

ТЕХНИЧКА ПРЕПОРУКА БР. 16
ОСНОВНИ ТЕХНИЧКИ ЗАХТЕВИ ЗА ПРИКЉУЧЕЊЕ
МАЛИХ ЕЛЕКТРАНА
НА ДИСТРИБУТИВНИ СИСТЕМ

ИЗДАВАЧ:	ЈП ЕПС ДИРЕКЦИЈА ЗА ДИСТРИБУЦИЈУ ЕЛЕКТРИЧНЕ ЕНЕРГИЈЕ СРБИЈЕ БЕОГРАД, Војводе Степе 412
Техничко уређење:	Драгослав Цицковић
Коректура:	Чланови комисије
Рачунарска обрада цртежа:	Драгослав Цицковић

На основу предлога Радне групе, Технички савет ЕПС-а - Дирекција за дистрибуцију електричне енергије је на 193.-ом састанку који је одржан 10.5.2011. године у Врњачкој Бањи донео одлуку: усваја се

**ТЕХНИЧКА ПРЕПОРУКА бр.16:
ОСНОВНИ ТЕХНИЧКИ ЗАХТЕВИ ЗА ПРИКЉУЧЕЊЕ МАЛИХ ЕЛЕКТРАНА НА
ДИСТРИБУТИВНИ СИСТЕМ**

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 Богићевић, "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, "Електројоводина" 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, "Електрокомет" Приштина
- 14 Душан Крчун, ЕП Републике Српске Бања Лука
- 15 Бранко Јакшић, "Електросрбија" Шабац
- 16 Душан Мутић, "Електројоводина" 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.

II издање

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

Чланови Техничког савета:

- 1 Мирослав Босанчић, дипл.ел.инж - председник, ПД ЕДБ
- 2 Павел Зима, ПД Електровојводина Нови Сад
- 3 Саша Стефановић, ПД Електросрбија Краљево
- 4 мр Малиша Божић, ПД Југоисток Ниш
- 5 мр Миодраг Ристић, ПД Центар Крагујевац
- 6 Слободан Кујовић, дипл.ел.инж – ЈП ЕПС
- 7 Миодраг Сретовић, дипл.ел.инж – ЈП ЕПС

Чланови Радне групе:

- 1 Ненад Мраковић, дипл.ел.инж - ЈП ЕПС
- 2 Слободан Кујовић, дипл.ел.инж – ЈП ЕПС
- 3 мр Драгослав Цицовић, дипл.ел.инж – ЈП ЕПС
- 4 Обренко Чолић, дипл.ел.инж – ПД Електровојводина Нови Сад,
- 5 Бранислав Вујанац, дипл.ел.инж - ПД ЕДБ
- 6 Бојан Лазаревић, дипл.ел.инж – ПД Електросрбија Краљево
- 7 Мирослав Ћирић, дипл.ел.инж – ПД Југоисток Ниш
- 8 Живојин Марковић, дипл.ел.инж – ПД Центар Крагујевац
- 9 Проф. др Зоран Радаковић, дипл.ел.инж – Електротехнички Факултет Београд
- 10 Саша Минић, дипл.ел.инж – Институт Никола Тесла

САДРЖАЈ

1.	ОПСЕГ ВАЖЕЊА И НАМЕНА.....	6
2.	ТЕРМИНИ И ДЕФИНИЦИЈЕ	7
3.	ОСНОВНИ ТЕХНИЧКИ ПОДАЦИ О ДИСТРИБУТИВНОЈ МРЕЖИ.....	9
4.	ОСНОВНИ ТЕХНИЧКИ ПОДАЦИ О МАЛОЈ ЕЛЕКТРАНИ	9
5.	ОСНОВНИ ТЕХНИЧКИ ЗАХТЕВИ ЗА ПРИКЉУЧЕЊЕ МАЛЕ ЕЛЕКТРАНЕ НА ДИСТРИБУТИВНИ СИСТЕМ	10
6.	ОСНОВНИ ТЕХНИЧКИ ЗАХТЕВИ ЗА ИЗВОЂЕЊЕ ПРИКЉУЧКА МЕ.....	17
7.	ТЕХНИЧКИ ЗАХТЕВИ ЗА МЕРНО МЕСТО	19
8.	ЗАШТИТА ГЕНЕРАТОРА И ПРИКЉУЧНОГ ВОДА МАЛЕ ЕЛЕКТРАНЕ.....	22
9.	КОМПЕНЗАЦИЈА РЕАКТИВНЕ ЕНЕРГИЈЕ У МЕ	24
10.	НАДЗОР И КОМУНИКАЦИЈА СА МЕ	25
11.	ПРОЦЕДУРЕ И ДОКУМЕНТАЦИЈА ЗА ПРИКЉУЧЕЊЕ МАЛИХ ЕЛЕКТРАНА НА ДИСТРИБУТИВНУ МРЕЖУ.....	25
12.	ПРВО ПРИКЉУЧЕЊЕ МЕ НА МРЕЖУ ЕД	28
13.	ПОГОН	29
14.	ШЕМЕ ПРИКЉУЧЕЊА МЕ НА МРЕЖУ ЕД	30

1. ОПСЕГ ВАЖЕЊА И НАМЕНА

1.1 Ова препорука се односи на основне техничке захтеве за прикључење малих електрана снаге до 10 MW на ДС 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) МЕ или реконструкцији постојеће МЕ, у делу који се односи на испуњење услова за прикључење и извођење прикључка на ДС.

Није предмет разматрања ове препоруке:

- изградња саме МЕ;
- управљање МЕ (ручно и/или аутоматско);
- МЕ са искључиво изолованим радом.

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

1.3 Ова препорука има циљ да:

- утврди основне критеријуме за оцену могућности прикључења МЕ, с обзиром на карактеристике ДС и врсту, снагу и начин рада МЕ;
- 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 МЕ;
- утврди поступак и редослед активности од пријављивања до прикључења МЕ на ДС, са неопходном документацијом и обрасцима;
- утврди начин и услове за пуштање у рад МЕ и паралелан рад са ДС;
- утврди начин вођења погона МЕ.

2. ТЕРМИНИ И ДЕФИНИЦИЈЕ

- 2.1 У овој препоруци се користе термини и дефиниције према Закону о енергетици, Уредби о условима испоруке електричне енергије, стандардима SRPS N.A0.441:1986 и IEC 62271-200:2003-11, као и према техничким препорукама.
- 2.2 Појмови који се користе у препоруци имају следеће значење:
- 2.2.1 **Виши хармоник:** синусна осцилација чија је фреквенција вишеструка целобројна вредност основне фреквенције.
 - 2.2.2 **Генератор:** ротирајући или статички претварач примарне енергије (вода, ветар, гас, сунце, биомаса итд.) у електричну енергију.
 - 2.2.3 **Деловање мале електране на ДС:** деловање које изазива прикључење МЕ на постројења и кориснике дистрибутивног система (промене напона, појава фликера, појава виших хармоника, повећање струје кратког споја итд.).
 - 2.2.4 **Дистрибутер:** енергетски субјекат који обавља делатност дистрибуције електричне енергије
 - 2.2.5 **Дистрибутивни систем:** чини дистрибутивна мрежа ниског напона (до 1 kV), мрежа средњег напона (35, 20 и 10 kV) и део мреже високог напона (110 kV), као и други енергетски објекти или њихови елементи, телекомуникациони систем, информациони систем и друга инфраструктура неопходна за функционисање дистрибутивног система.
 - 2.2.6 **Дистрибутивна мрежа:** обухвата целокупну мрежу на којој право коришћења има Дистрибутер, као и елементе електроенергетских објеката или мреже високог и средњег напона који су у власништву, односно на којима право коришћења имају корисници ДС, односно преко којих се физички врши дистрибуција електричне енергије у уобичајеном уклопном стању.
 - 2.2.7 **Електрана:** електроенергетски објекат за производњу електричне енергије.
 - 2.2.8 **Електроенергетски објекти корисника:** водови, трансформаторске станице, разводна постројења, инсталације, заштитни и мерни уређаји и други уређаји који су у власништву, односно на којима право коришћења имају корисници чији су објекти прикључени на ДС;
 - 2.2.9 **Енергетски субјект:** правно лице, односно предузетник, које је уписано у регистар за обављање једне или више енергетских делатности које се односе на електричну енергију;
 - 2.2.10 **Закон:** закон којим се уређује област енергетике;
 - 2.2.11 **Искључење:** радња коју предузима Дистрибутер ради одвајања постројења и инсталација корисника од дистрибутивне мреже;
 - 2.2.12 **Острвски рад МЕ:** Независтан рад МЕ са делом дистрибутивног система сепаратно од остатка дистрибутивног система.
 - 2.2.13 **Иzolовани рад МЕ:** Рад МЕ која није повезана са дистрибутивним системом.
 - 2.2.14 **Квар:** догађај који настаје на опреми и доводи до престанка нормалног извршавања функције опреме и испада те опреме из погона;
 - 2.2.15 **Корисник дистрибутивног система:** физичко или правно лице (произвођач или купац) чији је објекат прикључен на ДС, односно трговац или снабдевач електричном енергијом као енергетски субјект који има право приступа ДС ради продаје електричне енергије купцу или куповине електричне енергије од произвођача;
 - 2.2.16 **Купац електричне енергије:** правно или физичко лице које купује електричну енергију за сопствене потребе и чији је објекат прикључен на ДС;
 - 2.2.17 **Мала електрана:** постројење за производњу електричне енергије или за комбиновану производњу електричне и топлотне енергије, са једном или више производних јединица укупне инсталисане снаге до 10 MW.

- 2.2.18 **Мерно место:** место на коме се мери преузета односно предата електрична енергија и снага;
- 2.2.19 **Место прикључења на дистрибутивну мрежу:** тачка у мрежи у којој се прикључује објекат корисника, која се бира у зависности од врсте корисника (производња или потрошња), намене и обима потрошње, врсте објекта који се прикључује, врсте мреже на коју се објекат прикључује (надземна или подземна) и напонског нивоа мреже на коју се објекат прикључује;
- 2.2.20 **Место примопредаје електричне енергије:** место на коме се електрична енергија испоручује из, односно преузима у ДС;
- 2.2.21 **Назначене карактеристике:** нумеричке вредности величина (снага, напон, струја, фактор снаге, итд.) које дефинишу рад генератора, енергетског трансформатора или вода у условима који су утврђени у стандардима и служе за испитивање и гаранцију произвођача опреме.
- 2.2.22 **Нормалан погон:** погон при коме ниједан елемент ДС није испао из погона због квара нити је преоптерећен.
- 2.2.23 **Одобрење за прикључење:** управни акт који, у складу са законом и другим прописима, доноси Дистрибутер и којим се одобрава прикључење објекта купца или произвођача на ДС.
- 2.2.24 **Поремећени погон:** погон при коме није задовољен било који од услова нормалног погона;
- 2.2.25 **Прекид:** прекид испоруке (или преузимања) електричне енергије кориснику дистрибутивног система (напон на месту испоруке нижи од 1% називног напона дистрибутивне мреже $U < 0.01U_n$)
- 2.2.26 **Прекидач:** расклопни апарат који укључује, проводи и прекида струју у нормалним условима и при кратком споју.
- 2.2.27 **Прикључни вод МЕ:** електрични вод којим се врши повезивање **расклопног постројења МЕ са местом прикључења МЕ на ДС**
- 2.2.28 **Произвођач:** енергетски субјект, односно правно лице или предузетник чији је објекат за производњу електричне енергије прикључен на ДС;
- 2.2.29 **Расклопни апарат:** апарат намењен за укључивање или прекидање струје.
- 2.2.30 **Расклопна апаратура:** комбинација једног или више расклопних апарата са припадајућом мерном, заштитном, сигналном и управљачком опремом, укључујући и међусобне везе и носећу конструкцију.
- 2.2.31 **Расклопно постројење у МЕ:** место у коме се врши повезивање МЕ са местом прикључења МЕ на ДС
- 2.2.32 **Растављач:** механички расклопни апарат, који служи да видно одвоји део постројења који није под напоном од дела постројења који је под напоном.
- 2.2.33 **Спојни прекидач:** прекидач који је саставни део енергетске опреме смештене у расклопном постројењу МЕ а намењен је за електрично одвајање и спајање МЕ са ДС
- 2.2.34 **Фликери:** треперење светлости сијалица и флуоресцентних цеви услед повремених периодичних осетнијих падова напона.
- 2.2.35 **Фактор облика (клир фактор):** коефицијент хармоничког изобличења таласног облика сложенопериодичне величине
- 2.3 **Скраћенице** које се користе у Препорукама имају следеће значење:

- ОДС – Оператор дистрибутивног система.
- ЕТ – Енергетски трансформатор.
- ДС - Дистрибутивни систем.
- МЕ - Мала електрана.

3. ОСНОВНИ ТЕХНИЧКИ ПОДАЦИ О ДИСТРИБУТИВНОЈ МРЕЖИ

- 3.1 Називни напони U_n дистрибутивне мреже, на коју може да се прикључи МЕ, 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 из преносног система и увођењем МЕ оне више нису радијално напајане.
- 3.3 Уземљења неутралних тачака дистрибутивних мрежа 0,4 kV, 10 kV, 20 kV и 35 kV изводе се према ТП-6:
- 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 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 ПД ЕД ће дати стварне вредности струја (снага) трофазног кратког споја на месту прикључења на ДС пре прикључења МЕ. Ове вредности су меродавне за оцену деловања МЕ на ДС и испуњења услова (критеријума) за прикључење.
- 3.5 У дистрибутивним мрежама 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.

4. ОСНОВНИ ТЕХНИЧКИ ПОДАЦИ О МАЛОЈ ЕЛЕКТРАНИ

- 4.1 Овом техничком препоруком су утврђени основни технички захтеви који треба да буду испуњени за прикључење МЕ инсталисане активне снаге до 10 MW на ДС.
Број и јединична снага синхроних и асинхроних генератора у МЕ ствар је власника електране и произвођача генератора, али се препоручује да се за вредности назначене привидне снаге (S_{ng}) генератора веће од 40 kVA одаберу из стандардног низа:
- $S_{ng} = 40 \text{ kVA}; 63 \text{ kVA}; 100 \text{ kVA}; 125 \text{ kVA}; 160 \text{ kVA}; 250 \text{ kVA}; 315 \text{ kVA}; 400 \text{ kVA}; 630 \text{ kVA}; 1000 \text{ kVA}; 1250 \text{ kVA}; 1600 \text{ kVA}; 2500 \text{ kVA}; 3150 \text{ kVA}; 4000 \text{ kVA}$ и 6300 kVA.
- 4.2 У зависности од снаге МЕ, начина рада и удаљености корисника, 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 kV.
- Када се назначени напон генератора разликује од вредности називног напона мреже из тачке 3.1 на коју се прикључује, власник МЕ је дужан да применом међутрансформације усклади напоне и фазне ставове генератора са вредностима називних напона у ДС.
- 4.3 Номинална вредност фреквенције излазног напона је 50 Hz.
Облик таласа напона генератора треба да је синусни (IEC 60034-1:2010-02) са фактором облика (клир фактор) бољим од 7%.
- 4.4 У МЕ се користе следеће врсте генератора:
- синхрони генератори;
 - асинхрони генератори;
 - извори са претварачима излазног напона назначене фреквенције 50 Hz.

5. ОСНОВНИ ТЕХНИЧКИ ЗАХТЕВИ ЗА ПРИКЉУЧЕЊЕ МАЛЕ ЕЛЕКТРАНЕ НА ДИСТРИБУТИВНИ СИСТЕМ

5.1 На ДС може да се прикључи МЕ:

- која испуњава техничке услове који су утврђени у тачкама 5.3 до 5.14 ове препоруке;
- која је опремљена заштитним и другим уређајима којима се штите генератори и друга опрема МЕ од оштећења и хаварија због кварова у ДС,
- која испуњава услове дате у одобрењу за прикључење.

5.2 У односу на ДС, МЕ може да поседује опрему за:

- паралелан рад са ДС, са сталном или повременим предајом електричне енергије у ДС, без могућности острвског рада;
- комбиновани рад: паралелан или изоловани.

Није дозвољено острвско напајање дела ДС из МЕ.

5.3 За прикључење и безбедан паралелан рад МЕ са ДС, МЕ мора да задовољи следеће критеријуме:

- критеријум дозвољеног одступања (промене) напона,
- критеријум снаге кратког споја
- критеријум фликера,
- критеријум дозвољених струја виших хармоника,
- безбедне синхронизације,
- критеријум максимално дозвољеног инјектирања једносмерне струје,

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

У Прилогу ове препоруке дати су примери прорачуна за оцену прва три наведена критеријума.

5.4 Највеће дозвољено одступање (промена) напона (Δu_m) на месту прикључења на ДС, у односу на вредности називних напона из тачке 3.1, у прелазном режиму, при укључењу на ДС или искључењу генератора износи:

	Максимална одступање (промена) напона	Максимална учестаност одступање (промена) напона: једном у
Ниски напон	3 %	5 мин.
Средњи напон	2 %	3 мин.

Табела 5.4: Дозвољене варијације напона

Дозвољено одступање (промена) напона (Δu_m) могу бити процењене преко следеће формуле:

$$\Delta u_m = k_{i,\max} \cdot \frac{S_{ngm}}{S_{ks}} \dots \dots \dots (2)^1$$

где је:

¹ Формуле су у даљем тексту нумерисане према литератури из које су преузете

$k_{i,max} = I_p/I_n$ - коефицијент одређен количником максималне полазне струје I_p (струје укључења) и назначене струје I_n генератора.

S_{ks} - снага кратког споја у тачки прикључења на ДС

S_{ngm} - назначена привидна снага генераторске јединице која ће бити прикључена на ДС

Вредност коефицијента $k_{i,max}$ је код ниског напона значајан код прикључења ветрогенератора и добија се на основу спроведених тестова од стране произвођача генератора у овлашћеној институцији.

За напонске нивое 10, 20 и 35 kV, примењује се следећа апроксимација за фактор $k_{i,max}$:

- $k = 1$ за синхроне генераторе;
- $k = 1,5$ за асинхроне генераторе са фином регулацијом полазне струје до 1,5 I_n ;
- $k = 4$ за асинхроне генераторе прикључене на дистрибутивну мрежу у границама +/- 5% синхроне брзине;
- $k = 8$ за асинхроне генераторе покренуте као асинхрони мотор преко мреже и случајеве када полазна струја није дата.

У процесима континуалног укључивања више генератора понаособ, може се проузроковати стање приликом кога се превазилазе вредности дате у Табели 5.4. Стога, се генератори морају прикључивати појединачно у временским интервалима према Табели 5.4 за случај ангажовања максималне привидне снаге посматране генераторске јединице. Ови временски интервали могу бити и краћи (40s за ниски напон и 12s за 10, 20 и 35 kV напонски ниво) под условом да се ангажује максимум 50% привидне снаге посматране генераторске јединице.

Уколико је на дистрибутивну мрежу прикључено више МЕ укупна вредност дозвољеног одступања (промена) напона (Δu_m) приликом симултаног укључивања/искључивања у било којој тачки дистрибутивне мреже, не сме бити већа од 5%.

У случају ветрогенератора, поред критеријума који узима коефицијент $k_{i,max}$ неопходно је узети у разматрање и критеријум који уместо поменутог коефицијента у истој формули узима коефицијент промене напона $k_{u(\psi)}$ где ψ представља фазни угао импедансе дистрибутивне мреже. Њега даје произвођач ветрогенератора за углове од 30°, 50°, 70° и 85°. Уколико се прорачуном утврди вредност угла ψ која одступа од ових вредности онда се у том случају узима вредност коефицијент $k_{u(\psi)}$ добијена линеарном апроксимацијом на основу вредности углова ψ кој е су најприближније датој вредности и одговарајућим вредностима коефицијанта $k_{u(\psi)}$.

5.5 МЕ укупне инсталисане снаге свих генератора $S_{mel} = \sum S_{ng}$ може да се прикључи на ДС без штетног деловања, ако испуњава услов:

$$S_{mel} = \sum S_{ng} \leq \frac{S_{ks}}{500} \dots\dots\dots (2)$$

и у том случају није битан начин (редослед) прикључења појединих генератора на ДС, нити је потребан доказ да су задовољени критеријуми који су дати у тачки 5.4.

5.6 Критеријум фликера се оцењује помоћу фактора сметњи (A_{fs}) МЕ, изазваних фликером дугог трајања (преко два сата) и првенствено има значај код електрана на ветар и соларних електрана.

МЕ са n генератора укупне инсталисане снаге: $S_{mel} = \sum S_{ng}$ може да се прикључи на ДС ако је испуњен услов:

$$A_{fs} = \left(c_{f_{mel}} \cdot \frac{S_{mel}}{S_{ks}} \right)^3 = \left(\frac{c_{f1}}{\sqrt{n}} \cdot \frac{S_{mel}}{S_{ks}} \right)^3 \leq 0,1 \dots\dots\dots (2)$$

$$P_{lt} = c_{f_{mel}} \cdot \frac{S_{mel}}{S_{ks}} \leq 0,46 \dots \dots \dots (2)$$

где је:

- A_{lt} – дуготрајни фактор сметњи прозрокованих фликерима;
- P_{lt} - дуготрајни фактор бројности (емисије) фликера
- S_{mel} - укупна инсталисана снага МЕ, у [MVA];
- S_{ng} - снага једног генератора, у [MVA];
- S_{ks} - снага трофазног кратког споја (стварна вредност) на месту прикључења на ДС, у [MVA];
- n - број генератора у МЕ;
- $c_{f_{mel}}$ - коефицијент фликера МЕ са "n" генератора;
- c_{f1} - коефицијент фликера МЕ са једним генератором.

Коефицијент фликера c_f означава особину МЕ да производи фликере. Вредност коефицијента фликера c_f даје произвођач МЕ, односно овлашћена независна институција, посебно за сваки генератор и електрану као целину, на основу атеста о типском испитивању МЕ која има исте или сличне карактеристике као МЕ која се гради. Након завршене градње МЕ и прикључења на ДС, мора мерењем да се потврди да коефицијенти фликера c_{f1} (појединачно за сваки генератор) и $c_{f_{mel}}$ (за целу МЕ) 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 МЕ задовољава критеријум фликера дугог трајања: $A_{lt} \leq 0,1$, односно доказ да прикључење МЕ на ДС неће произвести штетно деловање.

У случају ветрогенератора, поред наведене формуле која дефинише критеријум дуготрајни фактор бројности (емисије) фликера мора се извршити и провера овог критеријума и према следећој формули:

$$P_{lt} = \frac{8}{S_{ks}} \cdot \left(\sum_{i=1}^N N_{120i} \cdot (k_f \cdot S_{ng})^{3,2} \right)^{0,31} \dots \dots \dots (2)$$

где је:

- N – број генератора у оквиру МЕ
- N_{120i} – максимални број прекидних операција i – те производне јединице у временском интервалу од 120 мин,
- K_f – фактор бројности (емисије) фликера који даје произвођач ветрогенератора за фазне углове импедансе дистрибутивне мреже од 30°, 50°, 70° и 85°.

5.7 Критеријум дозвољених струја виших хармоника се проверава помоћу израза:

$$I_{vhdoz} = I_{vhs,v,\mu} \cdot S_{ks} \dots \dots \dots (2)$$

где је:

- I_{vhdoz} – дозвољена вредност струје вишег хармоника на напонском нивоу генератора, у [A];

- $I_{vhs,v,\mu}$ – вредност струје вишег хармоника/интерхармоника која је сведена на снагу кратког споја на месту прикључења на ДС, у [A/MVA];
- S_{ks} – снага трофазног кратког споја (стварна вредност) на месту прикључења на ДС, у [MVA].

У Табели 5.7 дате су вредности струја виших хармоника сведених на снагу кратког споја на месту прикључења на ДС.

Редни број вишег хармоника [v]	$i_{vhs,v,\mu}$ [A / MVA]			
	Ниски напон	10 kV	20 kV	35 kV
2	1,5	0,058	0,029	0,0163
3	4	/	/	/
4	0,47	0,019	0,009	0,005
5	1,5	0,058	0,029	0,0163
6	0,58	0,023	0,012	0,007
7	2	0,082	0,041	0,0231
8	0,2	0,008	0,004	0,002
9	0,7	/	/	/
10	0,36	0,014	0,007	0,004
11	1,3	0,052	0,026	0,0146
12	0,27	0,011	0,005	0,002
13	1	0,038	0,019	0,0111
14	0,17	0,007	0,003	0,002
16	0,15	0,006	0,003	0,002
17	0,55	0,022	0,011	0,0600
18	0,12	0,005	0,002	0,001
19	0,45	0,018	0,009	0,0051
23	0,3	0,012	0,006	0,0034
25	0,25	0,010	0,005	0,0026
25 < v < 40*	0,25 · 25/v	0,01 · 25/v	0,005 · 25/v	0,0026 · 25/v
v = паран 18 < v	1,5/v	0,06/v	0,03/v	0,0171/v
μ < 40	1,5/v	0,06/ μ	0,03/ μ	0,0171/ μ
μ > 40**	4,5/v	0,18/ μ	0,09/ μ	0,0514/ μ

* непаран број хармоника,

** за опсег модулације при фреквенцији од 200 Hz. Мерено у складу са EN 61000-4-7, Anex B

Табела 5.7а: Дозвољене струје v -тог хармоника и μ -тог интерхармоника сведеног на снагу кратког споја у тачки прикључења МЕ на ДС

Уколико је неколико МЕ или генератора прикључено на ДС у истој тачки прикључења примењује се следећа формула:

$$I_{vhdoz} = I_{vhs,v,\mu} \cdot S_{ks} \cdot \frac{S_i}{S_{gsum}} \dots\dots\dots (2)$$

где је:

S_i – посматрана МЕ/генератор на месту прикључења

$$S_{gsum} = \sum_{i=1}^n S_i - \text{сума свих МЕ/генератора на месту прикључења}$$

Уколико је на неколико места у СН мрежи дошло до прикључења МЕ, дозвољена вредност струја виших хармоника се израчунава према формулама:

$$\text{за } v < 13, I_{vhdoz} = i_{vhs,v,\mu} \cdot S_{ks} \cdot \frac{S_{gsum}}{S_{net}} \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{за } v > 13, I_{vhdoz} = i_{vhs,v,\mu} \cdot S_{ks} \cdot \sqrt{\frac{S_{gsum}}{S_{net}}} \dots\dots\dots (2)$$

где је:

- S_{net} – привидна снага трансформатора у ТС дистрибутера преко кога се врши испорука електричне енергије од стране свих МЕ/генератора

Критеријум дозвољених вредности напона виших хармоника се проверава према следећој табели:

Редни број вишег хармоника [v]	Дозвољених вредности напона виших хармоника за 10,20 и 35 kV мрежу
5	0,5
7	1
11	1
13	0,85
17	0,65
19	0,6
23	0,5
25	0,4
$25 < v < 40^*$	0,4
$v = \text{паран}$	0,1
$\mu < 40$	0,1
$v, \mu > 40^{**}$	0,3

Табела 5.7б: Дозвољени напони v –тог хармоника и μ –тог интерхармоника сведеног на снагу кратког споја у тачки прикључења МЕ на ДС

Уколико нису испуњени претходно наведени критеријуми, власник МЕ треба да обезбеди атест о типском испитивању неког другог генератора који испуњава претходно наведене критеријуме и који има исте или сличне карактеристике као генератор који ће се уградити у МЕ, или да предузме посебне заштитне мере, као на пример:

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

Код МЕ са фреквентним претварачима треба испитати и штетно деловање МЕ на МТК уређаје са становишта виших хармоника.

5.8 Ако се због прикључења МЕ повећа снага (струја) трофазног кратког споја изнад вредности за коју је димензионисана опрема у ДС, треба да се примени једна или више следећих мера:

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

МЕ инсталисане снаге до 1 MVA не могу да знатније повећају снагу кратког споја у ДС, па је провера критеријума снаге кратког споја обавезна само ако снага МЕ прелази 1 MVA.

5.9 Опсег дозвољених вредности напона у стационарном режиму на месту прикључења дат је у табели:

Називни напон мреже (kV)	Минимални напон у нормалном погону (kV)	Минимални напон у поремећеном погону (kV)	Максимални напон у нормалном погону (kV)
35	31,5	31,5	38
20	19	18	21,4
10	9,5	9	10,7

Табела 5.9. Опсег дозвољених вредности напона у стационарном режиму²

У оквиру нормалног погона ДС, величина напона у било којој тачки дистрибутивне средњенапонске мреже, проузрокована од стране свих МЕ које су прикључене не сме не сме изаћи изван граница дефинисаних претходном табелом.

Уколико није могуће извршити прорачуне токова снага и напонских прилика за минимални и максимални радни режим у ДС, провера овог критеријума се врши по следећој формули:

за режим у којем МЕ троши реактивну снагу из мреже ($\cos \varphi_{\text{ind}}$)

$$\Delta u_{aV} = \frac{S_{A\text{max}} \cdot (R_{kV} \cdot \cos|\varphi| - X_{kV} \cdot \sin|\varphi|)}{U^2} \dots\dots\dots (2)$$

за режим у којем МЕ инјектира реактивну снагу у мрежу ($\cos \varphi_{\text{cap}}$)

$$\Delta u_{aV} = \frac{S_{A\text{max}} \cdot (R_{kV} \cdot \cos|\varphi| + X_{kV} \cdot \sin|\varphi|)}{U^2} \dots\dots\dots (2)$$

где је:

- $S_{A\text{max}}$ - максимална вредност привидне снаге МЕ
- R_{kV}, X_{kV} – еквивалентни параметри дистрибутивне мреже
- φ - фазни угао напона и струје МЕ

5.10 Уградњом одговарајућих заштитних и других техничких уређаја у МЕ, треба обезбедити да прикључење МЕ на ДС буде извршено само ако је на свим фазним проводницима присутан напон мреже. За прикључење се користи спојни прекидач у расклопном постројењу МЕ (тачка 6.6) или изузетно генераторски прекидач код МЕ са једним генератором снаге до 63 kVA, под условом да је то решење усаглашено са надлежном ЕД при издавању одобрења за прикључење МЕ на ДС.

За прикључење синхроног генератора на ДС, потребан је уређај који треба да задовољи следеће услове синхронизације:

² Правила о раду ДС – поглавље Планирање развоја ДС

Укупна снага генератора (kVA)	разлика фреквенција (Δf , Hz)	разлика напона (ΔV , %)	разлика фазног угла ($\Delta \Phi^\circ$)
0-500	0,3	10	20
500-1500	0,2	5	15
>1500	0,1	3	10

Табела 5.10. Услови синхронизације

Синхронизација се врши на генераторском прекидачу.

- 5.11 За прикључење асинхроног генератора на ДС, 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.
- 5.12 Код самопобудних асинхроних генератора треба да се испуне сви услови који су предвиђени за синхроне генераторе, тачка 5.10.
- 5.13 Код МЕ које се прикључују на ДС преко инвертора једносмерна компонента инјектирања у дистрибутивну мрежу не сме бити већа од 0,5 % од назначене струје инвертора.

6 ОСНОВНИ ТЕХНИЧКИ ЗАХТЕВИ ЗА ИЗВОЂЕЊЕ ПРИКЉУЧКА МЕ

6.1 МЕ се повезује са ДС само преко једног прикључка.

6.2 Прикључак МЕ је монофазни или трофазни.

6.3 МЕ се може прикључити монофазно на нисконапонску мрежу са максималном снагом до 5 kW.

6.3 Прикључак МЕ се димензионише и изводи према називном напону мреже и максималном једновременом оптерећењу МЕ.

6.4 Прикључак МЕ се састоји од:

- прикључног вода, тачка 6.5;
- расклопних апарата и друге опреме у расклопном постројењу МЕ, тачка 6.6;
- расклопних апарата и друге опреме на месту прикључења на ДС, тачка 6.7;
- опреме и уређаја за мерно место, поглавље 7.

6.5 Прикључни вод може да буде кабловски или надземни.

Избор типа кабла, полагање, спајање и дозвољено струјно оптерећење кабловског вода врши се према ТП-3.

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

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 или одговарајући еквивалент.

За извођење надземног СН прикључка може да се користи:

- СН СКС типа ХНЕ 48/О-А или одговарајући еквивалент;

- СН надземни вод изведен алучеличним проводницима;
 - СН надземни вод изведен слабоизолованим проводницима.
- 6.6 Расклопни апарати, мерна, заштитна и друга опрема у расклопном постројењу МЕ су елементи расклопне апаратуре у изводном пољу (ћелији) прикључног вода у објекту МЕ.

Главни елементи овог дела расклопне апаратуре су:

- прекидач (спојни прекидач);
- мерни трансформатори за заштиту, као и за мерење предате и примљене електричне енергије ако је предвиђено мерење у МЕ.

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

Прекидач (спојни прекидач) служи за:

- спајање (повезивање) МЕ са ДС;
- аутоматско одвајање МЕ од ДС због кварова и поремећаја у ДС (кратак спој, земљоспој, промена напона и/или промена фреквенције), деловањем системске заштите (тачка 8.2) или заштите прикључног вода (тачка 8.3);
- одвајање МЕ од ДС због извођења радова, ремонта, преласка на изоловани рад МЕ итд.

Техничке карактеристике СН прекидача (IEC 60056):

- Врста прекидача и средство за гашење електричног лука: вакуумски или SF6.
- 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).

Техничке карактеристике НН прекидача су дефинисане (SRPS IEC 947-2:1994):

- Назначени напон: 400 V.
- Назначена трајна струја:
 - 250 А за снагу МЕ до 100 kVA;
 - 500 А за снагу МЕ 160 kVA или 250 kVA;
 - 800 А за снагу МЕ 400 kVA.
- Окидачи:
 - напонски: за аутоматско одвајање расклопне апаратуре МЕ од ДС деловањем системске заштите у МЕ, тачка 8.2;
 - струјни: краткоспојни (електромагнетни) и термички, као заштита НН прикључног вода, тачка 8.3.

Мерни трансформатори (P-IEC 60185):

Техничке карактеристике СН струјних трансформатора:

- Назначени однос трансформације:
 - назначена струја примарног намотаја: према снази МЕ;
 - назначена струја секундарних намотаја: 5 А.
- Оптерећење:
- I мерни намотај: снага 15 VA, класа 0,5 $F_s \leq 5$;
- II заштитни намотај: снага 15 VA, класа 5P 10.

Техничке карактеристике НН струјних трансформатора:

- Назначени напон: 400 V.
- Назначени однос трансформације:
 - назначена струја примарног намотаја: према снази МЕ;
 - назначена струја секундарног намотаја: 5 А.
- Оптерећење: снага 15 VA, класа 0,5 $F_s \leq 5$;

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.
- 6.7 Расклопни апарати, мерна, заштитна и друга опрема који чине прикључак на месту прикључења на ДС су елементи расклопне апаратуре у дистрибутивној ТС у изводном пољу (ћелији) прикључног вода за МЕ или на мрежи ЕД.
- Ако се прикључак МЕ на СН мрежу ЕД изводи преко сабирница "X" kV у дистрибутивној ТС 110/X kV или ТС 35/ X kV (сл.13.4), или РП X kV (X = 35 kV, 20 kV, 10 kV), постојећег, као и РП које се формира за потребе прикључења, садржај и карактеристике опреме у изводној ћелији за МЕ (прекидач, заштитни уређаји итд.) су исти као и за друге изводне ћелије у ТС, с тим што се у изводној ћелији за МЕ налази и мерно место, тако да се мерни уређаји бирају према поглављу 7, а мерни трансформатори према тачки 6.3. Мерна група (мерни слог), тачка 7.4, монтира се у одељак за нисконапонску опрему изводне ћелије расклопне апаратуре (ТП-12).
 - Ако се прикључак МЕ 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 МЕ је саставни део префабрикованог SF6 расклопног блока у коме троположајни расклопни апарат обједињује функцију склопке-растављача и земљоспојника (ТП-1а).
 - Ако се прикључак МЕ 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 МЕ се опрема високоучинским осигурачима, или склопком-растављачем са високоучинским осигурачима, или са прекидачем.
 - Изузетно, надлежна ЕД може да одобри да се МЕ директно (круто) прикључи на СН или НН мрежу ЕД, и то:
 - на мрежу 10 kV или 20 kV: МЕ 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: МЕ инсталисане снаге до 63 kVA, ако дужина прикључног НН вода не прелази 100 m.

7 ТЕХНИЧКИ ЗАХТЕВИ ЗА МЕРНО МЕСТО

- 7.1 Када се МЕ прикључује на СН мрежу ЕД, мерно место се налази:
- у електроенергетском објекту мреже ЕД, ако се прикључак на мрежу ЕД изводи према тачки 6.7.;
 - у електроенергетском објекту мреже ЕД, ако се прикључак на мрежу ЕД изводи према тачки 6.7., али надлежна ЕД може за МЕ инсталисане снаге до 250 kVA да одобри да мерно место буде у објекту МЕ;
 - у објекту МЕ (на месту прикључења МЕ) ако се прикључак на СН мрежу ЕД изводи према тачки 6.7.
 - ако се МЕ прикључује директно на НН мрежу ЕД према тачки 6.7., мерно место је у објекту МЕ.
- 7.2 У зависности од снаге МЕ и напонског нивоа на ком се прикључује на дистрибутивну мрежу, за мерење произведене и испоручене електричне енергије из МЕ и/или преузете електричне енергије из дистрибутивне мреже за сопствене потребе МЕ, употребљављу се:
- једнофазна (двожично прикључење) или трофазна тросистемска (четворожично прикључење) вишефункцијска електронска (статичка) бројила за директно мерење на ниском напону
 - трофазна тросистемска (четворожично прикључење) вишефункцијска електронска (статичка) бројила бројила за полуиндиректно мерење на ниском напону
 - трофазна тросистемска (четворожично прикључење) вишефункцијска електронска (статичка) бројила за индиректно мерење на напонском нивоу 10 kV, 20 kV, 35 kV
- 7.3 Бројила, уређаји за тарифирање и мерни трансформатори морају да:
- су класе тачности у складу са метролошким условима;
 - имају атест о типском испитивању од стране Дирекције за мере и драгоцене метале, као и да су комадно испитани и подешени (жиг о баждарењу).
- 7.4 Основне техничке карактеристике и функционални захтеви вишефункцијског електронског (статичког) бројила су:

- мерење активне и реактивне енергије у два смера, максималне активне средње 15-минутне снаге у два смера (A+, A -, R+, R -,P+,P-,Q+,Q-)
- тарифни регистри обрачунских величина су засебни, без међусобног утицаја
- управљање тарифним регистрима реализује се помоћу уређаја интегрисаног у бројилу.
- назначени напон код директног и полуиндиректног мерења: 1x230 V; 3x230/400 V;
- назначени напон код индиректног мерења: 3x100/58 V;
- назначена - максимална струја за директно мерење: 5(60) A;
- назначена - максимална струја за полуиндиректно и индиректно мерење: 5(6) A;
- класе тачности бројила – мерне групе дате су у табели 7.4.

	Класа тачности бројила		
	Мерење активне енергије	Мерење реактивне енергије	Мерење снаге
Директно мерење активне енергије, реактивне енергије и вршног оптерећења	1,0	3,0	1,0
Полуиндиректно и индиректно мерење активне енергије, реактивне енергије и вршног оптерећења (годишњи проток активне енергије до 10 GWh)	0,5	3,0	0,5
Индиректно мерење активне енергије, реактивне енергије и вршног оптерећења (годишњи проток активне енергије преко 10 GWh)	0,2	3,0	0,2

Табела 7.4. Класе тачности бројила – мерне групе

- број тарифа: у складу са важећим тарифним системом;
- приказ величина: мерене и регистроване величине приказују се циклично, на LC дисплеју, у форми OBIS кодова, са адекватним бројем целих и децималних места;
- импулсни излази: бројило мора да има минимално четири импулсна излаза. Обавезно је да два буду оптичка (преко ЛЕД диоде), а остали електрични;
- максимална снага: бројила мере, региструју и приказују, према захтевима одређеним тарифним системом, максималну активну средњу снагу у оквирима; класе тачности у оба смера и у обе тарифе.
- активна енергија: бројила мере, региструју и приказују активну енергију у оквирима класе тачности у оба смера и у обе тарифе.
- реактивна енергија: бројила мере, региструју и приказују реактивну енергију у сва четири квадранта, у оквирима класе тачности у оба смера и у обе тарифе.
- мерење струје: бројила мере и приказују струје по свакој фази, без обавезе да то буде у класи тачности.
- присуство фаза: бројило има приказ присуства фазног напона на прикљученим проводницима.
- тренутна тарифа: бројило има континуирани приказ тренутно активног тарифног регистра, без обзира који је начин његовог приказа.
- интегритет мерења: бројила имају реализовану функцију евидентирања и памћења нарушавања интегритета мерења (отварање поклопца прикључнице, промене у напајању , измену параметара и сл.)
- заптивеност кућишта: према IEC 529, IP52.
- бројило омогућује регистровање профила оптерећења у интервалима од 15 мин. за период до 60 дана за активну и за реактивну 15-минутну средњу снагу.
- мерени подаци: активна енергија, реактивна енергија, максимална активна средња 15-минутна снага, у оба смера, чувају се у периоду не краћем од 12 обрачунских периода, по правилу 12 месеци. Када започне нови циклус, мора бити обезбеђен простор за нови меморијски блок, тако да брише први-најстарији у низу регистра.
- управљање тарифним регистрима реализује се помоћу уређаја интегрисаног у бројилу.

7.5 Комуникација

Мерни уређаји морају поседовати могућност двосмерне комуникације.

Комуникација треба да омогући локалну и екстерну комуникацију између бројила и различитих уређаја (ручни терминали, комуникатори, регистратори, концентратори података итд.).

7.5.1 Локална комуникација

Локална комуникација треба да је реализована као:

Оптички интерфејс:	IR порт	Протокол дефинише ОДС у поступку издавању Решења о одобрењу за прикључење
Електрични интерфејс:	RS485	Протокол дефинише ОДС у поступку издавању Решења о одобрењу за прикључење

Табела 7.5.1 Начин реализације локалне комуникације

Терминали за повезивање електричног комуникационог интерфејса са интерфејсима других уређаја треба да буду изведени посебним конектором смештеним у прикључници бројила.

Електрични интерфејс је пасиван, односно извор напона треба да се налази у комуникационим уређајима који се повезују са бројилом.

7.5.2 Екстерна комуникација

Уколико мерни уређаји имају реализовану екстерну комуникацију, тада она мора бити изведена модуларно, тако што је одговарајући модул уграђен у бројило (интерни модул). Исто се може остварити и преко реализованог интерфејса (RS 485) и уградњом модема ДЛЦ (опционо и других комуникатора) за комуникацију. Модули за екстерну комуникацију, ако их има, мора да користе комуникациони протокол који дефинише ОДС у поступку издавању Решења о одобрењу за прикључење.

7.6 Техничке карактеристике мерних трансформатора дате су у тачки 6.6.. У секундарна кола мерних трансформатора не сме да буде прикључен ни један инструмент или уређај, осим бројила.

7.7 Даљинско читавање

Бројила морају бити припремљена за даљинско читавање. Подаци са бројила се даљински читавају и прикупљају у Центру. За пренос података од бројила до Центра користи се преносни пут који дефинише ОДС. У Центру је омогућен надзор - даљинско читавање потрошње за обрачун, даљинско читавање мерених величина на захтев било када у току дана, праћење оптерећења, праћење догађаја на мерном месту, меморисање измерених величина у базу података, преглед очитаних података, израда потребних извештаја, издавање рачуна итд.

7.8 Посебни захтеви за извођење мерног места за полуиндиректно мерење у објекту МЕ:

Ако се МЕ прикључује директно на НН мрежу ЕД, место мерења се налази у објекту МЕ као део расклопне апаратуре у оквиру изводног поља (ћелије) прикључног НН вода. У том случају:

- Бројила се прикључују преко НН струјних мерних трансформатора. Бројила и струјни мерни 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 ЛЦ 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 6.6.;
- три прекидача назначене струје 6 А за напонска кола бројила;
- редне стезаљке за проводнике пресека 16 mm².

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.

Ако се МЕ прикључује на СН дистрибутивну мрежу, мерна опрема за индиректно мерење (бријило и мерни трансформатори) монтирају се на начин дефинисан у тачки 6.7

- 7.9 Ако се мерно место налази у објекту МЕ, 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 МЕ предаје у мрежу ЕД и параметара прикључног вода (дужина, тип и пресек вода).

8 ЗАШТИТА ГЕНЕРАТОРА И ПРИКЉУЧНОГ ВОДА МАЛЕ ЕЛЕКТРАНЕ

- 8.1 Овом тачком се утврђују основни захтеви за избор уређаја за заштиту генератора и елемената расклопне апаратуре МЕ од могућих хаварија и оштећења услед кварова и поремећаја у ДС (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 ДС и изврши хаваријско заустављање генератора (брзо разбуђивање и брзо заустављање), уколико није предвиђен аутоматски прелазак МЕ у острвски рад.

Овом препоруком нису обухваћене следеће заштите:

- заштита од унутрашњих кварова генератора;
- заштита турбине;
- заштита енергетских трансформатора у МЕ;
- заштита од атмосферских пренапона у МЕ;
- 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.

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 $(0,2 - 3) s$.

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 интегрише 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:

- Заштита СН прикључног вода је прекострујна и земљоспојна, изведена према ТП-4а1.
- Заштита СН прикључног вода у МЕ је прекострујна и изводи се према тачки 8.3.,
- Заштита СН прикључног вода у расклопном постројењу ДС је прекострујна (тачка 8.3.) и земљоспојна (тачка 8.3.), ако се прикључак изводи према тачки 6.4..

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.

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.

Заштита НН прикључног вода у МЕ: прекострујна, преко краткоспојног (електромагнетног) и термичког окидача НН прекидача, тачка 6.3..

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

8.5 Правило из тачке 8.4. не примењује се за МЕ називне снаге до 30 kW које користе сунчеву енергију за производњу електричне енергије.

8.6 За МЕ називне снаге до 30 kW, напонске и фреквентне заштите могу бити интегрисане у оквиру инвертора и том случају укључење/искључење са дистрибутивне мреже може бити изведено од стране инвертора. У том случају, између инвертора и мреже мора постојати раставни елемент чија функција аутоматског укључења/искључења мора бити ускагалшена са прорадом интегрисаних инверторских заштите. Поред аутоматске функције укључења/искључења раставни елемент мора да има и могућност мануелног укључења/искључења.

8.7 Статус раставног елемента (укључен/искључен) мора бити јасно видљив и доступан дистрибутеру.

8.8 Произвођач инвертора мора имати сертификате и атесте који се односе на подешавање напона и фреквенције у оквиру захтеване напонске и фреквентне заштите.

8.9 Микропроцесорски заштитни уређај (реле) мора да:

- буде неосетљив на прелазне режиме;
- има висок ниво самодијагностике, 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 већа од $+55^{\circ}\text{C}$ мора да се спречи кондензација влаге (IEC 57).

- 8.10 Посебни технички захтеви код примене аутоматског поновног укључења (АПУ) у ДС:
 На изводима надземних и мешовитих водова "X" kV ($X = 35\text{ kV}$, 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 МЕ прикључује на такве водове, односно постројења, морају да се предузму мере да се искључи могућност прикључења МЕ на повратни напон из ДС без синхронизма, на пример: блокадом рада АПУ-а све док на прикључном воду за МЕ има напона, коришћењем АПУ-а са једним покушајем (неодговарајући термин) са безнапонском паузом 10 s итд.
- 8.11 Испитивања заштитних уређаја врше се према стандарду IEC 255.
 Испитивања се врше код произвођача и на објекту (у МЕ).
 Код произвођача се врше типска и командна испитивања, о чему се прилажу одговарајући атести и пратећа документација о доказу квалитета.
 На објекту (у МЕ) 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 МЕ на ДС. 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 МЕ

- 9.1 Фактор снаге МЕ у односу на ДС треба да износи $\cos \varphi \geq 0,95$ у капацитивном и индуктивном режиму рада. Уколико је за одржавање захтеване вредности фактора снаге потребна уградња кондензаторских батерија, њен се капацитет бира тако да ни у једном погонском случају не сме да дође до самопобуђивања генератора.
- 9.2 Помоћу одговарајуће пројектне документације ће се за сваки конкретан случај одабрати појединачна, групна или централна компензација реактивне енергије.
- 9.3 За димензионисање постројења за компензацију реактивне снаге (енергије) треба узети у обзир:
- реактивну енергију потребну за рад генератора;
 - реактивну енергију потребну за потрошаче МЕ када генератори раде и када нису у погону;
 - штетно дејство (могућност појаве виших хармоника).

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

У случају примене аутоматске регулације фактора снаге МЕ, 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 ДС, ако су додатно испуњени следећи услови:

- МЕ 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%).

9.4 Реактивна снага потребна за рад асинхроног генератора или МЕ 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 ДС, и морају галвански да се одвоје од генератора пре него што се он искључи, да би се избегло самопобуђивање.

9.5 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 са циљем одржавања напона у ДС у стационарном режиму.

10 НАДЗОР И КОМУНИКАЦИЈА СА МЕ

10.1 Власник МЕ, у зависности од места прикључења на ДС, мора да обезбеди да ОДС има одговарајуће информације у реалном времену према члановима 10.4 и 10.5.

10.2 Сходно обавезама из члана 10.1 власник МЕ мора да обезбеди неопходну опрему, софтвер и комуникациони сервис ради достављања неопходних података. Власник МЕ сноси све трошкове који се односе на:

- трошкове инвестирања,
- трошкове проширења система
- трошкове одржавања система.

10.3 Начин комуникације МЕ са надлежним центром управљања дефинише ОДС у Одобрењу за прикључење на дистрибутивну мрежу.

10.4 МЕ електране чија је привидна снага мања од 250 kVA морају да обезбеде могућност надгледања раставног уређаја у тачки прикључења.

10.5 За МЕ чија се снага креће у интервалу између 250 kVA и 10 MW мора да се обезбеди опрема која ће омогућити пренос следећих информација до надлежног центра управљања ОДС:

- Аналогне величине:
 - Активну снагу (MW)
 - Реактивну снагу (Mvar)
 - Напоне по фазама
 - Струје по фазама
- Статусе следећих уређаја:
 - Свих раставних уређаја (прекидач, растављач),
 - Аутоматског регулатора напона под условом да његов рад има утицај на ДС
- Аларми:
 - Губитак комуникације између МЕ и надлежног центра управљања,
 - Губитак/поремећај функције заштите у оквиру МЕ.

10.6 Подаци из члана 10.5 морају да се складиште и чувају у временском интервалу од 30 дана.

11 ПРОЦЕДУРЕ И ДОКУМЕНТАЦИЈА ЗА ПРИКЉУЧЕЊЕ МАЛИХ ЕЛЕКТРАНА НА ДИСТРИБУТИВНУ МРЕЖУ

11.1 У поступку планирања, изградње и почетка коришћења мале електране, прикључење на дистрибутивну мрежу прате следећи поступци и документација.

11.2 Поступци

11.2.1 Издавање информације о могућности прикључења на дистрибутивну мрежу

- издаје оператер дистрибутивне мреже у форми обавештења (мишљења, услова) на захтев заинтересованог субјекта
- поступак се покреће писаним захтевом заинтересованог субјекта у ком се наводи сврха исхододовања информације. Поред општих идентификационих података, захтев садржи и довољан број података за одређивање положаја у простору и података о инсталисаној снази, величини и врсти појединих агрегата..
- информација се издаје у форми мишљења услова и сл, односно форми која је у складу са наведеном сврхом исходовања и садржи битне податке као што су: место прикључења, (конкретан вод или трансформација од које полази прикључни вод), врсту и пресек прикључног вода и другу потребну опрему (растављач на месту прикључења, растављач снаге итд.), параметре мреже од које полази прикључни вод (снагу кратког споја, режим рада неутралне тачке и податке о струји земљоспоја и њеном трајању).
- информација се издаје са роком важења од једне године, изузев за прикључење МХЕ за које је рок важења највише 2 године. Услови који су наведени у информацији остају на снази и након истека рока, уколико инвеститор МЕ у том року достави валидан документ о праву изградње МЕ, при чему тај документ преузима рок важности издатих услова.

11.2.2 Издавање одобрења за прикључење на дистрибутивну мрежу

- издаје оператер дистрибутивне мреже у форми решења на захтев инвеститора мале електране (субјекат који поседује грађевинску дозволу)
- поступак се покреће писаним захтевом инвеститора који садржи сличне податке као и код захтева за издавање информације о могућности прикључења са обавезним прилозима: ситуациони план објекта, подаци о изабраним агрегатима (врста и снага) једнополна шема постројења, начин преношења информација из МЕ и осталим доказима у складу са законом.
- одобрењем се поред техничких услова прикључења (као и у издатој информацији) одређују и износ трошкова прикључења и рокови за њихово измиривање и прикључење објекта.

11.2.3 Прикључење мале електране на дистрибутивну мрежу

- по завршеној изградњи прикључка и извршеним проверама техничке исправности објекат се прикључује на дистрибутивну мрежу у циљу испитивања и подешавања опреме и уређаја.
- поступак се покреће писаним захтевом инвеститора, са прилозима који потврђују исправност изграђеног прикључка.
- дистрибутер по потреби врши потребне прегледе прикључка и мерног места и прикључује објекат на дистрибутивну мрежу о чему се сачињава одговарајући записник
- по обављеним испитивањима и подешавањима уграђене опреме, управљачких и заштитних уређаја, што се документује одговарајућим записима, електрана се прикључује на дистрибутивну мрежу.

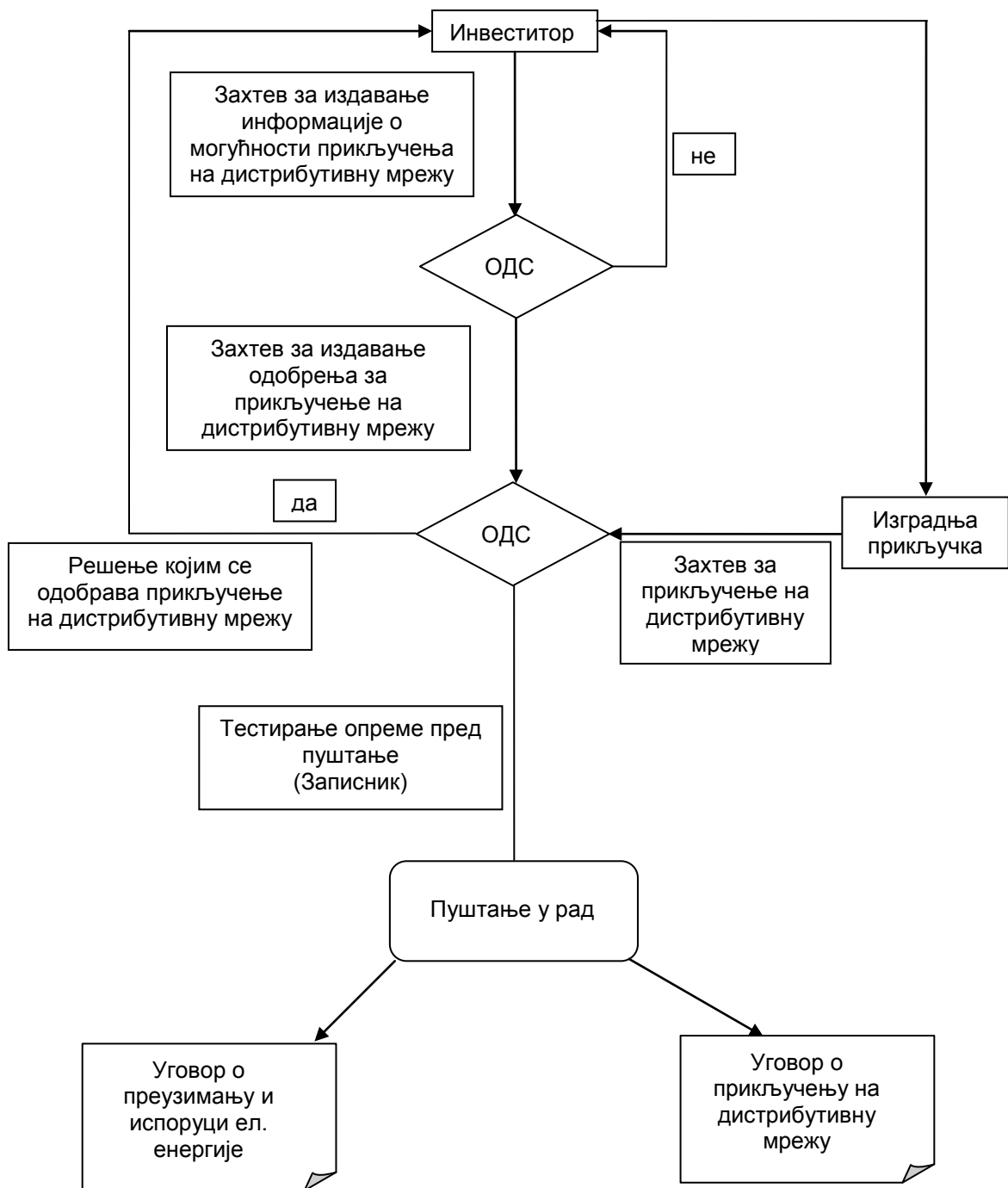
11.3 Документација

11.3.1 Захтев за издавање информације (мишљења, услова)

- подноси заинтересовани субјект у писаној форми са назначеним подацима у 11.2.1.
- захтев може бити формулисан на разне начине:
 - са конкретним подацима о величини објекта чије се прикључење планира
 - са захтевом да се одреде рационални услови за прикључење за одређену локацију
- оператер може да понуди припремљени образац подносиоцу захтева са циљем да се избегну могући неспоразуми и непотребно одуговлачење поступка.

11.3.2 Информација (мишљење, услови) о могућности прикључења на дистрибутивну мрежу

- садржина информације везана је формулисаним захтевом и по правилу садржи податке назначене у 11.3.1.
 - у циљу постизања транспарентности поступка потребно је да ПД ЕД припреми обрасце који треба да су јавно доступни
- 11.3.3 Захтев за издавање одобрења за прикључење
- подноси инвеститор мале електране (субјект који поседује дозволу за изградњу) у писаној форми са назначеним подацима у 11.2.1.
 - у овоме поступку користе се припремљени обрасци ПД ЕД, који треба да су јавно доступни.
- 11.3.4 Одобрење за прикључење
- издаје се у форми прописаној Законом о општем управном поступку.
 - садржи увод, изреку, образложење и упутство о правном средству.
 - садржај изреке и образложења назначен је у 11.3.3.
 - употреба припремљених формулара није погодна за ову сврху.
- 11.3.5 Захтев за прикључење
- подноси власник мале електране по завршеној изградњи прикључка са прилозима који потврђују техничку исправност уграђене опреме и изведених радова.
- 11.3.6 Записник о прикључењу
- сачињавају оператер дистрибутивне мреже и власник мале електране односно њихови овлашћени представници
 - садржи, поред општих података, и податке битне за погон и техничку исправност опреме, односно податке о записима који документују стање
- 11.3.7 Уговор о прикључењу на дистрибутивну мрежу
- закључују власник електране и оператер дистрибутивне мреже у погодној фази изградње објекта
 - садржи права и обавезе уговорних страна у односу на прикључење и одржавање прикључног уређаја и опреме, контроле и праћења исправности погона, међусобног обавештавања и приступа објекту
- 11.3.8 Уговор о преузимању и испоруци електричне енергије
- закључују власник електране и купац електричне енергије, по правилу, пре прикључења на дистрибутивну мрежу
 - садржи права и обавезе уговорних страна у вези обрачуна и плаћања преузете електричне енергије



11.3 Блок дијаграм процедуре за прикључење на дистрибутивну мрежу

12 ПРВО ПРИКЉУЧЕЊЕ МЕ НА МРЕЖУ ЕД

12.1. Прво прикључење МЕ на ДС врши се када су испуњени сви услови из поглавља 11.

Прво прикључење МЕ на ДС врши се у присуству власника МЕ - инвеститора, овлашћеног представника надлежне ЕД и главног извођача радова.

Непосредно пре првог прикључења МЕ на ДС, врши се:

- визуелни преглед објекта МЕ, 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 МЕ и ДС;
- приступачност спојном прекидачу и мерном месту;
- провера заштитних уређаја у МЕ: системске заштите према тачки 8.2 и заштите прикључног вода према тачки 8.3;
- провера исправности прикључка МЕ, укључујући проверу заштитних и мерних уређаја, као и расклопних апарата на месту прикључења на ДС.

12.2. Испитивање заштитних уређаја код првог прикључења МЕ на ДС 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 омогућавају безбедно прикључење генератора на ДС, тачка 5.8. У оквиру ових испитивања и проба, обавезно се симулира и проверава:

- испад трофазног напона у ДС;
- понашање заштитних и осталих уређаја у МЕ за случај примене АПУ-а;
- ако у МЕ има више генератора: редослед укључења на ДС 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 МЕ.

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

13 ПОГОН

13.1. Власник МЕ мора уређаје који су потребни за паралелан рад са ДС 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 МЕ, а када то погонски услови ДС захтевају може да тражи и промену подешавања заштите.

13.2. МЕ мора де се одвоји од ДС за случај кварова и поремећаја у ДС.

МЕ сме да се поново прикључи на ДС тек када се испуне услови за прикључење (тачка 5.8) и несметан паралелан рад.

ЕД има право да у случају опасности и сметњи по ДС тренутно одвоји МЕ од ДС. О таквом искључењу, као и о искључењима МЕ ради обављања радова (ревизија, ремонт итд.) у ДС, власник МЕ се правовремено обавештава у складу са роковима дефинисаним у Правилима о раду дистрибутивног система.

13.3. Овлашћеном представнику ЕД-а, у договору са власником МЕ, мора у свако време да буде омогућен приступ расклопним апаратима, заштитним и мерним уређајима, о чему ће да се закључи одговарајући уговор о погону.

13.4. Контрола исправности развода једносмерног напона у МЕ је услов за поуздан рад МЕ и спречавање појава тешких хаварија.

Појава поремећеног погона у разводу једносмерног напона мора да се благовремено сигналише, а кварови морају да се отклоне са првим степеном приоритета.

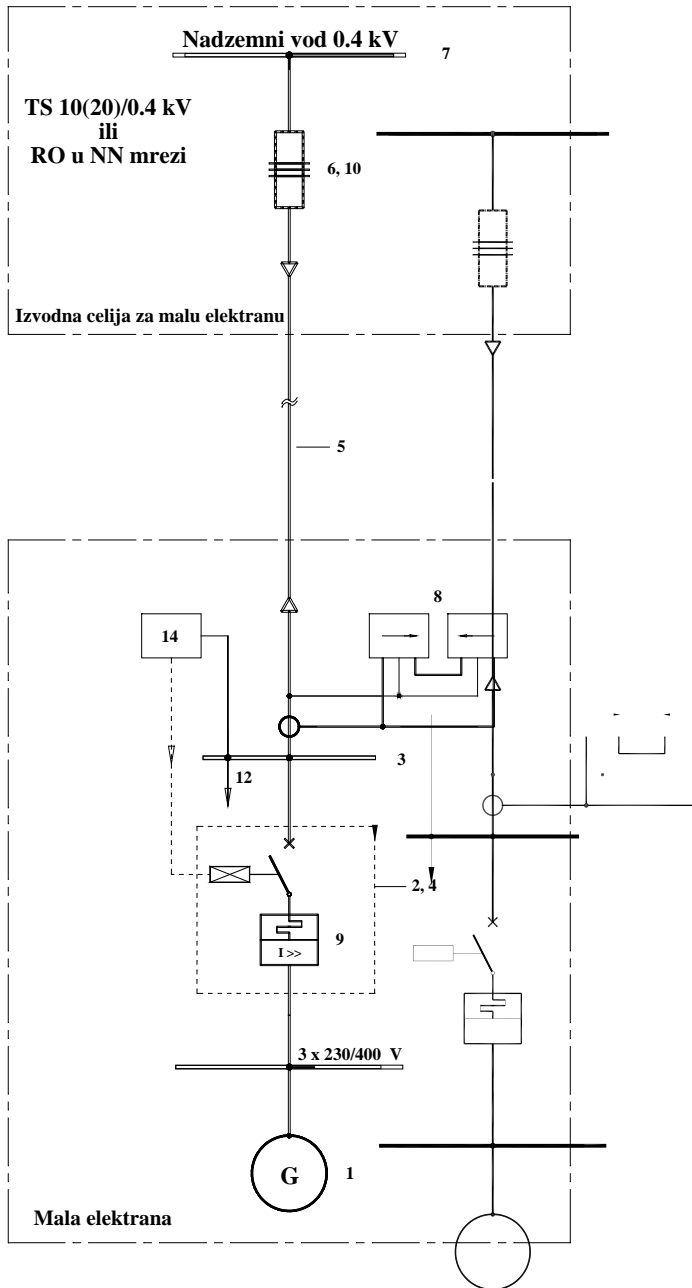
У случају нестанка једносмерног напона акумулаторске батерије за напајање заштитних уређаја и расклопних апарата у МЕ, треба да дође до аутоматског заустављања генератора: растеређење генератора, прекид паралелног рада МЕ са ДС искључењем спојног прекидача, разбуђивање и заустављање.

- 13.5. ОДС прописује услове регулације реактивне снаге у складу са тачком 9.3 и 9.4 као и у случају примене инвертора са форсираном комутацијом (PWM инвертор).
- 13.6. 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.

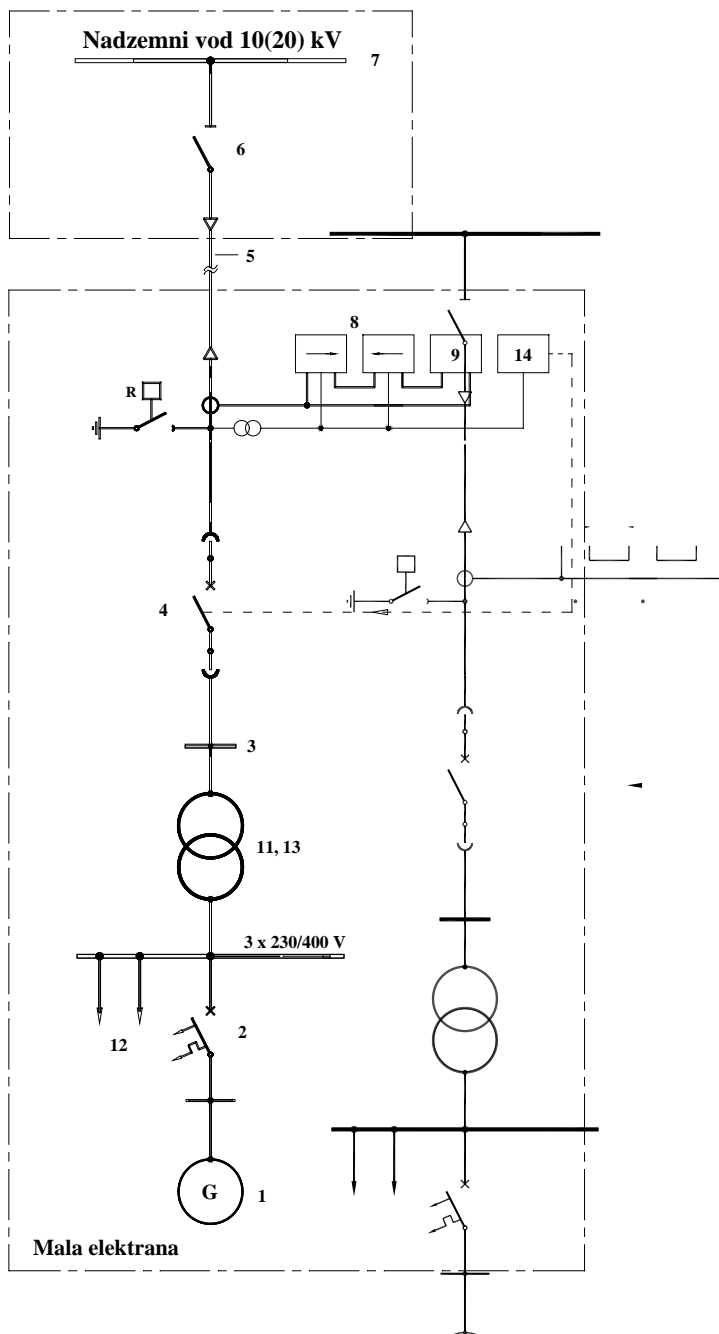
14 ШЕМЕ ПРИКЉУЧЕЊА МЕ НА МРЕЖУ ЕД

Овде се даје неколико примера прикључења МЕ са једним или више генератора на ДС, и то:

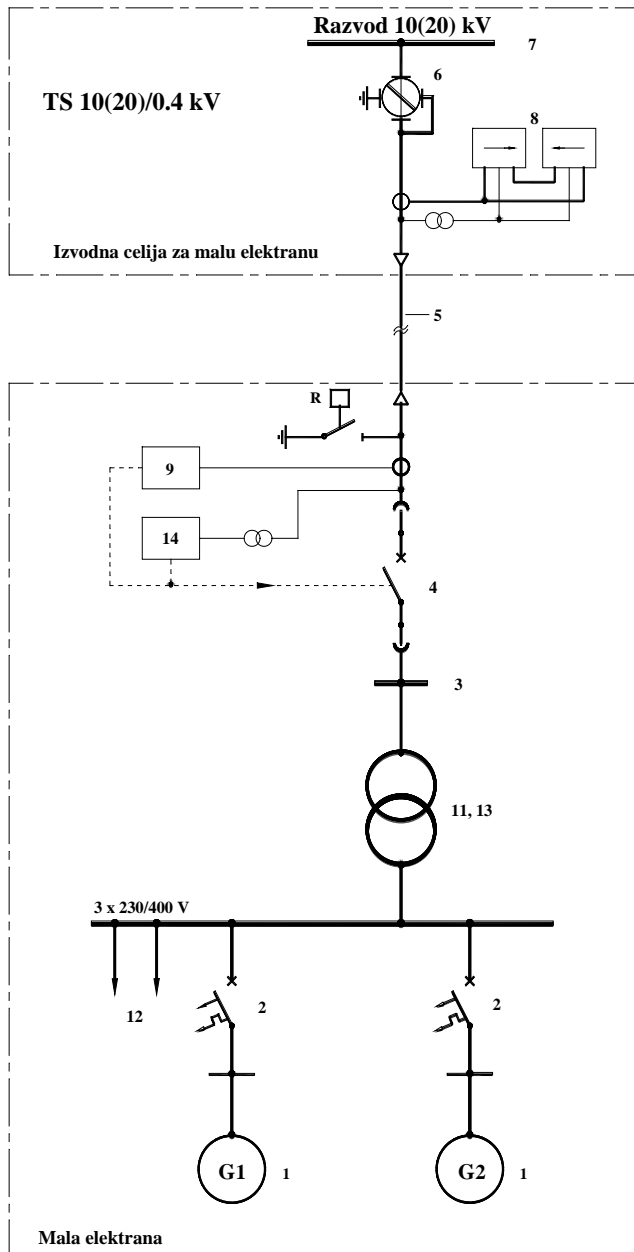
- На сл.13.1 дата је шема прикључења МЕ укупне снаге до 63 kVA на НН разводно чвориште у ДС;
- На сл.13.2 дата је шема прикључења МЕ укупне снаге до 160 kVA, са генератором назначеног напона $U_{ng} = 0,42 \text{ kV}$, на надземни дистрибутивни вод 10(20) kV;
- На сл.13.3 дата је шема прикључења МЕ са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



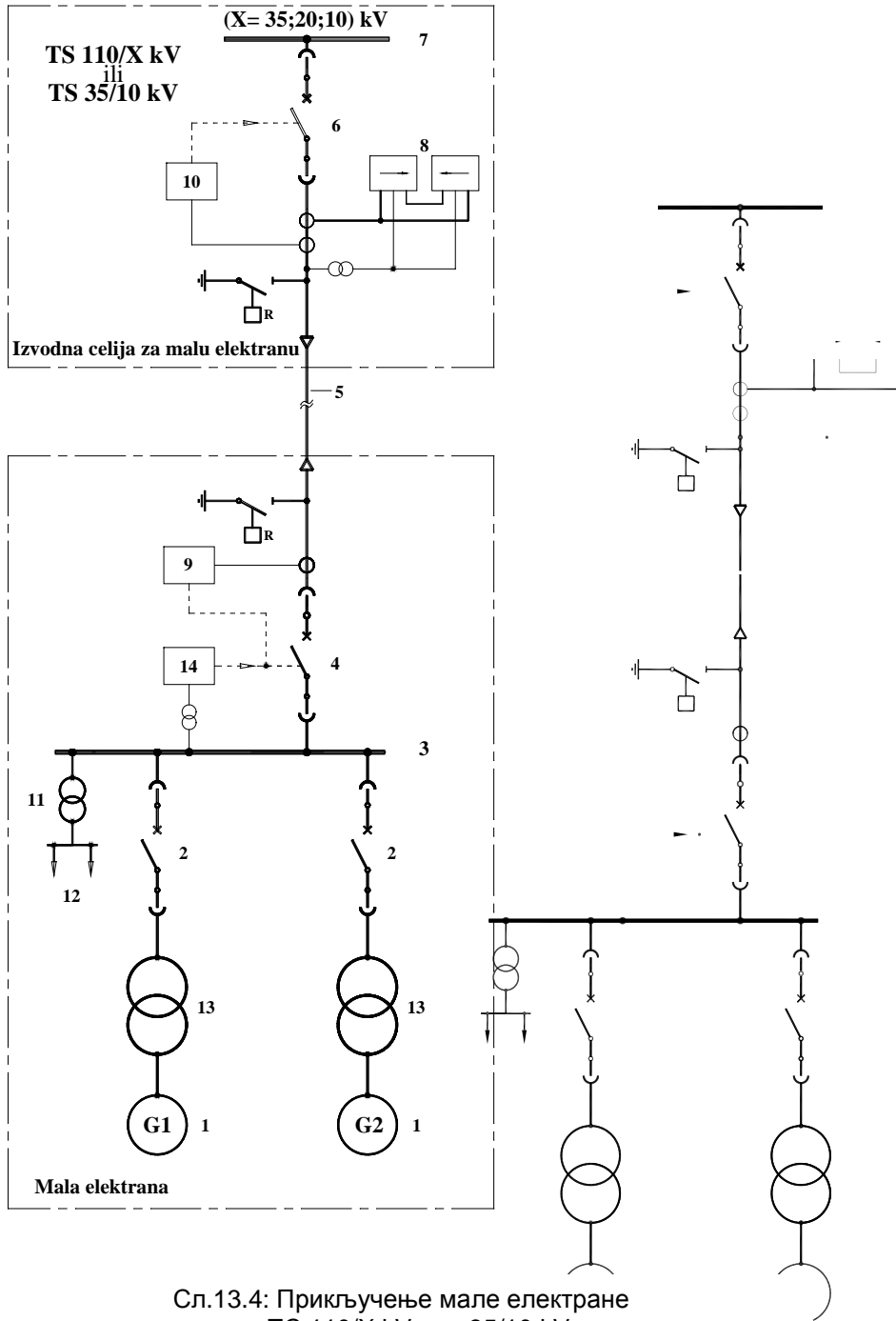
Сл.13.1: Прикључење мале електране снаге до 63 kVA на НН мрежу



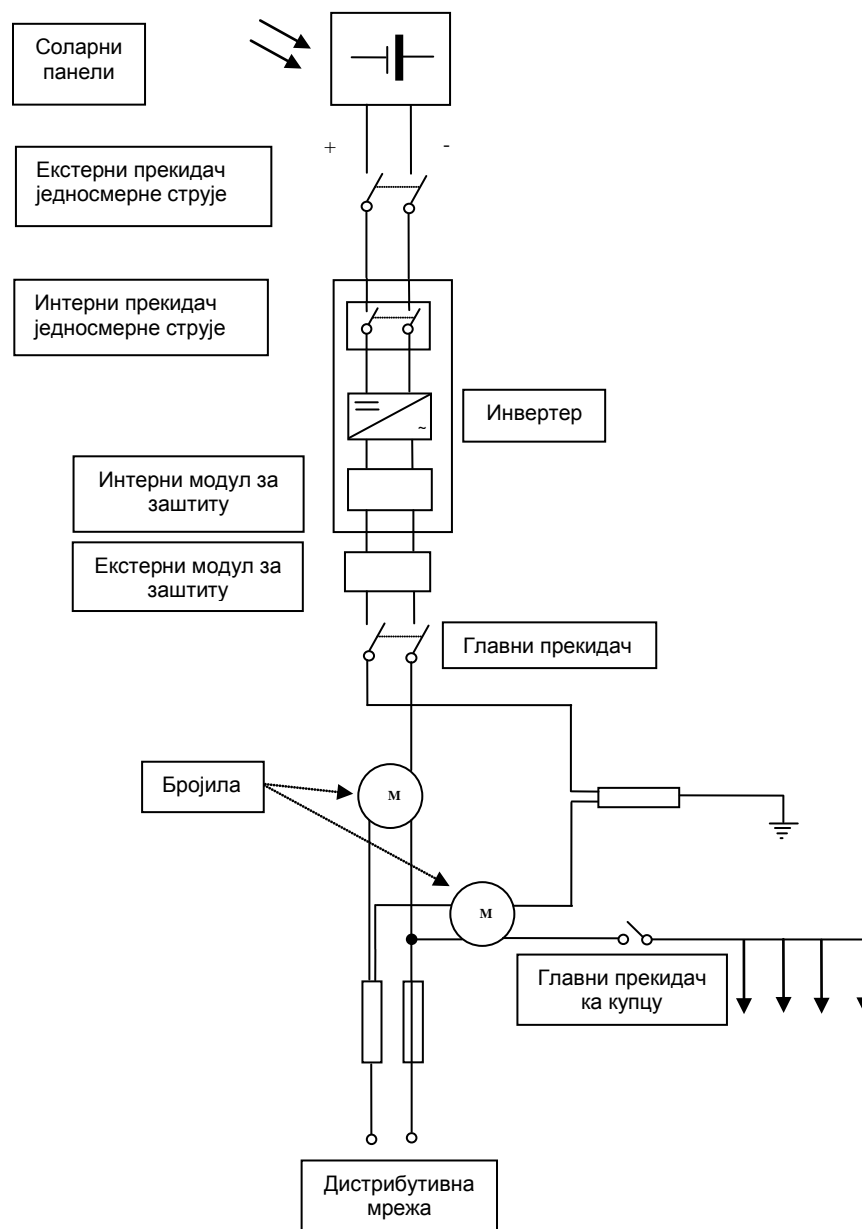
Сл. 13.2: Прикључење мале електране снаге до 160 kVA на надземни вод 10(20) kV



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



Сл.13.5: Шема монофазног прикључка фотонапонске МЕ на дистрибутивни систем

Легенда са слика 13.1-4:

1 генератор; 2 генераторски прекидач; 3 место прикључења мале електране; 4 спојни прекидач; 5 прикључни вод; 6 расклопни апарат на месту прикључења на дистрибутивни систем; 7 место прикључења на дистрибутивни систем; 8 мерна група (мерни слог); 9 заштита прикључног вода у малој електрани; 10 заштита прикључног вода на месту прикључења на дистрибутивни систем; 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 *"Збирка техничких препорука ЕД Србије" (септембар 2003).*
- 2 *Technical Guideline: Generating Plants connected to the Medium-Voltage Network, BDEW Bundesverband der Energie-und Wasserwirtschaft.*
- 3 *Present status of DG in Germany: National codes, standards, requirements and rules for grid interconnection and operation Document Type: Technical report Author: Michael Viotto Company: ISET Further Authors: Reviewer: Malte Thoma, FHG-ISE; Eduardo Navarro, IBERDROLA Approver: Hubert Fechner, ARSENAL*
- 4 *IEEE 1547.1, IEEE 1547.2, IEEE 1547.3*
- 5 *Distributed generation technical interconnection requirements interconnections at voltages 50kv and below, Hydro one networks ltd. 2009*
- 6 *Recommendation for the connection of Generating Plant to the distribution system of licensed distribution network operators, ENA Energy Networks Association, Engineering Recommendation G59 – Issue 2, 2010*
- 7 *Recommendation for the connection of Small-scale embedded generators (up to 16A per phase) in parallel with public low-voltage distribution networks, ENA Energy Networks Association, Engineering Recommendation G83/1-1, Issue 1:Amendment – June 2008*
- 8 *ActewAGL guidelines for grid-connected photovoltaic installations via inverter, ActewAGL company, December 2009*