n + 15 \%$
Prenapetostna zaščita (stopnja 1)	2,0	$U_n + 11 \%$
Podnapetostna zaščita (stopnja 1)	2,0	$U_n - 15 \%$
Podnapetostna zaščita (stopnja 2)	0,2	$U_n - 30 \%$
Nadfrekvenčna ^a	0,2	51 Hz
Podfrekvenčna ^a	0,2	47 Hz
Izpad omrežja ^b	b	b

Nastavitve veljajo v primerih:

- Proizvodna naprava **NI** sistemsko vodena, **ALI**
- Hitra komunikacija med **DO** in sistemsko vodeno proizvodno napravo **JE PREKINJENA** **ALI NI IZVEDENA**.


- a Podfrekvenčna zaščita mora biti sposobna delovati vsaj v območju, ki ga določajo maksimalne nastavitve delovanja napetostnih zaščit.
- b Zaščito pred izpadom omrežja (kot so na primer skok kolesnega kota, df/dt , sprememba impedance omrežja) lahko zahteva distribucijski operater. V praksi je to dokaj zahtevna zaščita. Za njeno pravilno nastavitve potrebujemo natančne podatke omrežja, v katero je generator priključen. Težavo povzročajo vse spremembe v omrežju, ki spreminjajo pogoje za delovanje te zaščite (trenutna poraba, morebitno prenapajanje,...). Posledično slabo izračunana meja delovanja zaščite povzroči izpadanje generatorja po nepotrebnem ali pa nedelovanje zaščite ob izpadu omrežja. Zaradi tega ta zaščita načelno ni potrebna, razen če jo distribucijski operater v posameznih primerih posebej zahteva in poda natančne nastavitve, ki potrjeno zagotavljajo selektivnost.

Merilni tokokrogi napetostno frekvenčnih električnih zaščit ločilnega mesta morajo biti obvezno opremljeni z varovalkami.

Dovoljene tolerance zaščit:

- Napetost** $\pm 1 \%$.
Frekvenca $\pm 0,5 \%$ od nastavitve.
Čas izpada $\pm 10 \%$ od nastavitve.

Zaščite morajo meriti obvezno meriti VSE FAZNE (U_{L-N}) napetosti na katere je proizvodna naprava priključena.

 <small>SISTEMSKI OPERATER DISTRIBUCijskega OMREŽJA Z ELEKTRIČNO ENERGIJO</small>	NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW (Priloga študije EIMV št. 2265)	Št.: SODO ID XXXX Stran: 50 od 102 Verzija: Osnutek 1
---	--	--

IX.1.10. Napetostno-frekvenčna zaščita Uf-N3 (Z-Uf-N3)

Te nastavitve napetostno-frekvenčnih zaščit ločilnega mesta proizvodne naprave se uporabljajo proizvodne naprave moči **nad 11 kW**, ki so priključene v **NN omrežje** in **izvajajo sistemske storitve**.

Parameter	Največji dovoljen čas delovanja (s)	Nastavitve
Prenapetostna zaščita (stopnja 2)	0,2	$U_n + 15 \%$
Prenapetostna zaščita (stopnja 1)	2,0	$U_n + 11 \%$
Podnapetostna zaščita (stopnja 1)	2,0	$U_n - 15 \%$
Podnapetostna zaščita (stopnja 2)	0,2	$U_n - 30 \%$
Nadfrekvenčna (stopnja 2) ^a	0,2	60 Hz
Nadfrekvenčna (stopnja 1) ^a	5 – 60 ^b	55 Hz
Podfrekvenčna (stopnja 1) ^a	5 – 60 ^b	45 Hz
Podfrekvenčna (stopnja 2) ^a	0,2	40 Hz
Izpad omrežja ^c	c	c

Nastavitve veljajo v primerih:

- **Proizvodna naprava JE sistemsko vodena IN HKRATI**
- **Hitra komunikacija med DO in proizvodno napravo, JE VZPOSTAVLJENA IN DELUJE.**


- Podfrekvenčna zaščita mora biti sposobna delovati vsaj v območju, ki ga določajo maksimalne nastavitve delovanja napetostnih zaščit.
- Nastavitev je odvisna od časa stabilizacije frekvence proizvodne naprave ob razbremenitvi proizvodne naprave iz 100 % delovne moči in se ugotovi s pomočjo meritev na proizvodni napravi.
- Zaščito pred izpadom omrežja (kot so na primer skok kolesnega kota, df/dt , sprememba impedance omrežja) lahko zahteva distribucijski operater. V praksi je to dokaj zahtevna zaščita. Za njeno pravilno nastavitev potrebujemo natančne podatke omrežja, v katero je generator priključen. Težavo povzročajo vse spremembe v omrežju, ki spreminjajo pogoje za delovanje te zaščite (trenutna poraba, morebitno prenapajanje,...). Posledično slabo izračunana meja delovanja zaščite povzroči izpadanje generatorja po nepotrebnem ali pa nedelovanje zaščite ob izpadu omrežja. Zaradi tega ta zaščita načelno ni potrebna, razen če jo distribucijski operater v posameznih primerih posebej zahteva in poda natančne nastavitve, ki potrjeno zagotavljajo selektivnost.

Merilni tokokrogi napetostno frekvenčnih električnih zaščit ločilnega mesta morajo biti obvezno opremljeni z varovalkami.

Dovoljene tolerance zaščit:

Napetost $\pm 1 \%$.
Frekvenca $\pm 0,5 \%$ od nastavitve.
Čas izpada $\pm 10 \%$ od nastavitve.

Zaščite morajo meriti obvezno meriti VSE FAZNE (U_{L-N}) napetosti na katere je proizvodna naprava priključena.

 <small>SISTEMSKI OPERATER DISTRIBUCijskega OMREŽJA Z ELEKTRIČNO ENERGIJO</small>	NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW (Priloga študije EIMV št. 2265)	Št.: SODO ID XXXX Stran: 51 od 102 Verzija: Osnutek 1
---	---	---

IX.1.11. Napetostno-frekvenčna zaščita Uf-S1 (Z-Uf-S1)

Te nastavitve napetostno-frekvenčnih zaščit ločilnega mesta proizvodne naprave se uporabljajo za proizvodne naprave, ki so priključene v **SN omrežje**.

Parameter	Največji dovoljen čas delovanja (s)	Nastavitve
Prenapetostna zaščita (stopnja 2)	0,2	$U_n + 15 \%$
Prenapetostna zaščita (stopnja 1)	2,0	$U_n + 11 \%$
Podnapetostna zaščita (stopnja 1)	2,0	$U_n - 15 \%$
Podnapetostna zaščita (stopnja 2)	0,2	$U_n - 30 \%$
Nadfrekvenčna ^a	0,2	51 Hz
Podfrekvenčna ^a	0,2	47 Hz
Izpad omrežja ^b	b	b

Nastavitve veljajo v primerih:

- Proizvodna naprava NI sistemsko vodena ALI
- Hitra komunikacija med DO in sistemsko vodeno proizvodno napravo JE PREKINJENA ALI NI IZVEDENA.

- a Podfrekvenčna zaščita mora biti sposobna delovati vsaj v območju, ki ga določajo maksimalne nastavitve delovanja napetostnih zaščit.
- b Zaščito pred izpadom omrežja (kot so na primer skok kolesnega kota, df/dt , sprememba impedance omrežja) lahko zahteva distribucijski operater. V praksi je to dokaj zahtevna zaščita. Za njeno pravilno nastavitev potrebujemo natančne podatke omrežja, v katero je generator vključen. Težavo povzročajo vse spremembe v omrežju, ki spreminjajo pogoje za delovanje te zaščite (trenutna poraba, morebitno prenapajanje,...). Posledično slabo izračunana meja delovanja zaščite povzroči izpadanje generatorja po nepotrebnem ali pa nedelovanje zaščite ob izpadu omrežja. Zaradi tega ta zaščita načelno ni potrebna, razen če jo distribucijski operater v posameznih primerih posebej zahteva in poda natančne nastavitve, ki potrjeno zagotavljajo selektivnost.

Merilni tokokrog napetostno frekvenčnih električnih zaščit ločilnega mesta morajo biti obvezno opremljeni z varovalkami na primarni in sekundarni strani.

Dovoljene tolerance zaščit:

- Napetost** $\pm 1 \%$.
Frekvenca $\pm 0,5 \%$ od nastavitve.
Čas izpada $\pm 10 \%$ od nastavitve.

Zaščite morajo meriti obvezno meriti VSE MEDFAZNE (U_{L-L}) napetosti na katere je proizvodna naprava priključena, v kolikor se izvajajo direktno na SN nivoju,

Zaščite lahko merijo FAZNE ali MEDFAZNE napetosti, če so meritve izvedene na interni napetosti proizvodne naprave in ni direktne galvanske povezave z SN omrežjem.

 <small>SISTEMSKI OPERATER DISTRIBUCijskega OMREŽJA Z ELEKTRIČNO ENERGIJO</small>	NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW (Priloga študije EIMV št. 2265)	Št.: SODO ID XXXX Stran: 52 od 102 Verzija: Osnutek 1
---	---	---

IX.1.12. Napetostno-frekvenčna zaščita Uf-S2 (Z-Uf-S2)

Te nastavitve napetostno-frekvenčnih zaščit ločilnega mesta proizvodne naprave se uporabljajo za proizvodne naprave, ki so priključene v **SN omrežje** in **so sistemsko vodene**.

Parameter	Največji dovoljen čas delovanja (s)	Nastavitve
Prenapetostna zaščita (stopnja 2)	0,2	$U_n + 15 \%$
Prenapetostna zaščita (stopnja 1)	2,0	$U_n + 11 \%$
Podnapetostna zaščita (stopnja 1)	2,0	$U_n - 15 \%$
Podnapetostna zaščita (stopnja 2)	0,2	$U_n - 30 \%$
Nadfrekvenčna (stopnja 2) ^a	0,2	60 Hz
Nadfrekvenčna (stopnja 1) ^a	5 – 60 ^b	55 Hz
Podfrekvenčna (stopnja 1) ^a	5 – 60 ^b	45 Hz
Podfrekvenčna (stopnja 2) ^a	0,2	40 Hz
Izpad omrežja ^c	c	c

Nastavitve veljajo v primerih:

- Proizvodna naprava JE sistemsko vodena IN HKRATI
- Hitra komunikacija med DO in proizvodno napravo JE VZPOSTAVLJENA IN DELUJE.

- a Podfrekvenčna zaščita mora biti sposobna delovati vsaj v območju, ki ga določajo maksimalne nastavitve delovanja napetostnih zaščit.
- b Nastavitev je odvisna od časa stabilizacije frekvence proizvodne naprave ob razbremenitvi proizvodne naprave iz 100 % delovne moči in se ugotovi s pomočjo meritev na proizvodni napravi.
- c Zaščito pred izpadom omrežja (kot so na primer skok kolesnega kota, df/dt , sprememba impedance omrežja) lahko zahteva distribucijski operater. V praksi je to dokaj zahtevna zaščita. Za njeno pravilno nastavitev potrebujemo natančne podatke omrežja, v katero je generator priključen. Težavo povzročajo vse spremembe v omrežju, ki spreminjajo pogoje za delovanje te zaščite (trenutna poraba, morebitno prenapajanje,...). Posledično slabo izračunana meja delovanja zaščite povzroči izpadanje generatorja po nepotrebnem ali pa nedelovanje zaščite ob izpadu omrežja. Zaradi tega ta zaščita načelno ni potrebna, razen če jo distribucijski operater v posameznih primerih posebej zahteva in poda natančne nastavitve, ki potrjeno zagotavljajo selektivnost.

Merilni tokokrogi napetostno frekvenčnih električnih zaščit ločilnega mesta morajo biti obvezno opremljeni z varovalkami na primarni in sekundarni strani.

Dovoljene tolerance zaščit:

Napetost	± 1 %.
Frekvenca	± 0,5 % od nastavitve.
Čas izpada	± 10 % od nastavitve.

Zaščite morajo meriti obvezno meriti VSE MEDFAZNE (U_{L-L}) napetosti na katere je proizvodna naprava priključena, v kolikor se izvajajo direktno na SN nivoju,

Zaščite lahko merijo FAZNE ali MEDFAZNE napetosti v kolikor so meritve izvedene na interni napetosti proizvodne naprave in ni direktne galvanske povezave z SN omrežjem.

 <p>SISTEMSKI OPERATER DISTRIBUCIJSKEGA OMREŽJA Z ELEKTRIČNO ENERGIJO</p>	<p>NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW (Priloga študije EIMV št. 2265)</p>	<p>Št.: SODO ID XXXX Stran: 53 od 102 Verzija: Osnutek 1</p>
--	---	--

IX.2. ODKLOPNIK ALI DRUG STIKALNI ELEMENT LOČILNEGA MESTA

Odklopnik mora izpolnjevati naslednje zahteve:

IX.2.1. Tehnične zahteve

V kolikor odklopnik služi dvojnemu namenu (ločilno mesto in hkrati sinhronizacijsko mesto), mora ustrezati dodatnim zahtevam, ki jih predpiše proizvajalec generatorja oziroma projektant.

NO = nazivni parameter odklopnika.

$U_{NO} \geq U_N$ (napetostni nivo ločilnega mesta) in

$S_{NO} \geq S_N$ (navidezna moč ločilnega mesta).

Za proizvodno - porabniško priključitev tip M:

S_P = navidezna moč porabe, ki se napaja med ločilnim mestom in generatorji.

$$\frac{P_{IG}}{0,8} > S_P \rightarrow S_N = \frac{P_{IG}}{0,8} \quad (IX.1)$$

$$\frac{P_{IG}}{0,8} \leq S_P \rightarrow S_N = S_P. \quad (IX.2)$$

Za porabniško priključitev tip P:

S_P = navidezna moč porabe, ki se napaja med ločilnim mestom in generatorji

$$S_N = S_P \quad (IX.3)$$

Za vse vrste priključitev velja:

t_{NO} = lastni izklopilni čas odklopnika ali drugega stikalnega elementa

$t_{NO} \leq 150 \text{ ms.}$

Primer 1: Element za izklop je odklopnik in je tako sposoben izklopiti kratkostično moč omrežja DO:

S_{KSO} = kratkostična moč v točki ločilnega mesta prispevek iz omrežja DO

S_{NOIZ} = izklopilna moč odklopnika

$$\underline{S_{NOIZ} \geq S_{KSO}}$$

Primer 2: Element za izklop je odklopnik, ki ni sposoben izklopiti kratkostične moči omrežja DO:

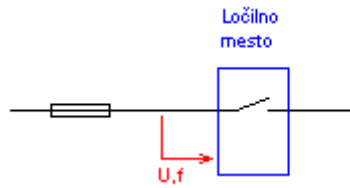
S_{KSE} = kratkostična moč v točki ločilnega mesta prispevek iz proizvodne naprave

S_{NOIZ} = izklopilna moč odklopnika

$$\underline{S_{NOIZ} \geq S_{KSE}}$$

V primeru 2 se obvezno zahteva vgradnja varovalk (varovalke so v funkciji nad tokovne zaščite ločilnega mesta) na ločilnem mestu, ki ob pregoretu prekinejo tudi merilne tokokroge za potrebe zaščit ločilnega mesta.

	NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW (Priloga študije EIMV št. 2265)	Št.: SODO ID XXXX Stran: 54 od 102 Verzija: Osnutek 1
---	---	---



IX.2.2. Blokada vklopa odklopnika

Preklopka mora imeti dva položaja.

Položaj 0 Blokada vklopa odklopnika na ločilnem mestu

Preklopka prestavljena v ta položaj povzroči takojšen izklop odklopnika in blokira odklopnik v izklopljenem položaju.

Položaj 1 Avtomatsko delovanje ločilnega mesta

Položaj 1 omogoči krmiljenju proizvodne naprave manipulacije z odklopnikom na ločilnem mestu.

Ob delovanju nadtokovne zaščite, ki deluje na odklopnik ločilnega mesta (če je izvedeno tako) naj premik preklopke iz položaja 1 v položaj 0 in nato v položaj 1 deblokira posluževanje avtomatike proizvodne naprave z odklopnikom.

Preklopka mora biti opremljena s ključavnico, ki onemogoča nepooblaščenno spreminjanje stanja.
S preklopko LM lahko upravlja le DO!

IX.2.3. Tehnične zahteve do varovalk

S_{KSO} = kratkostična moč v točki ločilnega mesta, prispevek iz omrežja DO.

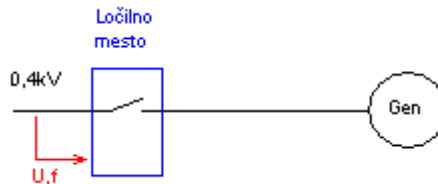
S_{NVIZ} = izklopilna moč varovalk

$S_{NVIZ} \geq S_{KSO}$

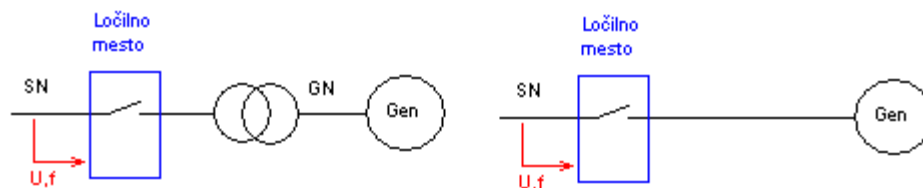
 SISTEMSKI OPERATER DISTRIBUCIJSKEGA OMREŽJA Z ELEKTRIČNO ENERGIJO	NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW (Priloga študije EIMV št. 2265)	Št.: SODO ID XXXX Stran: 55 od 102 Verzija: Osnutek 1
--	---	---

IX.2.4. Način meritve veličin za potrebe zaščit

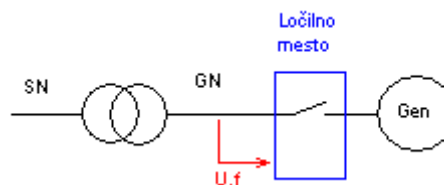
- a) Ločilno mesto v NN (400 V/230 V) distribucijskem omrežju. Zaščite merijo vse tri **fazne** napetosti (izjema so enofazne proizvodne naprave, kjer lahko zaščita meri le fazno napetost, na katero je priključen generator).



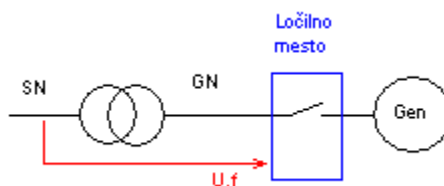
- b) Ločilno mesto v SN distribucijskem omrežju. Zaščite merijo vse tri **medfazne** napetosti preko napetostnih merilnih transformatorjev. (v to skupino sodijo ločilna mesta, ki se nahajajo neposredno na SN distribucijskem izvodu).



- c) Ločilno mesto na generatorski strani. Zaščite merijo vse tri **fazne ali medfazne** napetosti.



- d) Ločilno mesto na generatorski strani, meritev napetosti na SN napetostnem nivoju. Zaščite merijo vse tri **medfazne** napetosti preko napetostnih merilnih transformatorjev.



 SISTEMSKI OPERATER DISTRIBUCIJSKEGA OMREŽJA Z ELEKTRIČNO ENERGIJO	NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW (Priloga študije EIMV št. 2265)	Št.: SODO ID XXXX Stran: 56 od 102 Verzija: Osnutek 1
--	---	---

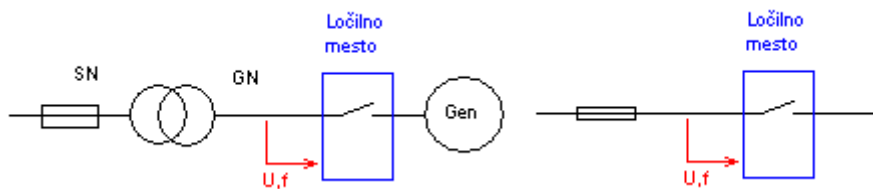
IX.3. NADTOKOVNE ZAŠČITE

Priporočamo, da so nad tokovne zaščite izvedene tako, da izključijo tokokrog, v primeru kratkega stika v proizvodni napravi. Kratki stiki v distribucijskem omrežju pa naj bodo izven dosega teh zaščit (I_{ks} iz proizvodne naprave v omrežje mora biti nižji od nastavitve zaščit oziroma varovalk).

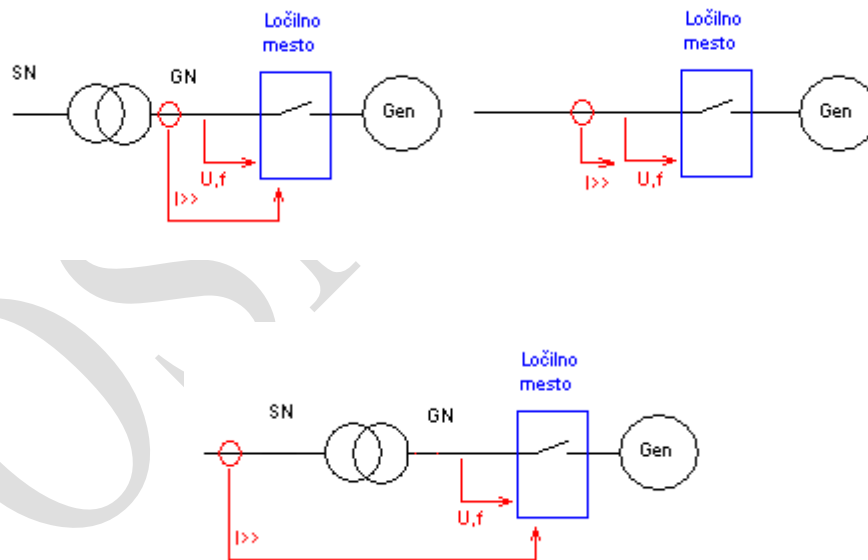
Vsako delovanje nad tokovnih zaščit vodi v trajen izklop. Deblokado lahko izvede le DO, ko lastnik ali upravitelj proizvodne naprave zagotovi, da je napaka odpravljena.

Nad tokovne zaščite, ki delujejo na odklopnik ločilnega mesta, morajo biti izvedene tako, da njihovo aktiviranje povzroči izpad odklopnika, hkrati se morajo blokirati vse manipulacije z odklopnikom s strani proizvodne naprave.

a) Izvedbe z varovalkami



b) Izvedbe z nadtokovnimi releji



V tem delu je opisano le delovanje zaščit, ki delujejo na odklopnik ločilnega mesta. To ne pomeni, da drugje v omrežju proizvodne naprave nad tokovne zaščite niso potrebne, ampak morajo biti izvedene v skladu s standardi, predpisi in navodili za izgradnjo NN in SN omrežji ter opreme in zahtevami iz soglasja za priključitev.

	NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW (Priloga študije EIMV št. 2265)	Št.: SODO ID XXXX Stran: 57 od 102 Verzija: Osnutek 1
---	---	---

Priporočljiva nastavitev in izvedba z nad tokovnimi releji

Izvedba kratkostične zaščite

I_{LMKS} = nastavitev nad tokovne zaščite ločilnega mesta

S_{KSE} = kratkostična moč v točki ločilnega mesta prispevek iz proizvodne naprave

S_{KSO} = kratkostična moč v točki ločilnega mesta prispevek iz omrežja

$$0,8 \cdot \frac{S_{KSO}}{U_N \cdot \sqrt{3}} > I_{LMKS} \geq 2 \cdot \frac{S_{KSE}}{U_N \cdot \sqrt{3}} \quad (IX.4)$$

Če je kratkostični prispevek iz omrežja premajhen, prispevek iz proizvodne naprave pa prevelik, se za doseg selektivnosti zahteva vgradnjo kratkostične smerne zaščite, ki zaznava le havarije znotraj proizvodne naprave.

t_{LMKS} = zakasnilni čas nadtokovne zaščite ločilnega mesta

t_{LMKS} = BREZ ZAKASNITVE

Priporočljiva nastavitev zaščite proti preobremenitvi ločilnega mesta

I_{LMP} = nastavitev zaščite proti preobremenitvi ločilnega mesta

S_N = nazivna moč ločilnega mesta (je določena že v poglavju o nazivni moči ločilnega mesta)

Vedno mora veljati:

$$S_N \geq 1,25 \cdot \sum P_{GEN} \quad (IX.5)$$

Pri uporabi zaščit s konstantnim časom izklopa:

$$I_{LMP} = 1,225 \cdot \frac{S_N}{U_N \cdot \sqrt{3}} \cdot (1 \pm 0,05) \quad (IX.6)$$

t_{LMP} = zakasnilni čas zaščite proti preobremenitvi ločilnega mesta

t_{LMP} = 10 s do 15 s

Pri uporabi inverznih tokovnih zaščit:

Namesto zaščit s konstantnim časom izklopa se priporoča uporabo zaščit z inverzno karakteristiko oziroma bimetalom ekvivalentnih zaščit. Izklopni čas inverznih zaščit, ko tok ločilnega mesta doseže I_{LMP} mora biti enak t_{LMP} .

Meja zaznavanja preobremenitve za inverzne zaščite je nižja od I_{LMP} in se nastavlja po sledeči enačbi:

$I_{LMP-inverz}$ = meja aktivacije inverzne zaščite proti preobremenitvi ločilnega mesta

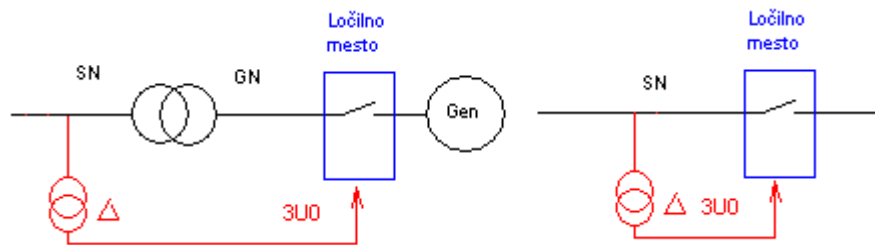
$$I_{LMP-inverz} = 1,05 \cdot \frac{S_N}{U_N \cdot \sqrt{3}} \cdot (1 \pm 0,05) \quad (IX.7)$$

IX.4.ZEMELJSKOSTIČNE ZAŠČITE

Zemeljskostične zaščite se pri proizvodnih napravah, ki imajo priključno in ločilno mesto na NN distribucijskem napetostnem nivoju, ne zahteva. To ni potrebno, saj enopolni kratek stik v NN omrežju vedno vodi v trajen izklop faze v okvari. Prav tako so tokovi enopolnega kratkega stika dovolj veliki, da povzročijo zadosten padec napetosti in posledično izpad ločilnega mesta zaradi delovanja podnapetostnih zaščit priključene proizvodne naprave.

Proizvodne naprave, ki imajo prevzemno predajno mesto na SN napetostnem nivoju morajo obvezno imeti izvedeno zemeljskostično neusmerjeno zaščito. Ta pogoj velja ne glede na to, ali je ločilno mesto na SN napetostnem nivoju, ali pa na lastni napetosti generatorja.

Priporočamo, da je zemeljskostična zaščita izvedena tako, da meri $3U_0$ (vezava odprtega trikotnika napetostnih merilnih transformatorjev).



Parameter	Največji dovoljen čas delovanja (s)	Nastavitev
Zemeljskostična zaščita	$t_{zs RV} = t_{zs rtp} + 5 \text{ s}$	$3U_0 = 0,25 \cdot U_{SN}$
$t_{zs rtp}$ Čas, v katerem zemeljskostična zaščita v RTP zazna zemeljski stik in izklopi okvarjen izvod. Ta čas je pri RTP-jih z resonančno ozemljeno nevtralno točko transformatorja 110kV/20kV lahko tudi nekaj 10 sekund.		

Zemeljskostična zaščita mora delovati na odklopnik ali drug stikalni element ločilnega mesta. Ko zemeljski stik ni več detektiran, parametri omrežne napetosti pa so v mejah (ni aktivna nobena od napetostno-frekvenčnih zaščit), gre lahko proizvodna naprava v ponovno sinhronizacijo z omrežjem.

Z zemeljskostično zaščito se dodatno prepreči neželjeno otočno obratovanje v pogojih zemeljskega stika, vendar mora biti izklopilni čas zaščite dovolj dolg, da se prepreči neselektivne izpade vseh proizvodnih naprav. Zemeljskostična zaščita v RTP mora biti vedno hitrejša od zemeljskostične zaščite v proizvodnih napravah.

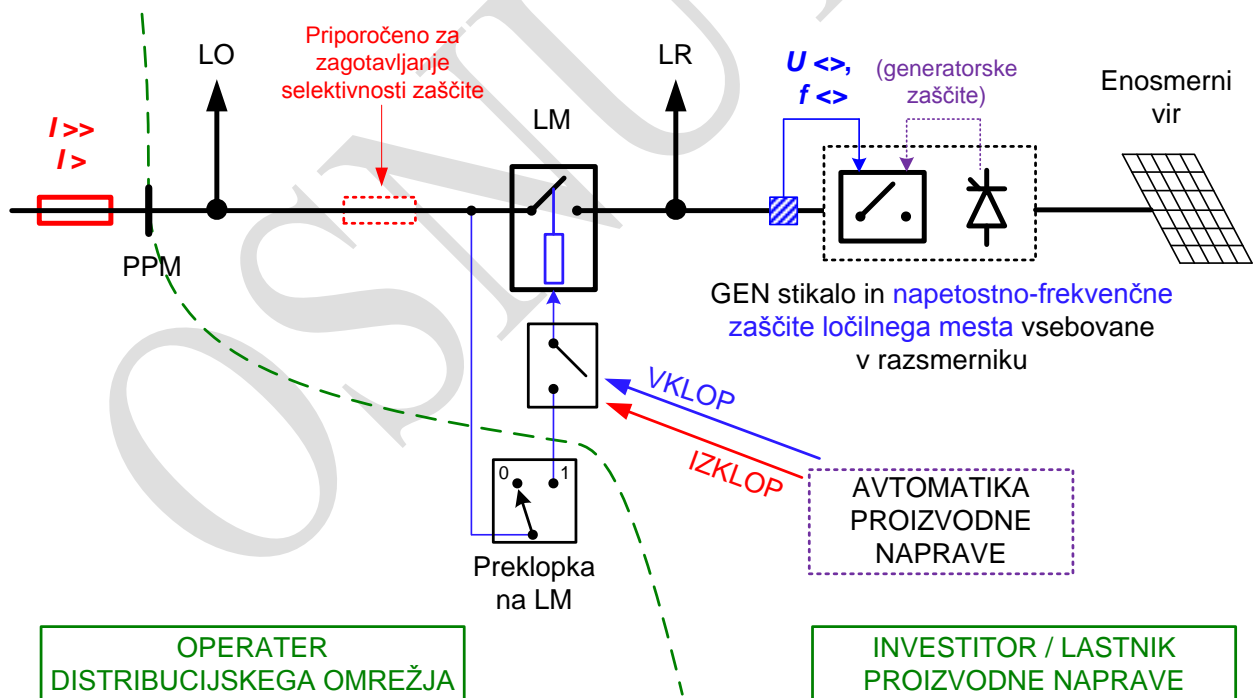
IX.5. PRAKTIČNA IZVEDBA LOČILNEGA MESTA

Podajamo dva primera izvedbe ločilnega mesta (sliki IX.1 in IX.2). Primera sta zgolj v informacijo o tem, kako enostavno oziroma bolj zapleteno so lahko v posameznih primerih izvedena ločilna mesta glede na potrebe obratovanja proizvodne naprave.

Za LM-je v NN omrežju se lahko za **enostavnejše postroje**, pri katerih ni predvideno lokalno otočno obratovanje in imajo napetostno-frekvenčne zaščite vsebovane v generatorju, kratkostično zaščito izvede z varovalkami, zaščito pred preobremenitvijo z bimetalnimi elementi ali varovalkami. Stikalo na LM s kontaktorjem, preklopko na LM pa z napajanjem tega kontaktorja preko krmilnega stikala. Lastnik proizvodne naprave si LM vključi ali izključi s pomočjo krmilnega stikala, ki je vezan zaporedno s preklopko LM. Vsi elementi morajo seveda biti projektirani in izvedeni v skladu z veljavno zakonodajo in dobro inženirsko prakso. Primer takšne izvedbe prikazuje slika IX.1.

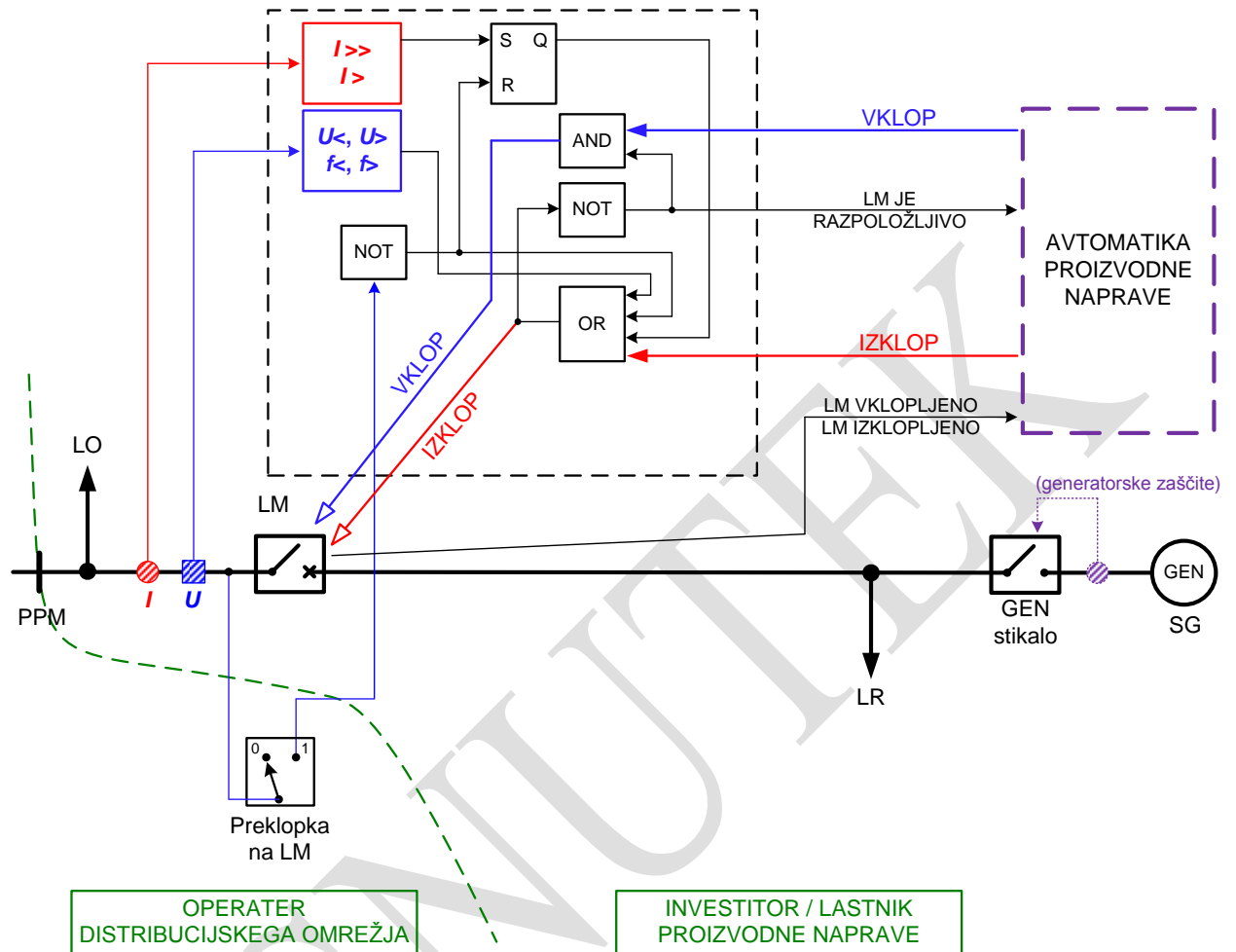
Na sliki IX.1 je prikazana proizvodna naprava, ki je v omrežje priključena preko razsmernika, ni pa razsmerniški tip proizvodne naprave pogoj za takšno priključitev. Pomembno je, da so vsebovani vsi elementi ločilnega mesta in to v pravilnem vrstnem redu od PPM do generatorja, kot je to potrebno v primeru porazdeljenega ločilnega mesta.

Na sliki IX.1 so s črtkano črto narisan tudi dodatne varovalke neposredno pred LM, ki so v lastništvu in upravljanju lastnika proizvodne naprave. Te varovalke zagotavljajo selektivno delovanje zaščite znotraj omrežja uporabnika sistema. To pomeni, da okvara znotraj proizvodne naprave ne bo povzročila tudi izpada LO pri uporabniku sistema.



Slika IX.2 - Primer porazdeljenega ločilnega mesta, ki ima kratkostično in nadtokovno zaščito izvedeno z varovalkami ter napetostno-frekvenčne zaščite vsebovane v generatorju.

Za postroje, ki želijo boljši nadzor nad stanjem in obratovanjem ločilnega mesta ter generatorja (vključno z možnostjo lokalnega otočnega obratovanja), pa je primernejša shema na sliki IX.2, ki omogoča tudi to.



Slika IX.3 - Primer izvedbe ločilnega mesta, ki ima nadtokovno in kratkostično zaščito ter napetostno-frekvenčne zaščite izvedene z zaščitno avtomatiko ter signale, ki generatorjem omogočajo vpogled v stanje ločilnega mesta za lažji avtomatski daljinski vklop s strani avtomatike proizvodne naprave.

 SISTEMI OPERATER DISTRIBUCIJSKEGA OMREŽJA Z ELEKTRIČNO ENERGIJO	NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW (Priloga študije EIMV št. 2265)	Št.: SODO ID XXXX Stran: 61 od 102 Verzija: Osnutek 1
--	---	---

X. OBRATOVANJE - KARAKTERISTIKA JALOVE MOČI PROIZVODNE NAPRAVE

Vse proizvodne naprave, ki so priključene v javno distribucijsko omrežje, morajo izkazovati karakteristiko jalove moči, ki jo predpisujejo ta *Navodila*. Karakteristike so v *Navodilu* definirane z enačbami, grafi in opisno. Vsaka proizvodna naprava se mora podrežati eni od predpisanih karakteristik. Natančna obratovalna karakteristika mora biti definirana v soglasju za priključitev, ki ga izda DO.

Investitor oziroma lastnik proizvodne naprave s pomočjo testiranj in meritvami dokazuje ustreznost obratovalnih karakteristik in njihovo skladnost z *Navodili* ter z izjavo zagotavlja pravilnost nastavitve regulacije jalove moči.

V teh *Navodilih* uporabljamo generatorski kazalčni diagram! To pomeni naslednje:

1. Delovna moč teče v omrežje DO. Jalova moč teče omrežje DO. Generator torej obratuje v nadvzbujenem stanju. V tem primeru je:

$$P_{TG} > 0 \text{ in } Q_{GEN} > 0.$$

2. Delovna moč teče v omrežje DO. Jalova moč teče iz omrežja DO v omrežje proizvodne naprave. Generator torej obratuje v podvzbujenem stanju. V tem primeru je:

$$P_{TG} > 0 \text{ in } Q_{GEN} < 0.$$

X.1. KARAKTERISTIKA JALOVE MOČI J-N1

Pretoki jalove moči

Pretoki jalove moči so definirani na ločilnem mestu oziroma na prvem stikalnem elementu s strani omrežja, ki opravlja vse ali del funkcij ločilnega mesta. Karakteristika je primerna predvsem za enofazne, dvofazne ali trifazne proizvodne naprave zelo majhnih moči (mikro-generacije), ki imajo vgrajene asinhronske ali pretvorniške generatorje. Tehnološko so ti postroji zelo preprosti, vendar morajo kljub temu obratovati v skladu temi zahtevami.

Obvezna sposobnost proizvodnje jalove moči:

Pri delovni moči $[0 \leq P_{TG} \leq P_{NG}] \rightarrow [0,15 \cdot P_{NG} \leq Q_{NG-proizvodnje} \leq 0,45 \cdot P_{NG}]$.

Obvezna sposobnost porabe jalove moči:

Pri delovni moči $[0 \leq P_{TG} \leq P_{NG}] \rightarrow [0 \geq Q_{NG-porabe} \geq -0,15 \cdot P_{NG}]$.

Zahtevana je zvezna karakteristika jalove moči, ki jo opisuje enačba (X.1) in ji mora proizvodna naprava slediti v okviru zahtev, ki so predpisane v okviru obvezne sposobnosti proizvodnje jalove moči.

$$Q_{GEN} = (0,75 \cdot P_{NG}) \cdot \left[0,2 + 2 \cdot \frac{(U_{CG} - U_D)}{U_N} \right] \cdot \frac{P_{TG}}{P_{NG}} \pm (0,15 \cdot P_{NG}) \quad (X.1)$$

Q_{GEN}	trenutna jalova moč proizvodne naprave, ki jo mora vzdrževati,
P_{TG}	trenutna delovna moč proizvodne naprave,
P_{NG}	nazivna delovna moč proizvodne naprave,
U_D	trenutna dejanska medfazna napetost,
U_{CG}	dogovorjena fazna oziroma medfazna napetost proizvodne naprave, pri nazivni frekvenci (običajno 230 V oziroma 400 V),
U_N	nazivna napetost ločilnega mesta
$\pm(0,15 \cdot P_{NG})$	dovoljeno odstopanje od karakteristike (dovoljen pogrešek).

 SISTEMSKI OPERATER DISTRIBUCijskega OMREŽJA Z ELEKTRIČNO ENERGIJO	NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW (Priloga študije EIMV št. 2265)	Št.: SODO ID XXXX Stran: 62 od 102 Verzija: Osnutek 1
--	---	---

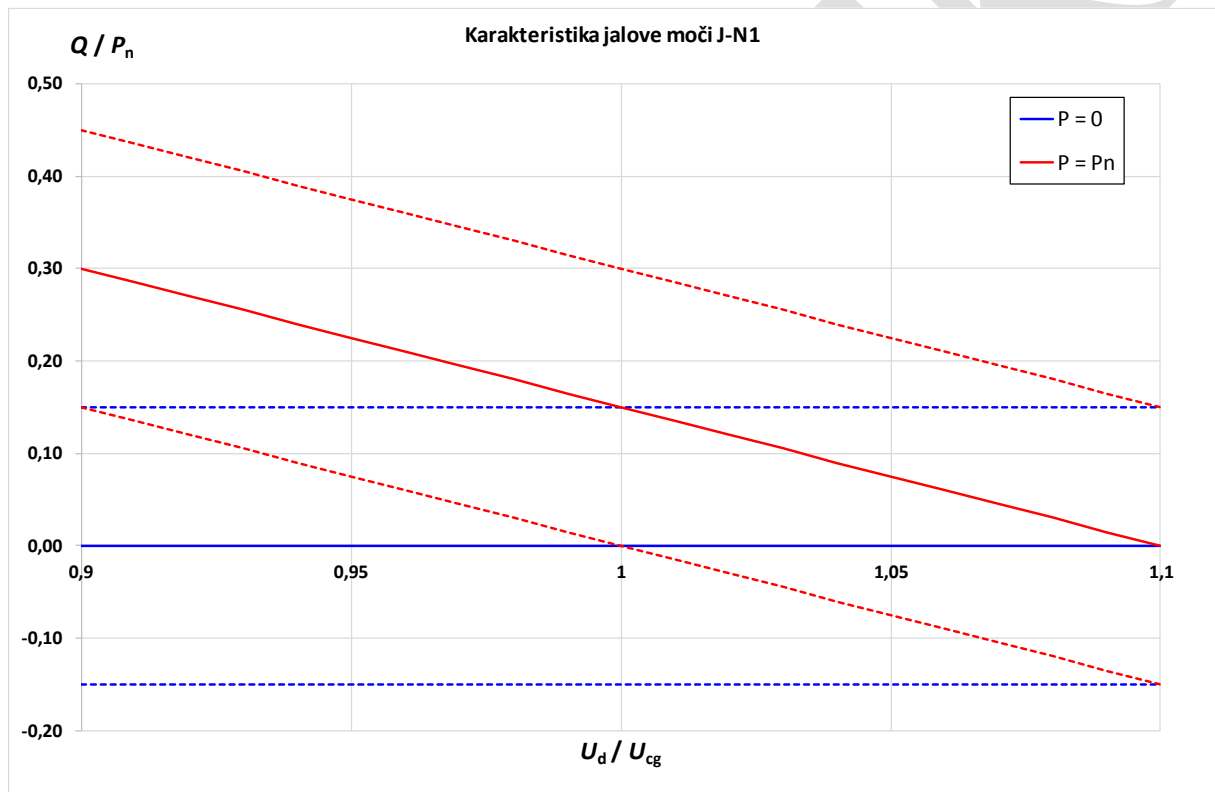
Q_{GEN} mora slediti enačbi (X.1) do meja, ki so predpisane s:

$$Q_{NG-porabe} \leq Q_{GEN} \leq Q_{NG-proiz}$$

Vrednosti delovne in jalove moči (Q_{GEN} , Q_N , P_{TG} , P_{NG} , ...) se za potrebe karakteristik jalove moči izračunavajo iz dogovorjene napetosti (U_{CG}) ne glede na dejansko stanje napetosti (U_D). Vrednosti jalove moči ne veljajo med prehodnimi pojavi, ampak v stacionarnem stanju. Čas za zagotovitev ustrezne jalove moči je med 5 s in 15 s po prehodu v novo stacionarno stanje.

Ob havarijskih stanjih v omrežju (kratki stiki, degradirana napetost, odstopanja frekvence) je zaradi fizikalno tehničnih lastnosti nekaterih generatorjev **dovoljeno**, da tok prehodno preseže nazivno vrednost ločilnega mesta.


Slika X.1 prikazuje predpisano karakteristiko jalove moči J-N1.



Slika X.1: Grafični prikaz predpisane karakteristiko jalove moči J-N1.

Modra polna črta prikazuje predpisano jalovo moč, ko je delovna moč na ločilnem mestu enaka $P = 0$. Modri črtkani črti prikazujeta skrajne meje dovoljenega odstopanja od predpisane karakteristike pri $P = 0$.

Rdeča polna črta prikazuje predpisano jalovo moč, ko je delovna moč na ločilnem mestu enaka $P = P_n$. Rdeči črtkani črti prikazujeta skrajne meje dovoljenega odstopanja od predpisane karakteristike pri $P = P_n$.

 <small>SISTEMSKI OPERATER DISTRIBUCijskega OMREŽJA Z ELEKTRIČNO ENERGIJO</small>	NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW (Priloga študije EIMV št. 2265)	Št.: SODO ID XXXX Stran: 63 od 102 Verzija: Osnutek 1
---	--	--

X.2. KARAKTERISTIKA JALOVE MOČI J-N2

Pretoki jalove moči

Pretoki jalove moči so definirani na ločilnem mestu oziroma na prvem stikalnem elementu s strani omrežja, ki opravlja vse ali del funkcij ločilnega mesta. Karakteristika je primerna predvsem za proizvodne naprave z vgrajenimi asinhronskimi generatorje. Generatorji, ki uporabljajo to karakteristiko, morajo biti izključno trifazni! Običajno imajo vgrajeno preprosto avtomatiko za zagotavljanje jalove moči. Karakteristika jalove moči velja ne glede na tip generatorja. Izjema so proizvodne naprave, ki imajo vgrajene tudi sinhronske ali pretvorniške generatorje, za te so bolj primerne karakteristike **J-N3** ali **J-N4**.

Obvezna sposobnost proizvodnje jalove moči:

Pri delovni moči $[0 \leq P_{TG} \leq P_{NG}] \rightarrow [0,3 \cdot P_{NG} \leq Q_{NG-proiz} \leq \sqrt{(1,25 \cdot P_{NG})^2 - P_{TG}^2}]$

Obvezna sposobnost porabe jalove moči:

Pri delovni moči $[0 \leq P_{TG} \leq P_{NG}] \rightarrow [0 \geq Q_{NG-porabe} \geq -\sqrt{(1,25 \cdot P_{NG})^2 - P_{TG}^2}]$

Delovni diagram, ki omejuje trajno obratovalno sposobnost proizvodne naprave se mora nahajati znotraj obeh rdečih črt (Slika X.2 - sposobnost porabe jalove moči) in znotraj obeh modrih črt (sposobnost proizvodnje jalove moči).

Zahtevana je zvezna karakteristika jalove moči, ki jo opisuje enačba (X.2) in ji mora proizvodna naprava slediti v okviru zahtev, ki so predpisane v okviru obvezne sposobnosti proizvodnje jalove moči.

$$Q_{GEN} = (0,75 \cdot P_{NG}) \cdot \left[0,2 + 4 \cdot \frac{(U_{CG} - U_D)}{U_N} \right] \cdot \frac{P_{TG}}{P_{NG}} \pm (0,15 \cdot P_{NG}) \quad (X.2)$$

Q_{GEN}	trenutna jalova moč proizvodne naprave, ki jo mora vzdrževati,
P_{TG}	trenutna delovna moč proizvodne naprave,
P_{NG}	nazivna delovna moč proizvodne naprave,
U_D	trenutna dejanska medfazna napetost,
U_{CG}	dogovorjena medfazna napetost proizvodne naprave, pri nazivni frekvenci (običajno 400 V),
U_N	nazivna napetost ločilnega mesta
$\pm(0,15 \cdot P_{NG})$	dovoljeno odstopanje od karakteristike (dovoljen pogrešek).



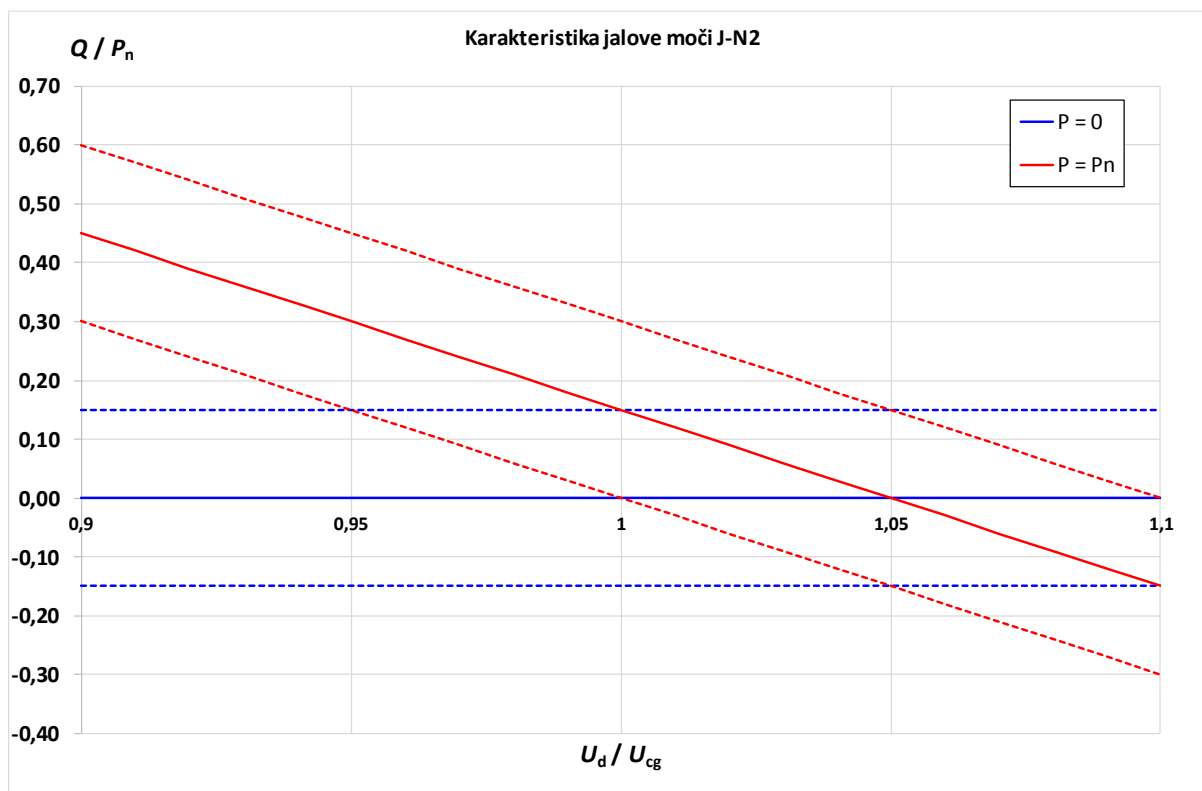
Slika X.2: Grafični prikaz minimalnih in maksimalnih zahtev glede proizvodnje in porabe jalove moči J-N2.

Q_{GEN} mora slediti enačbi (X.2) do meja, ki so predpisane s:

$$Q_{NG-porabe} \leq Q_{GEN} \leq Q_{NG-proiz}$$

Vrednosti delovne in jalove moči (Q_{GEN} , Q_N , P_{TG} , P_{NG} , ...) se za potrebe karakteristik jalove moči izračunavajo iz dogovorjene napetosti (U_{CG}) ne glede na dejansko stanje napetosti (U_D). Vrednosti jalove moči ne veljajo med prehodnimi pojavi, ampak v stacionarnem stanju. Čas za zagotovitev ustrezne jalove moči je med 5 s in 15 s po prehodu v novo stacionarno stanje.

Ob havarijskih stanjih v omrežju (kratki stiki, degradirana napetost, odstopanja frekvence) je zaradi fizikalno tehničnih lastnosti nekaterih generatorjev **dovoljeno**, da tok prehodno preseže nazivno vrednost ločilnega mesta. Slika X.3 prikazuje predpisano karakteristiko jalove moči J-N2.



Slika X.3: Grafični prikaz predpisane karakteristiko jalove moči J-N2.

Modra polna črta prikazuje predpisano jalovo moč, ko je delovna moč na ločilnem mestu enaka $P = 0$. Modri črtkani črti prikazujeta skrajne meje dovoljenega odstopanja od predpisane karakteristike pri $P = 0$.

Rdeča polna črta prikazuje predpisano jalovo moč, ko je delovna moč na ločilnem mestu enaka $P = P_n$. Rdeči črtkani črti prikazujeta skrajne meje dovoljenega odstopanja od predpisane karakteristike pri $P = P_n$.

X.3. KARAKTERISTIKA JALOVE MOČI J-N3

Pretoki jalove moči

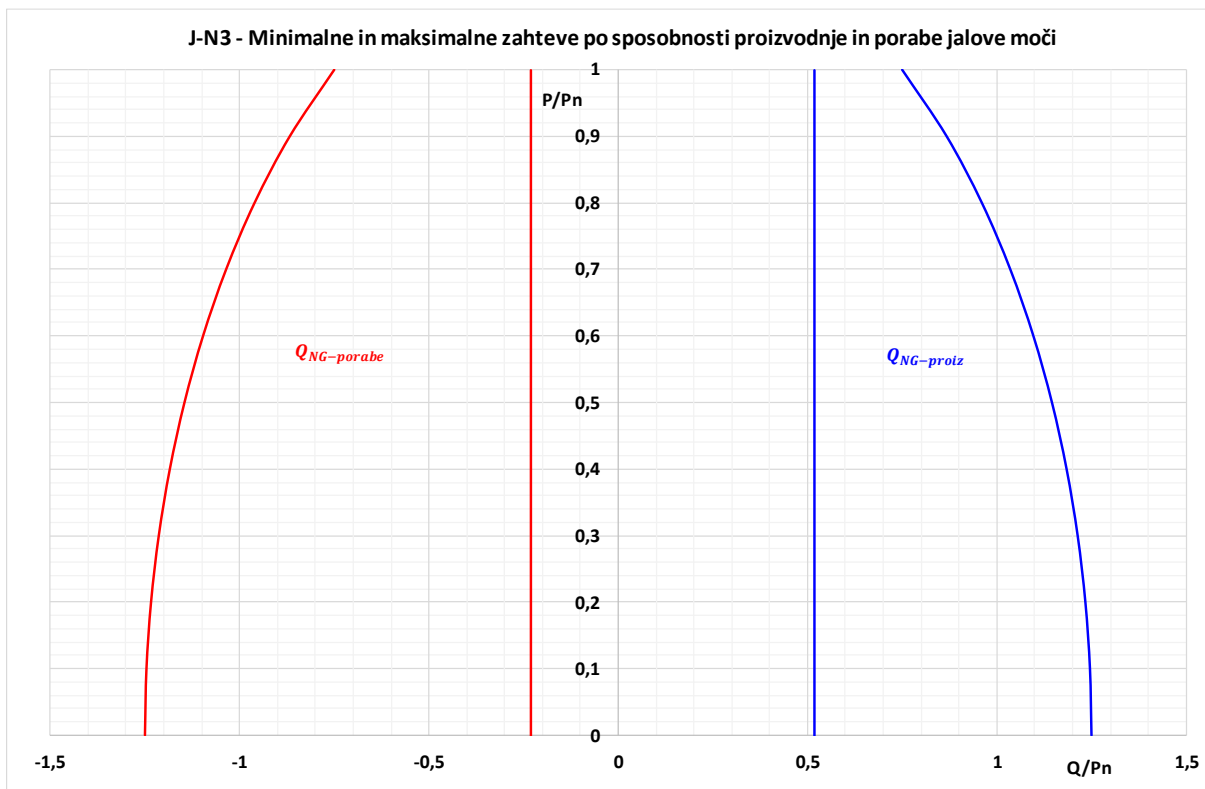
Pretoki jalove moči so definirani na ločilnem mestu oziroma na prvem stikalnem elementu s strani omrežja, ki opravlja vse ali del funkcij ločilnega mesta. Karakteristika velja za vse generatorje, ne glede na tip, brez izjem. Generatorji, ki uporabljajo to karakteristiko, morajo biti izključno trifazni!

Obvezna sposobnost proizvodnje jalove moči:

$$\text{Pri delovni moči } [0,1 \cdot P_{NG} \leq P_{TG} \leq P_{NG}] \rightarrow \left[0,52 \cdot P_{NG} \leq Q_{NG-proiz} \leq \sqrt{(1,25 \cdot P_{NG})^2 - P_{TG}^2} \right]$$

Obvezna sposobnost porabe jalove moči:

$$\text{Pri delovni moči } [0,1 \cdot P_{NG} \leq P_{TG} \leq P_{NG}] \rightarrow \left[-0,23 \cdot P_{NG} \geq Q_{NG-porabe} \geq -\sqrt{(1,25 \cdot P_{NG})^2 - P_{TG}^2} \right]$$



Slika X.4: Grafični prikaz minimalnih in maksimalnih zahtev glede proizvodnje in porabe jalove moči J-N3.

Delovni diagram, ki omejuje trajno obratovalno sposobnost proizvodne naprave se mora nahajati znotraj obeh rdečih črt (sposobnost porabe jalove moči) in znotraj obeh modrih črt (sposobnost proizvodnje jalove moči)

Zahtevana je zvezna karakteristika jalove moči, ki jo opisuje enačba (X.3) in ji mora proizvodna naprava slediti v okviru zahtev, ki so predpisane v okviru obvezne sposobnosti proizvodnje jalove moči.

$$Q_{GEN} = (0,75 \cdot P_{NG}) \cdot \left[\frac{P_{TG}}{2 \cdot P_{NG}} + \frac{(U_{CG} - U_D)}{0,1 \cdot U_N} \right] \pm (0,1 \cdot P_{NG}) \quad (X.3)$$

Q_{GEN}	trenutna jalova moč proizvodne naprave, ki jo mora vzdrževati,
P_{TG}	trenutna delovna moč proizvodne naprave,
P_{NG}	nazivna delovna moč proizvodne naprave,
U_D	trenutna dejanska medfazna napetost,
U_{CG}	dogovorjena medfazna napetost proizvodne naprave, pri nazivni frekvenci (običajno 400 V),
U_N	nazivna napetost ločilnega mesta
$\pm(0,1 \cdot P_{NG})$	dovoljeno odstopanje od karakteristike (dovoljen pogrešek).

Q_{GEN} mora slediti enačbi (X.3) do meja, ki so predpisane s:

$$Q_{NG-porabe} \leq Q_{GEN} \leq Q_{NG-proiz}$$

	<p style="text-align: center;">NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW</p> <p style="text-align: center;">(Priloga študije EIMV št. 2265)</p>	<p>Št.: SODO ID XXXX</p> <p>Stran: 67 od 102</p> <p>Verzija: Osnutek 1</p>
---	--	--

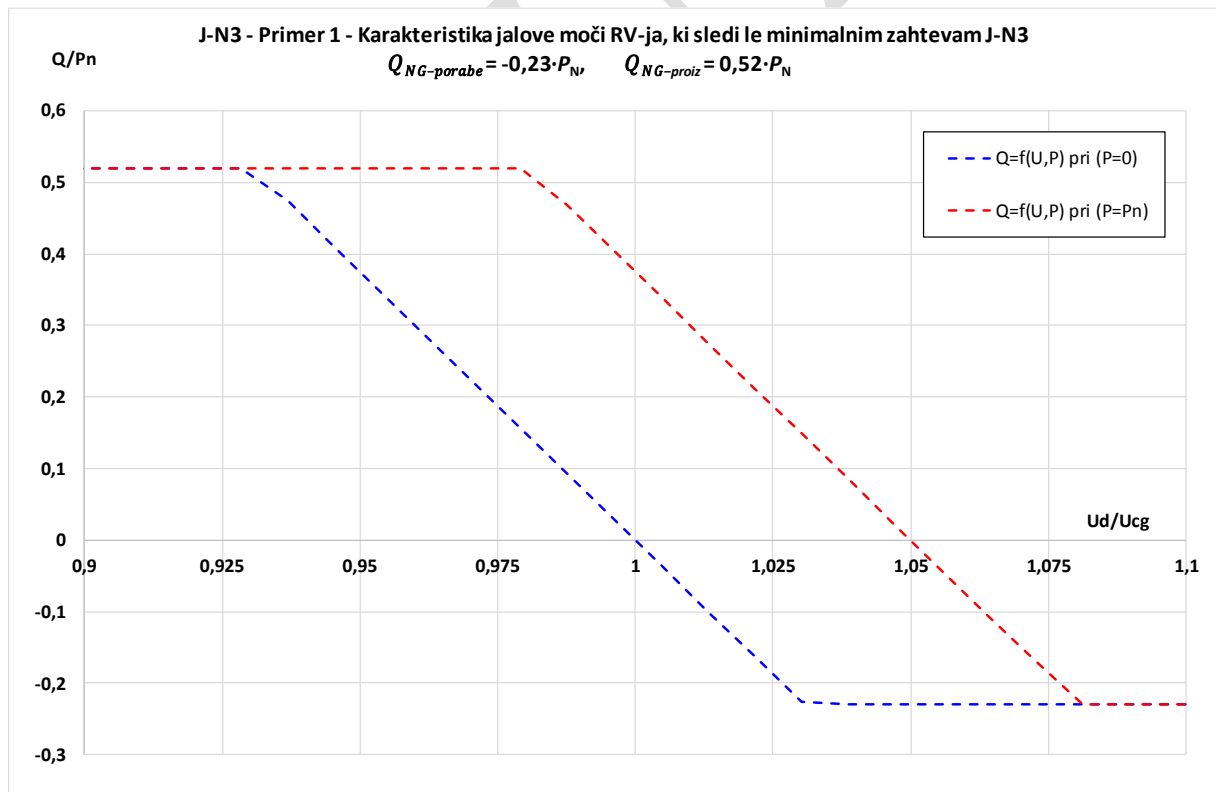
Če je $P_{TG} < 0,1 \cdot P_{NG}$ veljajo pravila za jalovo moč za končnega odjemalca skladno z navodili SONDO.

Vrednosti delovne in jalove moči (Q_{GEN} , Q_N , P_{TG} , P_{NG} , ...) se za potrebe karakteristik jalove moči izračunavajo iz dogovorjene napetosti (U_{CG}) ne glede na dejansko stanje napetosti (U_D). Vrednosti jalove moči ne veljajo med prehodnimi pojavi, ampak v stacionarnem stanju. Čas za zagotovitev ustrezne jalove moči je med 3 s in 5 s po prehodu v novo stacionarno stanje.

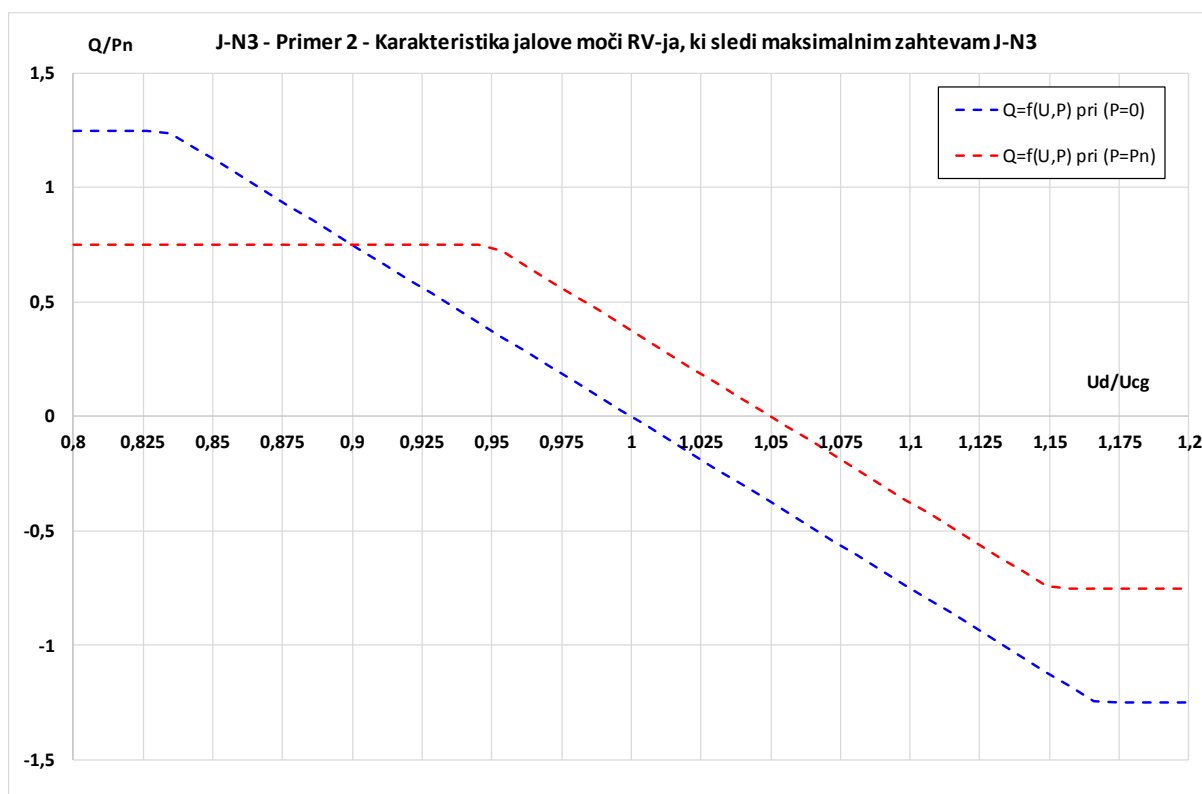
Ob havarijskih stanjih v omrežju (kratki stiki, degradirana napetost, odstopanja frekvence) je zaradi fizikalno tehničnih lastnosti nekaterih generatorjev **dovoljeno**, da tok prehodno preseže nazivno vrednost ločilnega mesta.

Če je generator zaradi znižane napetosti omrežja v stanju preobremenitve več kot **2,5 s** je priporočeno omejevati jalovo moč na ($Q_{NG-proiz}$) ali omejevati navidezno moč na ($1,25 P_{NG}$). Priporoča se, da se omejevanje ne prične pred **2,5 s** ampak tik preden bi delovala tokovna zaščita proti preobremenitvi ločilnega mesta.

Na naslednjih dveh slikah prikazujemo karakteristike jalove moči generatorja, ki (Primer 1) zagotavlja minimalne zahteve glede jalove moči po karakteristiki J-N3 in (Primer 2) zagotavlja maksimalne zahteve glede jalove moči po karakteristiki J-N3.



Slika X.5: Grafični prikaz karakteristike jalove moči generatorja, ki (Primer 1) zagotavlja minimalne zahteve glede jalove moči po karakteristiki J-N3.



Slika X.6: Grafični prikaz karakteristike jalove moči generatorja, ki (Primer 2) zagotavlja maksimalne zahteve glede jalove moči po karakteristiki J-N3.

X.4. KARAKTERISTIKA JALOVE MOČI J-N4

Pretoki jalove moči

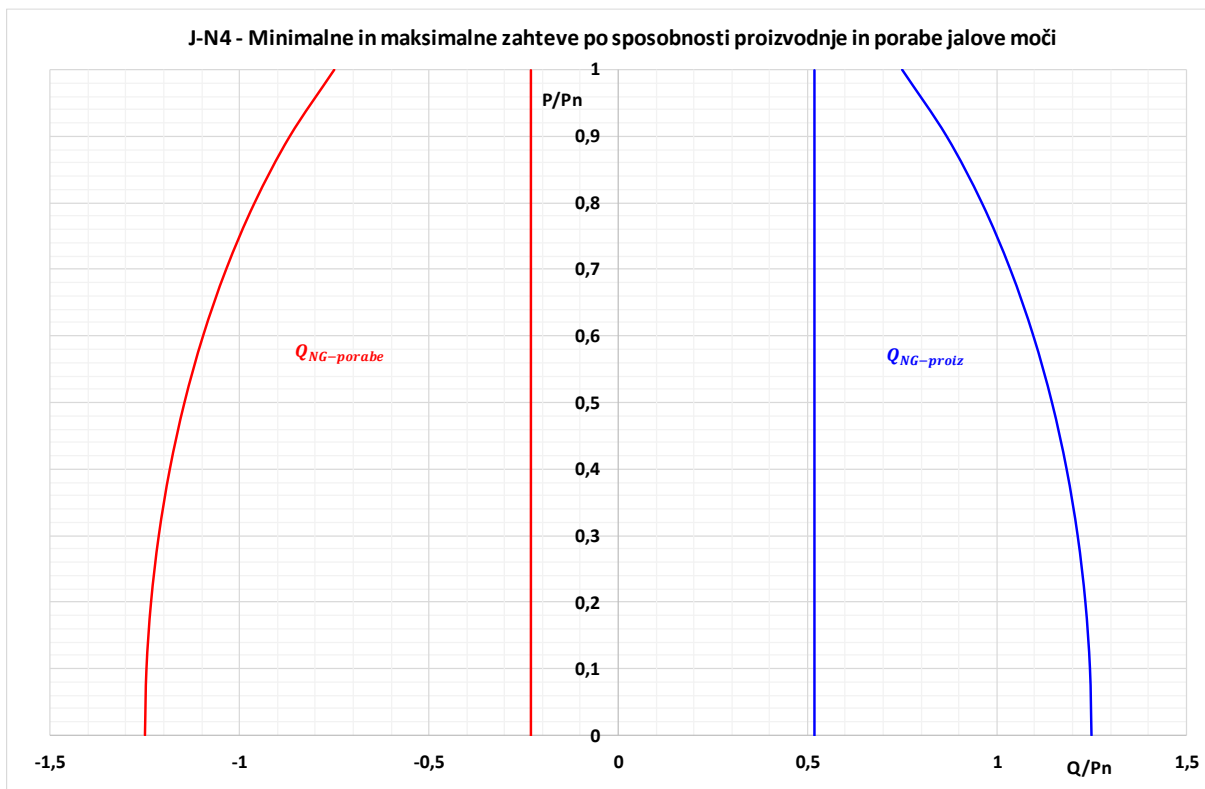
Pretoki jalove moči so definirani na ločilnem mestu oziroma na prvem stikalnem elementu s strani omrežja, ki opravlja vse ali del funkcij ločilnega mesta. Karakteristika velja za vse generatorje, ne glede na tip, brez izjem. Generatorji, ki uporabljajo to karakteristiko, morajo biti izključno trifazni! **Ta karakteristika velja za proizvodne naprave z daljinsko izmenjavo podatkov z RTP-jem za potrebe obratovanja omrežja.**

Obvezna sposobnost proizvodnje jalove moči:

$$\text{Pri delovni moči } [0,05 \cdot P_{NG} \leq P_{TG} \leq P_{NG}] \rightarrow \left[0,52 \cdot P_{NG} \leq Q_{NG-proiz} \leq \sqrt{(1,25 \cdot P_{NG})^2 - P_{TG}^2} \right]$$

Obvezna sposobnost porabe jalove moči:

$$\begin{aligned} \text{Pri delovni moči } [0,05 \cdot P_{NG} \leq P_{TG} \leq P_{NG}] \rightarrow \\ \rightarrow \left[-0,23 \cdot P_{NG} \geq Q_{NG-porabe} \geq -\sqrt{(1,25 \cdot P_{NG})^2 - P_{TG}^2} \right] \end{aligned}$$



Slika X.7: Grafični prikaz minimalnih in maksimalnih zahtev glede proizvodnje in porabe jalove moči J-N4.

Delovni diagram, ki omejuje trajno obratovalno sposobnost proizvodne naprave se mora nahajati znotraj obeh rdečih črt (sposobnost porabe jalove moči) in znotraj obeh modrih črt (sposobnost proizvodnje jalove moči)

Zahtevana je zvezna karakteristika jalove moči, ki jo opisuje enačba (X.4) in ji mora proizvodna naprava slediti v okviru zahtev, ki so predpisane v okviru obvezne sposobnosti proizvodnje jalove moči.

$$Q_{GEN} = (0,75 \cdot P_{NG}) \cdot \left[\frac{P_{TG}}{2 \cdot P_{NG}} + \frac{(U_{CG-RV} - U_D)}{0,1 \cdot U_N} \right] \pm (0,05 \cdot P_{NG}) \quad (X.4)$$

$U_{CG-RV} = U_{CG} \pm U_{SODO}$, ko je dejanska frekvenca višja od $f_D \geq 47$ Hz.

$U_{CG-RV} = (U_{CG} \pm U_{SODO}) \cdot \frac{f_D}{47 \text{ Hz}}$, ko je dejanska frekvenca nižja od $f_D < 47$ Hz.

$\pm U_{SODO}$ je vrednost spremembe dogovorjene napetosti, ki jo preko daljinske komunikacije prejema RV od operaterja omrežja.

Vrednost popravka dogovorjene napetosti mora biti v mejah:

$$-0,05 \cdot U_{CG} \leq U_{SODO} \leq +0,05 \cdot U_{CG}$$

Q_{GEN}	trenutna jalova moč proizvodne naprave, ki jo mora vzdrževati,
P_{TG}	trenutna delovna moč proizvodne naprave,
P_{NG}	nazivna delovna moč proizvodne naprave,
U_D	trenutna dejanska medfazna napetost,

	NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW (Priloga študije EIMV št. 2265)	Št.: SODO ID XXXX Stran: 70 od 102 Verzija: Osnutek 1
---	--	--

U_{CG}	dogovorjena medfazna napetost proizvodne naprave, pri nazivni frekvenci (običajno 400 V),
U_{CG-RV}	popravljen dogovorjena medfazna napetost proizvodne naprave,
U_N	nazivna napetost ločilnega mesta
$\pm(0,05 \cdot P_{NG})$	dovoljeno odstopanje od karakteristike (dovoljen pogrešek).

Q_{GEN} mora slediti enačbi (X.4) do meja, ki so predpisane s:

$$Q_{NG-probe} \leq Q_{GEN} \leq Q_{NG-proiz}$$

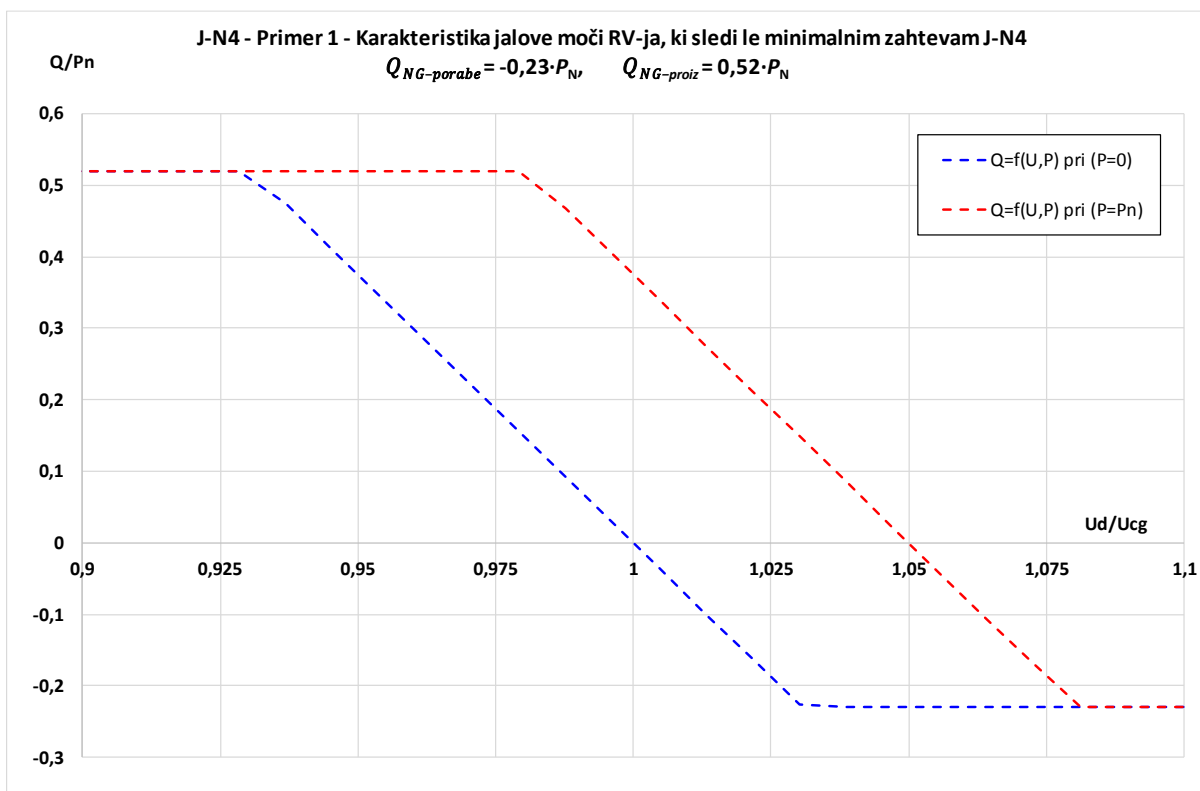
Če je $P_{TG} < 0,05 \cdot P_{NG}$ veljajo pravila za jalovo moč za končnega odjemalca skladno z navodili SONDO.

Vrednosti delovne in jalove moči (Q_{GEN} , Q_N , P_{TG} , P_{NG}, \dots) se za potrebe karakteristik jalove moči izračunavajo iz dogovorjene napetosti (U_{CG}) ne glede na dejansko stanje napetosti (U_D). Vrednosti jalove moči ne veljajo med prehodnimi pojavi, ampak v stacionarnem stanju. Čas za zagotovitev ustrezne jalove moči je med 3 s in 5 s po prehodu v novo stacionarno stanje.

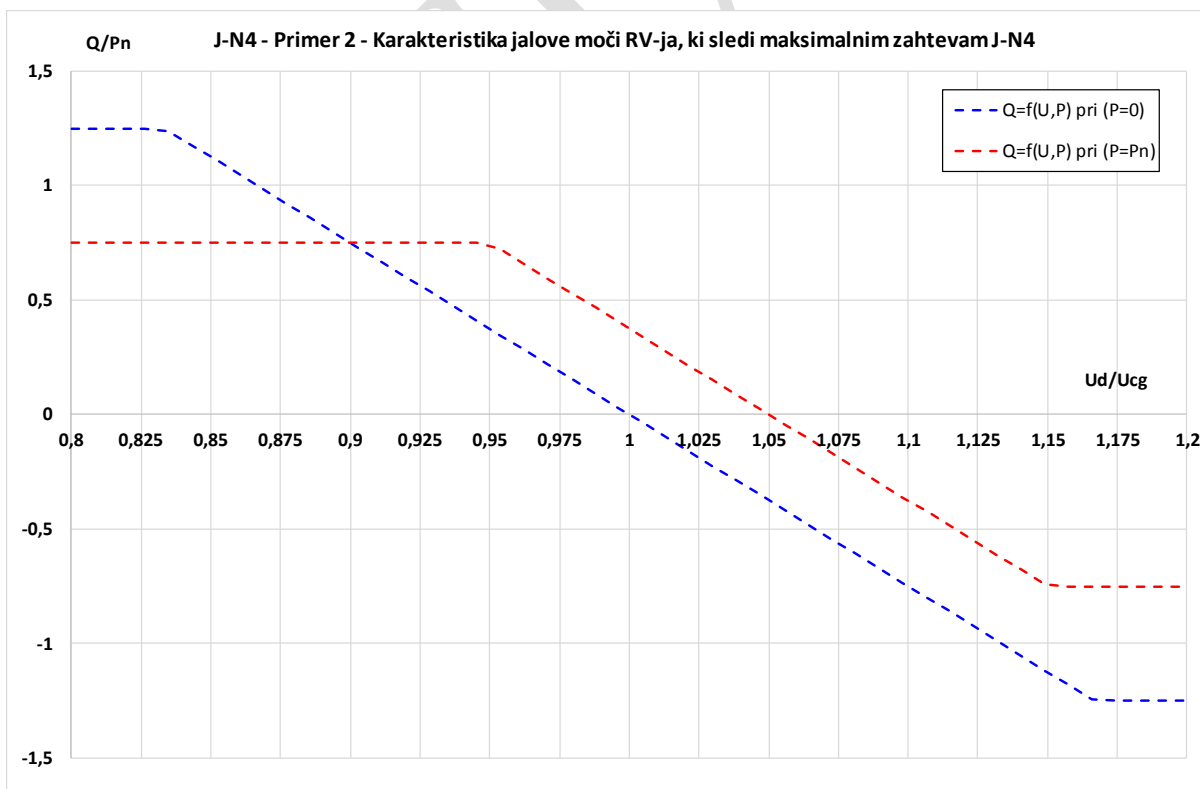
Ob havarijskih stanjih v omrežju (kratki stiki, degradirana napetost, odstopanja frekvence) je zaradi fizikalno tehničnih lastnosti nekaterih generatorjev **dovoljeno**, da tok prehodno preseže nazivno vrednost ločilnega mesta.

Če je generator zaradi znižane napetosti omrežja v stanju preobremenitve več kot **2,5 s** je priporočeno omejevati jalovo moč na ($Q_{NG-proiz}$) ali omejevati navidezno moč na ($1,25 P_{NG}$). Priporoča se, da se omejevanje ne prične pred **2,5 s** ampak tik preden bi delovala tokovna zaščita proti preobremenitvi ločilnega mesta.

Na naslednjih dveh slikah prikazujemo karakteristike jalove moči generatorja, ki (Primer 1) zagotavlja minimalne zahteve glede jalove moči po karakteristiki J-N4 in (Primer 2) zagotavlja maksimalne zahteve glede jalove moči po karakteristiki J-N4.



Slika X.8: Grafični prikaz karakteristike jalove moči generatorja, ki (Primer 1) zagotavlja minimalne zahteve glede jalove moči po karakteristiki J-N4.



	NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW (Priloga študije EIMV št. 2265)	Št.: SODO ID XXXX Stran: 72 od 102 Verzija: Osnutek 1
---	---	---

Slika X.9: Grafični prikaz karakteristike jalove moči generatorja, ki (Primer 2) zagotavlja maksimalne zahteve glede jalove moči po karakteristiki J-N4.

X.5. KARAKTERISTIKA JALOVE MOČI J-S1

Te proizvodne naprave so običajno večjih moči, ni pa nujno. Vsaka proizvodna naprava, ki ima v lasti tudi transformator SN/NN ali SN/GN, na ta transformator pa niso priključeni drugi odjemalci, se šteje, da je vključena v SN omrežje.

Pretoki jalove moči

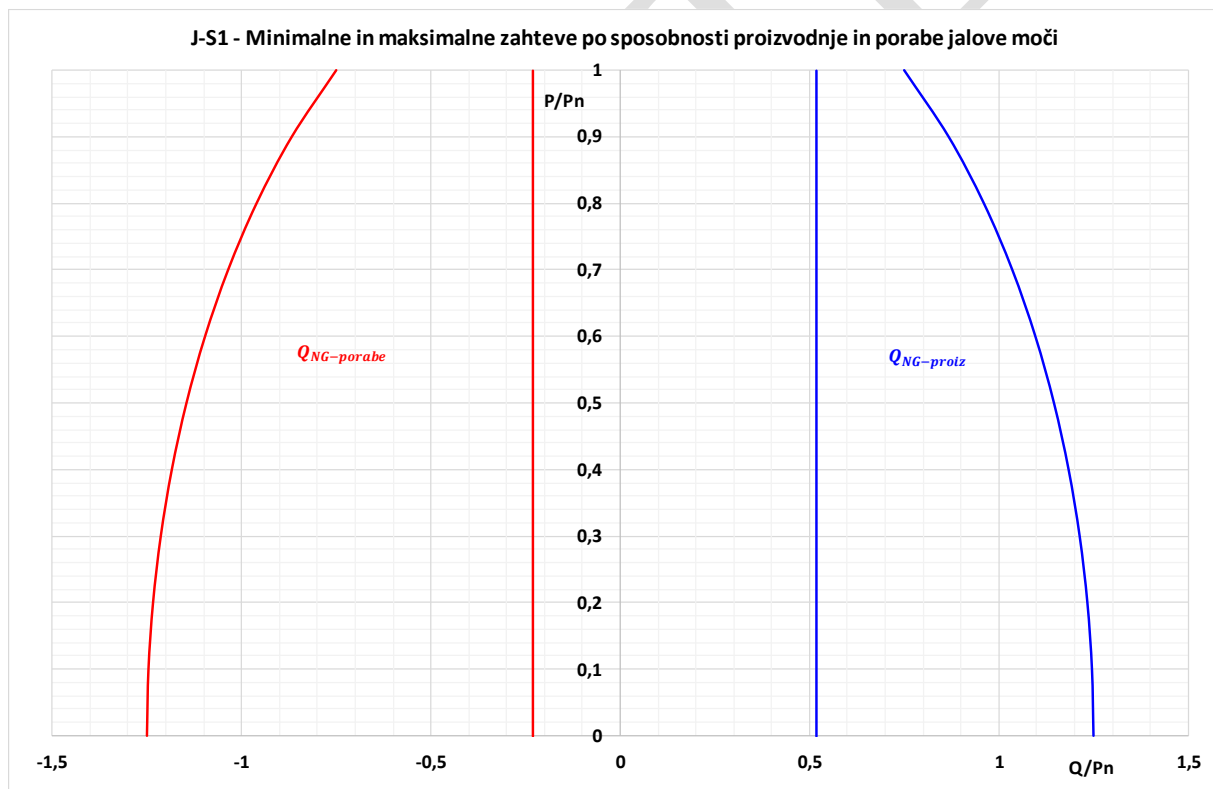
Pretoki jalove moči so definirani na ločilnem mestu oziroma v točki omrežja, kjer se za potrebe ločilnega mesta zajema meritve napetosti. Karakteristika velja za vse generatorje, ne glede na tip, brez izjem. Generatorji, ki uporabljajo to karakteristiko, morajo biti izključno trifazni!

Obvezna sposobnost proizvodnje jalove moči:

$$\text{Pri delovni moči } [0,1 \cdot P_{NG} \leq P_{TG} \leq P_{NG}] \rightarrow \left[0,52 \cdot P_{NG} \leq Q_{NG-proiz} \leq \sqrt{(1,25 \cdot P_{NG})^2 - P_{TG}^2} \right]$$

Obvezna sposobnost porabe jalove moči:

$$\text{Pri delovni moči } [0,1 \cdot P_{NG} \leq P_{TG} \leq P_{NG}] \rightarrow \left[-0,23 \cdot P_{NG} \geq Q_{NG-porabe} \geq -\sqrt{(1,25 \cdot P_{NG})^2 - P_{TG}^2} \right]$$



Slika X.10: Grafični prikaz minimalnih in maksimalnih zahtev glede proizvodnje in porabe jalove moči J-S1.

Delovni diagram, ki omejuje trajno obratovalno sposobnost proizvodne naprave se mora nahajati znotraj obeh rdečih črt (sposobnost porabe jalove moči) in znotraj obeh modrih črt (sposobnost proizvodnje jalove moči)

 <small>SISTEMSKI OPERATER DISTRIBUCijskega OMREŽJA Z ELEKTRIČNO ENERGIJO</small>	NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW (Priloga študije EIMV št. 2265)	Št.: SODO ID XXXX Stran: 73 od 102 Verzija: Osnutek 1
---	--	--

Zahtevana je zvezna karakteristika jalove moči, ki jo opisuje enačba (X.5) in ji mora proizvodna naprava slediti v okviru zahtev, ki so predpisane v okviru obvezne sposobnosti proizvodnje jalove moči.

$$Q_{GEN} = (0,75 \cdot P_{NG}) \cdot \left[\frac{P_{TG}}{2 \cdot P_{NG}} + \frac{(U_{CG} - U_D)}{0,05 \cdot U_N} \right] \pm (0,05 \cdot P_{NG}) \quad (X.5)$$

Q_{GEN}	trenutna jalova moč proizvodne naprave, ki jo mora vzdrževati,
P_{TG}	trenutna delovna moč proizvodne naprave,
P_{NG}	nazivna delovna moč proizvodne naprave,
U_D	trenutna dejanska medfazna napetost,
U_{CG}	dogovorjena medfazna napetost proizvodne naprave, pri nazivni frekvenci (običajno 400 V),
U_N	nazivna napetost ločilnega mesta
$\pm(0,05 \cdot P_{NG})$	dovoljeno odstopanje od karakteristike (dovoljen pogrešek).

Q_{GEN} mora slediti enačbi (X.5) do meja, ki so predpisane s:

$$Q_{NG-porabe} \leq Q_{GEN} \leq Q_{NG-proiz}$$

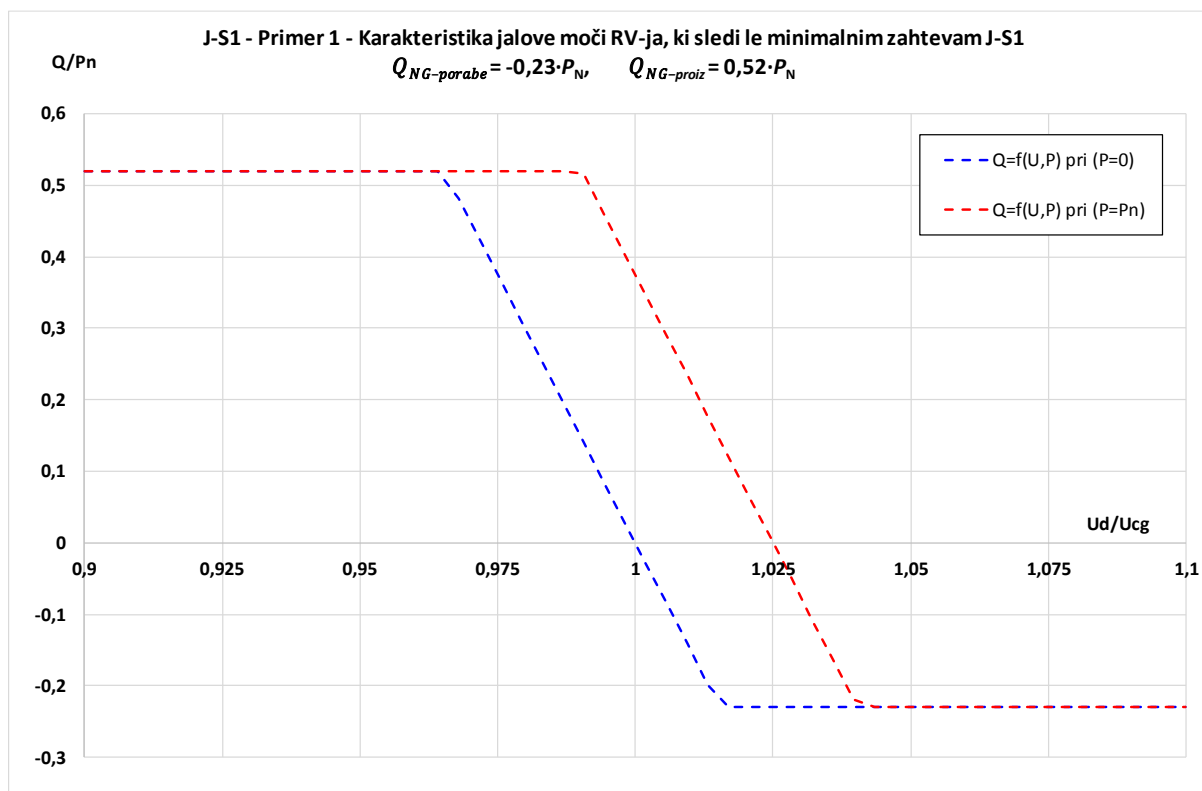
Če je $P_{TG} < 0,1 \cdot P_{NG}$ veljajo pravila za jalovo moč za končnega odjemalca skladno z navodili SONDO.

Vrednosti delovne in jalove moči (Q_{GEN} , Q_N , P_{TG} , P_{NG} , ...) se za potrebe karakteristik jalove moči izračunavajo iz dogovorjene napetosti (U_{CG}) ne glede na dejansko stanje napetosti (U_D). Vrednosti jalove moči ne veljajo med prehodnimi pojavi, ampak v stacionarnem stanju. Čas za zagotovitev ustrezne jalove moči je med 3 s in 5 s po prehodu v novo stacionarno stanje.

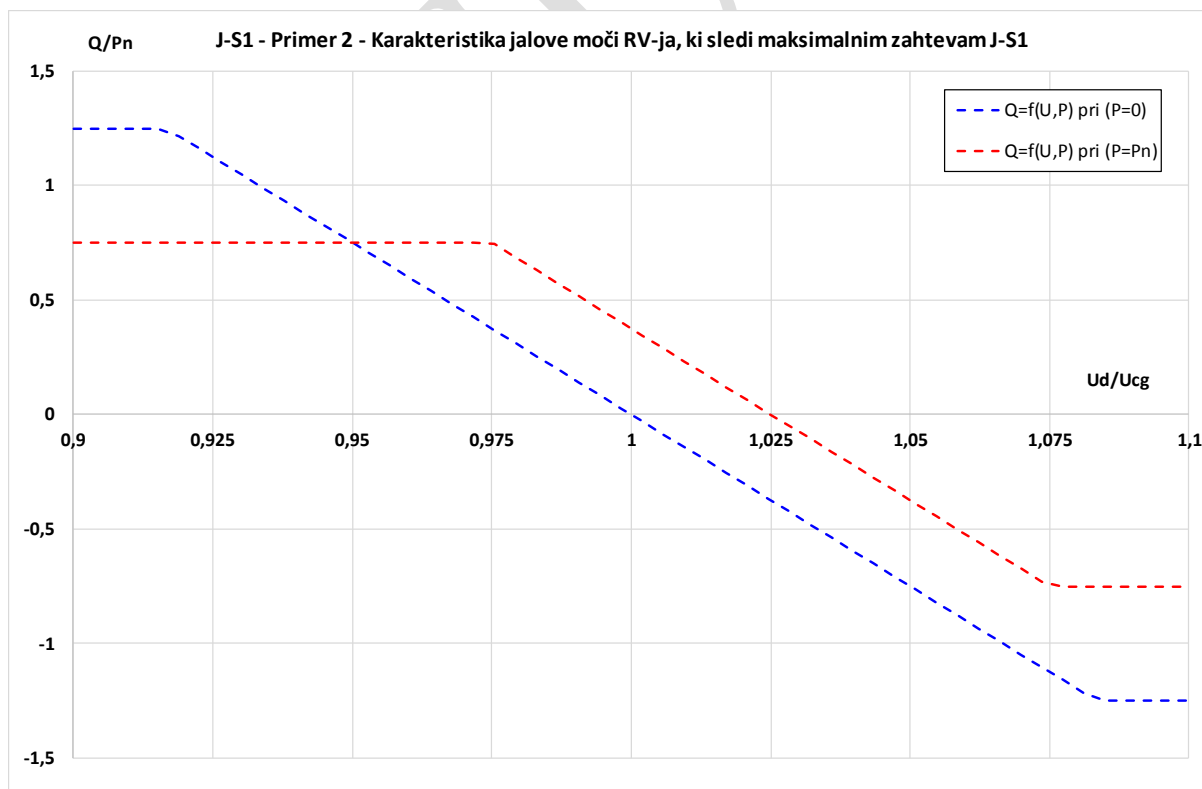
Ob havarijskih stanjih v omrežju (kratki stiki, degradirana napetost, odstopanja frekvence) je zaradi fizikalno tehničnih lastnosti nekaterih generatorjev **dovoljeno**, da tok prehodno preseže nazivno vrednost ločilnega mesta.

Če je generator zaradi znižane napetosti omrežja v stanju preobremenitve več kot **2,5 s** je priporočeno omejevati jalovo moč na ($Q_{NG-proiz}$) ali omejevati navidezno moč na ($1,25 P_{NG}$). Priporoča se, da se omejevanje ne prične pred **2,5 s** ampak tik preden bi delovala tokovna zaščita proti preobremenitvi ločilnega mesta.

Na naslednjih dveh slikah prikazujemo karakteristike jalove moči generatorja, ki (Primer 1) zagotavlja minimalne zahteve glede jalove moči po karakteristiki J-N3 in (Primer 2) zagotavlja maksimalne zahteve glede jalove moči po karakteristiki J-N3.



Slika X.11: Grafični prikaz karakteristike jalove moči generatorja, ki (Primer 1) zagotavlja minimalne zahteve glede jalove moči po karakteristiki J-S1.



 <small>SISTEMSKI OPERATER DISTRIBUCIJSKEGA OMREŽJA Z ELEKTRIČNO ENERGIJO</small>	NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW (Priloga študije EIMV št. 2265)	Št.: SODO ID XXXX Stran: 75 od 102 Verzija: Osnutek 1
---	--	--

Slika X.12: Grafični prikaz karakteristike jalove moči generatorja, ki (Primer 2) zagotavlja maksimalne zahteve glede jalove moči po karakteristiki J-S1.

X.6. KARAKTERISTIKA JALOVE MOČI J-S2

Te proizvodne naprave so običajno večjih moči, ni pa nujno. Vsaka proizvodna naprava, ki ima v lasti tudi transformator SN/NN ali SN/GN, na ta transformator pa niso priključeni drugi odjemalci, se šteje, da je vključena v SN omrežje. **Ta karakteristika velja za proizvodne naprave z daljinsko izmenjavo podatkov z RTP-jem za potrebe obratovanja in vodenja omrežja.**

Pretoki jalove moči

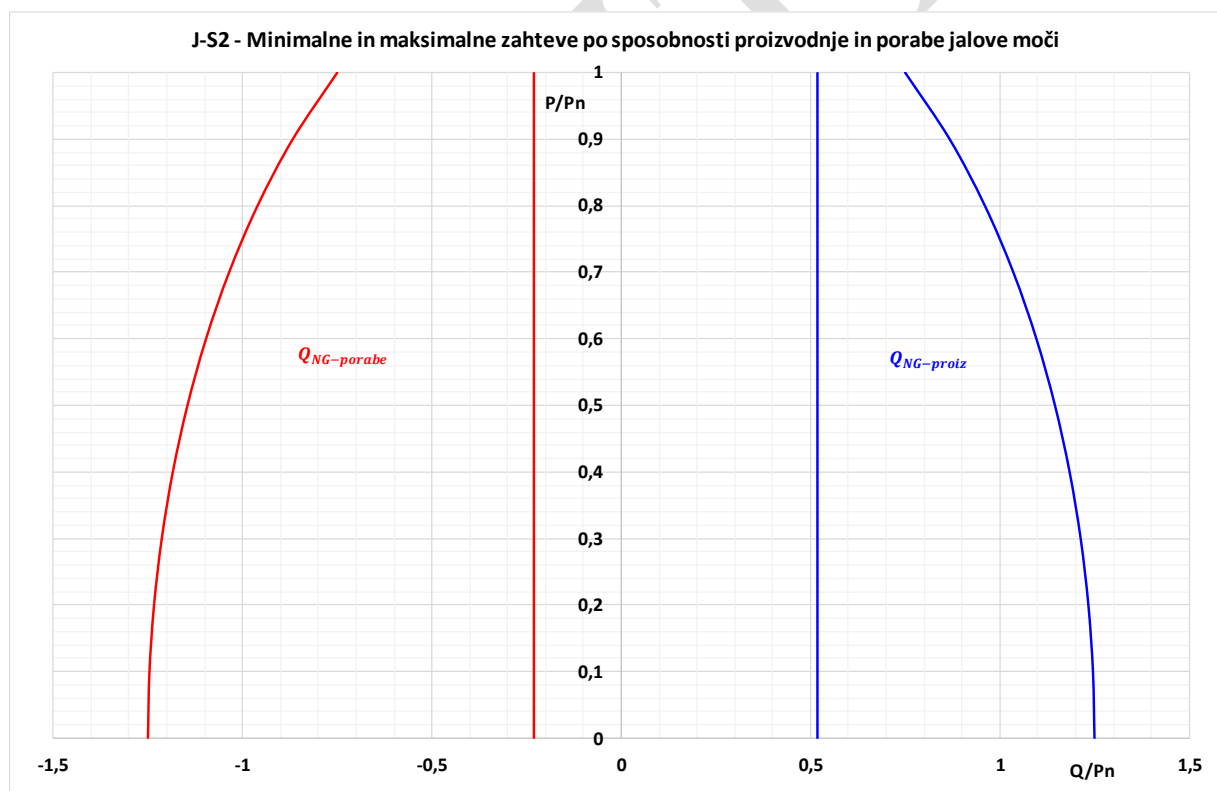
Pretoki jalove moči so definirani na ločilnem mestu oziroma na prvem stikalnem elementu s strani omrežja, ki opravlja vse ali del funkcij ločilnega mesta. Karakteristika velja za vse generatorje, ne glede na tip, brez izjem. Generatorji, ki uporabljajo to karakteristiko, morajo biti izključno trifazni!

Obvezna sposobnost proizvodnje jalove moči:


$$\text{Pri delovni moči } [0,05 \cdot P_{NG} \leq P_{TG} \leq P_{NG}] \rightarrow \left[0,52 \cdot P_{NG} \leq Q_{NG-proiz} \leq \sqrt{(1,25 \cdot P_{NG})^2 - P_{TG}^2} \right]$$

Obvezna sposobnost porabe jalove moči:

$$\begin{aligned} \text{Pri delovni moči } [0,05 \cdot P_{NG} \leq P_{TG} \leq P_{NG}] \rightarrow \\ \rightarrow \left[-0,23 \cdot P_{NG} \geq Q_{NG-porabe} \geq -\sqrt{(1,25 \cdot P_{NG})^2 - P_{TG}^2} \right] \end{aligned}$$



Slika X.13: Grafični prikaz minimalnih in maksimalnih zahtev glede proizvodnje in porabe jalove moči J-S2.

 SISTEMSKI OPERATER DISTRIBUCijskega OMREŽJA Z ELEKTRIČNO ENERGIJO	NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW (Priloga študije EIMV št. 2265)	Št.: SODO ID XXXX Stran: 76 od 102 Verzija: Osnutek 1
--	--	---

Delovni diagram, ki omejuje trajno obratovalno sposobnost proizvodne naprave se mora nahajati znotraj obeh rdečih črt (sposobnost porabe jalove moči) in znotraj obeh modrih črt (sposobnost proizvodnje jalove moči)

Zahtevana je zvezna karakteristika jalove moči, ki jo opisuje enačba (X.6) in ji mora proizvodna naprava slediti v okviru zahtev, ki so predpisane v okviru obvezne sposobnosti proizvodnje jalove moči.

$$Q_{GEN} = (0,75 \cdot P_{NG}) \cdot \left[\frac{P_{TG}}{2 \cdot P_{NG}} + \frac{(U_{CG-RV} - U_D)}{0,05 \cdot U_N} \right] \pm (0,05 \cdot P_{NG}) \quad (X.6)$$

$U_{CG-RV} = U_{CG} \pm U_{SODO}$, ko je dejanska frekvenca višja od $f_D \geq 47$ Hz.

$U_{CG-RV} = (U_{CG} \pm U_{SODO}) \cdot \frac{f_D}{47 \text{ Hz}}$, ko je dejanska frekvenca nižja od $f_D < 47$ Hz.

$\pm U_{SODO}$ je vrednost spremembe dogovorjene napetosti, ki jo preko daljinske komunikacije prejema proizvodna naprava od operaterja omrežja.

Vrednost popravka dogovorjene napetosti mora biti v mejah:

$$-0,05 \cdot U_{CG} \leq U_{SODO} \leq +0,05 \cdot U_{CG}$$

Q_{GEN}	trenutna jalova moč proizvodne naprave, ki jo mora vzdrževati,
P_{TG}	trenutna delovna moč proizvodne naprave,
P_{NG}	nazivna delovna moč proizvodne naprave,
U_D	trenutna dejanska medfazna napetost,
U_{CG}	dogovorjena medfazna napetost proizvodne naprave, pri nazivni frekvenci (običajno 400 V),
U_{CG-RV}	popravljen dogovorjena medfazna napetost proizvodne naprave,
U_N	nazivna napetost ločilnega mesta
$\pm(0,05 \cdot P_{NG})$	dovoljeno odstopanje od karakteristike (dovoljen pogrešek).

Q_{GEN} mora slediti enačbi (X.6) do meja, ki so predpisane s:

$$Q_{NG-porabe} \leq Q_{GEN} \leq Q_{NG-proiz}$$

Če je $P_{TG} < 0,05 \cdot P_{NG}$ veljajo pravila za jalovo moč za končnega odjemalca skladno z navodili SONDO.

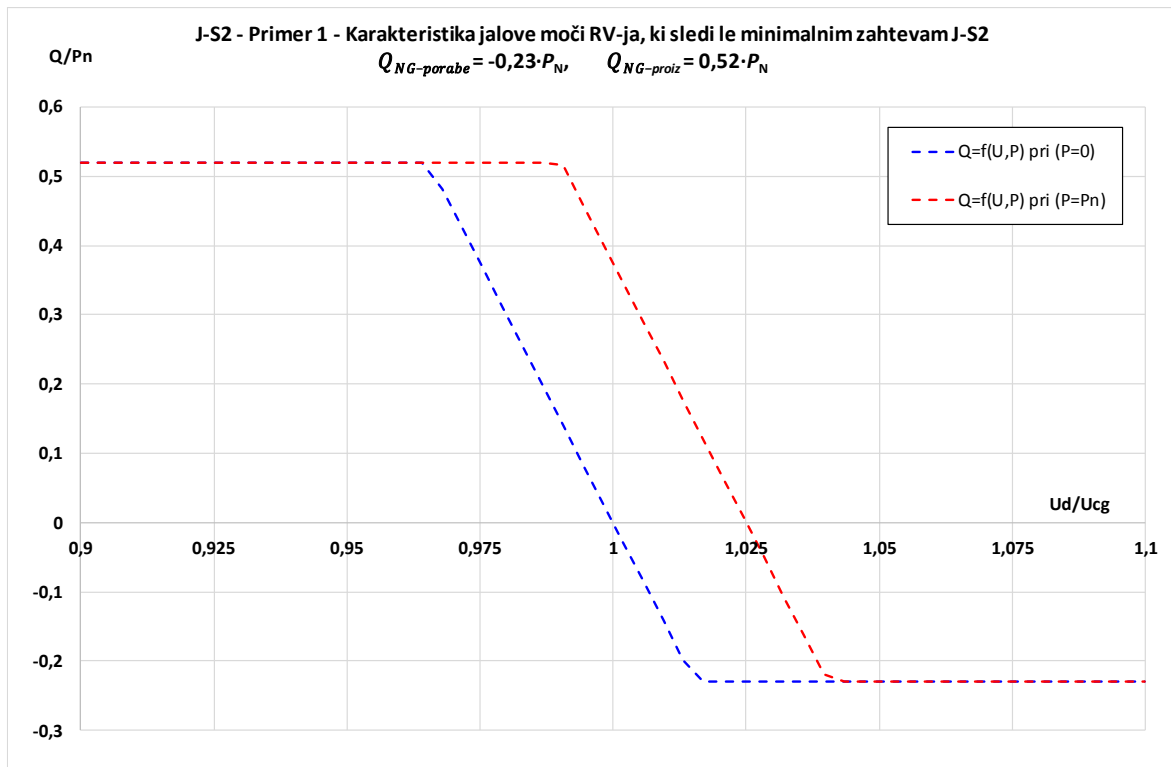
Vrednosti delovne in jalove moči (Q_{GEN} , Q_N , P_{TG} , P_{NG} , ...) se za potrebe karakteristik jalove moči izračunavajo iz dogovorjene napetosti (U_{CG}) ne glede na dejansko stanje napetosti (U_D). Vrednosti jalove moči ne veljajo med prehodnimi pojavi, ampak v stacionarnem stanju. Čas za zagotovitev ustrezne jalove moči je med 3 s in 5 s po prehodu v novo stacionarno stanje.

Ob havarijskih stanjih v omrežju (kratki stiki, degradirana napetost, odstopanja frekvence) je zaradi fizikalno tehničnih lastnosti nekaterih generatorjev **dovoljeno**, da tok prehodno preseže nazivno vrednost ločilnega mesta.

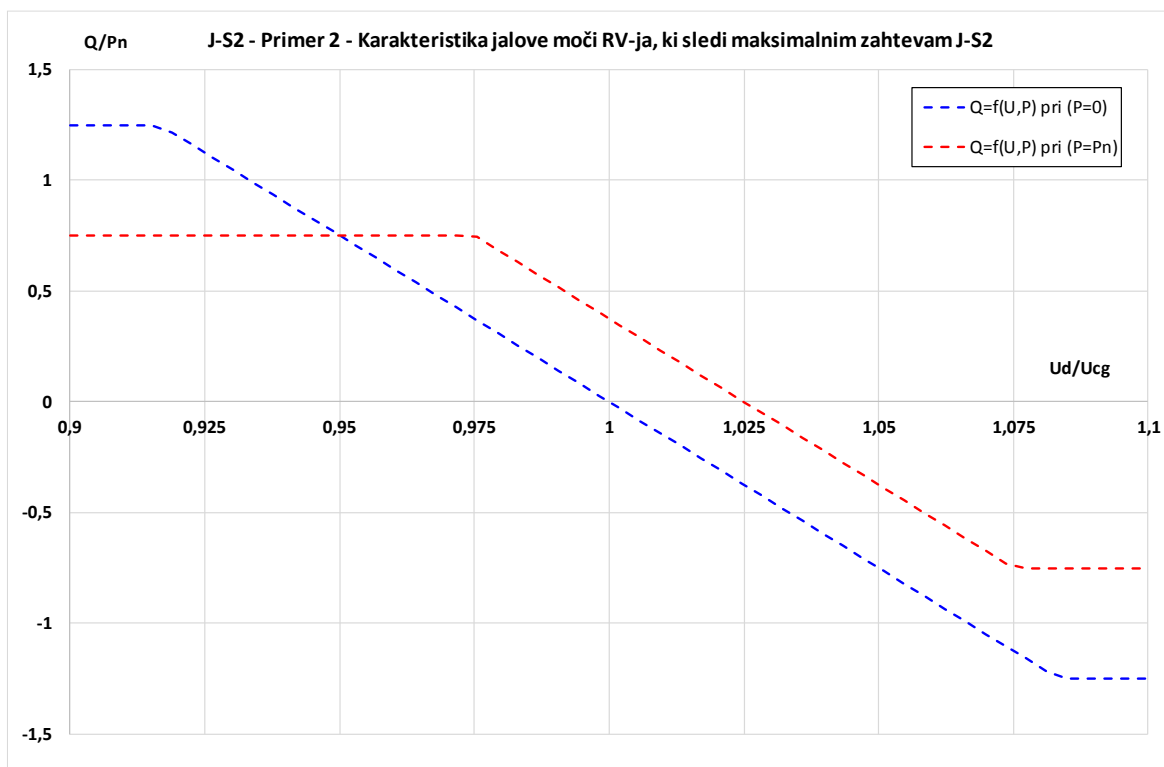
Če je generator zaradi znižane napetosti omrežja v stanju preobremenitve več kot **2,5 s** je priporočeno omejevati jalovo moč na ($Q_{NG-proiz}$) ali omejevati navidezno moč na ($1,25 P_{NG}$). Priporoča se, da se

omejevanje ne prične pred **2,5 s** ampak tik preden bi delovala tokovna zaščita proti preobremenitvi ločilnega mesta.


Na naslednjih dveh slikah prikazujemo karakteristike jalove moči generatorja, ki (Primer 1) zagotavlja minimalne zahteve glede jalove moči po karakteristiki J-S2 in (Primer 2) zagotavlja maksimalne zahteve glede jalove moči po karakteristiki J-S2.



Slika X.14: Grafični prikaz karakteristike jalove moči generatorja, ki (Primer 1) zagotavlja minimalne zahteve glede jalove moči po karakteristiki J-S2.



Slika X.15: Grafični prikaz karakteristike jalove moči generatorja, ki (Primer 2) zagotavlja maksimalne zahteve glede jalove moči po karakteristiki J-S2.

 <small>SISTEMSKI OPERATER DISTRIBUCIJSKEGA OMREŽJA Z ELEKTRIČNO ENERGIJO</small>	NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW (Priloga študije EIMV št. 2265)	Št.: SODO ID XXXX Stran: 79 od 102 Verzija: Osnutek 1
---	--	--

X.7. OMEJEVANJE DELOVNE MOČI NA RAČUN ZAGOTAVLJANJA POTREBNE JALOVE MOČI

Za postopek izračuna možnosti priključitve proizvodne naprave v distribucijsko omrežje poda investitor informacijo o tem, koliko delovne moči (P_{LM}) želi pošiljati v omrežje. Na podlagi želene delovne moči in določene karakteristike jalove moči se nato izračuna potrebna jalova moč proizvodne naprave (Q_{LMMAX}). Na podlagi tega se izračuna tudi skupna navidezna moč proizvodne naprave (S_{LMMAX}), ki je podlaga za izračun tokovnih obremenitev omrežja.

V omrežje je dovoljeno priključiti razsmernike s skupnimi navideznimi močmi, ki so enake, kot je največja dovoljena moč na ločilnem mestu, kamor so priključeni ti razsmerniki. Vendar, pa je **prioriteta pri obratovanju proizvodne naprave zagotavljanje karakteristike jalove moči**. To pomeni, da bo v tistih obdobjih, ko bo mogoča delovna moč proizvodne naprave večja, kot pa je sposobnost razsmernika za zagotavljanje jalove moči pri določeni delovni moči, potrebno prekomerno delovno moč proizvodne naprave omejiti tako, da bo karakteristika jalove moči zagotovljena!

Pri tem je potrebno poudariti, da se karakteristika jalove moči proizvodne naprave zlahka preverja z meritvami in da je nespoštovanje karakteristike jalove moči **kršitev obveznih zahtev za obratovanje proizvodne naprave v distribucijskem omrežju**, kar lahko vodi v popolno blokado obratovanja proizvodne naprave s strani operaterja distribucijskega omrežja! Postopek preverjanja jalove moči proizvodne naprave je naveden v svojem poglavju teh *Navodil*.

X.8. NATANČNEJŠE DOLOČITEV ZAHTEV GLEDE VKLOPA KOMPENZACIJSKIH NAPRAV ZA POTREBE PROIZVODNE NAPRAVE

Če se za zagotavljanje ustrezne karakteristike jalove moči uporabljajo kondenzatorske naprave, je vrstni red vklopov in izklopov naprav natančno določen.

Pri vklopu in sinhronizaciji proizvodne naprave je vrstni red naslednji:

1. Sinhronizacija generatorja v omrežje z izključenimi kompenzacijskimi napravami.
2. Vkllop kompenzacijskih naprav za regulacijo jalove moči proizvodne naprave.

Pri izklopu proizvodne naprave iz distribucijskega omrežja je vrstni red naslednji:

1. Izklop kompenzacijskih naprav za regulacijo jalove moči proizvodne naprave.
2. Izklop generatorja iz omrežja.

Točki 1 in 2 se lahko izvedeta tudi istočasno.

X.9. DOLOČITEV POGOJEV ZA PRIKLJUČEVANJE SISTEMOV ZA SHRANJEVANJE ELEKTRIČNE ENERGIJE (T.I. "ENERGY STORAGE SYSTEMS") – STATIČNI PROIZVODNI VIRI

Pogoji priključevanja sistemov za shranjevanje električne energije se v ničemer ne razlikujejo od pogojev za ostale proizvodne naprave pa naj le ti shranjujejo električno energijo ali ne. Če je postroj kakorkoli sposoben generirati električno moč (tudi iz električnega ali kakega drugega hranilnika) in obratuje galvansko povezan z javnim omrežjem DO, se smatra za proizvodne naprave.

 <small>SISTEMSKI OPERATER DISTRIBUCIJSKEGA OMREŽJA Z ELEKTRIČNO ENERGIJO</small>	NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW (Priloga študije EIMV št. 2265)	Št.: SODO ID XXXX Stran: 80 od 102 Verzija: Osnutek 1
---	--	--

X.10. DOLOČITEV POGOJEV ZA PRIKLJUČEVANJE MIKRO-PROIZVODNIH NAPRAV V OMREŽJA (DO 3 X 16 A FAZNO V NN OMREŽJU)

Za priključitev mikro-proizvodnih naprav v distribucijska NN omrežja (pod tem pojmom so mišljene proizvodne naprave, ki so namenjene pokrivanju lastne porabe določenega objekta in ne oddajajo delovne moči v omrežje), katerih moči so omejene z najvišjim faznim tokom 3x16 A fazno, se priporoča naslednje.

Te proizvodne naprave je mogoče najenostavneje priključiti v omrežje po principu porabniškega priklopa (tip P). S tem priklopom moramo na ločilnem mestu zagotoviti, da delovna moč ne teče v distribucijsko omrežje. Zato se poleg obvezne zaščite pred povratno močjo v distribucijsko omrežje, ki v primeru takega obratovanja proizvodne naprave le-to izključi iz omrežja do reaktivacije s strani distribucijskega operaterja, priporoča tudi vgradnja lokalnega sistema znotraj omrežja končnega odjemalca, ki sproti prilagaja (oziroma omejuje) proizvodnjo delovne moči proizvodne naprave glede na porabo objekta. Na ta način se minimizira možnost delovanja zaščite pred povratno močjo na ločilnem mestu.

Omejitev moči proizvodne naprave na 3 x 16 A fazno tej proizvodni napravi ne daje nobene posebne pravice, da bi bila priključena v omrežje kako drugače, kot vse druge proizvodne naprave, ki se priključujejo v omrežje DO. Edina izjema je to, da se sme proizvodna naprava, katere moč je manjša od 7,4 kW, priključiti v omrežje tudi samo dvofazno. Proizvodna naprava, katere moč je manjša od 3,7 kW, pa se sme priključiti v omrežje tudi samo enofazno. Vse podrobnosti glede same priključitve so natančno opisane v tem *Navodilu*.

X.11. PRIKLJUČITEV PROIZVODNIH NAPRAV ZA REZERVNO NAPAJANJE

Za priključitev virov za rezervno napajanje (pod tem pojmom so mišljene proizvodne naprave, ki so v omrežje priključene omejen in točno določen čas – prireditve, operacije v bolnišnicah, ...), se priporoča naslednje.

Te proizvodne naprave je mogoče najenostavneje priključiti v omrežje po principu porabniškega priklopa. S tem priklopom moramo na ločilnem mestu zagotoviti, da delovna moč ne teče v distribucijsko omrežje. Ti viri po navadi obratujejo v prostem teku ali z zmanjšano močjo in sinhronizirani z distribucijskim omrežjem. V primeru izpada distribucijskega omrežja na ločilnem mestu lahko ob primernem dimenzioniranju agregata brezprekinitveno prevzamejo obremenitev objekta, kateremu so namenjeni. Za čas po ponovni vzpostavitvi omrežja do prehoda agregata v prosti tek priporočamo vgradnjo sistema, ki omejuje proizvodnjo delovne moči proizvodne naprave glede na porabo objekta. Na ta način se minimizira možnost delovanja zaščite pred povratno močjo na ločilnem mestu.

X.12. PRIKLJUČITEV PROIZVODNIH NAPRAV ZA ZASILNO OTOČNO NAPAJANJE DISTRIBUCIJSKEGA OMREŽJA V ČASU HAVARIJ V OMREŽJU IN NARAVNIH KATASTROF

Obratovanje proizvodnih naprav za zasilno otočno napajanje distribucijskega omrežja ni predmet tega *Navodila* in mora biti celostno rešeno v ustreznem drugem posebnem dokumentu.

 <small>SISTEMSKI OPERATER DISTRIBUCijskega OMREŽJA Z ELEKTRIČNO ENERGIJO</small>	NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW (Priloga študije EIMV št. 2265)	Št.: SODO ID XXXX Stran: 81 od 102 Verzija: Osnutek 1
---	--	--

XI. OBRATOVANJE PROIZVODNE NAPRAVE - KARAKTERISTIKA DELOVNE MOČI

V pogojih paralelnega obratovanja z omrežjem za proizvodne naprave, ki niso sistemsko vodene proizvodne naprave ni primerno, da se generatorji odzivajo na spremembe frekvence, saj to lahko vodi v neželeno otočno obratovanje posameznih delov elektroenergetskega sistema. Frekvenčno odvisna karakteristika moči generatorja pa je potrebna, če je zahtevano otočno obratovanje za napajanje porabnikov znotraj proizvodne naprave. Iz tega sledi nekaj zahtev, ki jih morajo izpolnjevati regulatorji delovne moči.

XI.1. POSEBNE ZAHTEVE

XI.1.1. Odklopnik na ločilnem mestu je hkrati generatorsko stikalo

Generator sme obratovati s frekvenčno odvisno karakteristiko le v fazi sinhronizacije. Čim se odklopnik ločilnega mesta vključi, se mora nemudoma izključiti regulator frekvence $P=F(f)$.

Regulator frekvence naj se izključi iz regulacijske zanke takoj, ko ločilno mesto posreduje signal (ODKLOPNIK LM VKLJUČEN).

Regulator frekvence se lahko ponovno vključi v regulacijsko zanko, ko ločilno mesto posreduje signal (ODKLOPNIK LM IZKLJUČEN).

XI.1.2. Odklopnik na ločilnem mestu ni generatorsko stikalo

To so proizvodne naprave, ki imajo poleg odklopnika na ločilnem mestu vgrajene tudi generatorske odklopnike na posameznem generatorju. Katera točka (ločilno mesto ali generatorski odklopnik) je sinhronizacijska, ni pomembno.

Regulator frekvence **naj se izključi iz regulacijske zanke takoj**, ko sta prisotna dva (oba hkrati!) signala:

- ODKLOPNIK LM VKLJUČEN in
- GENERATORSKI ODKLOPNIK VKLJUČEN.

Regulator frekvence se **lahko ponovno vključi v regulacijsko zanko**, ko ločilno mesto posreduje najmanj enega izmed obeh signalov:

- ODKLOPNIK LM IZKLJUČEN ali
- GENERATORSKI ODKLOPNIK IZKLJUČEN.

XI.2. KARAKTERISTIKE DELOVNE MOČI

XI.2.1. KARAKTERISTIKA DELOVNE MOČI D-N1 in D-S1 (PORABNIŠKO-PROIZVODNI OZIROMA MEŠAN PRIKLOP)


Pretoki delovne moči so definirani na ločilnem mestu oziroma na prvem stikalnem elementu s strani omrežja, ki opravlja vse ali del funkcij ločilnega mesta.

Največji dovoljen pretok delovne moči v omrežje je:

$$P_{TG} \leq P_{LM} \quad (XI.1)$$

Ko proizvodna naprava obratuje sinhrono z omrežjem (ločilno mesto vključeno) se regulacija delovne moči ne sme prilagajati spremembam omrežne frekvence.

P_{TG} trenutna delovna moč proizvodne naprave

	NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW (Priloga študije EIMV št. 2265)	Št.: SODO ID XXXX Stran: 82 od 102 Verzija: Osnutek 1
---	---	---

P_{LM} nazivna delovna moč proizvodne naprave

XI.2.2. KARAKTERISTIKA DELOVNE MOČI D-N2 in D-S2 (PROIZVODNA NAPRAVA S KLASIČNO DALJINSKO KOMUNIKACIJO)

Pretoki delovne moči so definirani na ločilnem mestu oziroma na prvem stikalnem elementu s strani omrežja DO, ki opravlja vse ali del funkcij ločilnega mesta.

Največji dovoljen pretok delovne moči v omrežje je:

$$P_{TG} \leq P_{LIM} \quad (XI.2)$$

P_{LIM} daljinsko omejevanje proizvodnje delovne moči

Vrednost omejevanja pretoka delovne moči je lahko sledeča:

$$0 \leq P_{LIM} \leq P_{LM} \quad (XI.3)$$

Ko proizvodna naprava obratuje sinhrono z omrežjem (ločilno mesto vključeno) se regulacija delovne moči ne sme prilagajati spremembam omrežne frekvence.

Če se daljinska komunikacija med obratovanjem prekine ali sploh ni vzpostavljena, mora proizvodna naprava takoj privzeti konstantno omejevanje proizvodnje delovne moči P_{LIM} :

$$P_{LIM} = 0,75 \cdot P_{LM} \quad (XI.4)$$

XI.2.3. KARAKTERISTIKA DELOVNE MOČI D-N3 in D-S3 (SISTEMSKO VODENA PROIZVODNA NAPRAVA)

Pretoki delovne moči so definirani na ločilnem mestu oziroma na prvem stikalnem elementu s strani omrežja, ki opravlja vse ali del funkcij ločilnega mesta.

NORMALNO OBRATOVALNO STANJE je, kadar je:

- hitra komunikacija med DO (RTP/TP) in proizvodno napravo je vzpostavljena in hkrati
- frekvenca omrežja je znotraj meja $49,8 \text{ Hz} \leq f \leq 50,2 \text{ Hz}$ v časovnem oknu vsaj 15 min

Največji dovoljen pretok delovne moči v omrežje je:

$$P_{TG} \leq P_{LIM} \quad (XI.5)$$

Vrednost omejevanja pretoka delovne moči, ki jo proizvodna naprava komunikacijsko prejme, je lahko v mejah:


$$0 \leq P_{LIM} \leq P_{NG} \quad (XI.6)$$

P_{TG} trenutna delovna moč proizvodne naprave

P_{NG} nazivna delovna moč proizvodne naprave

P_{LIM} daljinsko omejevanje proizvodnje delovne moči

Ko proizvodna naprava obratuje sinhrono z omrežjem (ločilno mesto vključeno), gre za normalno obratovalno stanje in se regulacija delovne moči ne sme prilagajati spremembam omrežne frekvence.

 SISTEMSKI OPERATER DISTRIBUCIJSKEGA OMREŽJA Z ELEKTRIČNO ENERGIJO	NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW (Priloga študije EIMV št. 2265)	Št.: SODO ID XXXX Stran: 83 od 102 Verzija: Osnutek 1
--	---	---

IZREDNO OBRATOVALNO STANJE je, kadar je:

- hitra komunikacija med DO (RTP/TP) in proizvodno napravo vzpostavljena in hkrati
- frekvenca omrežja ustreza $f < 49,8 \text{ Hz}$ ali $f > 50,2 \text{ Hz}$.

ALI:

- proizvodna naprava je po hitri komunikaciji dobila signal, da gre za izredne obratovalne razmere.

V tem režimu obratovanja mora proizvodna naprava takoj preklopiti v režim vodenja delovne moči po karakteristiki:

$$0 = \frac{(f_N - f)}{f_N} + \left[0,04 \cdot \frac{(P_{TG-\dot{z}} - P_{TG})}{P_{NG}} \right] \pm 0,001 \quad (\text{XI.7})$$

f_N nazivna frekvenca, ki je enaka 50 Hz

f trenutna frekvenca omrežja

$P_{TG-\dot{z}}$ želena moč

P_{TG} trenutna moč

P_{NG} nazivna delovna moč proizvodne naprave

Vrednost želene delovne moči, ki jo proizvodne naprave prejme po hitri komunikaciji sme biti:

$$0 \leq P_{TG-\dot{z}} \leq P_{TG}(t - 1) \quad (\text{XI.8})$$

$P_{TG}(t - 1)$ trenutna delovna moč vira, preden je prišlo do izrednega obratovanja. Ta podatek je veljaven vsaj 15 min po nastanku izrednega obratovanja in proizvodna naprava mora biti v tem času sposobna doseganja te delovne moči.

Če se daljinska komunikacija med obratovanjem prekine ali sploh ni vzpostavljena, mora proizvodna naprava takoj privzeti konstantno omejevanje proizvodnje delovne moči P_{LIM} :

$$P_{LIM} \leq 0,5 \cdot P_{NG} \quad (\text{XI.9})$$

Ko proizvodna naprava obratuje sinhrono (paralelno) z distribucijskim omrežjem ampak brez daljinske povezave (ločilno mesto je vključeno), SE REGULACIJA DELOVNE MOČI NE SME PRILAGAJATI SPREMEMBAM OMREŽNE FREKVENCE!

 <small>SISTEMSKI OPERATER DISTRIBUCIJSKEGA OMREŽJA Z ELEKTRIČNO ENERGIJO</small>	NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW (Priloga študije EIMV št. 2265)	Št.: SODO ID XXXX Stran: 84 od 102 Verzija: Osnutek 1
---	---	---

XII. OBRATOVANJE PROIZVODNE NAPRAVE – SPECIFIKACIJA SIGNALOV, KI JIH PROIZVODNA NAPRAVA IZMENJUJE Z OPERATERJEM DISTRIBUCIJSKEGA OMREŽJA

XII.1. ELEMENTI ZA POSLUŽEVANJE IN SIGNALIZACIJO

Elementi ločilnega mesta, ki omogočajo posluževanje distribucijskega operaterja, morajo biti dostopni tudi v primeru, če lastnik oziroma upravljavec proizvodne naprave ni dosegljiv.

Elementi za posluževanje in signalizacijo, ki jih mora imeti ločilno mesto, so:

- posluževalna naprava oziroma preklopka na ločilnem mestu (blokada vklopa stikala na ločilnem mestu),
- indikator napetosti s strani distribucijskega omrežja in
- indikator položaja stikala ločilnega mesta.

Dodatni elementi, ki jih lahko zahteva distribucijski operater v omrežju z deležem proizvodnih naprav, ki je višji od 20 % minimalne (pasovne) porabe RTP-ja:

- klasična daljinska komunikacija med RTP in proizvodno napravo (izmenjava podatkov s časom prenosa podatkov med 15 s in 5 min).

Obvezni dodatni elementi za sistemsko vodene proizvodne naprave so:

- hitra daljinska komunikacija med RTP in RV z nadzorom delovanja komunikacije (ukaz za izklop LM se iz RTP-ja do proizvodne naprave se prenese prej kot v 100 ms).


XII.1.1. Posluževalna naprava oziroma preklopka na ločilnem mestu (blokada vklopa stikala na ločilnem mestu)

Posluževalna naprava (preklopka) mora imeti dva položaja.

- **Položaj 0** Blokada vklopa stikala na ločilnem mestu. Posluževalna naprava prestavljena v ta položaj povzroči takojšen izklop stikala in blokira stikalo v izklopljenem položaju.
- **Položaj 1** Avtomatsko delovanje stikala ločilnega mesta. Ta položaj omogoči krmiljenju proizvodne naprave manipulacije s stikalom na ločilnem mestu.

Ob delovanju nadtokovne zaščite, ki deluje na odklopnik ločilnega mesta (če je izvedeno tako), naj premik preklopke v položaj 0 in nato v položaj 1 deblokira posluževanje avtomatike proizvodne naprave z odklopnikom.

Posluževalna naprava mora biti obvezno opremljena s ključavnico, ki onemogoča nepooblaščen spreminjanje stanja.

 <small>SISTEMSKI OPERATER DISTRIBUCIJSKEGA OMREŽJA Z ELEKTRIČNO ENERGIJO</small>	NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW (Priloga študije EIMV št. 2265)	Št.: SODO ID XXXX Stran: 85 od 102 Verzija: Osnutek 1
---	--	--

XII.1.2. Indikator napetosti na strani distribucije

Indikator je lahko voltmeter ali detektor s tlivkami. Pogoj je le dolga življenjska doba in zanesljivo delovanje.

XII.1.3. Indikator položaja ločilnega stikala

Vgradnja tega indikatorja ni potrebna, če je položaj stikala viden iz mesta za posluževanje.

XII.1.4. Klasična daljinska komunikacija med RTP in proizvodno napravo

V pogojih velike penetracije proizvodnih naprav je potrebno izvajati nadzor in vodenje le-teh. V nasprotnem primeru lahko prihaja do nekontroliranih pretokov delovne in jalove moči ter nesprejemljivih odstopanj napetosti v distribucijskem omrežju. Prav tako se s takšno komunikacijo lahko prepreči ali omogoči neželeno otočno obratovanje dela distribucijskega omrežja.

Komunikacija ne zahteva hitrega prenosa podatkov, tudi zahteve po zanesljivosti so enake kot velja za telefonsko, GSM ali internetno omrežje. V času, ko komunikacija zaradi napak ali okvar ne deluje, mora proizvodna naprava obratovati pod pogoji, ki veljajo za čas brez komunikacije (omejevanje delovne moči proizvodne naprave).

Priporočena perioda za izmenjavo podatkov je med 15 s do največ 5 min.


Vsebina prenesenih podatkov:

Iz RTP v proizvodno napravo:

- **Ločilno mesto IZKLOP / VKLOP OMOGOČEN**
 - IZKLOP povzroči takojšen izklop stikalnega elementa na ločilnem mestu, avtomatika ločilnega mesta generira signal »**LM nerazpoložljivo**«.
 - VKLOP OMOGOČEN. –Če ni drugih zadržkov (napetost, frekvenca, tokovne zaščite) po prejemu tega signala avtomatika LM generira signal »**LM razpoložljivo**«.
- **Dogovorjena napetost**, ki jo je dovoljeno spreminjati znotraj mej, **ki so opisane v poglavju o karakteristikah jalove moči (J-N4, J-S2)**. Prejet podatek je nova vhodna vrednost v karakteristikah jalove moči.
- **Omejevanje proizvodnje delovne moči proizvodne naprave**, vrednost se spreminja znotraj mej, ki so določene v poglavju o karakteristikah delovnih moči (D-N2, D-S2). V stanjih izrednega prenapajanja, nenormalnih stanjih omrežja lahko prihaja do preobremenitev določenih elementov omrežja. Z omejevanjem proizvodnje proizvodne naprave se ta težava odpravi.

Iz proizvodne naprave v RTP:

- **Ločilno mesto IZKLJUČENO/VKLJUČENO**
Podatek o stanju ločilnega mesta
- **Trenutna napetost na ločilnem mestu**
Podatek se lahko se uporabi v algoritmu regulacijskega transformatorja v RTP
- **Trenutna delovna moč na ločilnem mestu.**
- **Trenutna jalova moč na ločilnem mestu.**

	NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW (Priloga študije EIMV št. 2265)	Št.: SODO ID XXXX Stran: 86 od 102 Verzija: Osnutek 1
---	---	---

Klasična daljinska komunikacija se lahko dodatno uporabi za:

- Prenos števnih meritev,
- Ostale podatke za potrebe distribucijskega operaterja.

Čer komunikacija ni vzpostavljena (kriterij je, da do izmenjave podatkov ni prišlo v zadnjih 10. minutah) je v poglavjih (D-N2 in D-S2) opisano obvezno takojšnje omejevanje delovne moči proizvodne naprave.

Komunikacijska povezava proizvodne naprave z RTP-jem mora biti urejena v skladu z veljavnimi standardi s tega področja.

XII.1.5. Hitra daljinska komunikacija med RTP in proizvodno napravo (za sistemsko vodene proizvodne naprave)

Stanje povezave med RTP in sistemsko vodeno proizvodno napravo mora biti nadzorovano. Če povezava ni vzpostavljena ali ni primerne hitrosti (prenos med RTP-jem in proizvodno napravo najkasneje v 100 ms) to vodi v takojšnjo spremembo zaščit ločilnega mesta (glej poglavje o zaščitah ločilnega mesta) ter spremembo karakteristik regulacije delovne moči, kot bo razvidno v nadaljevanju. **Od tovrstne komunikacije se zahteva visoko stopnjo zanesljivosti.**

Z zahtevano hitrostjo se morajo prenašati naslednji podatki:

Iz RTP v proizvodno napravo:

- **Ločilno mesto IZKLOP/VKLOP OMOGOČEN**
 - IZKLOP-povzroči takojšen izklop stikalnega elementa na ločilnem mestu, avtomatika ločilnega mesta generira signal »**LM nerazpoložljivo**«,
 - VKLOP OMOGOČEN. Če ni drugih zadržkov (napetost, frekvenca, tokovne zaščite) po prejemu tega signala avtomatika LM generira signal »**LM razpoložljivo**«.

- **Režim obratovanja NORMALNO/IZREDNO**

Regulacija delovne moči ima tri različne parametre, ko proizvodnih naprava obratuje na omrežju:

- OBRATOVANJE BREZ KOMUNIKACIJE Z RTP,
- OBRATOVANJE V NORMALNEM STANJU,
- OBRATOVANJE V IZREDNEM STANJU

- **DELOVNA MOČ**, vrednost se spreminja znotraj sledečih mej ($0 \leq P_{LIM} \leq P_{LM}$)

V različnih obratovalnih stanjih ima P_{LIM} različne pomene:

- OBRATOVANJE BREZ KOMUNIKACIJE Z RTP
→ P_{LIM} = določen v poglavjih (D-N3, D-S3)
- OBRATOVANJE V NORMALNEM STANJU
→ P_{LIM} = zgornja omejitev proizvodnje delovne moči. Natančne meje so določene v poglavjih (D-N3, D-S3)
- OBRATOVANJE V IZREDNEM STANJU
→ P_{LIM} = želena vrednost proizvodnje delovne moči.

Iz proizvodne naprave v RTP:

- **Ločilno mesto IZKLJUČENO/VKLJUČENO**

Podatek o stanju ločilnega mesta.

Ostali podatki se lahko prenašajo počasneje in so enaki, kot pri klasični daljinski komunikaciji. Komunikacijska povezava proizvodne naprave z RTP-jem mora biti urejena v skladu z veljavnimi standardi iz tega področja.

 <small>SISTEMSKI OPERATER DISTRIBUCIJSKEGA OMREŽJA Z ELEKTRIČNO ENERGIJO</small>	NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW (Priloga študije EIMV št. 2265)	Št.: SODO ID XXXX Stran: 87 od 102 Verzija: Osnutek 1
---	--	--

XII.2. ELEMENTI ZA DOSTOP AVTOMATIKE PROIZVODNE NAPRAVE DO ODKLOPNIKA

Če ločilno mesto ni že tovarniško izvedeno in vsebovano v postroju ter preizkušeno, se priporoča, da so elementi za dostop avtomatike proizvodne naprave do odklopnika ločilnega mesta izvedeni na sledeč način:

Vklop odklopnika na ločilnem mestu izvaja zgolj avtomatika proizvodne naprave. Ločilno mesto (LM) kot naprava nikoli ne izvaja vklopov odklopnika samostojno, ampak zgolj s signalom avtomatike proizvodne naprave.

Priporočena signala, ki ju ločilno mesto posreduje avtomatiki proizvodne naprave, sta dva.

- RAZPOLOŽLJIVOST LOČILNEGA MESTA (RLM)

Ta signal pomeni, da nobena od zaščit na ločilnem mestu ni aktivna (napetost omrežja je v predpisanih mejah), ni bila aktivirana nobena tokovna zaščita, preklopka LM je v položaju 1.

Signal naj bo analogen na napetostnem nivoju pomožne napetosti ločilnega mesta.

$0,8 \cdot U_{\text{pomožne nap.}} \leq U_{\text{sig}} \leq 1,2 \cdot U_{\text{pomožne nap.}} \rightarrow \text{LOČILNO MESTO RAZPOLOŽLJIVO.}$

$0 \leq U_{\text{sig}} \leq 0,2 \cdot U_{\text{pomožne nap.}} \rightarrow \text{LOČILNO MESTO NERAZPOLOŽLJIVO.}$

S pomočjo tega signala avtomatika proizvodne naprave ve, kdaj lahko gre v ponovni zagon.

Isti signal lahko avtomatika in zaščita proizvodne naprave uporabita za zaščitne funkcije proizvodne naprave.

- STANJE ODKLOPNIKA LOČILNEGA MESTA (OLM)

Signal naj bo analogen na napetostnem nivoju pomožne napetosti ločilnega mesta.

$0,8 \cdot U_{\text{pomožne nap.}} \leq U_{\text{sig}} \leq 1,2 \cdot U_{\text{pomožne nap.}} \rightarrow \text{ODKLOPNIK LOČILNEGA MESTA VKLJUČEN.}$

$0 \leq U_{\text{sig}} \leq 0,2 \cdot U_{\text{pomožne nap.}} \rightarrow \text{ODKLOPNIK LOČILNEGA MESTA IZKLJUČEN.}$

S pomočjo tega signala avtomatika proizvodne naprave ve, v kakšnem položaju je odklopnik na ločilnem mestu.

Avtomatika proizvodne naprave generira dva signala:

- VKLOP ODKLOPNIKA LOČILNEGA MESTA (LMV)
- IZKLOP ODKLOPNIKA LOČILNEGA MESTA (LMI)

Oziroma en signal, če je kot odklopnik uporabljen kontaktor. Tudi ta dva signala sta generirana na napetostnem nivoju lastne porabe ločilnega mesta.

Signal avtomatike VKLOP ODKLOPNIKA LOČILNEGA MESTA (LMV) se nemudoma **blokira** znotraj ločilnega mesta, ko ločilno mesto generira signal LOČILNO MESTO NERAZPOLOŽLJIVO.

XII.2.1. Pomožna napetost ločilnega mesta

Elementi ločilnega mesta se lahko napajajo iz lastnega vira ali pa iz vira proizvodne naprave. Edini pogoj je, da vsak izpad lastne porabe vodi v takojšen izklop odklopnika na ločilnem mestu.

Po vzpostavitvi napetosti lastne porabe mora biti ločilno mesto ponovno na razpolago avtomatiki proizvodne naprave, seveda pod pogojem, da zaščite ločilnega mesta niso aktivne.

 <small>SISTEMSKI OPERATER DISTRIBUCijskega OMREŽJA Z ELEKTRIČNO ENERGIJO</small>	NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW (Priloga študije EIMV št. 2265)	Št.: SODO ID XXXX Stran: 88 od 102 Verzija: Osnutek 1
---	--	--


XII.2.2. Merilna točka na ločilnem mestu

Vsa ločilna mesta na napetostnem nivoju, ki je višji od NN, morajo biti opremljena s servisno vtičnico ter merilnimi sponkami za:

- I_{LM} - tok na ločilnem mestu (isti, kot ga vidijo nadtokovne zaščite na LM),
- U_{LM} - napetost na ločilnem mestu (ista, kot jo vidijo napetostne zaščite na LM),
- SIGNALI - vsi signali, ki vstopajo in izstopajo iz ločilnega mesta.

Merilne sponke morajo biti izvedene tako, da priklop merilnikov ne moti obratovanja proizvodne naprave.

OSNUTEK

 <small>SISTEMSKI OPERATER DISTRIBUCIJSKEGA OMREŽJA Z ELEKTRIČNO ENERGIJO</small>	<p style="text-align: center;">NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW</p> <p style="text-align: center;">(Priloga študije EIMV št. 2265)</p>	<p>Št.: SODO ID XXXX</p> <p>Stran: 89 od 102</p> <p>Verzija: Osnutek 1</p>
---	--	--

XIII. VZDRŽEVANJE PROIZVODNE NAPRAVE

Vse naprave v proizvodni napravi je potrebno redno vzdrževati in po potrebi obnavljati tako, da je v vsakem trenutku zagotovljeno varno obratovanje. Poleg naprav proizvodne naprave je proizvajalec dolžan skrbeti tudi za vzdrževanje transformatorske postaje, SN vodov in NN vodov, ki so njegova last.

XIII.1. VZDRŽEVANJE IN PREGLEDI ZAŠČITNIH NAPRAV LOČILNEGA MESTA

Stikalno in zaščitno opremo ločilnega mesta mora lastnik opreme redno vzdrževati in preverjati pravilnost njenega delovanja, skladno z veljavnimi tehničnimi predpisi, navodili za vzdrževanje in zahtevami *Pravilnika o elektromagnetni združljivosti*.

DO ima pravico izvesti preizkus delovanja ločilnega mesta vsako leto z enomesečno predhodno napovedjo. Preizkusi ne smejo trajati dlje kot 8 ur.

XIII.2. VZDRŽEVANJE PROIZVAJALČEVE ENERGETSKE OPREME

Proizvajalec mora zagotoviti redno periodično vzdrževanje stikal, relejne zaščite, transformatorja, generatorja, akumulatorskih baterij ter ostale opreme, tako, da lahko v vsakem trenutku zagotovi varno obratovanje in zahteve distribucije.

Proizvajalec, ki mora za svoje postroje imeti navodila za obratovanje v skladu z navodili SONDO, mora vnaprej obveščati DO o načrtovanih planskih izklopih proizvodne naprave.

XIII.3. VZDRŽEVANJE DISTRIBUCIJSKE OPREME IN VODOV

Na SN distribucijskih omrežjih se za ozemljitev in kratkostično vezavo na ločilnem mestu predlaga uporaba ozemljilnih stikal oziroma, kjer bi to bilo iz določenih razlogov nujno potrebno, vgradnjo teh stikal DO predpiše v *Soglasju za priključitev*.

DO ima pravico vstopa v prostore postrojev proizvodne naprave zaradi:

- pregleda svojih zaščitnih naprav in pregleda oziroma preizkušanja naprav, ki jih distribucija namesti za svoje potrebe;
- vzdrževanja ali popravila opreme in naprav v lasti distribucije;
- izklopa celotne proizvodne naprave brez opozorila, če po mnenju DO obstaja nevarnost in je takšen takojšen poseg nujen, da se zaščiti ljudi in živali, distribucijsko omrežje in oprema ter oprema in lastnina tretjih oseb pred škodo, ki bi jo lahko povzročila proizvodna naprava;
- izklopa proizvodne naprave od omrežja, če se zahteva breznapetostno stanje omrežja zaradi del na omrežju ali napravah distribucijskega omrežja;
- ponovnega vklopa proizvodne naprave na omrežje po končanju del.

 SISTEMI OPERATER DISTRIBUCIJSKEGA OMREŽJA Z ELEKTRIČNO ENERGIJO	NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW (Priloga študije EIMV št. 2265)	Št.: SODO ID XXXX Stran: 90 od 102 Verzija: Osnutek 1
--	---	---

XIV. POSTOPEK PREVERJANJA PROIZVODNE NAPRAVE V SMISLU JALOVE MOČI

Vsi generatorji oziroma proizvodne naprave, ki so vključene v javno distribucijsko omrežje morajo izkazovati karakteristiko jalove moči, ki jo predpisujejo *Navodila*. Karakteristike so v *Navodilu* definirane z enačbami, grafi in opisno. Vsaka proizvodna naprava se podreja eni od predpisanih karakteristik. Natančna obratovalna karakteristika mora biti definirana v *Soglasju za priključitev*, ki ga izda operater omrežja.

Investitor oziroma lastnik proizvodne naprave s pomočjo testiranj in meritvami dokazuje ustreznost obratovalnih karakteristik in njihovo skladnost z *Navodili* ter z izjavo zagotavlja pravilnost nastavitve regulacije jalove moči.

XIV.1. MERJENJE VELIČIN

Merilna točka je ločilno mesto oziroma prvi element ločilnega mesta gledano s strani javnega omrežja proti proizvodni napravi (če funkcije ločilnega mesta niso skoncentrirane). Če meritve niso opravljene na ločilnem mestu je potrebno grafično opredeliti mesto meritve. V vsakem primeru morajo biti v meritvi zajeti vplivi vseh generatorjev, ki so priključeni na isto ločilno mesto.

XIV.1.1. Povprečenje veličin

Vsa ločilna mesta na napetostnem nivoju, ki je višji od NN, morajo biti opremljena s servisno vtičnico ter merilnimi sponkami za:

Vse predpisane veličine se meri v 10-sekundnih ali 1-minutnih povprečjih, odvisno od tega, katero vrsto meritev se uporabi za preverjanje karakteristike jalove moči:

$$VEL_{POV-10s}(t_n) = \frac{\int_{t_n}^{t_n+10s} VEL(t) dt}{10s}, \quad (XIV.1) \quad \text{ali} \quad VEL_{POV-1min}(t_n) = \frac{\int_{t_n}^{t_n+1min} VEL(t) dt}{1min} \quad (XIV.2)$$

$VEL_{POV-10s}(t_n)$ povprečna merjena vrednost za 10-sekundni merilni pas,

$VEL_{POV-1min}(t_n)$ povprečna merjena vrednost za 1-minutni merilni pas.

XIV.1.2. Merjene električne veličine

Vsa ločilna mesta na napetostnem nivoju, ki je višji od NN, morajo biti opremljena s servisno vtičnico ter merilnimi sponkami za:

a. Napetost

- Enofazen priklop proizvodne naprave:

$U_{RV} = U_{RMS L-N}$, meri se fazno napetost tiste faze, kamor je priključena proizvodna naprava.

- Dvofazen priklop proizvodne naprave:

$U_{RV} = \frac{U_{RMS L1-N} + U_{RMS L2-N}}{2}$, meri se fazni napetosti tistih dveh faz, kamor je priključena proizvodna naprava.

- Trifazen priklop proizvodne naprave:

$U_{RV} = \frac{U_{RMS L1-L2} + U_{RMS L2-L3} + U_{RMS L3-L1}}{3}$, meri se vse tri medfazne napetosti.

Dovoljen merilni pogrešek je: $m_{U-RV} = \pm 0,5 \%$.

 SISTEMSKI OPERATER DISTRIBUCIJSKEGA OMREŽJA Z ELEKTRIČNO ENERGIJO	NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW (Priloga študije EIMV št. 2265)	Št.: SODO ID XXXX Stran: 91 od 102 Verzija: Osnutek 1
--	---	---

b. Delovna moč

- Enofazen priklop proizvodne naprave:

$P_{RV} = P_{L1}$, meri delovno moč tiste faze, kamor je priključena proizvodna naprava.

- Dvofazen priklop proizvodne naprave:

$P_{RV} = P_{L1} + P_{L2}$, meri se delovno moč tistih dveh faz, kamor je priključena proizvodna naprava.

- Trifazen priklop proizvodne naprave:

$P_{RV} = P_{L1} + P_{L2} + P_{L3}$, meri se delovno moč vseh treh faz.

Dovoljen merilni pogrešek je: $m_{P-RV} = \pm 3 \%$.

c. Jalova moč

- Enofazen priklop proizvodne naprave:

$Q_{RV} = Q_{L1}$, meri jalovo moč tiste faze, kamor je priključena proizvodna naprava.

- Dvofazen priklop proizvodne naprave:

$Q_{RV} = Q_{L1} + Q_{L2}$, meri se jalovo moč tistih dveh faz, kamor je priključena proizvodna naprava.

- Trifazen priklop proizvodne naprave:

$Q_{RV} = Q_{L1} + Q_{L2} + Q_{L3}$, meri se jalovo moč vseh treh faz.

Dovoljen merilni pogrešek je: $m_{Q-RV} = \pm 3 \%$.

d. Frekvenca (samo za proizvodne naprave, ki so sistemsko vodene)

Meritev frekvence se izvaja poljubno, iz ene, dveh ali treh faznih meritev.

- Enofazna meritev: $f_{RV} = f_{RMS L1}$.
- Dvofazna meritev: $f_{RV} = \frac{f_{L1} + f_{L2}}{2}$.
- Trifazna meritev: $f_{RV} = \frac{f_{L1} + f_{L2} + f_{L3}}{3}$.

Dovoljen merilni pogrešek je: $m_{f-RV} = \pm 0,1 \%$ oziroma $M_{f-RV} = \pm 50 \text{ mHz}$.

 <small>SISTEMSKI OPERATER DISTRIBUCijskega OMREŽJA Z ELEKTRIČNO ENERGIJO</small>	NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW (Priloga študije EIMV št. 2265)	Št.: SODO ID XXXX Stran: 92 od 102 Verzija: Osnutek 1
---	--	--

XIV.2. POSTOPEK PREVERJANJA SKLADNOSTI KARAKTERISTIKE JALOVE MOČI PROIZVODNE NAPRAVE

Proizvodna naprava se mora ustrezno odzivati na spremembe napetosti, delovne moči in frekvence. Vsem proizvodnim napravam ni mogoče spreminjati zelenih parametrov. Zato se postopek preverjanja deli v dva dela glede na to, ali je proizvodni napravi mogoče nastavljanje želene parametre ali ne.

XIV.2.1. Proizvodna naprava, pri kateri je mogoče spreminjati zelene vrednosti parametrov

To velja za proizvodne naprave pri katerih je mogoče merljivo oziroma indikativno (želena vrednost določene veličine je dostopna v številčni obliki) spreminjati naslednje zelene vrednosti:

- zelena delovna moč proizvodne naprave (P_{RV-REF}).
- zelena dogovorjena napetost (U_{CG}).

Če ima proizvodna naprava na razpolago dovolj energenta za občasno minutno doseganje vsaj 60 % inštalirane delovne moči se izvede skrajšan postopek testiranja, ki naj ne bi trajal več kot en delovni dan.

Vsaka meritev se opravi po stabilizaciji parametrov, obsegati pa mora **vsaj en vzorec stabilnega obratovanja**.

Proizvodno napravo se zažene in opravi meritve z uporabo 10-sekundnega povprečenja v naslednjih delovnih točkah:

Želena delovna moč proizvodne naprave se spreminja od ($P_{RV-REF} = 0,2 \cdot P_{RV-N}$) oziroma od tehnološkega minimuma do vsaj ($P_{RV-REF} = 0,6 \cdot P_{RV-N}$) v korakih po ($\Delta P_{RV-REF} = 0,2 \cdot P_{RV-N}$).

Merilne točke kjer napetost odstopa za več kot $\Delta U_{RV} = \pm 0,1 \cdot U_{RV-CG-N}$ ali frekvenca omrežja odstopa za več kot $\Delta f_{RV} = \pm 0,1 \cdot \text{Hz}$ **niso veljavne in se jih pri meritvah ne upošteva**. Meritev se ponovi, ko so pogoji izpolnjeni.

Karakteristika jalove moči je ustrezna če so VSI IZMERJENI IN VELJAVNI VZORCI znotraj predpisanih meja odstopanja $MQ_{RV} \leq MQ_{RV-SODO}$.

Tabela. XIV.1 prikazuje primer podajanja merilnih rezultatov za preverjanje karakteristike jalove moči proizvodne naprave.


 SISTEMSKI OPERATER DISTRIBUCijskega OMREŽJA Z ELEKTRIČNO ENERGIJO	NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW (Priloga študije EIMV št. 2265)	Št.: SODO ID XXXX Stran: 93 od 102 Verzija: Osnutek 1
--	---	---

Tabela. XIV.1 Vzorec obrazca za zapis rezultatov meritev za preverjanje karakteristike jalove moči proizvodne naprave.

Naziv elektrarne:			Datum meritev:							
Nazivna delovna moč:			Izvajalec meritev:							
Dogovorjena napetost:										
Predpisana karakteristika Q:										
$P_{RV-REF} =$	0,2 p.u.					Merjene veličine			Izračunano	
$P_{RV-REF} =$	kW		U_{RV-CG}	U_{RV-CG}	$Q_{RV-SODO}$	U_{RV}	P_{RV}	Q_{RV}	MQ_{RV}	$MQ_{RV-SODO}$
			%	/ kV	/ kvar	/ kV	/ kW	/ kVar	/ kvar	/ kvar
			100							
			102,5							
			105							
			97,5							
			95							
$P_{RV-REF} =$	0,4 p.u.					Merjene veličine			Izračunano	
$P_{RV-REF} =$	kW		U_{RV-CG}	U_{RV-CG}	$Q_{RV-SODO}$	U_{RV}	P_{RV}	Q_{RV}	MQ_{RV}	$MQ_{RV-SODO}$
			%	/ kV	/ kvar	/ kV	/ kW	/ kVar	/ kvar	/ kvar
			100							
			102,5							
			105							
			97,5							
			95							
$P_{RV-REF} =$	0,6 p.u.					Merjene veličine			Izračunano	
$P_{RV-REF} =$	kW		U_{RV-CG}	U_{RV-CG}	$Q_{RV-SODO}$	U_{RV}	P_{RV}	Q_{RV}	MQ_{RV}	$MQ_{RV-SODO}$
			%	/ kV	/ kvar	/ kV	/ kW	/ kVar	/ kvar	/ kvar
			100							
			102,5							
			105							
			97,5							
			95							

P_{RV-REF}	nastavljena delovna moč.
P_{RV}	dejanska izmerjena delovna moč.
U_{RV-CG}	nastavljena dogovorjena napetost.
U_{RV}	dejanska izmerjena napetost.
Q_{RV}	izmerjena jalova moč.
$Q_{RV-SODO}$	zahtevana jalova moč skladno z dejansko delovno točko in predpisano karakteristiko jalove moči. Zahtevano jalovo moč se izračuna iz predpisane enačbe, skladno s predpisanimi omejitvami ter z uporabo izmerjenih veličin (P_{RV} , U_{RV}) ter nastavljenih veličin (U_{RV-CG}).
$MQ_{RV} = Q_{RV-SODO} - Q_{RV} $	razlika med predpisano in izmerjeno jalovo močjo.
$MQ_{RV-SODO}$	dopustno odstopanje od predpisane jalove moči, ki je podano v predpisanih karakteristikah jalove moči.

 <small>SISTEMSKI OPERATER DISTRIBUCijskega OMREŽJA Z ELEKTRIČNO ENERGIJO</small>	NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW (Priloga študije EIMV št. 2265)	Št.: SODO ID XXXX Stran: 94 od 102 Verzija: Osnutek 1
---	--	--

XIV.2.2. Proizvodna naprava, pri kateri ni mogoče spreminjati zelenih vrednosti parametrov

Določeni tipi proizvodnih naprav zaradi uporabljene tehnologije, nedostopnosti zelenih vrednosti ali drugih razlogov, kot so na primer neindicirane zelene vrednosti in podobno, ne omogočajo kontroliranega spreminjanja zelenih vrednosti parametrov.

Pri takšnih proizvodnih napravah se meritve izvajajo **vsaj en teden** neprekinjeno. **Meritve se opravi z uporabo 1-minutnega povprečenja.**

V merilne vzorce se vpisuje le vrednosti, ko proizvodna naprava obratuje sinhrono z omrežjem.

Merilne točke, kjer napetost odstopa za več kot $\Delta U_{RV} = \pm 0,1 \cdot U_{RV-CG-N}$ ali frekvenca omrežja odstopa za več kot $\Delta f_{RV} = \pm 0,1 \cdot \text{Hz}$, **niso veljavne** in se jih v merilno podatkovno bazo ne vpisuje.

Merilni vzorec je primeren za preverjanje ustreznosti karakteristik proizvodne naprave, če vsebuje:

- vsaj 10 % vzorcev, kjer je izmerjena delovna moč manjša ali enaka 30 % nazivne delovne moči proizvodne naprave $P_{RV} \leq 0,3 \cdot P_{RV-N}$ in hkrati
- vsaj 10 % vzorcev, kjer je izmerjena delovna moč večja ali enaka 60 % nazivne delovne moči proizvodne naprave $P_{RV} \geq 0,6 \cdot P_{RV-N}$.

Če ta pogoj ni izpolnjen, se lahko meritve ustrezno podaljša ali opravi nove meritve. Končno število veljavnih merilnih točk v vzorcu, ki je primeren za preverjanje, mora biti večje ali enako:

$$\text{ŠT. MER} = \frac{7 \text{ (dni)} \cdot 24 \text{ (ur)} \cdot 60 \text{ (min)} \cdot 60 \text{ s}}{60 \text{ s}} = 10080. \quad (\text{XIV.3})$$

Karakteristika jalove moči se smatra za ustrezno, če je najmanj 95% veljavnih izmerjenih vzorcev znotraj predpisanih mej odstopanja $MQ_{RV} \leq MQ_{RV-SODO}$.

Tabela. XIV.2 prikazuje primer podajanja merilnih rezultatov za preverjanje karakteristike jalove moči proizvodne naprave.

Tabela. XIV.2 Vzorec obrazca za zapis rezultatov meritev za preverjanje karakteristike jalove moči proizvodne naprave.

[illegible]

P_{RV}	dejanska izmerjena delovna moč.
U_{RV-CG}	nastavljena dogovorjena napetost.
U_{RV}	dejanska izmerjena napetost.
Q_{RV}	izmerjena jalova moč.
$Q_{RV-SODO}$	zahtevana jalova moč skladno z dejansko delovno točko in predpisano karakteristiko jalove moči. Zahtevano jalovo moč se izračuna iz predpisane enačbe, skladno s predpisanimi omejitvami ter z uporabo izmerjenih veličin (P_{RV} , U_{RV}) ter nastavljenih veličin (U_{RV-CG}).
$\Delta Q_{RV} = Q_{RV-SODO} - Q_{RV} $	razlika med predpisano in izmerjeno jalovo močjo.
$\Delta Q_{RV-SODO}$	dopustno odstopanje od predpisane jalove moči, ki je podano v predpisanih karakteristikah jalove moči.

XV. PRIMERI POSTOPKOV PRESOJE NAPETOSTNIH SPREMEMB PRI PRIKLJUČEVANJU PROIZVODNIH NAPRAV V SN IN NN OMREŽJA

V tej prilogi bomo prikazali primer priključitve proizvodne naprave v SN in v NN distribucijsko omrežje za primera:

- konstantne napetosti na SN zbiralkah v RTP-ju ter
- impedančne kompenzacije SN voda.

XV.1. PRIKLJUČITEV PROIZVODNE NAPRAVE V SN OMREŽJE

XV.1.1. Opis omrežja

Na sliki XV.1 je predstavljeno omrežje, ki ga bomo uporabili za analizo možnosti priključitve proizvodne naprave v SN omrežje. Omrežje sestavljajo nadomestni 110 kV vir (kratkostična moč 3200 MVA), transformator 110/20 kV naznačene moči 31,5 MVA z nastavljivim prestavnim razmerjem in trije SN izvodi z različnimi vrstami vodov. $u_{kTR} = 13,00\%$. V obravnavanem SN omrežju je uporabljen samo en različen odcep transformatorjev SN/NN.

Regulacija na transformatorju 110/20 kV je narejena tako, da drži konstantno napetost na SN zbiralkah RTP-ja ali na SN zbiralkah RP-ja (za primer impedančne kompenzacije SN voda).

Podatki o posameznih vodih so prikazani na sliki XV.1 in v tabeli XV.1. Kapacitivnosti vodov zaradi enostavnosti izračuna v teh primerih ne upoštevamo. Na sliki so vodi predstavljeni kot "V xxxx" in zbiralke kot "Z xxxx".

Proizvodne naprave so označene z "G xxx". V omrežju so obstoječe proizvodne naprave **G SN2**, **G SN3** in **G SN4** ter proizvodna naprava **G SN5**, za katero je že bilo izdano soglasje za priključitev in jo tako moramo upoštevati v analizi. Vse te proizvodne naprave so bodisi priključene neposredno v SN omrežje (**G SN2** in **G SN4**), bodisi je njihova moč vsota moči vseh proizvodnih naprav v SN in NN omrežju, ki se napajajo iz določenih zbiralk v SN omrežju (**G SN3** in **G SN5**).

V omrežju obratujeta tudi dve proizvodni napravi tip P pri dveh končnih odjemalcih. Teh dveh proizvodnih naprav v analizi ne upoštevamo, saj v obratovanju v nobenem primeru ne povzročata pozitivne napetostne spremembe (dviga napetosti). V tabeli XV.2 so napisane moči posameznih proizvodnih naprav.

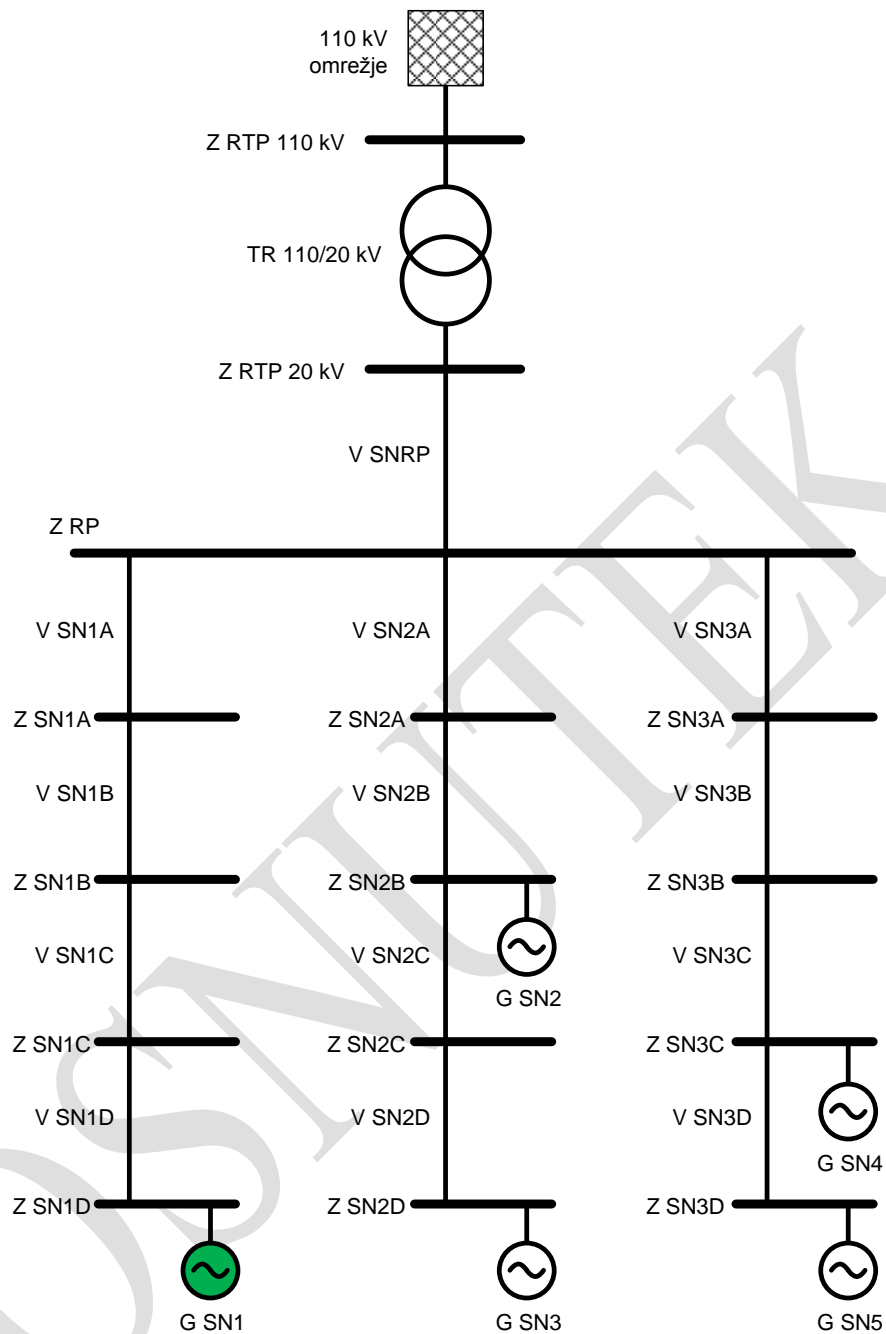
XV.1.2. Naloga

V opisano SN omrežje želimo priključiti proizvodno napravo **G SN1** (na sliki XV.1 je obarvana z zeleno barvo). V omrežju že obratujejo **G SN2** do **G SN5**. Zanima nas, za kakšno delovno moč lahko izdamo soglasje za priključitev proizvodne naprave **G SN1**, če:

1. omrežje obratuje s konstantno napetostjo na zbiralkah 20 kV v RTP-ju,
2. omrežje obratuje s konstantno napetostjo na zbiralkah 20 kV v RP-ju in je za doseg tega uporabljena impedančna kompenzacija SN voda med RTP-jem in RP-jem (**V SNRP**).

Tabela. XV.1 Električne lastnosti vodov za primere priključevanja v SN omrežje

Vod	SNRP	SN1A	SN1B	SN1C	SN1D	SN2A	SN2B	SN2C	SN2D	SN3A	SN3B	SN3C	SN3D
R'_V (Ω/km)	0,130	0,264	0,264	0,568	0,568	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443
X'_V (Ω/km)	0,398	0,176	0,176	0,192	0,192	0,293	0,293	0,293	0,293	0,357	0,357	0,357	0,357
l (m)	6000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000



Slika XV.1: Omrežje za analizo priključevanja proizvodne naprave v SN omrežje

Tabela. XV.2 Moči posameznih proizvodnih naprav

Proizvodna naprava	G SN1	G SN2	G SN3	G SN4	G SN5
Delovna moč iz soglasja P_n (kW)	?	500	500	700	600

XV.1.3. Kritična mesta v omrežju

V omrežju so naslednja kritična mesta (generatorji in napajalna mesta iz drugih omrežij):

- **Z RTP 20 kV** (informativno, zaradi nazornosti analize),
- **Z RP**,
- **Z SN1D**,
- **Z SN2B**,
- **Z SN2D**,
- **Z SN3C** in
- **Z SN3D**.

XV.1.4. Potek analize

V omrežje priključimo vse proizvodne naprave, ki jih moramo upoštevati v analizi. Za proizvodno napravo, katere priključitev preučujemo (**G SN1**), postavimo delovno moč na nič. Preverimo stanje napetostnih sprememb na kritičnih mestih v omrežju. Če napetostne spremembe to dopuščajo, spreminjamo delovno moč **G SN1** toliko časa, da na enem izmed kritičnih mest v omrežju dosežemo največjo dovoljeno napetostno spremembo ali dosežemo želeno delovno moč proizvodne naprave.


Če zelena delovna moč naprave ni dosežena, uporabimo enega izmed ukrepov, navedenih v študiji in opravimo ponovno analizo.

Ker je v omrežju realiziran samo en različen odcep TR SN/NN, imamo na razpolago 1,00 % spremembe napetost v SN omrežju zaradi obratovanja vseh proizvodnih naprav v tem delu omrežja. Rezultati analize so prikazani v tabeli XV.3.

Tabela. XV.3 Rezultati analize priključljivosti na podlagi napetostnih sprememb v omrežju

Moč proizvodnega vira in spremembe napetosti na kritičnih mestih v omrežju	G SN1	RTP 20 kV	RP	Z SN1D	Z SN2B	Z SN2D	Z SN3C	Z SN3D
	P_n (kW)	sprememba napetosti v SN omrežju zaradi obratovanja vseh proizvodnih naprav: $\Delta u_{el\ SN}$ (%)						
Konstantna napetost na 20 kV zbiralkah v RTP-ju	0	0,00	0,43	0,43	0,65	0,76	0,86	0,93
	400	0,00	0,51	0,67	0,73	0,84	0,93	1,00
Konstantna napetost na 20 kV zbiralkah v RP-ju in impedančna kompenzacija SN voda	0	(-0,43)	0,00	0,00	0,22	0,33	0,43	0,50
	2450	(-0,87)	0,00	1,00	0,22	0,33	0,43	0,50

- Opombi k tabeli:
1. s **krepkim tiskom** je označeno mesto v omrežju, kjer je bila dosežena mejna vrednost spremembe napetosti.
 2. sprememba napetosti, ki je **zapisana v oklepajih**, je za analizo na tej stopnji zgolj informativne narave.

 SISTEMSKI OPERATER DISTRIBUCijskega OMREŽJA Z ELEKTRIČNO ENERGIJO	NAVODILA ZA PRIKLJUČEVANJE IN OBRATOVANJE PROIZVODNIH NAPRAV INŠTALIRANE ELEKTRIČNE MOČI DO 10 MW (Priloga študije EIMV št. 2265)	Št.: SODO ID XXXX Stran: 99 od 102 Verzija: Osnutek 1
--	---	---

XV.1.5. Rezultat analize

Na mestu v omrežju **Z SN1D** je mogoče priključiti proizvodno napravo **G SN1** največje skupne delovne moči:

- **400 kW**, če je konstantna napetost na 20 kV zbiralkah v RTP-ju. Pri tem je meja dovoljene napetostne spremembe dosežena na koncu sosednjega SN izvoda iz RP-ja, kjer bo priključena proizvodna naprava **G SN5**, ki sicer še ne obratuje, vendar pa je za njo že bilo izdano soglasje za priključitev.
- **2450 kW**, če je s pomočjo impedančne kompenzacije SN voda med RTP-jim in RP-jem realizirana konstantna napetost na 20 kV zbiralkah v RP-ju. Pri tem je meja dovoljene napetostne spremembe dosežena mestu priključitve proizvodne enote v SN omrežje. V tem primeru obratovanje **G SN1** na obratovanje ostalih izvodov iz RP-ja popolnoma nič ne vpliva.

XV.2. PRIKLJUČITEV PROIZVODNE NAPRAVE V NN OMREŽJE

XV.2.1. Opis omrežja

Na sliki XV.2 je predstavljeno omrežje, ki ga bomo uporabili za analizo možnosti priključitve proizvodne naprave v NN omrežje na treh različnih mestih. Omrežje sestavljajo nadomestni 110 kV vir (kratkostična moč 3200 MVA), transformator 110/20 kV naznačene moči 31,5 MVA z nastavljivim prestavnim razmerjem, en SN izvod, transformator SN/NN naznačene moči 1250 kVA ter vso NN omrežje, ki ga napaja ta transformator in kamor bo priključena nova proizvodna naprava.

Za nazornost primera so izbrani podatki o kratkostičnih napetostih in izgubah v bakru transformatorjev naslednji:

$$U_{kTR\ V/SN} = 13,00 \% \text{ in } U_{kTR\ SN/NN} = 6,00 \% \text{ ter } P_{Cu\ TR\ SN/NN} = 1,00 \%$$

Regulacija na transformatorju 110/20 kV je narejena tako, da drži konstantno napetost na SN zbiralkah RTP-ja. Ker je napetost na 20 kV zbiralkah v RTP-ju konstantna, nas razmere v ostalih SN izvodih ne zanimajo. V obravnavanem omrežju sta uporabljena dva različna odcepa transformatorjev SN/NN.

Podatki o posameznih vodih so prikazani na sliki XV.2 in v tabeli XV.4. Kapacitivnosti vodov zaradi enostavnosti izračuna v teh primerih ne upoštevamo. Na sliki so vodi predstavljeni kot "**V xxxx**" in zbiranke kot "**Z xxxx**".

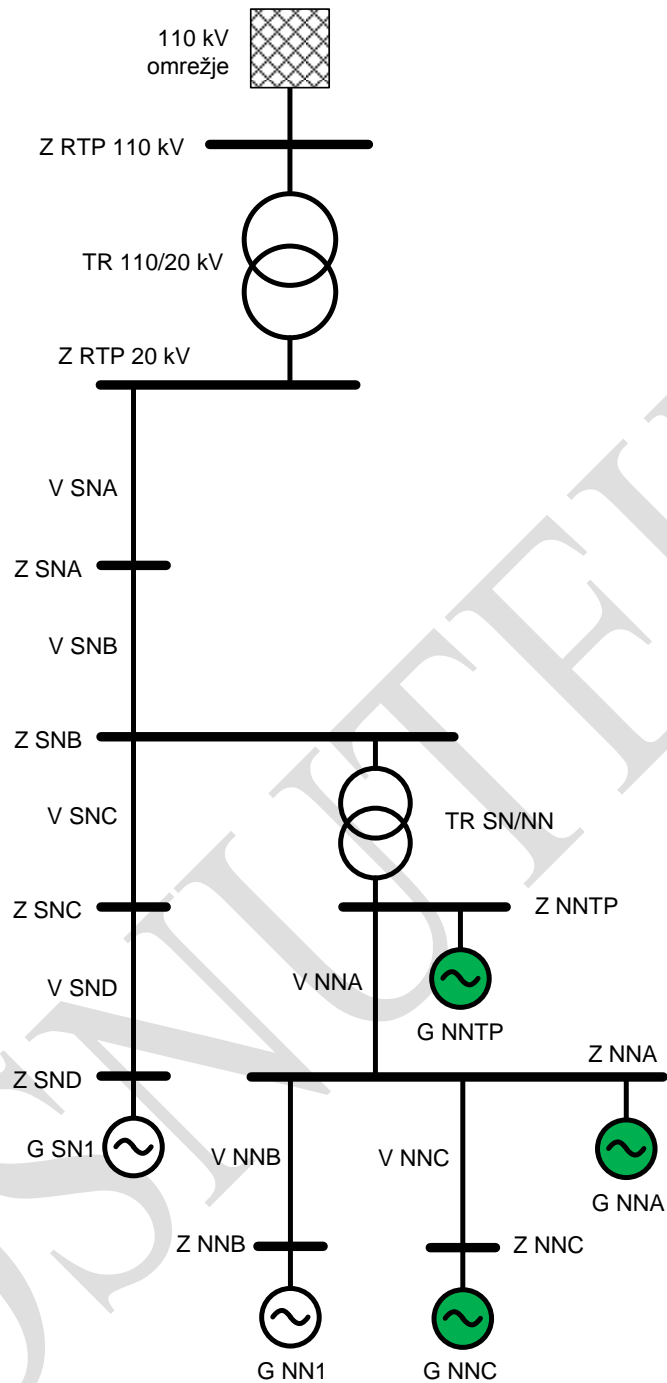
Proizvodne naprave so označene z "**G xxx**". V omrežju sta obstoječi proizvodne naprave **G SN1** (v SN omrežju) in **G NN1** (v NN omrežju). Tudi v tej analizi ne upoštevamo proizvodnih naprav tip P, saj v nobenem primeru v obratovanju ne povzročajo pozitivne napetostne spremembe (dviga napetosti). V tabeli XV.5 so napisane moči obeh proizvodnih naprav.

XV.2.2. Naloga

V opisano omrežje želimo priključiti proizvodno napravo v NN omrežje. V poštev pridejo priključna mesta: **Z NNTP** ali **Z NNA** ali **Z NNC**. Na teh mestih so zato predvidene proizvodne naprave **G NNTP**, **G NNA** in **G NNC**, ki so obarvane z zeleno barvo. V omrežju že obratujeta proizvodni napravi **G SN1** in **G NN1**.

Zanima nas, za kakšno delovno moč lahko izdamo soglasje za priključitev proizvodne naprave v NN omrežje, če:

1. napravo priključimo na zbiranke **Z NNTP** (**G NNTP**) ali
2. napravo priključimo na zbiranke **Z NNA** (**G NNA**) ali
3. napravo priključimo na zbiranke **Z NNC** (**G NNC**).



Slika XV.2: Omrežje za analizo priključevanja proizvodne naprave v NN omrežje

Tabela. XV.4 Električne lastnosti vodov za primere priključevanja v NN omrežje

Vod	SNA	SNB	SNC	SND	NNA	NNB	NNC
$R'_v (\Omega/\text{km})$	0,264	0,264	0,568	0,568	0,524	0,524	0,524
$X'_v (\Omega/\text{km})$	0,176	0,176	0,192	0,192	0,100	0,100	0,100
$l (\text{m})$	1000	1000	1000	1000	50	400	500

Tabela. XV.5 Moči posameznih proizvodnih naprav

Proizvodna naprava	G SN1	G NN1	G NNTP	G NNA	G NNC
Delovna moč iz soglasja P_n (kW)	1000	15	?	?	?

XV.2.3. Kritična mesta v omrežju

V omrežju so naslednja kritična mesta (generatorji in napajalna mesta iz drugih omrežij):

- **Z RTP 20 kV** (informativno, zaradi nazornosti analize),
- **Z SNB**,
- **Z SND**,
- **Z NNTP**,
- **Z NNA**,
- **Z NNB** in
- **Z NNC**.

XV.2.4. Potek analize

V omrežje priključimo obe proizvodni napravi, ki jih moramo upoštevati v analizi (**G SN1** in **G NN1**). Najprej v omrežje priključimo proizvodno napravo **G NNC** na mesto **Z NNC**. Njeno delovno moč nastavimo na nič. Preverimo stanje napetostnih sprememb na kritičnih mestih v omrežju. Če napetostne spremembe to dopuščajo, spreminjamo delovno moč **G NNC** toliko časa, da na enem izmed kritičnih mest v omrežju dosežemo največjo dovoljeno napetostno spremembo ali dosežemo želeno delovno moč proizvodne naprave. Nato **G NNC** izključimo in postopek ponovimo še za **G NNA** in na koncu še za **G NNTP**.

Ker sta na SN izvodu realizirana dva različna odcepa TR SN/NN, NN omrežje pa je priključeno na odcep "-1" (prvi različen odcep v smeri od RTP-ja vzdolž izvoda), imamo na razpolago 0,50 % spremembe napetost v SN omrežju in 3,00 % spremembe napetost v NN omrežju zaradi obratovanja vseh proizvodnih naprav v tem delu omrežja. Rezultati analize so prikazani v tabeli XV.6.

Sprememba napetosti v NN omrežju se šteje od SN zbiralk transformatorja SN/NN do mesta v omrežju, kjer opazujemo spremembo napetosti. Pri tem upoštevamo prestavo transformatorja SN/NN tako, da zaradi same prestave transformatorja ne pridobimo nobene napetostne spremembe.

Sprememba napetosti v SN omrežju pa se šteje od SN zbiralk v RTP-ju, kjer je nastavljena konstantna napetost, pa do mesta v SN omrežju, kjer opazujemo spremembo napetosti.

Tabela. XV.6 Rezultati analize priključljivosti na podlagi napetostnih sprememb v omrežju

Moč proizvodnega vira in spremembe napetosti na kritičnih mestih v omrežju	P_n (kW)	RTP 20 kV	Z SNB	Z SND	Z NNTP	Z NNA	Z NNB	Z NNC
		sprememba napetosti v SN omrežju: $\Delta u_{el\ SN}$ (%)			sprememba napetosti v NN omrežju: $\Delta u_{el\ NN}$ (%)			
Brez nove proizvodne naprave	0	0,00	0,13	0,42	0,01	0,25	2,18	0,25
Z NNC (G NNC)	15,8	0,00	0,14	0,42	0,02	0,51	2,43	3,00
Z NNA (G NNA)	53	0,00	0,14	0,42	0,05	1,10	3,00	1,10
Z NNTP (G NNTP)	655	0,00	0,22	0,50	0,48	0,72	2,63	0,72

Opomba k tabeli: s **kreplekim tiskom** je označeno mesto v omrežju, kjer je bila dosežena mejna vrednost spremembe napetosti.

XV.2.5. Rezultat analize

Na izbranih mestih v NN omrežju je mogoče priključiti naslednje moči proizvodnih naprav, vsakič samo vsako posebej in ne vse hkrati:

- **15,8 kW**, na mestu v omrežju **Z NNC**. Pri tem je mejna vrednost spremembe napetosti dosežena na mestu priključitve nove proizvodne naprave v NN omrežju **Z NNC**.
- **53 kW**, na mestu v omrežju **Z NNA**. Pri tem je mejna vrednost spremembe napetosti dosežena na mestu priključitve proizvodne naprave v NN omrežju **Z NNB**.
- **655 kW**, na mestu v omrežju **Z NNTP**. Pri tem je mejna vrednost spremembe napetosti dosežena na mestu priključitve proizvodne naprave v SN omrežju **Z SND**.