

**ТЕХНИЧКА ПРЕПОРУКА бр.16**

**ОСНОВНИ ТЕХНИЧКИ ЗАХТЕВИ**  
**ЗА ПРИКЉУЧЕЊЕ МАЛИХ ЕЛЕКТРАНА**  
**НА МРЕЖУ ЕЛЕКТРОДИСТРИБУЦИЈЕ СРБИЈЕ**

**I ИЗДАЊЕ**

ИЗДАВАЧ:	ЈП ЕПС ДИРЕКЦИЈА ЗА ДИСТРИБУЦИЈУ ЕЛЕКТРИЧНЕ ЕНЕРГИЈЕ СРБИЈЕ БЕОГРАД, Војводе Степе 412
Техничко уређење:	Ј. Нахман, Г. Влаисављевић и Т. Бојковић
Коректура:	Ј. Нахман, Г. Влаисављевић и Т. Бојковић
Рачунарска обрада цртежа:	Наташа Пањковић
Штампа:	"МСТ Гајић" Београд
Тираж:	400 примерака

На основу предлога Радне групе, Технички савет ЕПС-а - Дирекција за дистрибуцију електричне енергије је на 171.-ом састанку који је одржан 14.5.2003. године у Власотинцу донео одлуку: **усваја се**

**ТЕХНИЧКА ПРЕПОРУКА бр.16:**

**ОСНОВНИ ТЕХНИЧКИ ЗАХТЕВИ ЗА ПРИКЉУЧЕЊЕ МАЛИХ  
ЕЛЕКТРАНА НА МРЕЖУ ЕЛЕКТРОДИСТРИБУЦИЈЕ СРБИЈЕ**

**I издање**

Предложена решења су у складу са важећим прописима и стандардима и задовољавају захтеве сигурности, функционалности и економичности.

**Чланови Техничког савета:**

- 1 др Миладин Танасковић, Председник Техничког савета,  
"Електродистрибуција" Београд
- 2 Десимир Богичевић, "Електросрбија" Краљево
- 3 мр Драган Балкоски, ЕПС Београд
- 4 мр Слободан Максимовић, "Електродистрибуција" Београд
- 5 мр Александар Јањић, "Електродистрибуција" Лесковац
- 6 Милоје Јездимировић, "Електродистрибуција" Ужице
- 7 Жарко Мићин, "Електрооводина" Нови Сад
- 8 Миодраг Ристић, "Електроморава" Пожаревац
- 9 Малиша Божић, "Електродистрибуција" Ниш
- 10 Драгољуб Николић, "Електротимок" Зајечар
- 11 Мика Ковачевић, "Електрошумадија" Крагујевац
- 12 Владица Алексић, "Електродистрибуција" Врање
- 13 Миодраг Анђелковић, "Електрокосмет" Приштина
- 14 Душан Крчун, ЕП Републике Српске Бања Лука
- 15 Бранко Јакшић, "Електросрбија" Шабац
- 16 Душан Мутић, "Електрооводина" Нови Сад
- 17 Федора Лончаревић, ЕПС-Дирекција за дистрибуцију Београд
- 18 Слободан Кујовић, ЕПС-Дирекција за дистрибуцију Београд.

**Чланови Радне групе:**

- 1 др Јован Нахман
- 2 мр Гојко Влаисављевић
- 3 Крсто Жижич
- 4 Томислав Бојковић.

мај 2003.

## 1 ОПСЕГ ВАЖЕЊА И НАМЕНА

1.1 Ова препорука се односи на основне техничке захтеве за прикључење малих електрана снаге до 16 MVA на електро-дистрибутивну мрежу (у даљем тексту: мрежа ЕД) Србије називног напона 0,4 kV (1 kV, НН мрежа), 10 kV, 20 kV или 35 kV.

Ова препорука се примењује при изградњи (пројектовање и градња) мале електране или реконструкцији постојеће мале електране, у делу који се односи на испуњење услова за прикључење и извођење прикључка на мрежу ЕД.

**Изградњу малих електрана и производњу електричне енергије у електранама могу да врше правна лица и предузетници.**

**Није предмет разматрања ове препоруке:**

- изградња саме мале електране;
- управљање малом електраном (ручно и/или аутоматско);
- мала електрана са искључиво острвским радом.

1.2 Ова препорука је усаглашена са важећим техничким прописима, признатим светским стандардима из ове области и техничким препорукама ЕД Србије, уз уважавање развоја и примене савремених техничких решења за ову врсту електроенергетских објеката.

1.3 Мала електрана је, на пример:

- **хидроелектрана;**
- **електрана на ветар;**
- **соларна електрана;**
- **термоелектрана - топлана** која део електричне енергије повремено или стално испоручује у мрежу ЕД;
- термоелектрана на биомасу, отпатке, горивне ћелије итд.

1.4 Ова препорука има циљ да:

- утврди основне критеријуме за оцену могућности прикључења мале електране, с обзиром на карактеристике мреже ЕД и врсту, снагу и начин рада мале електране;
- утврди стандардне начине прикључења;
- одреди начин и место мерења електричне енергије и снаге;
- изврши избор врсте и карактеристика заштитних уређаја и расклопних апарата;
- утврди начин компензације реактивне снаге у малој електрани;
- утврди поступак и редослед активности од пријављивања до прикључења мале електране на мрежу ЕД, са неопходном документацијом и обрасцима;
- утврди начин и услове за пуштање у рад мале електране и паралелан рад са мрежом ЕД;
- утврди начин вођења погона мале електране.

## 2 ТЕРМИНИ И ДЕФИНИЦИЈЕ

У овој препоруци се користе термини и дефиниције према стандардима JUS N.A0.441 и IEC 298, као и према техничким препорукама ЕД Србије:

- 2.1 **Објекат:** објекат у грађевинском смислу, као зграда за електрану или трансформаторску станицу.
- 2.2 **Електроенергетски објекат:** електрана, трансформаторска станица или електроенергетски вод.
- 2.3 **Електрана:** електроенергетски објекат за производњу електричне енергије.
- 2.4 **Генератор:** ротирајући или статички претварач примарне енергије (вода, ветар, гас, сунце, биомаса итд.) у електричну енергију.
- 2.5 **Електродистрибутивна мрежа (мрежа ЕД):** функционална целина електроенергетских водова, трансформаторских станица и пратеће опреме различитих напонских нивоа, међусобно повезаних у јединствени технолошки систем за дистрибуцију електричне енергије.
- 2.6 **Место прикључења на мрежу ЕД (тачка напајања мреже ЕД):** место у мрежи ЕД на коме се прикључак мале електране спаја са мрежом ЕД.
- 2.7 **Место прикључења мале електране (тачка напајања мале електране):** место у малој електрани са кога полази прикључак мале електране.
- 2.8 **Прикључак (прикључак мале електране):** скуп водова, опреме и уређаја који преко мерног места повезују место прикључења мале електране са местом прикључења на мрежу ЕД.
- 2.9 **Мерно место (место мерења):** место на коме се мери електрична енергија коју мала електрана предаје у мрежу ЕД и електрична енергија коју мала електрана преузима из мреже ЕД.
- 2.10 **Расклопни апарат:** апарат намењен за укључивање или прекидање струје.
- 2.11 **Прекидач:** механички расклопни апарат који може да укључује, проводи и прекида струју у нормалним условима и при кратком споју.
- 2.12 **Расклопна апаратура:** комбинација једног или више расклопних апарата са припадајућом мерном, заштитном, сигналном и управљачком опремом, укључујући и међусобне везе и носећу конструкцију.
- 2.13 **Назначене карактеристике:** нумеричке вредности величина (снага, напон, струја итд.) које дефинишу рад генератора, енергетског трансформатора или вода у условима који су утврђени у стандардима и служе за испитивање и гаранцију произвођача.
- 2.14 **Виши хармоник:** синусна осцилација чија је фреквенција више-струка целобројна вредност основне фреквенције.

- 2.15 **Фликери:** треперење светлости сијалица и флуоресцентних цеви услед повремених осетнијих падова напона.
- 2.16 **Деловање мале електране на мрежу ЕД:** деловање које изазива прикључење мале електране на постројења и потрошаче у мрежи ЕД (промене напона, појава фликера, појава виших хармоника, повећање струје кратког споја итд.).

### 3 ОСНОВНИ ТЕХНИЧКИ ПОДАЦИ О МРЕЖИ ЕД

- 3.1 **Називни напони  $U_n$  мреже ЕД,** на коју може да се прикључи мала електрана, су:  
 $U_n = 0,4 \text{ kV}$  (1 kV), 10 kV, 20 kV и 35 kV.
- 3.2 **Дистрибутивне мреже 10 kV, 20 kV и 35 kV су радијално напајане.** ТС 35/10 kV имају на страни 35 kV могућност двостраног напајања преко повезног вода или отворене петље.
- 3.3 **Уземљења неутралних тачака дистрибутивних мрежа 0,4 kV, 10 kV, 20 kV и 35 kV** изводе се према ТП-6 ЕД Србије:
- Неутрална тачка мреже 0,4 kV (1 kV)** је директно уземљена.
  - Неутрална тачка мреже 10 kV и 20 kV** је изолована или уземљена преко нискоомске импедансе.
  - Неутрална тачка мреже 35 kV** је уземљена преко нискоомске импедансе.
- 3.4 **У дистрибутивним мрежама Србије типизирани су следеће вредности максималних дозвољених струја (снага) трофазних кратких спојева и струја земљоспоја:**
- мрежа 0,4 kV: 26 kA (18 MVA) у кабловској мрежи и 16 kA (11 MVA) у надземној мрежи;
  - мрежа 10 kV: 14,5 kA (250 MVA);
  - мрежа 20 kV: 14,5 kA (500 MVA);
  - мрежа 35 kV: 12 kA (750 MVA).

Надлежна ЕД ће дати **стварне вредности струја (снага) трофазног кратког споја на месту прикључења на мрежу ЕД** пре прикључења мале електране. Ове вредности су **меродавне за оцену деловања мале електране на мрежу ЕД и испуњења услова (критеријума) за прикључење.**

- 3.5 **У дистрибутивним мрежама Србије типизирана вредност струје једнофазног земљоспоја у уземљеним мрежама 10 kV, 20 kV и 35 kV је 300 А.**  
У мрежи 20 kV и 35 kV струја једнофазног земљоспоја може да буде и већа од 300 А, највише до 1000 А, под условима датим у ТП-6.
- 3.6 **Време безнапонске паузе код примене аутоматског поновног укључења (АПУ)** у дистрибутивној мрежи 10 kV, 20 kV и 35 kV износи најмање 1 s (тачка 8.6).

#### 4 ОСНОВНИ ТЕХНИЧКИ ПОДАЦИ О МАЛОЈ ЕЛЕКТРАНИ

4.1 Овом техничком препоруком су утврђени основни технички захтеви који треба да буду испуњени за прикључење **мале електране инсталисане привидне снаге од 25 kVA до 16000 kVA** на мрежу ЕД. **Број и јединична снага генератора** у малој електрани ствар је власника електране и произвођача генератора, али се препоручује да се **вредност назначене привидне снаге ( $S_{ng}$ ) генератора** одабере из стандардног низа:

$S_{ng} = 25 \text{ kVA}; 40 \text{ kVA}; 63 \text{ kVA}; 100 \text{ kVA}; 125 \text{ kVA}; 160 \text{ kVA}; 250 \text{ kVA}; 315 \text{ kVA}; 400 \text{ kVA}; 630 \text{ kVA}; 1000 \text{ kVA}; 1250 \text{ kVA}; 1600 \text{ kVA}; 2500 \text{ kVA}; 3150 \text{ kVA}; 4000 \text{ kVA}; 6300 \text{ kVA}$  и  $8000 \text{ kVA}$ .

4.2 У зависности од снаге мале електране, начина рада и удаљености потрошача, **назначени напон генератора  $U_{ng}$**  може да буде:

$U_{ng} = 0,42 \text{ kV}; 3,15 \text{ kV}; 6,3 \text{ kV}$  и  $10,5 \text{ kV}$ .

Када се назначени напон генератора разликује од вредности називног напона мреже ЕД из тачке 3.1 на коју се прикључује, власник мале електране је дужан да применом међутрансформације усклади напоне и фазне ставове генератора са вредностима називних напона у мрежи ЕД.

4.3 **Назначена вредност фреквенције генератора** је 50 Hz.

**Облик таласа напона генератора** треба да је синусни (IEC 34-1) са фактором облика (клар фактор) бољим од 7%.

4.4 **Највеће дозвољено одступање (промена) напона ( $\Delta u_m$ ) на месту прикључења на мрежу ЕД**, у односу на вредности називних напона из тачке 3.1, износи:

а) **У стационарном режиму:**

- $\Delta u_m = \pm 5\%$  ако се место прикључења налази на средњенапонској (СН) мрежи;
- $\Delta u_m = + 5\%/-10\%$  ако се место прикључења налази на нисконапонској (НН) мрежи.

б) **У прелазном режиму**, при укључењу на мрежу ЕД или искључењу генератора:

- $\Delta u_m = 2\%$ , тачка 5.4;
- $\Delta u_m \leq 5\%$ , изузетно када се место прикључења на мрежу ЕД налази на ниском напону и под условом да се са тим сагласи надлежна електродистрибуција.

4.5 У малој електрани се користе следеће **врсте генератора:**

- **синхрони генератори;**
- **асинхрони генератори;**
- **једносмерни генератори са инвертором једносмерни напон / наизменични напон 50 Hz - статички претварачи;**
- **асинхрони генератори са фреквенцијским инвертором наизме-нични напон / наизменични напон 50 Hz.**

## 5 ОСНОВНИ ТЕХНИЧКИ ЗАХТЕВИ ЗА ПРИКЉУЧЕЊЕ МАЛЕ ЕЛЕКТРАНЕ НА МРЕЖУ ЕД

### 5.1 На мрежу ЕД може да се прикључи мала електрана:

- која испуњава техничке услове који су утврђени у тачкама 5.4 до 5.7 ове препоруке;
- која је опремљена заштитним и другим уређајима којима се штите генератори и друга опрема мале електране од оштећења и хаварија због кварова у мрежи, или због недозвољене разлике напона, фреквенције и/или фазног става у малој електрани и мрежи ЕД код прикључења на мрежу ЕД;
- која испуњава захтеве прописа о заштити животне средине.

### 5.2 У односу на мрежу ЕД, мала електрана може да поседује опрему за:

- **паралелан рад са мрежом ЕД**, са сталном или повременом предајом електричне енергије у мрежу, **без могућности изолованог (острвског) рада**;
- **комбиновани рад: паралелан или острвски**.

Није дозвољено острвско напајање мреже ЕД из мале електране.

**Острвски рад може да се користи само за напајање сопствених потреба мале електране:** сопствене потрошње и напајање других потрошача који су прикључени на малу електрану.

### 5.3 За прикључење и безбедан паралелан рад мале електране са мрежом ЕД, **мала електрана мора да задовољи 4 основна критеријума:**

- а) **критеријум дозвољене снаге** мале електране, тачка 5.4;
- б) **критеријум фликера**, тачка 5,5;
- в) **критеријум дозвољених струја виших хармоника**, тачка 5.6, и
- г) **критеријум снаге кратког споја**, тачка 5.7.

Критеријум снаге кратког споја се проверава само за мале електране инсталисане снаге преко 1 MVA.

У Прилогу ове препоруке дати су примери прорачуна за оцену критеријума а), б) и в).

### 5.4 **Критеријум дозвољене снаге мале електране** гарантује да у прелазном режиму (укључење и искључење генератора, тачка 4.4), **промена напона** (напонски удар) на месту прикључења на мрежу ЕД неће прекорачити вредност: $\Delta u_m = 2\%$ .

**Мала електрана може да се прикључи на мрежу ЕД по критеријуму дозвољене снаге** ако је испуњен следећи услов:

$$S_{ngm} \leq \frac{S_{ks}}{50 \cdot k}$$

где је:

- $S_{ngm}$  - највећа вредност јединичне снаге генератора у малој електрани, односно укупна снага више генератора ако се једновремено прикључују на мрежу ЕД, у [MVA];

- $S_{ks}$  - снага трофазног кратког споја (стварна вредност) на месту прикључења на мрежу ЕД, у [MVA] - ова вредност се обично разликује од максималне вредности снаге трофазног кратког споја из тачке 3.4;
- $k = I_p / I_n$  - коефицијент одређен количником максималне полазне струје  $I_p$  (струје укључења) и назначене струје  $I_n$  генератора, и има вредности:
  - $k = 1$  за синхроне генераторе и инверторе;
  - $k = 2$  за асинхроне генераторе;
  - $k = 8$  за случај када није познат податак о полазној струји  $I_p$ .

**Код малих електрана са више генератора, прикључење наредног генератора на мрежу ЕД сме да се изведе најмање два минута после прикључења претходног генератора.** У супротном, ове генераторе треба третирати као да се прикључују једновремено.

**Мала електрана укупне инсталисане снаге свих генератора  $S_{mel} = \sum S_{ng}$  може да се прикључи на мрежу ЕД без штетног деловања, ако испуњава услов:**

$$S_{MEL} = \sum S_{ng} \leq \frac{S_{ks}}{500}$$

и у том случају није битан начин (редослед) прикључења појединих генератора на мрежу, нити је потребан доказ да су задовољени критеријуми који су дати у тачкама 5.5 и 5.6.

**Код електрана на ветар,** податак о полазној струји  $I_p$  и вредност коефицијента  $k$  даје произвођач генератора, односно овлашћена независна институција, на основу атеста о типском испитивању генератора који има исте или сличне карактеристике као генератор који треба да се угради у малу електрану.

- 5.5 **Критеријум фликера се оцењује помоћу фактора сметњи ( $A_{fs}$ ) мале електране, изазваних фликером дугог трајања (преко два сата) и првенствено има значај код електрана на ветар и соларних електрана.**

**Мала електрана са  $n$  генератора укупне инсталисане снаге:  $S_{MEL} = \sum S_{ng}$  може да се прикључи на мрежу ЕД ако је испуњен услов:**

$$A_{fs} = \left( c_{fMEL} \cdot \frac{S_{MEL}}{S_{ks}} \right)^3 = \left( \frac{c_{f1}}{\sqrt{n}} \cdot \frac{S_{MEL}}{S_{ks}} \right)^3 \leq 0,1$$

где је:

- $S_{MEL}$  - укупна инсталисана снага мале електране, у [MVA];
- $S_{ng}$  - снага једног генератора, у [MVA];
- $S_{ks}$  - снага трофазног кратког споја (стварна вредност) на месту прикључења на мрежу ЕД, у [MVA];
- $n$  - број генератора у малој електрани;
- $c_{fMEL}$  - коефицијент фликера мале електране са " $n$ " генератора;
- $c_{f1}$  - коефицијент фликера мале електране са једним генератором.

**Коефицијент фликера  $c_f$**  означава особину мале електране да производи фликере. **Вредност коефицијента фликера  $c_f$**  даје произвођач мале електране, односно овлашћена независна институција, посебно за сваки генератор и електрану као целину, на основу атеста о типском испитивању мале електране која има исте или сличне карактеристике као мала електрана која се гради. Након завршене градње мале електране и прикључења на мрежу ЕД, мора мерењем да се потврди да коефицијенти фликера  $c_{f1}$  (појединачно за сваки генератор) и  $c_{fMEL}$  (за целу малу електрану) не прелазе вредности које су гарантоване атестом о испитивању типа. **Мерење се врши у реалним погонским условима, тако да се не узимају у обзир прелазне појаве.**

**Критеријум фликера је задовољен ако је  $c_f \leq 20$ .** Овај услов испуњавају генератори које покрећу: водена, парна или гасна турбине. Код електрана на ветар и соларних електрана је  $c_f > 20$ , а може да има вредност и до 40, па је обавезан доказ (атест) да мала електрана задовољава критеријум фликера дугог трајања:  $A_{fs} \leq 0,1$ , односно доказ да прикључење мале електране на мрежу ЕД неће произвести штетно деловање (види Прилог 1).

5.6 **Критеријум дозвољених струја виших хармоника** се проверава помоћу израза:

$$I_{vhdoz} = I_{vhs} \cdot S_{ks}$$

где је:

- $I_{vhdoz}$  - дозвољена вредност струје вишег хармоника на напонском нивоу генератора, у [A];
- $I_{vhs}$  - вредност струје вишег хармоника која је сведена на снагу кратког споја на месту прикључења на мрежу ЕД, у [A / MVA];
- $S_{ks}$  - снага трофазног кратког споја (стварна вредност) на месту прикључења на мрежу ЕД, у [MVA].

У табели 5.6 дате су **вредности струја виших хармоника сведених на снагу кратког споја на месту прикључења на мрежу ЕД, које не смеју да се прекораче.**

Табела 5.6: Струје виших хармоника сведене на снагу кратког споја

Сведена струја вишег хармоника $I_{vhs}$ [A / MVA] $\Rightarrow$	Редни број вишег хармоника [ v ]							
	5	7	11	13	17	19	23	25
	0,7	0,6	0,5	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2

Ако струја за неки ред  $v$  вишег хармоника прелази дозвољену вредност  $I_{vhdoz}$  добијену прорачуном према параметрима из табеле 5.6, за тај ред вишег хармоника треба прорачунати **напон вишег хармоника  $U_{vh}$** . **Ако напон вишег хармоника износи:  $U_{vh} \leq 0,2\% \cdot U_n$  за 5.-и ред и  $U_{vh} \leq 0,1\% \cdot U_n$  за остале редове виших хармоника из табеле 5.6, критеријум дозвољених струја виших хармоника је задовољен.** У супротном, власник мале електране треба да обезбеди атест о типском испитивању генератора који има исте или

сличне карактеристике као генератор који треба да се угради у малу електрану, или да предузме посебне заштитне мере, као на пример:

- уградња филтра за одговарајући ред вишег хармоника;
- прикључење мале електране у тачки са већом вредношћу снаге кратког споја (прикључење на виши напонски ниво итд.).

Код малих електрана са фреквентним претварачима треба испитати и **штетно деловање мале електране на МТК уређаје** са становишта виших хармоника.

5.7 **Ако се због прикључења мале електране повећа снага (струја) трофазног кратког споја** изнад вредности за коју је димензионисана опрема у мрежи ЕД, треба да се примени једна или више следећих мера:

- ограничење струја кратког споја у малој електрани;
- замена расклопних апарата и/или друге опреме која не испуњава захтеве с обзиром на снаге (струје) кратког споја;
- промена места прикључења на мрежу ЕД, промена параметара прикључног вода итд.

Мале електране инсталисане снаге до 1 MVA не могу да знатније повећају снагу кратког споја у мрежи ЕД, па је **провера критеријума снаге кратког споја обавезна само ако снага мале електране прелази 1 MVA.**

5.8 Уградњом одговарајућих заштитних и других техничких уређаја у малој електрани, **треба обезбедити да прикључење мале електране на мрежу ЕД буде извршено само ако је на свим фазним проводницима присутан напон мреже ЕД.** За прикључење се користи **спојни прекидач** на месту прикључења мале електране (тачка 6.3) или изузетно **генераторски прекидач** код мале електране са једним генератором снаге до 63 kVA, под условом да је то решење усаглашено са надлежном ЕД при издавању електроенергетске сагласности за прикључење мале електране на мрежу ЕД.

а) **За прикључење синхроног генератора на мрежу ЕД,** потребан је уређај који треба да задовољи следеће услове синхронизације:

- разлика напона:  $\Delta U < \pm 10\% \cdot U_n$ ;
- разлика фреквенција:  $\Delta f < \pm 0,5 \text{ Hz}$ ;
- разлика фазног угла:  $\Delta \varphi < \pm 10\%$ .

Синхронизација се врши на генераторском прекидачу.

б) **За прикључење асинхроног генератора на мрежу ЕД,** који се покреће **помоћу погонског агрегата,** потребан је уређај који обезбеђује да се прикључење изведе између 95% и 105% од синхроног броја обртаја, без напона.

**Код самопобудних асинхроних генератора** треба да се испуне сви услови који су предвиђени за синхроне генераторе, тачка 5.8.а.

в) **Прикључење на мрежу ЕД мале електране са претварачима** је дозвољено само када на овим уређајима нема напона. Код мале електране која је способна и за острвски рад, треба да се испуне сви услови који су предвиђени за синхроне генераторе, тачка 5.8.а.

## 6 ОСНОВНИ ТЕХНИЧКИ ЗАХТЕВИ ЗА ИЗВОЂЕЊЕ ПРИКЉУЧКА МАЛЕ ЕЛЕКТРАНЕ

6.1 **Прикључак мале електране** служи за повезивање места прикључења мале електране са местом прикључења на мрежу ЕД. Помоћу прикључка врши се **уклапање мале електране у мрежу ЕД, у складу са основним принципима обликовања електродистрибутивне мреже** одређеног напонског нивоа, поглавље 8 у ТП-14а и ТП-14б.

Мала електрана се повезује са мрежом ЕД само преко једног прикључка.

Прикључак мале електране је трофазни.

Прикључак мале електране се димензионише и изводи према називном напону мреже и максималном једновременом оптерећењу мале електране.

**Прикључак мале електране се састоји од:**

- прикључног вода, тачка 6.2;
- расклопних апарата и друге опреме на месту прикључења мале електране, тачка 6.3;
- расклопних апарата и друге опреме на месту прикључења на мрежу ЕД, тачка 6.4;
- опреме и уређаја за мерно место, тачка 7.

6.2 **Прикључни вод** може да буде кабловски или надземни.

а) **Кабловски вод:** избор типа кабла, полагање, спајање и дозвољено струјно оптерећење кабловског вода врши се **према ТП-3.**

- Тип НН кабла: PP00-ASJ или XP00-ASJ.
- Тип СН кабла: ХНЕ 49-А.

СН кабл типа ХНЕ 49-А користи се и за извођење кабловског прикључка СН расклопног постројења на надземни прикључни вод са алучеличним или слабоизолованим проводницима.

б) **Надземни вод:** избор врсте (типа) надземног вода, монтажа, спајање и дозвољено струјно оптерећење надземног вода врши се **према ТП-8, ТП-10 и ТП-14.**

- За извођење надземног НН прикључка користи се искључиво НН СКС типа Х00/О-А.
- За извођење надземног СН прикључка може да се користи:
  - СН СКС типа ХНЕ 48/О-А;
  - СН надземни вод изведен алучеличним проводницима;
  - СН надземни вод изведен слабоизолованим проводницима.

6.3 **Расклопни апарати, мерна, заштитна и друга опрема на месту прикључења мале електране** су елементи расклопне апаратуре у изводном пољу (ћелији) прикључног вода у **објекту мале електране.**

**Главни елементи** овог дела расклопне апаратуре су:

- прекидач (спојни прекидач);
- мерни трансформатори за напајање заштите (тачка 8), као и за мерење (поглавље 7) предате и примљене електричне енергије ако је предвиђено мерење у малој електрани.

Ова опрема мора у сваком моменту да буде приступачна за овлашћеног представника надлежне ЕД.

- а) **Прекидач (спојни прекидач)** служи за:
- спајање (повезивање) мале електране са мрежом ЕД;
  - аутоматско одвајање мале електране од мреже ЕД због кварова и поремећаја у мрежи ЕД (кратак спој, земљоспој, промена напона и/или промена фреквенције), деловањем системске заштите (тачка 8.2) или заштите прикључног вода (тачка 8.3);
  - одвајање мале електране од мреже ЕД због извођења радова, ремонта, преласка на острвски рад мале електране итд.
- а.1) **Техничке карактеристике СН прекидача (IEC 56):**
- **Врста прекидача и средство за гашење електричног лука:** вакуумски или SF<sub>6</sub>.
  - **Назначена струја:** најмање 630 А.
  - **Назначена симетрична струја (снага) прекидања:**
    - прекидач 10 kV: најмање 20 kA (350 MVA);
    - прекидач 20 kV: најмање 20 kA (700 MVA);
    - прекидач 35 kV: најмање 16,5 kA (1000 MVA).
- а.2) **Техничке карактеристике НН прекидача (JUS IEC 947-2):**
- **Назначени напон:** 400 V.
  - **Назначена трајна струја:**
    - 250 А за снагу мале електране до 100 kVA;
    - 500 А за снагу мале електране 160 kVA или 250 kVA;
    - 800 А за снагу мале електране 400 kVA.
  - **Окидачи:**
    - напонски: за аутоматско одвајање расклопне апаратуре мале електране од мреже ЕД деловањем системске заштите у малог електрани, тачка 8.2;
    - струјни: краткоспојни (електромагнетни) и термички, као заштита НН прикључног вода, тачка 8.3.б.
- б) **Мерни трансформатори (IEC 185):**
- б.1) **Техничке карактеристике СН струјних трансформатора:**
- **Назначени однос трансформације:**
    - назначена струја примарног намотаја: према снази мале електране;
    - назначена струја секундарних намотаја: 5 А.
  - **Оптерећење:**
    - I мерни намотај: снага 15 VA, класа 0,5 Fs ≤ 5;
    - II заштитни намотај: снага 15 VA, класа 5P 10.
- б.2) **Техничке карактеристике НН струјних трансформатора:**
- **Назначени напон:** 400 V.
  - **Назначени однос трансформације:**
    - назначена струја примарног намотаја: према снази мале електране;
    - назначена струја секундарног намотаја: 5 А.

- **Оптерећење:** снага 15 VA, класа 0,5 Fs ≤ 5;
- 6.3) **Техничке карактеристике СН напонских трансформатора:**
- **Назначени преносни однос:**  $\frac{10 (20, 35)}{\sqrt{3}} / \frac{0,1}{\sqrt{3}} / \frac{0,1}{3} \text{ kV} .$
  - **Оптерећење:**
    - I мерни намотај: снага 20 VA, класа 0,5;
    - II заштитни намотај: снага 90 VA, класа 1/3P.
- 6.4) **Расклопни апарати, мерна, заштитна и друга опрема на месту прикључења на мрежу ЕД су елементи расклопне апаратуре у дистрибутивној ТС или на мрежи ЕД, у изводном пољу (ћелији) прикључног вода за малу електрану.**
- а) Ако се **прикључак мале електране на СН мрежу ЕД** изводи преко сабирница "X" kV у дистрибутивној ТС 110/X kV (X = 35 kV, 20 kV, 10 kV) или ТС 35/10 kV (сл.13.4), садржај и карактеристике опреме у изводној ћелији за малу електрану (прекидач, заштитни уређаји итд.) су исти као и за друге изводне ћелије у ТС, с тим што се у изводној ћелији за малу електрану налази и мерно место, тако да се мерни уређаји бирају према тачки 7, а мерни трансформатори према тачки 6.3.6. Мерна група (мерни слог), тачка 7,3, монтира се у одељак за нисконапонску опрему изводне ћелије расклопне апаратуре (ТП-12).
- б) Ако се **прикључак мале електране на СН мрежу ЕД** изводи преко сабирница 10(20) kV у дистрибутивној ТС 10(20)/0,4 kV (сл.13.3), изводна ћелија 10(20) kV за малу електрану је саставни део префабрикованог SF<sub>6</sub> расклопног блока у коме троположајни расклопни апарат обједињује функцију склопке-растављача и земљоспојника (ТП-1а).
- в) Ако се **прикључак мале електране на НН мрежу ЕД** изводи преко сабирница 0,4 kV у дистрибутивној ТС 10(20)/0,4 kV (сл.13.1), или преко разводног ормана у НН мрежи, изводно поље за малу електрану се опрема високоучинским осигурачима, или склопком-растављачем са високоучинским осигурачима, или са прекидачем.
- г) Изузетно, **надлежна ЕД може да одобри да се мала електрана директно (круто) прикључи на СН или НН мрежу ЕД**, и то:
- **на мрежу 10 kV или 20 kV:** мала електрана инсталисане снаге до 160 kVA, под условом да се прикључак на надземну мрежу 10 kV (20 kV) изведе преко склопке-растављача на стубу (ТП-2б), сл.13.2.
  - **на НН мрежу ЕД:** мала електрана инсталисане снаге до 63 kVA, ако дужина прикључног НН вода не прелази 100 m.

## 7 ТЕХНИЧКИ ЗАХТЕВИ ЗА МЕРНО МЕСТО

7.1 **Мерно место** је место које служи за мерење електричне енергије коју мала електрана предаје у мрежу ЕД и електричне енергије коју мала електрана преузима из мреже ЕД (примопредаја електричне енергије).

**Локацију мерног места, садржај опреме** (бројила, управљачки уређаји, мерни трансформатори) **одређује надлежна ЕД** при издавању електроенергетске сагласности за прикључење мале електране на мрежу ЕД, у складу са Одлуком о општим условима за испоруку електричне енергије, Одлуком о тарифном систему за продају електричне енергије и начином извођења прикључка мале електране на мрежу ЕД (тачка 6.4):

- **ако се мала електрана прикључује на СН мрежу ЕД, мерно место се налази:**
  - **у објекту мреже ЕД** ако се прикључак на мрежу ЕД изводи према тачки 6.4.а;
  - **у објекту мреже ЕД** ако се прикључак на мрежу ЕД изводи према тачки 6.4.б, али надлежна ЕД може за малу електрану инсталисане снаге до 250 kVA да одобри да мерно место буде у објекту мале електране;
  - **у објекту мале електране** (на месту прикључења мале електране) ако се прикључак на СН мрежу ЕД изводи према тачки 6.4.г.
- **ако се мала електрана прикључује директно на НН мрежу ЕД** према тачки 6.4.г, **мерно место је у објекту мале електране**, тачка 7.5.

7.2 **Садржај опреме мерног места:**

- **мерна група (мерни слог)** која мери активну енергију и реактивну енергију коју мала електрана предаје у мрежу ЕД, а блокира регистровање у супротном смеру, заједно са управљачким уређајем, тачка 7.3;
- **мерна група (мерни слог)** која мери активну енергију, активну снагу и реактивну енергију коју мала електрана преузима из мреже ЕД, а блокира регистровање у супротном смеру, заједно са управљачким уређајем, тачка 7.3;
- **мерни трансформатори**, тачка 6.3.б.

**Бројила, управљачки уређаји** (МТК пријемник, РТК пријемник, електронски уклопни сат) **и мерни трансформатори треба да испуњавају следеће посебне захтеве:**

- да су класе тачности у складу са метролошким условима;
- да имају атест о типском испитивању од стране Савезног завода за мере и драгоцене метале, као и да су коадно испитани и подешени (жиг о баждарењу);
- да су осведоченог квалитета.

### 7.3 Саставни елементи мерне групе (мерног слога):

#### а) Електронско (дигитално) бројило активне енергије:

- назначени напон код полуиндиректног мерења: 3x230/400 V;
- назначени напон код индиректног мерења: 3x100 V;
- назначена струја: 5 A;
- класа тачности:  $\leq 1$ ;
- број тарифа: најмање две;
- приказ величина: LC дисплеј;
- импулсни излази: најмање два - један оптички и један електрични (на утичници);
- максимална снага: бројило мери, региструје и приказује максималну средњу снагу у складу са Тарифним системом за продају електричне енергије, за најмање две тарифе;
- заптивеност кућишта: према IEC 529;
- посебни захтеви:
  - на натписну плочицу се утискује VAR код;
  - блокирано мерење у супротном смеру.

#### б) Електронско (дигитално) бројило реактивне енергије:

- назначени напон код полуиндиректног мерења: 3x230/400 V;
- назначени напон код индиректног мерења: 3x100 V;
- назначена струја: 5 A;
- класа тачности:  $\leq 3$ ;
- број тарифа: најмање две;
- приказ величина: LC дисплеј;
- импулсни излази: најмање два - један оптички и један електрични (на утичници);
- заптивеност кућишта: према IEC 529.
- посебни захтеви:
  - на натписну плочицу се утискује VAR код;
  - блокирано мерење у супротном смеру.

#### в) Управљачки уређај мерне групе (МТК, РТК, уклопни сат):

- назначени напон код полуиндиректног мерења: 230 V;
- назначени напон код индиректног мерења: 100 V;
- остали захтеви: према намени управљачког уређаја.

#### г) Функцију комплетне мерне групе (мерног слога) може да оствари и микропроцесорско вишефункционално бројило, у коме су интегрисане функције предвиђене тачкама 7.3.а, 7.3.б и 7.3.в (два бројила или једно бројило за два смера регистравања енергије и снаге).

### 7.4 Техничке карактеристике мерних трансформатора дате су у тачки 6.3.б. У секундарна струјна кола мерних трансформатора не сме да буде прикључен ни један инструмент или уређај, осим бројила која се међусобно редно повезују. У случају коришћења индиректног мерења, показни амперметри се прикључују преко заштитног намотаја секундара струјних трансформатора.

### 7.5 Посебни захтеви за извођење мерног места за полуиндиректно мерење у објекту мале електране:

Ако се мала електрана прикључује директно на НН мрежу ЕД, место мерења се налази у објекту мале електране као део расклопне апаратуре у оквиру изводног поља (ћелије) прикључног НН вода.

Примењује се **полуиндиректно мерење**, када су мерни уређаји прикључени преко НН струјних трансформатора. Мерни уређаји и струјни трансформатори се монтирају у **мерно разводни орман (МРО), који се састоји од прикључног и мерног простора.**

**МРО** се монтира у зид или на зид, постављен на приступачном и осветљеном месту. **Кућиште МРО-а** израђује се од челичног лима дебљине 1,5 mm, алуминијума или неког синтетичког материјала који има потребну механичку чврстоћу.

На вратима МРО-а, у висини LC дисплеја бројила, налази се отвор са провидним (сигурносним) стаклом за читавање бројила.

#### Садржај опреме у прикључном (доњем) простору МРО-а:

- три струјна трансформатора, чије карактеристике су дате у тачки 6.3.6.2;
- три прекидача назначене струје 6 А за напонска кола бројила;
- редне стезалке за проводнике пресека 16 mm<sup>2</sup>.

**Прикључни простор МРО-а мора да има посебан поклопац** од челичног лима дебљине 1,5 mm, **са могућношћу пломбирања на два дијагонална завртња**, тако да је приступ струјним трансформаторима и осталој опреми унутар прикључног простора могућ само после демонтаже поклопца.

#### Садржај опреме у мерном (горњем) простору МРО-а:

- микропроцесорско тросистемско вишефункционално бројило које мери активну енергију и реактивну енергију коју мала електрана предаје у мрежу ЕД, а блокира регистровање у супротном смеру, назначеног напона 3 x 230/400 V, назначене струје 5 А, са интегрисаном функцијом управљачког уређаја;
- микропроцесорско тросистемско вишефункционално бројило које мери активну енергију, активну снагу и реактивну енергију коју мала електрана преузима из мреже ЕД, а блокира регистровање у супротном смеру, назначеног напона 3 x 230/400 V, назначене струје 5 А, са интегрисаном функцијом управљачког уређаја.

### 7.6 Ако се мерно место налази у објекту мале електране, надлежна ЕД има право на надокнаду трошкова због губитака електричне енергије у прикључном воду између места мерења и тачке напајања мреже ЕД.

Количина изгубљене електричне енергије прорачунава се и споразумно утврђује на основу максималне средње снаге коју мала електрана предаје у мрежу ЕД и параметара прикључног вода (дужина, тип и пресек вода).

## 8 ЗАШТИТА ГЕНЕРАТОРА И ПРИКЉУЧНОГ ВОДА МАЛЕ ЕЛЕКТРАНЕ

8.1 Овом препоруком се утврђују **основни захтеви за избор уређаја за заштиту генератора и елемената расклопне апаратуре мале електране** од могућих хаварија и оштећења услед кварова и поремећаја у мрежи ЕД (кратак спој, земљоспој, промена напона и/или промена фреквенције), у условима паралелног рада.

**Обухваћене су следеће заштите:**

- **системска заштита**, тачка 8.2;
- **заштита прикључног вода**, тачка 8.3.

**Деловањем ових заштита, мора на спојном прекидачу да се аутоматски прекине паралелан рад генератора са мрежом ЕД и изврши хаваријско заустављање генератора** (брзо разбуђивање и брзо заустављање), уколико није предвиђен аутоматски прелазак мале електране у острвски рад.

Овом препоруком **нису обухваћене следеће заштите:**

- заштита од унутрашњих кварова генератора;
- заштита турбине;
- заштита енергетских трансформатора у малој електрани;
- заштита од атмосферских пренапона у малој електрани;
- заштита од кварова (кратак спој, земљоспој) на елементима расклопне апаратуре и у електричним инсталацијама мале електране.

8.2 **Системска заштита** се састоји од:

- **напонске заштите**, која реагује на поремећај равнотеже између производње и потрошње реактивне енергије;
- **фреквентне заштите**, која реагује на поремећај равнотеже између производње и потрошње активне енергије.

а) **Напонска заштита** се састоји од:

- **наднапонске заштите ( $U>$ )** коју чини трофазни напонски реле најмањег опсега подешавања  $(0,9 - 1,2) \cdot U_{ng}$ , која реагује са временском задршком најмањег опсега подешавања  $(0,2 - 3) s$ ;
- **поднапонске заштите ( $U<$ )** коју чини трофазни напонски реле најмањег опсега подешавања  $(1,0 - 0,7) \cdot U_{ng}$ , која реагује са временском задршком најмањег опсега подешавања  $(0,2 - 3) s$ .

б) **Фреквентна заштита** се састоји од:

- **надфреквентне заштите ( $f>$ )** коју чини монофазни фреквентни реле најмањег опсега подешавања  $(49 - 52) Hz$ , која реагује са временском задршком најмањег опсега подешавања  $(0,2 - 3) s$ ;
- **подфреквентне заштите ( $f<$ )** коју чини монофазни фреквентни реле најмањег опсега подешавања  $(51 - 48) Hz$ , која реагује са временском задршком најмањег опсега подешавања  $(0,2 - 3) s$ .

**Фреквентни реле** треба да буде са функцијом брзине промене фреквенције у интервалу  $10 mHz$ .

Обе заштите могу да буду реализоване преко једног уређаја (релеа) који испуњава претходне захтеве ( $f>$  и  $f<$ ).

Фреквентна заштита може да се реализује и тако да се ова функција интегриса са неком другом заштитом или функцијом, на пример: са заштитом прикључног вода, у оквиру функције управљања инвертора код генератора који су прикључени преко инвертора итд.

### 8.3 Заштита прикључног вода:

- а) **Заштита СН прикључног вода** је прекострујна и земљоспојна, изведена према ТП-4а1.

**Заштита СН прикључног вода у малој електрани** је прекострујна и изводи се према тачки 8.3.а.1,

**Заштита СН прикључног вода у расклопном постројењу мреже ЕД** је прекострујна (тачка 8.3.а.1) и земљоспојна (тачка 8.3.а.2), ако се прикључак изводи према тачки 6.4.а.

- а.1) **Прекострујна заштита је трофазна** максимална струјна временски независна **заштита**, која реагује:

- **са временском задршком** при струјним оптерећењима која прелазе вредности дозвољених струјних оптерећења прикључног вода (ТП-14а) - **прекострујна заштита  $I>$** ;
- **тренутно** при блиским кратким спојевима - **краткоспојна заштита  $I>>$** .

**Мерни релеи прекострујне заштите су за назначену струју 5 А и за најмањи опсег подешавања:**

- (3 - 9) А за прекострујну заштиту  $I>$ ;
- (20 - 50) А за краткоспојну заштиту  $I>>$ .

**Најмањи опсег подешавања временске задршке прекострујне заштите  $I>$**  треба да буде (0,2 - 3) s.

- а.2) **Земљоспојна заштита је хомополарна заштита**, чије извођење зависи од начина уземљења неутралне тачке СН мреже (ТП-6):

- **ако је неутрална тачка СН мреже уземљена преко нискоомске импедансе**, примењује се монофазна максимална струјна временски независна заштита  $I_0>$ , чији мерни реле је за назначену струју  $I_n = 5$  А, најмањег опсега подешавања (0,5 - 2,5) А. Заштита треба да реагује са временском задршком најмањег опсега подешавања (0,2 - 3) s.
- **ако је неутрална тачка СН мреже изолована**, земљоспојна заштита зависи од величине капацитивне струје земљоспоја галвански повезане мреже и изводи се према тачки 1.4 ТП-4а1.

- б) **Заштита НН прикључног вода у малој електрани:** прекострујна, преко краткоспојног (електромагнетног) и термичког окидача НН прекидача, тачка 6.3.а.2.

- 8.4 У малој електрани се користе **микропроцесорски (дигитални) заштитни уређаји**, као самостални релеи или у оквиру система интегрисане заштите и управљања мале електране. Међутим, **сва заштитна опрема мора да ради независно од рада система управљања и система комуникације у оквиру мале електране.**

**Дозвољена је примена и класичних заштитних уређаја** (статичких или електромеханичких релеа).

**8.5 Микропроцесорски заштитни уређај (реле) мора да:**

- буде неосетљив на прелазне режиме;
- има висок ниво самодиагностике, али квар у заштитном уређају не сме да изазове прораду заштите;
- има уграђену функцију регистровања и памћења најмање три догађаја (квара);
- има могућност испитивања и подешавања преко тастатуре и дисплеја на уређају, као и преко преносног рачунара и серијског прикључка;
- има метално кућиште осигурано од продора прашине и влаге IP 51 (IEC 529).

У просторијама у којима се налазе уређаји заштите, температура не сме да буде мања од + 5°C и мора да се спречи кондензација влаге (IEC 57).

**8.6 Посебни технички захтеви код примене аутоматског поновног укључења (АПУ) у мрежи ЕД:**

На изводима надземних и мешовитих водова "X" kV (X = 35 kV, 20 kV, и 10 kV) у ТС 110/X kV и ТС 35/10 kV уобичајено се користи трополно аутоматско поновно укључења (АПУ) прекидача са два покушаја (ТП-4в): у првом покушају брзо **АПУ са безнапонском паузом 1 s**, а у другом покушају споро АПУ са безнапонском паузом преко 15 s.

Уколико се мала електрана прикључује на такве водове, односно постројења, морају да се предузму мере да се искључи могућност прикључења мале електране на повратни напон мреже ЕД без синхронизма, на пример: блокадом рада АПУ-а све док на прикључном воду за малу електрану има напона, коришћењем АПУ-а са једним покушајем - примена "аутоматског уклопничара" са безнапонском паузом 10 s итд.

**8.7 Испитивања заштитних уређаја** врше се према стандарду IEC 255.

**Испитивања се врше код произвођача и на објекту** (у малој електрани).

**Код произвођача се врше типска и комадна испитивања**, о чему се прилажу одговарајући атести и пратећа документација о доказу квалитета.

**На објекту (у малој електрани) врши се провера функција комплетне заштите, аутоматике и управљања.** Врши се примарно испитивање (заједно са мерним трансформаторима) и секундарно испитивање (само заштитни уређаји, са пробом деловања на искључење спојног и/или генераторског прекидача).

**Примарно испитивање заштите** обавезно се врши пре првог прикључења мале електране на мрежу ЕД. Примарно испитивање заштите може по потреби да се врши и у експлоатацији, на пример после замене струјног трансформатора. **Секундарно испитивање заштите** врши се најмање једанпут годишње.

**О резултатима испитивања и подешавања заштитних уређаја ради се одговарајући документ (протокол).**

## 9 КОМПЕНЗАЦИЈА РЕАКТИВНЕ ЕНЕРГИЈЕ У МАЛОЈ ЕЛЕКТРАНИ

9.1 **Фактор снаге мале електране** у односу на мрежу ЕД, и у режиму предаје и у режиму пријема електричне енергије, треба да износи:  $\cos\varphi \geq 0,95$ . За одржавање захтеване вредности фактора снаге **неопходна је уградња кондензаторских батерија**, чији се капацитет бира тако да ни у једном погонском случају **не сме да дође до самопобуђивања генератора**.

Помоћу одговарајуће пројектне документације ће се за сваки конкретан случај одабрати **појединачна, групна или централна компензација реактивне енергије**.

9.2 За **димензионисање постројења за компензацију реактивне снаге** (енергије) треба узети у обзир:

- реактивну енергију потребну за рад генератора;
- реактивну енергију потребну за потрошаче мале електране када генератори раде и када нису у погону;
- штетно дејство (могућност појаве виших хармоника).

**Код мале електране са великим колебањима погонске снаге (случај електране на ветар), обавезна је примена аутоматске регулације фактора снаге.**

У случају примене аутоматске регулације фактора снаге мале електране, **регулациони ниво аутоматске компензације** може, у договору са надлежном ЕД, да се подеси и на  $\cos\varphi \approx 1$ , при чему одређени **део кондензатора може трајно да буде прикључен на мрежу ЕД**, ако су додатно испуњени следећи услови:

- мала електрана је прикључена на СН мрежу ЕД (10 kV, 20 kV или 35 kV) преко ЕТ-а 0,42/10 (20, 35) kV, на чију ниженапонску страну (0,4 kV) су прикључени кондензатори за компензацију реактивне снаге;
- укупна снага трајно прикључених кондензатора (изван аутоматске компензације) не прелази 10% вредности назначене снаге ЕТ-а (уз посебну сагласност надлежне ЕД, ова вредност може да износи и 15%).

9.3 **Реактивна снага потребна за рад асинхроног генератора или малих електрана које раде преко мрежно вођених инвертора**, износи приближно 50% предате привидне снаге, и ова снага мора да се обезбеди из кондензаторских батерија. Ови кондензатори не смеју да се укључе пре него што се асинхрони генератор прикључи на мрежу, и морају галвански да се одвоје од генератора пре него што се он искључи, да би се избегло самопобуђивање.

9.4 **Реактивна снага потребна за рад синхроног генератора** бира се у зависности од карактера оптерећења и величине погонске снаге, па је довољна константна побуда или се користи аутоматски регулатор фактора снаге.

## 10 ДОКУМЕНТАЦИЈА И ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТСКА САГЛАСНОСТ ЗА ПРИКЉУЧЕЊЕ МАЛЕ ЕЛЕКТРАНЕ НА МРЕЖУ ЕД

10.1 У складу са Законом о електропривреди и са Одлуком о општим условима за испоруку електричне енергије, **власник мале електране - инвеститор треба:**

- **да прибави следећа документа:**
  - електроенергетску сагласност за прикључење мале електране на мрежу ЕД;
  - одобрење за употребу објекта;
- **да испуни техничке услове за израду техничке (пројектне) документације за градњу.**

**Електроенергетска сагласност** садржи електроенергетске и техничке услове за прикључење мале електране на мрежу ЕД.

**Електроенергетски услови** одређују напон места прикључења (тачке напајања), инсталисану снагу мале електране и максималну једновремену снагу која може да се преузме из мреже ЕД.

**Технички услови** утврђују врсту, начин и места прикључења (место прикључења мале електране и место прикључења на мрежу ЕД) у складу са прописима, стандардима и нормама квалитета.

**Технички услови за израду техничке (пројектне) документације за градњу објекта** детаљније и конкретније одређују техничке услове из електроенергетске сагласности.

10.2 **Редослед активности до прикључења мале електране на мрежу ЕД** (види Прилог 2):

а) Власник мале електране - инвеститор на одговарајућем обрасцу ЕД подноси **Захтев за издавање електроенергетске сагласности** за прикључење мале електране на мрежу ЕД и уз овај Захтев надлежној ЕД предаје следећа документа:

- ситуациони план (катастарски план) са учртаним објектима мале електране;
- извод из техничке документације мале електране: технички извештај, једнополна шема, основни подаци о месту прикључења мале електране и месту прикључења на мрежу ЕД, подаци о енергетским трансформаторима у малој електрани, опис основних уређаја системске заштите и заштите прикључног вода;
- опис врсте и начина рада погонских машина, генератора, претварача;
- повећање струје кратког споја на месту прикључења на мрежу ЕД, уколико снага мале електране прелази 1 MVA;
- протокол (атест) о очекиваним струјама виших хармоника претварача;
- протокол (атест) о очекиваном деловању електране на ветар на мрежу ЕД;
- доказ о регулисаним имовинско-правним односима.

б) Надлежни орган ЕД у року од 30 дана од подношења Захтева доноси **Решење о електроенергетској сагласност**, ако на лока-

цији на коју треба да се изгради мала електрана постоје изграђени електроенергетски објекти који имају техничке могућности за прикључење и паралелан рад мале електране и мреже ЕД.

**Електроенергетска сагласност важи две године**, и престаје да важи ако у том року није започета градња мале електране.

- в) **Након завршетка изградње мале електране**, мерног места и расклопне апаратуре у објекту, као и прикључног вода, власник мале електране - инвеститор на одговарајућем обрасцу ЕД подноси **Захтев за прикључење мале електране на мрежу ЕД**.

Као доказ да су сви електроенергетски објекти и електричне инсталације у малој електрани и на прикључном воду изведене квалитетно и у складу са техничким прописима и стандардима, власник мале електране - инвеститор уз Захтев за прикључење прилаже:

- **одобрење за употребу објекта;**
- **извештај (стручни налаз) овлашћене институције да прикључење мале електране неће имати штетно деловање на мрежу ЕД.**

Надлежни орган ЕД врши **Технички преглед прикључка мале електране на мрежу ЕД и мерног места** и на посебном обрасцу ЕД потврђује да су ови електроенергетски објекти изведени према техничким условима из електроенергетске сагласности.

На основу претходних докумената, **надлежни орган ЕД:**

- **склапа са власником мале електране** - инвеститором **Уговор о паралелном раду мале електране са мрежом ЕД**, којим се утврђују: услови прикључења, начин паралелног рада, начин преласка мале електране у острвски рад (ако је предвиђен пројектном документацијом), мере заштите на раду у нормалним погонским условима и у хаваријским условима, начин ревизије и одржавања прикључног вода (заједно се заштитним и мерним уређајима и расклопним апаратима), начин међусобног обавештавања о сметњама и кваровима у малој електрани, односно мрежи ЕД, као и одговорност у случају неиспуњавања уговорних обавеза;
- **склапа са власником мале електране** - инвеститором **Уговор о испоруци (примопредаји) електричне енергије;**
- издаје **Налог за прикључење мале електране на мрежу ЕД**, које мора да се изврши најкасније за 15 дана након потписивања Уговора о паралелном раду мале електране са мрежом ЕД и Уговора о испоруци електричне енергије.

## 11 ПРВО ПРИКЉУЧЕЊЕ МАЛЕ ЕЛЕКТРАНЕ НА МРЕЖУ ЕД

11.1 **Прво прикључење мале електране на мрежу ЕД** врши се када су испуњени сви услови из тачке 10.2.в.

**Прво прикључење мале електране на мрежу ЕД врши се у присуству власника мале електране - инвеститора, овлашћеног представника надлежне ЕД и главног извођача радова.**

**Непосредно пре првог прикључења мале електране на мрежу ЕД, врши се:**

- визуелни преглед објекта мале електране, погонских уређаја, генератора и расклопног постројења;
- упоређење пројектне документације са изведеним радовима у делу који је предмет ове препоруке и односи се на паралелан рад мале електране и мреже ЕД;
- приступачност спојном прекидачу и мерном месту;
- провера заштитних уређаја у малој електрани: системске заштите према тачки 8.2 и заштите прикључног вода према тачки 8.3;
- провера исправности прикључка мале електране, укључујући проверу заштитних и мерних уређаја, као и расклопних апарата на месту прикључења на мрежу ЕД.

11.2 **Испитивање заштитних уређаја код првог прикључења** мале електране на мрежу ЕД врши се у реалним условима, као примарно испитивање (заједно са мерним трансформаторима) и секундарно испитивање, са пробом деловања на искључење спојног прекидача.

На крају се врши **провера функционисања уређаја за синхронизацију (ручну и/или аутоматску) и других уређаја који омогућају безбедно прикључење генератора на мрежу ЕД**, тачка 5.8. У оквиру ових испитивања и проба, обавезно се симулира и проверава:

- испад трофазног напона у мрежи ЕД;
- понашање заштитних и осталих уређаја у малој електрани за случај примене АПУ-а;
- ако у малој електрани има више генератора: редослед укључења на мрежу ЕД и утврђивање најмање временске задршке до прикључења наредног генератора (тачка 5.4);
- функционисање постројења за компензацију реактивне енергије у зависности од типа генератора и осталих потреба за реактивном енергијом у малој електрани.

11.3 **О извршеним испитивањима и пробама функционисања сачињава се посебан документ (протокол).**

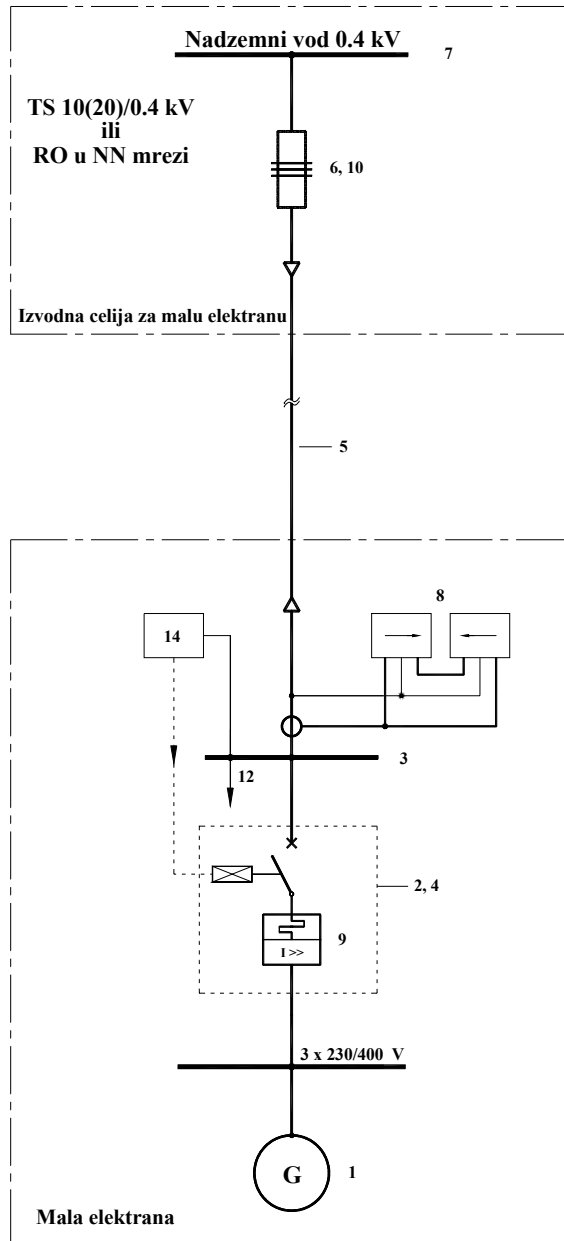
## 12 ПОГОН

- 12.1 **Власник мале електране** мора уређаје који су потребни за паралелан рад са мрежом ЕД да редовно одржава и да повремено контролише исправност функционисања спојног прекидача и заштитних уређаја. Рокови за обављање појединих радова не могу да буду дужи од рокова које прописује Правилник о техничким нормативима за погон и одржавање електроенергетских постројења и водова (Сл. лист СРЈ бр. 41/93).  
Резултати испитивања се уносе у посебан протокол. Овај протокол приказује хронолошки спроведена испитивања и служи као доказ о редовно надгледаном погону.  
**Овлашћени представник ЕД** може у свако доба да тражи резултате испитивања системске заштите и заштите прикључног вода у малој електрани, а када то погонски услови мреже захтевају може да тражи и промену подешења заштита.
- 12.2 **Мала електрана мора де се одвоји од мреже ЕД за случај кварова и поремећаја у мрежи.**  
**Мала електрана сме да се поново прикључи на мрежу ЕД тек када се испуне услови за прикључење** (тачка 5.8) **и несметан паралелан рад.** Код мале електране са више генератора, прикључење наредног генератора може да се изведе најмање два минута после прикључења претходног генератора.  
**ЕД има право да у случају опасности и сметњи тренутно одвоји малу електрану од мреже ЕД.** О таквом искључењу, као и о искључењима мале електране ради обављања радова (ревизија, ремонт итд.) у мрежи, власник мале електране се правовремено обавештава.
- 12.3 Овлашћеном представнику ЕД-а, у договору са власником мале електране, мора у свако време да буде омогућен **приступ расклопним апаратима, заштитним и мерним уређајима**, о чему ће да се закључи одговарајући уговор о погону, тачка 10.2.в.
- 12.4 **Контрола исправности развода једносмерног напона у малој електрани** од изузетне је важности за поуздан рад мале електране и спречавање појава тешких хаварија.  
Појава ненормалних стања у разводу једносмерног напона мора да се благовремено сигналише, а кварови морају да се отклоне са првим степеном приоритета.  
**У случају нестанка једносмерног напона акумулаторске батерије за напајање заштитних уређаја и расклопних апарата у малој електрани, треба да дође до аутоматског нормалног заустављања генератора:** растерећење генератора, прекид паралелног рада мале електране са мрежом ЕД искључењем спојног прекидача, разбуђивање и заустављање.
- 12.5 Надлежна ЕД и власник мале електране треба узајамно да се обавештавају о битним изменама у својој мрежи, односно постројењу, које имају утицај на паралелни рад, као што су: замена заштитних уређаја и/или расклопних апарата, измене на уређајима за компензацију реактивне снаге итд.

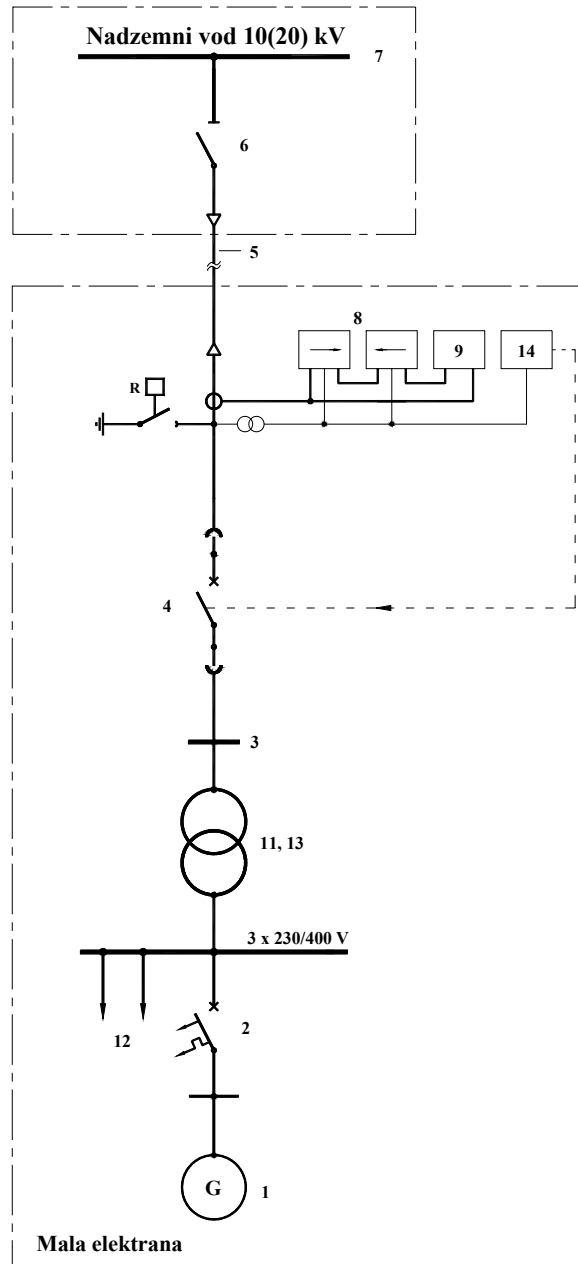
**13 ШЕМЕ ПРИКЉУЧЕЊА МАЛЕ ЕЛЕКТРАНЕ НА МРЕЖУ ЕД**

Овде се даје неколико примера прикључења мале електране са једним или више генератора на мрежу ЕД, и то:

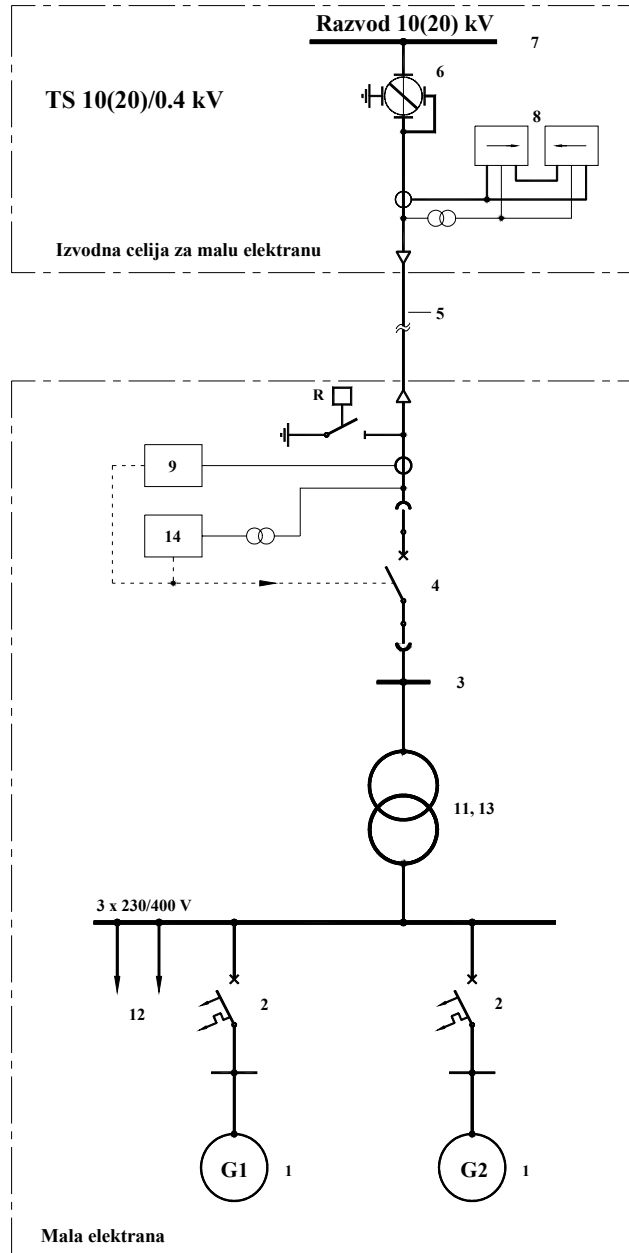
- 1 На сл.13.1 дата је шема прикључења мале електране укупне снаге до 63 kVA на НН разводно чвориште у мрежи ЕД;
- 2 На сл.13.2 дата је шема прикључења мале електране укупне снаге до 160 kVA, са генератором назначеног напона  $U_{ng} = 0,42 \text{ kV}$ , на надземни дистрибутивни вод 10(20) kV;
- 3 На сл.13.3 дата је шема прикључења мале електране са два генератора назначеног напона  $U_{ng} = 0,42 \text{ kV}$ , на развод 10(20) kV у дистрибутивној ТС 10(20)/0,4 kV;
- 4 На сл.13.4 дата је шема прикључења мале електране са више генератора назначеног напона  $U_{ng} = 3,15 \text{ kV}$ , на сабирнице 35 kV (10 kV, 20 kV) у дистрибутивној ТС 110/X (X = 35 kV, 20 kV, 10 kV) или ТС 35/10 kV.



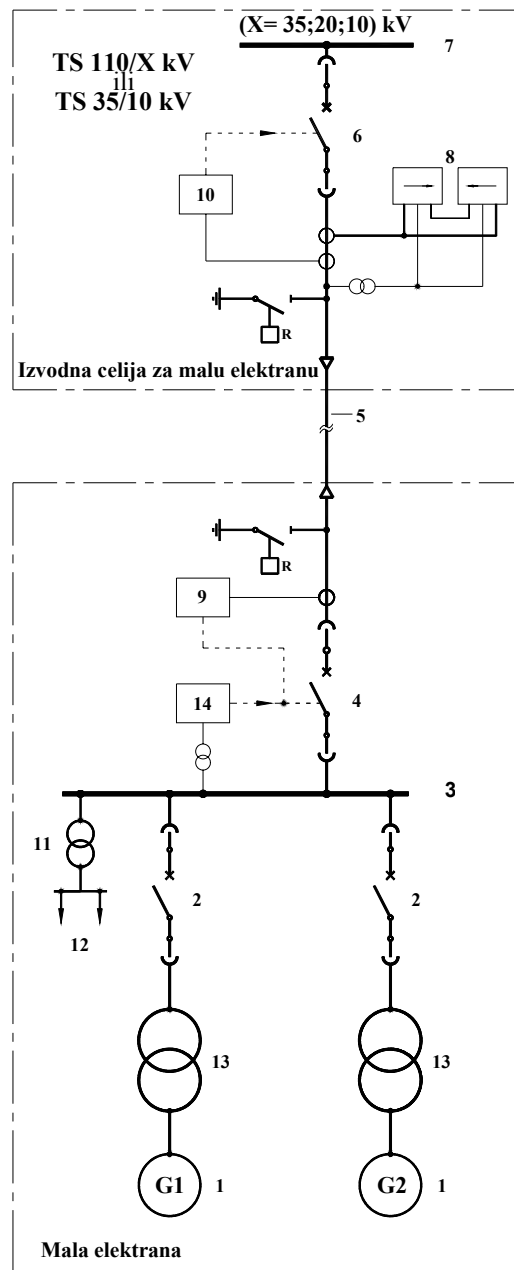
Сл.13.1: Прикључење мале електране снаге до 63 kVA на НН мрежу



Сл.13.2: Прикључење мале електране снаге до 160 kVA на надземни вод 10(20) kV



Сл.13.3: Прикључење мале електране на развод 10(20) kV у ТС 10(20)/0,4 kV



Сл.13.4: Прикључење мале електране на ТС 110/X kV или 35/10 kV

**Легенда за слике13:**

1 генератор; 2 генераторски прекидач; 3 место прикључења мале електране; 4 спојни прекидач; 5 прикључни вод; 6 расклопни апарат на месту прикључења на мрежу ЕД; 7 место прикључења на мрежу ЕД; 8 мерна група (мерни слог); 9 заштита прикључног вода у малој електрани; 10 заштита прикључног вода на месту прикључења на мрежу ЕД; 11 енергетски трансформатор у малој електрани (кућни трансформатор; 12 сопствене потребе (сопствена потрошња) мале електране; 13 генераторски блок трансформатор; 14 системска заштита у малој електрани (напонска и фреквентна).

**Литература:**

- 1 Смернице за изградњу малих хидроелектрана - електроопрема (ЗЕП Београд, Служба за студије и истраживања, 1984. год.).
- 2 *Tehnische Richtlinie: "Parallelbetrieb von Eigenerzeugungsanlagen mit dem Mittelspannungsnetz des Elektrizitätsversorgungsunternehmens (EVU)"*, Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke - VDEW, 1994. год.
- 3 Одлука о општим условима за испоруку електричне енергије (Сл. гласник РС бр. 53/95).
- 4 N. Jenkins at al.: "Embedded Generation" (IEE Power and Energy Series 31, London 2000).
- 5 Одлука о тарифном систему за продају електричне енергије (Сл. гласник РС бр. 24/2001).
- 6 "Збирка техничких препорука ЕД Србије" (септембар 2001).

Р. бр.	САДРЖАЈ	Стр.
1	Опсег важења и намена	1
2	Термини и дефиниције	2
3	Основни технички подаци о мрежи ЕД	3
4	Основни технички подаци о малој електрани	4
5	Основни технички захтеви за прикључење мале електране на мрежу ЕД	5
6	Основни технички захтеви за извођење прикључка мале електране	9
7	Технички захтеви за мерно место	12
8	Заштита генератора и прикључног вода мале електране	15
9	Компензација реактивне енергије у малој електрани	18
10	Документација и електроенергетска сагласност за прикључење мале електране на мрежу ЕД	19
11	Прво прикључење мале електране на мрежу ЕД	21
12	Погон	22
13	Шеме прикључења мале електране на мрежу ЕД	23
14	Литература	28