

KNJIGA 4: POSEBNE TEHNIČNE ZAHTEVE

OPREMA ELEKTRARNE IN KABELSKE POVEZAVE

VSEBINA:

Stran:

4.1	GRADBENI DEL	4
4.1.1	<i>Priprava gradbišča</i>	4
4.1.2	<i>Transportne poti znotraj fotonapestostne elektrarne v času gradnje.....</i>	4
4.1.3	<i>UREDITEV vzdrževalnih poti po izgradnji.....</i>	4
4.1.4	<i>Temelji.....</i>	5
4.1.4.1	<i>Izvedba temeljenja PV panelov.....</i>	5
4.1.5	<i>Ureditve ob transformatorskih postajah</i>	5
4.1.6	<i>Kontejner z opremo – transformatorska postaja TP.....</i>	6
4.1.1	<i>Kontejner z opremo – za sisteme vodenje in nadzora (SVN).....</i>	7
4.1.2	<i>Montažne podkonstrukcije PV modulov.....</i>	7
4.1.3	<i>Izvedba SN kablovoda – FEBR-D1</i>	11
4.1.4	<i>Izvedba SN kablovoda – FEBR-D2</i>	12
4.1.5	<i>Ostala gradbena dela.....</i>	13
4.1.5.1	<i>Podrobne preiskave tal</i>	13
4.1.5.2	<i>Topografski pregled</i>	13
4.1.5.3	<i>Druge preiskave</i>	14
4.1.5.4	<i>Armiranobetonska dela</i>	14
4.1.5.5	<i>Ograja in vrata.....</i>	14
4.1.5.6	<i>Drenaža</i>	14
4.1.5.7	<i>Montažni kabelski kanali in jaški.....</i>	15
4.2	DOBAVA OPREME.....	16
4.2.1	<i>Skladnost opreme, proizvajalci</i>	16
4.2.2	<i>Dimenzioniranje opreme</i>	16
4.2.3	<i>Oprema PV polj.....</i>	17
4.2.3.1	<i>Fotonapetostni moduli.....</i>	17
4.2.3.2	<i>Konfiguracija PV nizov.....</i>	21
4.2.3.3	<i>Nadzor PV nizov</i>	22
4.2.3.4	<i>PV razsmernik.....</i>	24
4.2.3.5	<i>Krmilnik fotonapetostne elektrarne – Power Plant controller (PPC)</i>	31
4.2.4	<i>Nizkonapetostna oprema izmenične napetosti</i>	32
4.2.4.1	<i>Razdelilniki in zbirne omarice izmenične napetosti.....</i>	32



4.2.5	<i>UPs sistem</i>	36
4.2.6	<i>12 KV in 24 kV stikalna oprema</i>	38
4.2.6.1	Zahteve za srednjenapetostne celice	38
4.2.6.2	Rezervni deli za srednjenapetostno opremo	40
4.2.7	<i>Energetski transformatorji</i>	40
4.2.7.1	Osnovni opis	40
4.2.7.2	Konstruktivske zahteve	41
4.2.8	<i>Ostala elektro oprema</i>	42
4.2.9	<i>Vremenska postaja</i>	43
4.2.10	<i>Video nadzorni sistem</i>	44
4.2.11	<i>Oprema sistema požarnega javljanja in protivlomni sistem</i>	47
4.2.12	<i>Oprema zaščite, vodenja in telekomunikacij</i>	48
4.2.12.1	Oprema sistema vodenja in nadzora FE	49
4.2.12.2	Oprema za komunikacijsko infrastrukturo	54
4.2.12.3	Oprema za zaščito na strani fotonapetostne elektrarne FE	56
4.2.12.4	Oprema meritev - obračunska in kontrolna merilna mesta na strani fotonapetostnih elektrarn	58
4.2.12.5	Oprema sistema vodenja in nadzora na HE Brežice	60
4.2.13	<i>Kabli in oprema kabelskih tras</i>	62
4.2.13.1	Srednjenapetostni kabli, kabelski končniki in konektorji	62
4.2.13.2	Nizkonapetostni kabli	63
4.2.13.3	DC kabli	64
4.2.13.4	Komunikacijski kabli	64
4.2.13.5	Oprema kabelskih tras na območju FE	64
4.2.13.6	Oprema kabelskih tras na območju HE	65
4.2.13.7	Ostale splošne zahteve kabelskih tras	65
4.2.14	<i>Ozemljilni sistem</i>	66
4.2.15	<i>Zaščita proti streli - strelovodi</i>	67
4.2.16	<i>Spisek preizkusov ob dobavi opreme</i>	68
4.2.16.1	Nizkonapetostna oprema	68
4.2.16.2	Srednjenapetostna oprema	70
4.2.16.3	Energetski transformatorji PV polj	71
4.2.16.4	Oprema zaščite, vodenja, meritev in telekomunikacij	72
4.2.16.5	Kabli, kabelski končniki, oprema srednjenapetostnih povezav	72
4.3	IZVAJANJE STORITEV	73
4.3.1	<i>Montaža naprav in opreme na območju FE</i>	74
4.3.2	<i>Montaža kabelskih povezav do 20 kV distribucijskega daljnovoda in DO HE Brežice (FEBR-D1)</i>	74
4.3.3	<i>Montaža kabelskih povezav do opreme na HE Brežice (FEBR-D2)</i>	75
4.3.4	<i>Priključevanje na SN opremo</i>	75
4.3.4.1	10,5 kV celice stikališča HE Brežice	75
4.3.4.2	20 kV daljnovod distribucijskega omrežja	75
4.3.5	<i>Montaža naprav za vodenje, meritve in zaščito</i>	76

4.3.5.1	Montaža omar in omaric	76
4.3.6	Parametriranje opreme	77
4.3.7	Montaža kablov in kabelskih polic	77
4.3.7.1	Splošne zahteve za kabliranje	77
4.3.7.2	Kabli in kabelski končniki	79
4.3.7.3	Optični kabli.....	79
4.3.7.4	Kabelske spojke in povezave kablov	80
4.3.7.5	Kabelske trase in polaganje kablov	80
4.3.7.6	Kabelski končniki	82
4.3.7.7	Preizkusi.....	83
4.3.7.8	UKREPI ZA ZAGOTOVITEV EMC	83
4.3.8	Napisne ploščice.....	83
4.3.9	Izvedba požarne tesnitve prehodov inštalacij	84
4.3.10	Sodelovanje z ostalimi izvajalci in z naročnikom.....	84
4.3.11	Izvajanje geodetskih storitev	84
4.3.12	Izdelava in dobava simulacijskih modelov FE (samo za FEBR-D2)	85
4.3.13	Dokumentacija za dokazovanje skladnosti z zahtevami glede kakovosti električne energije (KEE).....	87
4.4	PREIZKUSI, PREGLEDI, PREVZEMI IN ZAGONSKI FUNKCIONALNI PREIZKUSI	89
4.4.1	Splošne zahteve	89
4.4.2	Kontrola kvalitete ob montaži na objektu.....	90
4.4.2.1	Splošno.....	90
4.4.2.2	Naloge in pravice nadzornikov	91
4.4.2.3	Zagotovitev kvalitete Izvajalca del	91
4.4.2.4	Kontrola kvalitete materiala in izvedenih del.....	92
4.4.2.5	Kontrole in prevzemi	93

4.1 GRADBENI DEL

Vsa gradbena dela morajo ustrezati najnovejšim slovenskim in evropskim standardom ter tehnični regulativi. Kjer je to primerno, se lahko uporabijo tudi enakovredni veljavni mednarodni standardi, ki jih je odobril Naročnik skladno z Splošnimi tehničnimi zahtevami. Elementi gradbenih konstrukcij se morajo dimenzionirati skladno s pravili in načeli evrokodov. Gradbena dela vključujejo, vendar niso omejena na elemente, ki so potrebni za izvedbo projekta fotonapetostne elektrarne in so opisani v nadaljevanju.

4.1.1 PRIPRAVA GRADBIŠČA

Izvajalec je odgovoren za pripravo gradbišča za pričetek del na projektu skladno z zahtevami Splošnih tehničnih pogojev.

4.1.2 TRANSPORTNE POTI ZNOTRAJ FOTONAPESTOSTNE ELEKTRARNE V ČASU GRADNJE

Izvajalec mora iz obstoječih vzdrževalnih poti izdelati primeren pristop do ograjenega območja FE in notranje transportne poti, kjer je to nujno potrebno za varen in enostaven prevoz opreme in materiala na mesto vgradnje. Poti morajo omogočati enostaven in hiter pristop do vsake lokacije. Poti naj bi bile zasnovane optimalno, da prenašajo zahtevani tovor z vsemi potrebnimi odmiki, nakloni, nadmorsko višino in polmerom zavojev za enostavno premikanje, manevriranje transportnih vozil. Poti morajo biti zadostne širine in izvedbe skladno s splošnimi tehničnimi zahtevami.

Če je potrebno, morajo biti vsi prehodi kablov pod potmi in drugimi transportnimi prehodi opremljeni s kabelskimi cevmi ustrezne izvedbe ali pvoznimi kabelskimi montažnimi kanali.

4.1.3 UREDITEV VZDRŽEVALNIH POTI PO IZGRADNJI

Po izgradnji FE mora Izvajalec zagotoviti ustrezne vzdrževalne poti, ki jih izvede v skladu z zahtevami iz Splošnih tehničnih pogojev.

Med vzdrževalne poti sodijo vsi dostopi iz obstoječih vzdrževalnih poti ob deponiji do glavnih vhodov na ograjeno območje FE in naprej do vseh objektov transformatorskih postaj in TK kontejnerjev (znotraj ograje).

Na območju med PV nizi ni predvideno dodatno utrjevanje in nasipavanje peščenih materialov na zatravljene površine razen na posameznih delih, kjer je to potrebno, bodisi zaradi neutrne zemljine, neravnih površin ali drugih posebnosti, ki bi oteževale izvajanje vzdrževalnih aktivnosti.

Tako mora biti celotno območje FE za vzdrževalna vozila nemoteno prevozna v suhem vremenu.

Površina platoja je že poravnana na koto, ki zagotavlja ustrezno poplavno varnost.

Razporeditev vzdrževalnih poti določi ponudnik sam glede na predvideno razporeditev sončnih panelov.

4.1.4 TEMELJI

Izvajalec je odgovoren za podrobno preiskavo tal in načrtovanje temeljev za postavitev vseh konstrukcij in opreme FE. Temelje modularnih konstrukcij PV modulov, montažnih zgradb (kontejnerji transformatorskih postaj (TP) z opremo, kontejner za sisteme vodenje in nadzora,...), stebrov za kamere, ograje, strelovodno zaščito in drugih pomembnih konstrukcij mora pred gradnjo odobriti Naročnik. Temelji morajo biti dimenzionirani na vse vplive, ki se pojavijo med uporabo in gradnjo objekta in tudi stanje zemljišča vključno z brežinami, kjer se izvaja gradnja. Izvajalec načrtuje tudi prevoz in skladiščenje za to potrebnega materiala na gradbišču.

V sklopu izdelave temeljev TP se na ustrezen način izvede tudi oljna jama (oljni lovilec v primeru izlitja olja transformatorja), ki mora biti ustrezno zatesnjena proti puščanju v okolico.

4.1.4.1 Izvedba temeljenja PV panelov

Zasnova temeljenja mora biti prikazana že v fazi ponudbe, in sicer v osnutku projektne rešitve za ta vsebinski del. Predvidena je uporaba montažnih, predfabriciranih zemeljskih vijakov.

Ponudnik mora glede na obstoječe geomehanske razmere in raziskave terena, ki jih izvede sam, zasnovati način temeljenja nosilne konstrukcije PV modulov in v PZI izdelati vse potrebne tehnične izračune.

Na temeljih, ki morajo biti ustrezno statično dimenzionirani, se izvede nosilna podkonstrukcija in nanjo medsebojno povezani fotonapetostni moduli. Skupna višina konstrukcije z moduli (brez upoštevanja višine strelovodnih lovilnih palic) je lahko maksimalno 4 m nad koto platoja.

Ponudnik lahko že pred izdelavo ponudbe, v vsakem primeru pa mora pred pričetkom projektiranja PZI, izvesti dodatne preiskave terena, skladno z zahtevami rešitve temeljenja (npr. izvlečni »pull-out« test in drugi testi), ki so osnova za statične izračune, ki morajo biti del projektne dokumentacije. Morebitne naknadne stroške ponovnega dimenzioniranja in spremembe podkonstrukcije zaradi nepravilnega prvotnega dimenzioniranja v fazi ponudbe, bodisi zaradi nepravilnega upoštevanja nosilnosti tal ali specifičnih zahtev Naročnika, skladno s to dokumentacijo v zvezi z oddajo javnega naročila, mora v celoti kriti Izvajalec.

4.1.5 UREDITVE OB TRANSFORMATORSKIH POSTAJAH

Priklop FE bo izveden preko srednje napetostnega (SN) elektro priključka, zato je pri FE predvidena tudi izvedba transformatorskih postaj (TP), njihovo število in izvedbo določi ponudnik.

Transformatorske postaje se namestijo v kontejnerjih ali drugačnih ohišjih, ki se jih zaradi lažjega dostopa namesti na robu platoja na ustrezno pripravljeno podlago (temelje). V kolikor je transformatorska postaja dvignjena od tal, je potrebno poskrbeti za preprečitev zarasti pod objektom transformatorske postaje - s tlakovanjem s pranimi betonskimi ploščami, položenimi na tamponski sloj 30 cm (glej Splošne tehnične pogoje).

Tlakovanje je potrebno izvesti tudi za lažji dostop in vzdrževanje najbližje okolice TP in sicer 1,2 m okoli TP. Preostalo območje okoli TP, kjer je predviden dostop z vozili, se nasuje in utrdi kot vzdrževalno pot.

4.1.6 KONTEJNER Z OPREMO – TRANSFORMATORSKA POSTAJA TP

Zgradba oziroma montažni objekt za NN in SN opremo, ter ostala pripadajoča oprema TP, mora biti primerne izvedbe in velikosti za namestitev vse potrebne električne opreme. Konstrukcija montažne zgradbe z elektro opremo PV polja (predvidoma je to kovinski kontejner ali drugačni montažni objekt), mora biti zasnovana in postavljena na mesto vgradnje v skladu s priporočili proizvajalca opreme, da se zagotovi želena življenjska doba njene konstrukcije in opreme v njej. Stavba mora biti toplotno izolirane izvedbe, opremljena z osnovno elektrogradbeno inštalacijo (luči po prostorih in vtičnice, požarno javljanje, protivlomni sistem), z ventilacijo in klimatizacijo (ogrevanje in hlajenje - odvajanje toplote), kot je potrebna za delovanje opreme v vseh vremenskih in bremenskih pogojih. Stavba mora biti opremljena z ustreznimi prezračevalnimi odprtinami, vrati in po potrebi okni, ki so zavarovana s ključavnicami. Prav tako morajo v vseh zaprtih prostorih biti na ustrezni višini (v zgornji polovici prostora) nameščeni temperaturni senzorji za spremljanje stanja (pregrevanje prostorov), izpadi delovanja klimatizacije pa morajo biti signalizirani v SCADA sistem.

Izvajalec mora dokumentacijo z risbami predlaganih kontejnerjev ali druge izvedbe ohišja TP predložiti že v ponudbi, sočasno s tlorisom postavitve PV modulov, končno usklajeno rešitev pa Naročnik odobri pred izdelavo PZI in pred gradnjo.

Stavba mora biti ustrezno temeljena skladno s pogoji terena na mestu postavitve in obremenitvami. Stavbe morajo biti postavljene na mestih, ki bodo ustrezno dostopna. Okoli vseh stavb mora biti zagotovljena zaščitena pohodna površina širine 1,2 m, tlakovana z betonskimi ploščami na peščeni podlagi.

Vsa mesta za osebni dostop v kontejner morajo biti opremljena s suhomontažnimi stopnicami iz vroče cinkane jeklene konstrukcije. Pred stopnicami mora biti ustrezno velik z betonskimi ploščami tlakovan podest.

Kontejnerji morajo imeti tudi možnost poenotenja ključavnic oz. zamenjavo ključavnic, tako da bodo ključavnice odpirali naročnikovi univerzalni ključi.

Kontejner mora skupaj s temelji zagotavljati ustrezno zatesnjen oljni lovilec (npr. oljno jamo) za primere izlitja olja iz transformatorja.

Pod, oziroma ob kontejnerjih morajo biti zagotovljeni kabelski jaški in nemoten dostop do njih, kar mora izvajalec z naročnikom uskladiti v fazi PZI.

V kolikor bo pri odpiranju vrat stavbe/objekta oprema neposredno izpostavljena vremenskim vplivom (dež, srednja jakost) in hkrati oprema za delovanje v takšnih razmerah ni predvidena (neustrezna IP zaščita), mora Izvajalec zagotoviti način za zavarovanje odprtin pred vremenskim vplivom (streha nad odprtinami ipd.). Rešitev se uskladi v fazi PZI.

4.1.1 KONTEJNER Z OPREMO – ZA SISTEME VODENJE IN NADZORA (SVN)

Zgradba oziroma montažni objekt, kjer bo nameščena oprema za sisteme vodenja in nadzora fotonapetostne elektrarne, mora biti primerne izvedbe in velikosti, za namestitev opreme. Konstrukcija montažne zgradbe – predvidoma kovinskega kontejnerja, mora biti zasnovana in postavljena na mesto vgradnje v skladu s priporočili proizvajalca opreme, da se zagotovi želena življenjska doba njene konstrukcije in opreme v njej. Stavba mora biti toplotno izolirane izvedbe, opremljena z osnovno elektrogradbeno inštalacijo (luči po prostorih in vtičnice, požarno javljanje, protivlomni sistem) z ventilacijo in klimatizacijo (ogrevanje in hlajenje - odvajanje toplote), kot je potrebna za delovanje opreme v vseh vremenskih in bremenskih pogojih. Za potrebe klimatizacije v prostoru, kjer je nameščena temperaturno občutljiva oprema, se predvidi redundantna klimatska naprava. Stavba/objekt mora biti opremljena z ustreznimi prezračevalnimi odprtinami, vrati in po potrebi okni, ki so zavarovana s ključavnicami. Prav tako morajo v vseh zaprtih prostorih biti na ustrezni višini (zgornja polovica) nameščeni temperaturni senzorji za spremljanje stanja (pregrevanje prostorov), izpadi delovanja klimatizacije pa morajo biti signalizirani v SCADA sistem.

Izvajalec mora dokumentacijo z risbami predlaganih kontejnerjev s preliminarnim naborom in razporeditvijo opreme predložiti že v ponudbi, končno usklajeno rešitev pa Naročnik odobri pred izdelavo PZI in pred gradnjo.

Stavba mora biti ustrezno temeljena skladno s pogoji terena na mestu postavitve in obremenitvami. Stavbe morajo biti postavljene na mestih, ki bodo ustrezno dostopna. Okoli vseh stavb mora biti zagotovljena zaščitena pohodna površina širine vsaj 1,2 m, tlakovana z betonskimi ploščami na peščen podlagi.

Vsa mesta za osebni dostop v kontejner morajo biti opremljena s suhomontažnimi stopnicami iz vroče cinkane jeklene konstrukcije. Pred stopnicami mora biti ustrezno velik z betonskimi ploščami tlakovan podest. V kolikor bo pri odpiranju vrat stavbe/objekta oprema neposredno izpostavljena vremenskim vplivom (dež, srednja jakost) in hkrati oprema za delovanje v takšnih razmerah ni predvidena (ustreznost IP zaščite), mora Izvajalec zagotoviti način za zavarovanje odprtin pred vremenskim vplivom (streha nad odprtinami ipd.). Rešitev se uskladi v fazi PZI.

Kontejnerji morajo imeti tudi možnost poenotenja ključavnic oz. zamenjavo ključavnic, tako da bodo ključavnice odpirali naročnikovi univerzalni ključji.

4.1.2 MONTAŽNE PODKONSTRUKCIJE PV MODULOV

Za vgradnjo zahtevanega števila PV modulov na predvideni lokaciji FE mora biti zagotovljena podkonstrukcija z ustrezno nosilnostjo njenih elementov in spojev. Izvajalec mora podrobnosti navesti v PZI-ju, ki je v njegovem obsegu dobave.

Tehnične zahteve:

- Zasnova podkonstrukcije modulov mora slediti predvidenim obremenitvam v času uporabe in gradnje. Upoštevati mora obstoječi profil terena in pogoje temeljenja. Zasnova naj bo čim bolj tipizirana in preprosta.
- Konstrukcija mora upoštevati naslednje zahteve (skladno s shemo HIBRD--6E1010, Dimenzijske zahteve za podkonstrukcijo PV modulov, iz Knjige 5: Razpisne risbe FEBR-D1 in FEBR-D2):
 - najmanjša razdalja med spodnjim robom PV modula in tlemi mora biti minimalno 1 m (za potrebe izvajanja košnje),
 - da ima konstrukcija do višine 1 m samo vertikalne opore, v tem pasu ni dovoljeno nameščati horizontalnih in prečnih opor (razen neposredno ob vertikalni opori do višine do cca. 0,7 m),
 - največja horizontalna razdalja od zunanjega spodnjega roba modulov do nižje vertikalne opore (nosilne noge) sme znašati največ 0,6 m (za primer konstrukcije s po dvema stebroma),
 - pod PV paneli, morajo biti elementi (podkonstrukcija, strelovodi ipd.), ki so na razdalji 0,6 m ali več na zunanji strani od višje vertikalne podpore, montirani višje od 2,7 m (predvidoma je to višji nosilni steber pri podkonstrukciji s po dvema stebroma),
 - da je v primeru konstrukcije s po dvema vertikalnima oporama (po dve nogi v širini podkonstrukcije) za vzdolžni prehod z delovnimi stroji pod PV paneli med vertikalnima oporama zagotovljen čim višja (za izbrani način izvedbe maksimalna možna) prehodna višina,
 - da je z delovnimi stroji (traktorska kosilnica) zagotovljen nemoten prečni dostop pod PV panele iz hrbtne strani podkonstrukcije (torej iz severne smeri);
- Konstrukcija mora biti zasnovana tako, da omogoča enostavno zamenjavo katerega koli modula in v skladu z zahtevami glede lokacije postavitve, dodatnih bremen, značilnih za mesto vgradnje, ipd.
- Načrte z izbrano izvedbo, materialom, statičnim izračunom in standardi je treba predložiti v predhodno odobritev Naročniku.
- Postavitev konstrukcije, mora zagotavljati minimalne odmike od roba platoja deponije oziroma ograje (kar je bližje). Ta mora znašati minimalno 4 m. V tem pasu se zagotovi pot za vzdrževanje FE (strojno čiščenje, košnjo ipd.)
- Med vrstami z nizi modulov mora biti dovolj vmesnega razmaka (cca. 4 m), pri čemer je treba upoštevati optimalno postavitev modulov, da ne pride do neustreznega senčenja plošč in je omogočeno enostavno vzdrževanje, košnjo.
- Poravnava modula in fiksni kot naklona naj bosta izračunana tako, da zagotovi optimalno letno proizvodnjo energije. Ta se določi glede na mesto namestitve niza PV modulov. Pri določanju optimalnega nagiba se upošteva med ostalim medsebojno senčenje panelov, ki mora biti minimizirano, kakor tudi razdalja med posameznimi vrstami. Izvajalec mora ponuditi takšno varianto postavitve modulov na nosilno konstrukcijo in njihove izvedbe, da

bo v primeru senčenja med vrstami spodnja vrsta modulov tudi v primeru delnega senčenja zagotavljala optimalno možno proizvodnjo električne energije. Skladno s tem ciljem se mora optimirati priključevanje niza senčenih modulov in uporabiti module, ki proizvajajo električno energijo tudi v primeru delnega senčenja (npr. Half-cell).

- Zaradi potrebe po analizi vpliva odsevov svetlobe od FE na bližnje letališče Cerklje ob Krki in zračni promet, je bila s strani Naročnika naročena študija odbojev svetlobe od PV panelov, »Solar Glare Assessment for the PV-Installation (D1, D2, D3, B1, B2) near the airport Cerklje ob Krki«. Ugotovitve študije dokazujejo, da zaradi fotonapetostne elektrarne prihaja v določenih točkah do minimalnih kratkotrajnih odsevov sončne svetlobe od PV modulov, vendar ti odsevi ne povzročajo nevarnosti za zračni promet ali za nadzor zračnega prometa. Pri izvedbi študije je bil upoštevan naklon modulov $31^{\circ} \pm 4^{\circ}$ in usmerjenost proti jugu $0^{\circ} \pm 4^{\circ}$. V kolikor Izvajalec predlaga drugačne naklone in usmerjenost PV modulov, mora v obsegu storitev po tem razpisu zagotoviti tudi ponoven preračun rezultatov študije odbojev svetlobe s strani kvalificiranega izvajalca, na način kot je to izvedeno v obstoječi študiji.
- Podkonstrukcija PV modulov s fiksnim kotom naklona mora biti zasnovana za enostavno mehansko namestitev in montažo električne inštalacije. Nositi mora module v določeni usmeritvi, pravilno absorbirati in prenašati mehanske obremenitve na podlago in prenesti vse dodatne obremenitve na mestu vgradnje. Varjenje konstrukcije na lokaciji ni dovoljeno.
- Razporeditev panelov po območju gradnje, z upoštevanjem vzdrževalnih poti in lokacije TP in SVN, mora biti takšna, da bo omogočala maksimalne izkoristke pri proizvodnji električne energije. Optimalno postavitvev ponudnik preveri in dokaže pred pričetkom izdelave PZI.
- Vsi pritrdilni elementi PV modulov morajo biti iz nerjavečega jekla oziroma aluminija in morajo zdržati neugodne vremenske razmere. Vpetje PV modula mora biti izvedeno vsaj na 4 točkah. Elementi morajo zagotavljati življenjsko dobo vsaj 25 let.
- Matice in vijaki, nosilne konstrukcije, vključno z montažnimi konstrukcijami modulov, morajo biti ustrezno antikorozijsko zaščiteni pred atmosfero in vremenskimi razmerami, ki so prisotni na mestu vgradnje.
- Montažna konstrukcija mora biti pravilno ozemljena z ozemljitvenim kompletom, ki ne zahteva vzdrževanja.
- Nosilna konstrukcija in temelj morata biti zasnovana glede na obstoječe stanje tal, da lahko vzdržita hitrost vetra na lokaciji, dodatno breme zaradi ledu in snega ter potresno obremenitev skladno z veljavno tehnično regulativo. Podrobno dokumentacijo, vključno z analizo obremenitev je potrebno predložiti Naročniku v končno odobritev in mora biti vključena v PZI dokumentacijo.
- Končne dimenzije konstrukcijskih elementov mora izvajalec določiti z dimenzioniranjem na podlagi rezultatov statične analize ob upoštevanju kombinacij vseh vplivov. Dimenzionirani morajo biti tudi vsi priključki in spoji. Spoji naj bodo zasnovani na način, da bo povezovanje elementov na gradbišču enostavno in možno.

- Podkonstrukcija panelov mora biti izdelana iz vroče pocinkanega jekla ali aluminija ustrezne debeline in profila. Specifikacija materialov mora biti v skladu z ustreznim standardom. Debelina pocinkanja mora biti v skladu z ustreznimi standardi in Splošnimi tehničnimi zahtevami. Zagotoviti je treba, da je jeklena površina pred galvanizacijo temeljito očiščena barve, maščobe, rje, vodnega kamna, kisline ali lužine ali tujkov, ki bi lahko vplivali na postopek galvanizacije. Ponudnik mora zagotoviti, da je pocinkana tudi notranja stran konstrukcije. Vsi pocinkani materiali morajo vzdržati zahtevane preizkuse v skladu s Splošnimi tehničnimi zahtevami. V vseh zaprtih profilih mora biti zagotovljeno ustrezno zračenje in preprečevanje kondenza v notranjosti profila.
- Zasnova temelja nosilne konstrukcije nizov PV modulov mora biti takšna, da bo temeljenje ustrezno dimenzionirano in izvedeno glede na nosilnost tal, kot bo ugotovljena na mestu vgradnje. Delo vključuje potrebne izkope, betoniranje (če bo potrebno), utrjevanje, polnjenje, vstavljanje konstrukcije ipd. Zasnova temeljenja mora po možnosti omogočati prestavitev sončne elektrarne vključno z nosilno konstrukcijo in temelji.
- Pri več montažnih konstrukcijah modulov, ki se nahajajo v eni vrsti nizov, mora biti poravnava vseh modulov znotraj meje napake največ 10 mm na 1 meter.
- Konstrukcija mora omogočati korekcijo višine in naklona vsaj na območju ± 20 cm in s korakom največ 5 cm.
- Izvajalec mora v PZI dokumentaciji z ustreznim tehničnim poročilom, diagrami in risbami predstaviti vse podrobnosti o namestitvi PV modulov, podkonstrukcije in temeljenja. Za izvedbo bo potreboval odobritev Naročnika.
- Ponudnik mora predložiti vse dokumente o preizkusih kakovosti in potrdila o preizkusih, ki ustrezajo izvedbi konstrukcije in temeljenja.

Potrditev izvedbe

Predlog izvedbe in postavitve montažnih konstrukcij PV modulov, z vso opremo in drugimi pomožnimi elementi, kot je zahtevano za profil postavitve na območju FE, je potrebno predložiti Naročniku v pregled in odobritev v podrobnem tiskanem poročilu in elektronski kopiji.

Predlog mora vsebovati najmanj:

- načrte, risbe, specifikacije vseh komponent z izbranim materialom in podrobnostmi o namestitvi, ki morajo biti vključene v podrobno tehnično poročilo za PZI,
- izkaz mehanske odpornosti in stabilnosti podkonstrukcije in temeljenja (statični izračun).

Pred izdelavo konstrukcije in izvedbo del na lokaciji ter izdelavo PZI-ja, je potrebna pisna odobritev Naročnika.

4.1.3 IZVEDBA SN KABLOVODA – FEBR-D1

Kablovod med FEBR-D1 in 20 kV distribucijskim daljnovodom (steber D154/24) se izvede skladno z detajli, ki se obdelajo v PZI dokumentaciji, skladno z izdanim Soglasjem za priključitev in Pogoji za priključitev ter skladno z relevantnimi tehničnimi smernicami in zahtevami, standardizacijo in tipologijo elektro operaterja.

Kablovod (SN in optika) bo vkopan na globini 1 m oz. globlje na dveh odsekih podvrtavanja (pod drenažnim kanalom in pod strugo z obvodno vegetacijo potoka Močnik). Delovni pas za polaganje kablovoda bo načeloma širok 3 m, na lokaciji jaškov in podvrtavanja bo ustrezno razširjen.

Gradbeni del pri polaganju kablovoda vključuje:

- strojni izkop jarka globine do 2 m (oziroma globlje na območju podvrtavanja) naravno vlažnega gramoznega materiala z odlaganjem izkopanega materiala na rob izkopa,
- dobava materiala in vgraditev zasipa iz kamnitega materiala 0-4 mm (posteljica in zasip kabelskih cevi),
- dobava materiala in izdelava Pe-Hd cevi 2xfi50 mm cevne kabelske kanalizacije (prazna cev za morebitno naknadno izvedbo optičnih vodov),
- dobava materiala in izdelava Pe-Hd cevi 1xfi160 mm cevne kabelske kanalizacije (na območju križanja s cestami),
- podvrtavanje kabelske trase pod potokom Močnik (20-30 m) z vgradnjo zaščitne cevi, teme zaščitne cevi mora biti 1 m pod dnom potoka v točki križanja,
- podvrtavanje pri prečkanju drenažnega kanala na SV strani območja D1,
- dobava in vgraditev Fe-Zn 25 x 4 mm (na območju deponije D1),
- dobava in vgraditev PVC traku z napisom "POZOR TELEKOMUNIKACIJSKI KABEL",
- izdelava kabelskih jaškov iz AB fi80cm, z LŽ pokrovom 60/60 nosilnosti 250kN. Dno jaškov mora biti urejeno (pust beton, z odprtino za odvod vode). Na pokrovu mora biti v slovenskem jeziku napis »Telekomunikacijski vod«.
- nakladanje in odvoz materiala, čiščenje terena.

Pri tem je potrebno upoštevati vse določbe DGD, tudi pri poseganju v obstoječe cestno telo poljskih poti, kjer pogoji iz DGD med drugim določajo tudi:

- podvrtavanje pod asfaltiranimi javnimi cestami,
- tip materialov za vzpostavitev prvotnega stanja,
- zavarovanje gradbene jame ob vozišču,
- prepoved ponovnega vgrajevanja izkopanega materiala,
- polaganje inštalacij, ki posegajo v cestišče, v zaščitne cevi za preprečitev ponovnih odkopavanj cestišča v primeru sanacij,
- zagotavljanje varnosti pri posegih ob cestišču.

4.1.4 IZVEDBA SN KABLOVODA – FEBR-D2

Od transformatorskih postaj na FEBR-D2 do jezovne zgradbe HE Brežice se izvede srednjenapetostni kablovod skupaj z optičnim kablovodom.

Kabli se večinoma položijo v izkopen jarek, skladno z DGD, na globini 0,8 m, ter ustrezno inženirsko prakso. V večjem delu trase kabel poteka ob robu servisne ceste, na treh mestih cesto v celoti prečka. Trasa poteka tudi skozi vtok v ribjo stezo (prehod za vodne organizme), skozi katerega je že speljan širši cevni preboj, ki se ga pri polaganju kablovoda uporabi. Ker se na območju trase v prihodnosti predvideva postavitve vodnega centra, se na območju prihodnjega križanja kablovoda z vtokom v vodni center uskladi najustreznejša dolgoročna rešitev. V območju omenjenih križanj se SN kabel uvleče v cev Pe-Hd fi 160 mm in po potrebi obbetonira.

Na dolvodnem koncu, ob vhodu v HE Brežice se kabel predvidoma spelje v obstoječi prosti cevi (fi 110), ki potekata pod asfaltno cesto, pod varnostno ograjo HE do jaškov na platoju pred HE in nato v kletne kabelske prostore HE neposredno pod SN stikališčem HE. V tem prostoru bodo novi kabli položeni ali na obstoječe kabelske police in na dodatne kabelske police in lestve.

SN kabli bodo po celotni trasi položeni v trikotni formaciji, za kar bodo uporabljeni ustrezni distančniki in na odprtih delih kabelske objemke. Te bodo zagotavljale ustrezno trdnost tudi za primere dinamičnih sil v primeru kratkega stika.

Vzdolž SN kablovoda bodo potekali tudi signalni vodi za potrebe komunikacije. Za signalne optične kable bosta v skupen jarek vgrajeni Pe-Hd cevi 2 x 50 mm. Na vsakih cca. 1000 m in na lomih trase se izvede kabelske jaške globine 1,1 m.

Gradbeni del pri polaganju kablovoda vključuje:

- strojni izkop jarka globine do 2 m naravno vlažnega gramoznega materiala z odlaganjem izkopenega materiala na rob izkopa,
- dobava materiala in vgraditev zasipa iz kamnitega materiala 0-4 mm (posteljica in zasip kabelskih cevi),
- dobava materiala in izdelava Pe-Hd cevi 2xfi50 mm cevne kabelske kanalizacije (z optičnim kablom),
- dobava materiala in izdelava Pe-Hd cevi 1xfi160 mm cevne kabelske kanalizacije (križanja s cestami in na območju gorvodno od načrtovanega vodnega centra, v dolžini do 100 m),
- podvrtavanje ali prečenje vtokov skozi obstoječe cevi pri prehodu za vodne organizme (ribja steza),
- dobava in vgraditev PVC traku z napisom "POZOR TELEKOMUNIKACIJSKI KABEL",
- dobava in vgraditev Fe-Zn 25 x 4 mm (na območju deponije D1),
- izdelava kabelskih jaškov iz AB fi80cm, z LŽ pokrovom 60/60 nosilnosti 250kN. Dno jaškov mora biti urejeno (pust beton, z odprtino za odvodnjavanje vode), na pokrovu mora biti v slovenskem jeziku napis »Telekomunikacijski vod«,
- nakladanje in odvoz materiala, čiščenje terena.



Potek in dolžino trase kablovodne povezave po platoju deponije bo določil ponudnik glede na število in razporeditev transformatorskih postaj po platoju.

Dolžina trase, kot je bila določena v DGD med transformatorsko postajo na območju FEBR-D2 in SN stikališčem v HE Brežice (vključno z odsekom pod asfaltno površino na območju jezovne zgradbe) znaša približno 2100 m. Na risbi EHBRD2-5E4511A je prikazan možen razpored opreme z eno transformatorsko postajo. V primeru drugačne lokacije ali razporeda transformatorskih postaj in morebitne večje dolžine kablovoda mora ponudnik razliko dolžine kablovoda že upoštevati v ponudbi, saj kasneje ne bo upravičen do spremenjene vrednosti za plačilo daljših ali krajših kabelskih tras.

Na območju FE (deponija znotraj ograje) bo položen v isti izkop tudi ozemljilni valjanec, ki bo služil ozemljevanju naprav v polju (električne naprave, strelovod, ograja ipd.). Ta bo obenem delno omejeval prenapetosti, ki bi lahko prišle po dovodnih kablích.

Pri izvedbi kablovoda ob vzdrževalni poti je potrebno upoštevati že izvedene funkcionalne gradbene strukture, npr. drenažna rebra, skalometne obloge ipd., ki jih je v primeru poškodbe potrebno povrniti v prvotno stanje.

Navezava na cevno kanalizacijo pod asfaltirano cesto

Na območju vhoda v ograjeni del HE Brežice se kabelska trasa naveže na obstoječo kabelsko kanalizacijo, ki poteka pod asfaltirano cesto pri vhodu (drsna vhodna ograjna vrata pri strojnici). Pri tem se uporabi vse proste zaščitne cevi 3 x fi110 mm, pri čemer se dve uporabi za uvlek SN kabla, eno pa za uvlek optičnega kabla. Po potrebi se za optiko na mestu priključitve na obstoječo kanalizacijo izvede manjši revizijski jašek.

4.1.5 OSTALA GRADBENA DELA

4.1.5.1 Podrobne preiskave tal

Izvajalec, ki prevzame izgradnjo FE po sistemu »ključ v roke« je odgovoren za podrobno preiskavo tal in pregled območja na zahtevanih lokacijah za namene zasnove temeljev za naprave na FE in drugega načrtovanja, potrebnega za pripravo PZI dokumentacije in uspešen zaključek projekta. V kolikor je za dokazovanje nosilnosti tal za izbrano izvedbo temeljenja moral izvesti dodatne geomehanske raziskave, mora Naročniku predložiti podrobna poročila o izvedenih preiskavah (npr. poročilo o nosilnosti tal, zapise o izvedenih vrtnah in podobno).

4.1.5.2 Topografski pregled

Naročnik bo izvajalcu zagotovil geodetski posnetek izhodiščnega stanja, Izvajalec pa mora izvesti posnetek končnega stanja, detajlno z vsemi vgrajenimi elementi.

4.1.5.3 Druge preiskave

Izvajalec mora pridobiti in preučiti podatke o potresu in hitrosti vetra za načrtovanje montažne konstrukcije PV modulov ter upoštevati vse parametre, povezane z vremenskimi razmerami, kot so temperatura, vlaga, poplava, padavine, zunanji zrak itd. Uspešni ponudnik bo izvedel analizo senčenja na predvidenem mestu FE in v skladu s tem oblikoval postavitve nizov in ostale opreme ob upoštevanju optimalne izrabe prostora in materiala ter storitev ter vse podrobnosti v predlogu dokumentacije PZI predložil Naročniku v pregled in odobritev.

4.1.5.4 Armiranobetonska dela

Vsa betonska in armiranobetonska dela morajo biti v skladu z zahtevami tehnične regulative. Uporabljeni materiali, tj. cement, armaturno jeklo itd. morajo biti v skladu z ustreznimi standardi.

4.1.5.5 Ograja in vrata

Okoli celotne posamezne fotonapetostne elektrarne je potrebno izvesti trdno panelno ograjo (debelina žice 5 mm) z vsaj dvema vhodom. Dolžine ograje so približno 1410 m na FEBR-D1 in 1040 m na FEBR-D2.

Ograja se izvede s kovinskimi, ustrezno antikorozijsko zaščitnimi stebrički, ustrezno zasnovanem temelju (betonskem temelju, antikorozijsko zaščiten zemeljski vijak ipd.) za montažo na ravno podlago in brežino.

Na vsaki FE se izvede predvidoma po dva vhoda z dvokrilnimi vrati, širine odprtine vsaj 4 m. Višina ograje mora biti vsaj 2 m, da se prepreči nepooblaščen dostop osebam na območje FE. Pri izvedbi ograje se upošteva usmeritve mnenjedajalcev glede zagotavljanja prehoda poljskem zajcu in poljskim kuram, in sicer na najmanj treh 10 metrih odsekih se mreža dvigne za 30 cm. Območje dvignjenega dela ograje mora biti varovano z video nadzorom, ki omogoča nadzor dogajanja ves dan (nočni in dnevni vid).

Podrobnosti o ograji in vratih, podrobnosti o materialu in načrtovani postavitvi ter izvedbi, skupaj s tehničnim poročilom in risbami za PZI je treba predložiti Naročniku v odobritev.

Pod ograjo mora biti izvedena zastirka širine vsaj 40 cm za preprečevanje zarasti pod ograjo. Zastirka mora biti iz UV obstojnih materialov (plošče iz umetne mase, traki iz gume, namenska tkanina, cerada ipd.). Položena in fiksirana mora biti tako, da je v svojem položaju stabilna in fiksna v vseh predvidenih pogojih (vreme, visoke vode ob poplavih).

4.1.5.6 Drenaža

Na celotnem območju fotonapetostnih elektrarn mora biti v PZI dokumentaciji načrtovano odvodnjavanje meteorne vode, če je to potrebno. Odtoki morajo biti izvedeni na način, ki ustreza razmeram na lokaciji in ne ogrožajo stabilnosti izvedenih gradenj. Odtok mora biti povezan z najbližjim odtokom zunaj prostorov FE v drenažno kanala. Priporočljivo je, da je drenaža zasnovana tako, da ohranja naravni tok vode do najbližje izstopne točke. Podrobnosti o izvedbi, skupaj s tehničnim poročilom in risbami za PZI je treba predložiti Naročniku v odobritev.

4.1.5.7 Montažni kabelski kanali in jaški

Za kabliranje med vrstami PV naprav in do TP je treba po potrebi predvideti montažne vkopane kabelske kanale, Pe-Hd cevi in jaške, ki se lahko ob prestavitvi PV modulov tudi demontirajo in prestavijo na novo lokacijo. Kanal mora biti izveden v ustrezni ravnini, s trdno in gladko podlago, na katero se polaga kable. Kanal ali jašek mora biti izdelan iz odpornega materiala (npr. AB) z ustreznim temeljenjem na dobro utrjeni podlagi in mora biti prekrit s pokrovi, nosilnosti 250 kN. Zagotoviti je treba dovolj prostora za drenažo vode iz kabelskega kanala. Na predelih, kjer bo potrebna protipožarna prepreka za preprečitev prenosa požara, morajo biti kanali zasuti z ustreznim finim peskom.

Podrobnosti zasnove in postavitve kabelske kanalizacije po objektu FE, njene izvedbe, skupaj s tehničnim poročilom in risbami za PZI je treba predložiti Naročniku v odobritev.

4.2 DOBAVA OPREME

Dobava opreme zajema vse dejavnosti, ki so povezane s posamezno električno in ostalo opremo in njenim načrtovanjem, proizvodnjo, preizkušanjem, dobavo, zavarovanjem, prevozom in dostavo na lokacijo projekta, skladiščenjem, postavitvijo, preskušanjem ter zagonom, kot je podrobneje opisano v Splošnih tehničnih zahtevah in v nadaljevanju.

4.2.1 SKLADNOST OPREME, PROIZVAJALCI

Oprema, ki se dobavlja mora ustrezati veljavni zakonodaji na območju EU. Za vso opremo oziroma sklope opreme morajo biti zagotovljene izjave o skladnosti (CE) in pripadajoči certifikati (TUV ipd.). Prav tako morajo biti zagotovljeni ostali certifikati in merilni listi za opremo, skladno z zahtevami veljavne zakonodaje in te dokumentacije v zvezi z oddajo javnega naročila (npr. za merilno opremo, števec, razsmernike ipd.). Oprema, za katero se zahteva nacionalna potrditev oziroma odobritev tipa (npr. števeci, merilni tokovniki, razsmerniki na distribucijskem omrežju) morajo predmetno odobritev že imeti.

Za specifično opremo iz seznama spodaj sme Ponudnik izbirati samo proizvajalce, ki zagotavljajo podporo, servise in prodajo, vse znotraj EU (kot npr. priznani EU proizvajalci opreme – ABB, SIEMENS, Schneider in enakovredni).

- Nizkonapetostni inštalacijski odklopniki (MCB),
- Prenapetostni odvodniki (NN in SN),
- Odklopniki s pripadajočo opremo (SN in NN),
- Ločilna stikala (SN in NN),
- Varovalke (SN, NN),

Oprema sistemov vodenja, PPC, ostala programabilna in ostala elektronska oprema mora imeti stalno podporo za vzdrževanje in servis na območju EU.

4.2.2 DIMENZIONIRANJE OPREME

Oprema obeh FE mora biti pred oddajo ponudbe ustrezno dimenzionirana, skladno s tokovnimi in napetostnimi pogoji.

- Inštalirano moč PV modulov se prilagodi osnovni zahtevi poglavja 4.2.3.1.
- Na točki priključitve na omrežje (FEBR-D1 – na SN omrežju, FEBR-D2 – na VN omrežju), se predvidi maksimalno delovno moč P_{max} v točki priključitve na omrežje, ki naj ne odstopa od inštalirane moči PV modulov.
- Skladno z zahtevami RfG in neizčrpnimi zahtevami oziroma SONDSEE se določi zahtevano količino jalove moči (Q) na točki priključitve na omrežje, in sicer:
 - za FEBR-D2; od -30% P_{max} do +40% P_{max} (MPP tip D, ≥ 110 kV)
 - za FEBR-D1, od -23% P_{max} do +52% P_{max} (MPP tip B)
- Za določitev skupne inštalirane moči transformatorja in razsmernikov (jalova, navidezna moč) je potrebno določiti še najvišje vrednosti izgub jalove moči med razsmerniki, transformatorjem

- in točko priključitve, in to upoštevati kot dodatno moč, ki jo morajo zagotoviti razsmerniki in jo prenesti transformator.
- Pri maksimalnih zahtevanih močeh posameznega elementa se predvidi še maksimalne trajne in začasne tokovne obremenitve pri znižanih oziroma minimalnih napetostnih omrežja (npr. Tip D: P_{max} , Q_{max} pri $U = 0,875$ pu; Tip B: P_{max} , Q_{max} pri $U = 0,9$ pu) in to upošteva pri dimenzioniranju razsmernikov, kablov in transformatorja.
 - oprema FE (razsmerniki, kabli, transformator) mora biti dimenzionirana na zmožnost **trajnega** obratovanja pri **hkratnem** zagotavljanju **maksimalne delovne** in **maksimalne jalove moči** (tudi ponoči) na **celotnem napetostnem območju** (dimenzioniranje na navidezno moč).

4.2.3 OPREMA PV POLJ

4.2.3.1 Fotonapetostni moduli

Pri projektu se morajo uporabiti fotonapetostni moduli, skladno z zahtevanimi podatki iz Tabel tehničnih podatkov. Blagovna znamka, zmogljivost modula, njegova tehnična specifikacija in tip vseh modulov, ki so povezani v FE morajo biti enaki za oba objekta, FEBR-D1 ter FEBR-D2.

Moduli morajo biti proizvedeni s strani uveljavljenega proizvajalca, uvrščenega na zahtevano lestvico TIER 1 proizvajalcev, kot navedeno v Knjigi 1: Navodila ponudnikom, oziroma v Knjigi 2: Tabela tehničnih podatkov.

Inštalirana moč PV modulov na DC strani posamezne FE je:

- **FEBR-D1:**
 - vsaj **4,7 MWp (inštalirana moč PV modulov, moč sprednje strani modulov pri STC)**
- **FEBR-D2:**
 - vsaj **4,5 MWp (inštalirana moč PV modulov, moč sprednje strani modulov pri STC),**

PV moduli morajo biti dokazano optimalno razporejeni za doseganje maksimalne proizvodnje električne energije. Pri tem mora ponudnik upoštevati naklone, usmeritve in medsebojno senčenje. Pri postavitvi je potrebno upoštevati pogoje za doseganje v razpisni dokumentaciji navedene minimalne vrednosti kazalca stopnje učinkovitosti »Performance ratio« ali PR, ki ga mora dosegati elektrarna neodvisno od vremenskih pogojev.

Obseg dobave vključuje tudi obvezen obseg rezervnih modulov, skladno s Splošnimi zahtevami, ki so potrebni za normalno vzdrževanje opreme ali odpravo okvar, ter posebna orodja in naprave, potrebne za postavitve in vzdrževanje. Ustrezni deli opreme in rezervnih delov morajo biti novi, enake specifikacije in izdelave ter zamenljivi.

4.2.3.1.1 Standardi

PV moduli morajo ustrezati najnovejši izdaji katerega koli od naslednjih standardov IEC ali enakovrednih EN:

IEC: 61215/IS: 14286	Crystalline silicon terrestrial photovoltaic modules – Design qualification and type approval
IEC: 61730 – Part 1	Photovoltaic (PV) module safety qualification – Requirements for construction
IEC: 61730 – Part 2	Photovoltaic (PV) module safety qualification – Requirements for testing

S strani ponudnika predlagani PV modul mora imeti ustrezno potrdilo o uspešno opravljenem preizkusu po zadnjih izdajah standardov, ki ga izdajo akreditirani IEC preizkusni laboratoriji.

Proizvajalec predlaganih PV modulov mora imeti certifikat ISO 9001 ali ISO 14001 za svojo proizvodno enoto za proizvod.

4.2.3.1.2 Identifikacija in sledljivost

Vsak PV modul mora imeti ustrezno identifikacijsko (ID) oznako, preko katere je mogoče iz baze podatkov dostopati do vseh ključnih podatkov PV modula, in sicer:

1. Ime proizvajalca PV modula
2. Ime proizvajalca PV celic
3. Mesec in leto izdelave (ločeno za sončne celice in modul)
4. Država izvora (ločeno za sončne celice in modul)
5. I-V krivulja za modul, rezultati tovarniškega FLASH testa
6. Največja moč, I_m , V_m in faktor polnjenja za modul
7. Edinstvena serijska številka in številka modela modula
8. Datum in leto pridobitve potrdila o usposobljenosti za modul IEC PV
9. Ime preizkusnega laboratorija, ki izdaja potrdilo IEC
10. Druge pomembne informacije o sledljivosti sončnih celic in modula po standardih serije ISO 9000.

ID oznaka za vsak solarni modul mora biti na voljo na vidnem mestu na modulu in mora biti sposobna prenesti vremenske razmere ter celotno življenjsko dobo solarnega modula v skladu z normativi MNRE.

Vsi moduli morajo biti opremljeni z nalepko z napisno ploščico na zadnji strani modula, ki vsebuje spodaj navedene podatke za identifikacijo. Biti morajo jasno vidni in jih ožičenje opreme ne sme skriti. Vrsta nalepk in pritrjevanje nalepk morata biti takšna, da se v življenjski dobi modula ne bodo odlepile ali odpadle. Podatkovna tablica mora vsebovati naslednje:

1. Ime proizvajalca
2. Številka modela, serijska številka
3. Skupne mere (Š x D x V)
4. Teža (kg)
5. Največja moč (P_{MAX}), napetost (V_{MP}), tok (I_{MP})
6. Tok kratkega stika (I_{SC}), napetost odprtega kroga (V_{OC})
7. Napetost glavnega sistema
8. Ustrezni standardi, certifikacijski laboratorij, oznaka certifikata za ravnanje oz. z odpadno PV opremo
9. Varnostna in druga opozorila, če obstajajo.

4.2.3.1.3 Avtorizirani preizkusni laboratoriji / centri

PV moduli morajo biti ustrezno preverjeni in dokumentirani, kar Izvajalec dokazuje s predložitvijo poročila o preizkusih oziroma potrdila akreditiranega laboratorija IEC v skladu z ustreznim standardom IEC.

4.2.3.1.4 Garancija za material in zmogljivost

A. **Garancija za material (produktna garancija):** Proizvajalec mora jamčiti, da PV moduli nimajo spodaj navedenih napak in / ali okvar za obdobje, ki ni krajše kot 12 let od datuma dobave oziroma vgradnje PV modulov:

1. Napake in / ali okvare zaradi proizvodnje
2. Napake in / ali okvare zaradi kakovosti materialov
3. Neskladnost s specifikacijami zaradi napačnih proizvodnih in / ali kontrolnih postopkov.

B. **Garancija zmogljivosti:** Proizvajalec mora jamčiti za izhodno moč PV modulov in sicer vsaj 98% v prvem letu in linearno od 98% (od drugega leta) do 86 % do konca 25. leta. Izvajalec mora zagotoviti, da so vgrajeni moduli novi in s polno garancijo.

Če PV modul(i) ne dosežejo predpisane skupne DC izhodne moči v predpisanem časovnem obdobju glede na zagotovljeno moč v sklopu garancije zmogljivosti, mora Izvajalec obvezno dobaviti dodatne PV module, da nadomesti manjkajočo izhodno moč brez sprememb na PV nize ali izvede zamenjavo PV modul(ov) brez dodatnih stroškov.

V garancijski dobi »Bančne garancije za odpravo napak v garancijskem roku« je Izvajalec odgovoren za izvedbo zamenjav, zahtevkov do proizvajalca in za komunikacijo s proizvajalcem, če se pojavi kateri od zgoraj omenjenih ali katerikoli garancijski primer. Izven tega obdobja, sicer še v času trajanja garancije proizvajalca, pa je Izvajalec dolžan Naročniku zagotavljati brezplačno podporo pri uveljavljanju in vodenju postopka pri garancijskih zahtevkih do dobaviteljev ali proizvajalcev opreme.

Vsi garancijski roki, ki jih zagotavljajo proizvajalci opreme, ne smejo pričeti veljati pred dokončno vgradnjo celotnega obsega PV modulov posamezne FE. V primeru odstopanj od zahtev mora Izvajalec sam zagotoviti dodatno garancijo produktov.

4.2.3.1.5 Tehnične zahteve za PV module

Moduli naj bodo standardne izvedbe mono kristalnega tipa, bifacial / dual glass, N-tip in half-cell izvedbe.

Okvir modula mora biti izdelan iz eloksiranega aluminija ali materiala, odpornega proti koroziji, ki je električno in kemično združljiv s konstrukcijskim materialom, ki se uporablja za vgradnjo modulov. V primeru kovinskih okvirjev za module je treba predvideti opremo za ozemljitev, ki se priključi na ozemljitveno mrežo. Priključna doza panela vsaj IP 67, z odvodnimi diodami in MC4 konektorjem z ustrezno dolžino Cu kabla z ustreznim certifikatom.

PV modul naj bodo laminirani, da se doseže zadostno mehansko zaščito. Vsi uporabljeni materiali morajo biti odporni na UV žarke.

PV modul mora imeti površinsko antirefleksno prevleko, ki pomaga absorbirati več sončne svetlobe v vseh vremenskih pogojih in obenem zmanjšuje odboje svetlobe v okolico. Steklena površina modula mora biti izvedena tako, da je odblesk svetlobe čim manjši.

Vsi uporabljeni materiali morajo imeti dokazano zgodovino zanesljivega, dobrega in stabilnega delovanja pri zunanjih aplikacijah in morajo imeti življenjsko dobo najmanj 25 let.

Zasnova sončnega PV modula mora s prigrajeno opremo ustrezati naslednjim zahtevam:

- Za vse module mora biti priložena Flash lista (digitalna oblika).
- Moduli, ki se uporabljajo v FE, naj bodo novi, izdelani ne prej kot 3 mesecev pred zadnjim datumom oddaje ponudbe po tem razpisu.

PV modul mora ustrezati varnostnemu razredu II in mora biti zanesljiv, lahek ter mora imeti življenjsko dobo vsaj 25 let.

Pred dostavo izdelka na mesto vgradnje mora Izvajalec predložiti, vsaj naslednje dokumente:

- Kosovnice, Poročila o rutinskih preizkusih in Flash listo,
- Garancije proizvajalca,
- Navodila za montažo in obratovanje, priročnik,
- Ustrezne certifikate, poročila o rutinskih preizkusih in prevzemnih preizkusih .

Naročnik lahko naključno izbere določeno število modulov, ki jih mora Izvajalec dostaviti na njegov naslov za izvajanje preizkusov zmogljivosti teh modulov v katerem koli uporabljenem pooblaščenem preizkusnem laboratoriju. Če bo ugotovljeno kakršnokoli neskladje med rezultati teh preizkusov in vrednostmi, ki jih je predložil Izvajalec, bo moral Izvajalec sprejeti odločitev Naročnika glede nadaljnjega ukrepanja.

4.2.3.2 Konfiguracija PV nizov

Pri načrtovanju razporeditve PV modulov na podkonstrukcijo je potrebno upoštevati Naročnikovo zahtevo, da skupna širina konfiguracije panelov na podkonstrukciji zaradi vzdrževanja in predvidenega čiščenja s ščetko ne sme preseči 4,8 m (t.j. npr.: dvojna višina PV modula pri razporeditvi v 2 vrsti s pokončno postavitvijo). Natančnejše gradbene in konstrukcijske zahteve so podane v poglavju »4.1.2 Montažne podkonstrukcije PV modulov«.

Razporeditev fotonapetostnih modulov v nize (stringe) med posamezne razsmernike mora biti izvedena na način, da se dosega optimalne obratovalne pogoje in največji izkoristek, hkrati pa da se omogoči enostavno in pregledno vzdrževanje modulov, razsmernikov in ostale opreme.

Posamezne vrste morajo biti skladno z oznakami iz PZI označene vsaj na obeh koncih z večjimi, vremensko odpornimi označevalnimi tablicami.

Ponudnik mora predložiti natančen načrt način postavitve in povezave nizov, pri čemer upošteva optimizacijo razporeditve glede na:

- Medsebojno senčenje vrst (praviloma se posamezen niz izvede v eni vrsti; nizi na istem MPPT morajo biti senčeni na enak način)
- Maksimalno izrabo prostora (en niz se za potrebe čim boljšega izkoristka prostora ob skrajnih robih vrst lahko razdeli med več vrst, če je to potrebno)

Število PV modulov v nizu mora biti prilagojeno napetostnem območju razsmernikov, da se ob skrajnih obratovalnih pogojih (hladna obdobja z močno osvetlitvijo) ne preseže maksimalna dovoljena napetost niza, hkrati pa da se ob čim manjši osvetljenosti že zagotovi minimalna napetosti niza za pričetek delovanja razsmernika oziroma posameznega MPPT kanala.

Izvedba DC kabliranja nizov mora biti izvedena skladno z inženirsko prakso, in sicer se je potrebno pri kabliranju izogibati nastanku induktivnih zank, DC kabli, ki potekajo po policah ali po nosilni konstrukciji morajo biti na nosilne dele pričvrščeni z UV-odpornimi kabelskimi vezmi.

Kabelske police in vsi ostali elementi, kjer se vodijo kabli, ne smejo imeti ostrih robov in morajo biti trajno-obstojno zaščiteni, da ne pride do poškodb izolacije kablov.

Vsi kabli morajo biti označeni (na mesu priključitve na prvi in zadnji PV modul niza ter tudi pri DC vhodu - MPPT vhod v razsmernik), estetsko in funkcionalno vezani na montažno konstrukcijo modula in po potrebi zaščiteni, ustrezno mehanski izpostavljenosti vsakega dela kabelske trase.

4.2.3.3 Nadzor PV nizov

Vzpostavljen mora biti nadzor nad delovanjem FE do nivoja posameznega ali dveh PV nizov vsaj za moč, tok, napetost PV niza (PV string-a). Implementacijo te zahteve mora podati Izvajalec v okviru predvidene tehnične rešitve.

V kolikor se uporablja dodatna oprema za delovanje oziroma nadzor nizov (npr. String management/monitoring unit, combiner box ipd.) mora biti ta nameščena na podkonstrukcijo nosilne konstrukcije modula. Izvajalec mora pri dimenzioniranju upoštevati dodano obremenitev na podstavek. V skladu s tem morajo biti načrtovani in dobavljeni ustrezni podporni ali nosilni elementi za namestitev enote za nadzor nizov. Predlaga se lahko tudi ločena nosilna struktura za namestitev teh naprav.

Vsi nadzorni podatki morajo biti integrirani v sistem vodenja FE.

4.2.3.3.1 DC razdelilne omarice

Za zaključitev PV nizov z razsmernikom je treba zagotoviti ustrezno število DC zbirnih oz. razdelilnih omaric, pri tem pa mora biti specifikacija in oprema DC zbirnih omaric PV nizov v skladu s konfiguracijo naprav FE in ustrezno zaščitno funkcionalnostjo.

Zbirne omarice morajo biti opremljene s stikali za izklop nizov, z varovalkami, prenapetostnimi odvodniki in biti izvedene za povezavo z nadzornimi elementi sistema vodenja (npr. nadzor zaščitnih in stikalnih elementov, meritve nizov ipd.) z vsemi potrebnimi pretvorniki za povezavo v sistem vodenja FE, ki so vključeni v obseg dobave.

Potrebo po uporabi DC varovalk v posameznih nizih presodi projektant glede na zasnovo projekta (število paralelnih nizov ipd.), da se prepreči povratne tokove in ostale negativne vplive.

V kolikor je to mogoče, je lahko DC omarica z vsemi zahtevanimi funkcionalnostmi integrirana v ohišje razsmernika.

Standardi

Razdelilne DC omarice morajo ustrezati najmanj najnovejši izdaji naslednjih standardov, razen če je v tej specifikaciji določeno drugače:

IEC 60269: Part 4	Low-voltage fuses: Supplementary requirements for fuse-links for the protection of semiconductor devices
IEC 60269: Part 6	Low-voltage fuses: Supplementary requirements for fuse-links for the protection of solar photovoltaic energy systems
VDE 0636	Low-voltage fuses
IEC 61439	Low-voltage switchgear and controlgear assemblies

Sprejemljiva je tudi oprema, ki ustreza drugim veljavnim standardom, ki zagotavljajo enako ali boljšo kakovost. Kadar je oprema v skladu z drugim veljavnim standardom, morajo biti jasno navedena vidna odstopanja med predlaganim standardom in IEC. Ponudnik je dolžan predložiti popoln spisek dokumentov in standardov v angleščini brez dodatnih stroškov. Zagotoviti mora, da je ponujena oprema skladna z enim skladnim nizom standardov, razen v primeru, če je prilagojena zahtevam te specifikacije.

Tehnične zahteve

Razdelilne omarice morajo biti primerno razporejene po polju FE v skladu s tipsko rešitvijo.

- Zagotoviti je potrebno možnost za izvedbo izklopa za vsak niz oziroma skupino nizov,
- Definirati preizkusno mesto za vsako podskupino za hitro iskanje napak in za ločitev skupine v okvari iz matrike.
- Izvedena mora biti nadzorna komunikacija z vso potrebno opremo za komunikacijo z glavnim sistemom vodenja FE.
- Izbran mora biti primeren prostor za namestitev opreme v polju in naravno hlajenje omarice.

Vse razdelilne omarice morajo biti izvedene z ustrezno funkcionalnostjo, električno varnostjo (vključno z varovalkami, ozemljitvijo, kontakti itd.), mehansko varnostjo in zaščito.

Razdelilne omarice morajo biti odporne na prah, škodljivce in vodotesne ter izdelane iz termoplastike ali kovine v skladu z IEC 62208, ki naj bo odporna proti sončni svetlobi / UV-žarkom in negorljiva ter mora imeti minimalno zaščito za montažo na prostem in zaščitni razred II.

Priključne sponke naj bodo spojene na bakrene zbiralke ustreznega preseka. Razdelilne omarice bodo imele ustrezne vhodne odprtine za vstop kablov, opremljene s kabelskimi uvodnicami ustreznih velikosti za dobro tesnitev, tako za dovodne kot za odvodne kable. Na zbiralkah morajo biti nameščene oznake za lažjo identifikacijo.

Razdelilna omarica polja mora biti opremljena z ustrezno dimenzioniranimi varovalkami za enosmerno napetost na obeh polih (+ in -), ki jih priporoča proizvajalec razsmernika. Varovalke morajo biti zasnovane tako, da varujejo module pred tokovno preobremenitvijo ali povratnimi tokovi.

V sklopu zaščitnih funkcionalnosti mora biti izvedena tudi zaščita za zaznavo obloka v DC nizih. Ta funkcionalnost je lahko integrirana tudi v samem razsmerniku.

Na odvodih je potrebno zagotoviti stikalo / odklopnik ustrezne moči in uporabnostne kategorije.

Razdelilna omarica mora biti opremljena tudi s primerno zaščito pred prenapetostjo. Med pozitivnim in negativnim vodnikom in ozemljitvijo mora biti zagotovljena zaščita pred prenapetostjo z napravo za zaščito pred prenapetostjo (SPD). Izvedena mora biti ozemljitev v skladu z ustreznimi standardi.

V primeru, ko je DC omarica z vsemi zahtevanimi funkcionalnostmi integrirana v ohišje razsmernika, morajo biti prav tako omogočene vse zgoraj navedene zahteve.

4.2.3.4 PV razsmernik

Tip, moč in število razsmernikov

Osnovne zahteve glede moči PV razsmernikov v sklopu projekta so:

- a. Ponudnik mora za FEBR-D1 in FEBR-D2 ponuditi razsmernike enakega tipa. Ti naj bodo priznanih proizvajalcev, kot npr. Sungrow SG 250HX, Huawei ipd. oziroma enakovredni ali boljši, in ki zagotavljajo skladnost z EU in nacionalno regulativo (RfG, SONDSEE) in z nadaljnjimi zahtevami te dokumentacije.
- b. Uporabi se ustrezno število decentraliziranih (angl. »string«) PV razsmernikov z minimalno zmogljivostjo 200 kW (pri 30°C), visoke kakovosti, visoke učinkovitosti in zanesljivega delovanja. Nazivna moč razsmernikov in moč za pokrivanje zahtev RfG in SONDSEE naj bo določena pri temperaturi okolice 30°C. V primeru, da je omejevanje moči razsmernika (»derating«) izvedeno že pri nižjih temperaturah okolice kot 30°C, je potrebno na ustrezen način zagotoviti dodatno moč razsmernikov.
- c. Vsi razsmerniki posamezne FE morajo skupaj zagotavljati takšno nazivno moč (tokovno obremenljivost), da na točki priključitve na električno omrežje (na 20kV za FEBR-D1 in na 110 kV za FEBR-D2):
 - zadostijo U/Q diagramu (RfG, SONDSEE) – omogočajo delovanje v celotnem napetostnem območju (U/Q diagram) pri polni delovni moči (Pmax) in
 - zadostijo P/Q diagramu (RfG, SONDSEE) – omogočajo delovanje v celotnem območju delovne in jalove moči (P/Q diagram)
 - skrajne delovne točke pri največji tokovni obremenitvi so:

FEBR-D1: $P = P_{max}$, $Q = 0,52 \cdot P_{max}$ pri $U = 0,90$ pu in

FEBR-D2: $P = P_{max}$, $Q = 0,40 \cdot P_{max}$ pri $U = 0,875$ pu.

Osnovne zahteve za krmiljenje razsmernikov in skladnost razsmernika z RfG

PV razsmerniki morajo biti izvedeni za povezavo s skupnim krmilnikom fotonapetostne elektrarne (PPC – Power Plant Controller), ta pa naprej s krmilnikom skupinskega vodenja HE Brežice, vsi za to potrebni pretvorniki so vključeni v obseg dobave.

PV razsmerniki skupaj s sistemom vodenja celotne FE morajo omogočati vse funkcionalnosti potrebne za zagotavljanje zahtev operaterja prenosnega omrežja oz. zahtev za priključevanje FE v distribucijski sistem kot modul v proizvodnem polju (MPP) tip B in v prenosni sistem kot MPP tipa D, kot jih opredeljuje Uredba komisije (EU) 2016/631 o vzpostavitvi kodeksa omrežja za zahteve za priključitev proizvajalcev električne energije na omrežje (RfG) in neizčrpne zahteve v okviru zahtev Soglasja za priključitev.

V kolikor kakšne od zahtev razsmerniki ne izpolnjujejo samostojno, jih morajo biti sposobni zagotoviti skupaj s preostalo opremo, npr. s PPC.

SODO, Elektro Celje: FEBR-D1 se priključuje na SN distribucijsko omrežje, zato bo FEBR-D1 obravnavana kot MPP tipa B za vgradnjo v SN omrežje, zato morajo biti posamezni razsmerniki za ta tip certificirani s strani akreditiranih laboratorijev, skladno z zahtevami omrežnega operaterja. Predmetni razsmernik mora biti na seznamu odobrene opreme, ki ga objavlja SODO na svoji spletni strani (**tip B** in za priključitev v **SNO** - srednjenapetostno omrežje) (<https://sodo.si/sl/objave/informativna-objava-odobrene-opreme>).

ELES: FEBR-D2 se priključuje posredno na 110 kV prenosno omrežje, zato bo FEBR-D2 obravnavana kot MPP tipa D, zato morajo biti posamezni razsmerniki za ta tip certificirani s strani akreditiranih laboratorijev. Ker za priključevanje na prenosno omrežje še ni objavljenega seznama odobrene opreme, je potrebno skladnost za zahtevami RfG in Neizčrpnimi zahtevami dokazovati s posameznimi certifikati, rezultati laboratorijskih testiranj s strani akreditiranih izvajalcev in s testiranj po vgradnji opreme. Za Razsmernike se zahteva, da imajo certifikat, ki dokazuje skladnost z RfG in pripadajočimi slovenskimi Neizčrpnimi zahtevami za modul v proizvodnem polju **tip D**. V primeru, da certifikat za skladnost s slovenskimi Neizčrpnimi zahtevami še ni bil izdan, je pa bil izdan za druge, tuje primerljive nacionalne Neizčrpnne zahteve (npr. Nemčija, Španija, Poljska ipd.), podajo **Ponudnik, proizvajalec razsmernika** in **proizvajalec PPC** (power Plan Controller) izjave, da oprema skupaj zagotavlja skladnost tudi s slovenskimi Neizčrpnimi zahtevami, in to za vsako posamezno navedeno zahtevo. Ta dejstva podpre z navedbo referenčnega projekta, pri katerem je bila skupaj uporabljena ponujena oprema PPC in razsmerniki, ter z dokazili laboratorijskih meritev.

V primeru neizpolnjevanja zahtev iz Soglasja za priključitev, kar vključuje tudi neizpolnjevanje funkcionalnih zahtev skupaj s krmilnikom PPC, bo naročnik opremo (razsmernike, PPC) zavrnil ne glede na doseženo fazo projekta in zahteval zamenjavo opreme, ki bo ustrezala vsem zgoraj navedenim zahtevam. Opremo mora Izvajalec zamenjati na lastne stroške.

Tehnične zahteve

Razsmernik mora biti 3-fazna statična enota.

Da se maksimira energija, ki jo pridobiva iz mreže PV modulov in nizov, mora razsmernik zagotavljati večje število MPPT sledilnikov moči. Za vsakih 55 kW moči razsmernika se zahteva vsaj 1 MPPT. Krmiljenje enote mora biti mikroprocesorsko.

Učinkovitost razsmernika glede na utežen izračun »EURO efficiency« mora biti vsaj 98,7%.

Mehanske lastnosti:

Stopnja zaščite razsmernikov montiranih v notranjih prostorih mora biti najmanj IP42, v zunanosti pa vsaj IP65.

Matice in vijaki ter ohišje PV razsmernika morajo biti ustrezno zaščiteni ob upoštevanju atmosfere in vremena, ki sta prisotna na območju vgradnje. Razsmerniki morajo delovati v območju delovne temperature okolja od -20 ° C do + 60 ° C. Nazivno moč razsmernika se upošteva pri temperaturi vsaj 30°C ali več.

Mera, teža, podrobnosti o postavitvi itd. razsmernikov morajo biti jasno navedeni v tehnični specifikaciji, ki se predloži v pregled Naročniku.

Dostopnost servisnih centrov:

Servisni center proizvajalca razsmernikov mora biti v EU. Vsi PV razsmerniki morajo vsebovati pripadajoče naprave za nadzor, zaščito in beleženje podatkov ter strojno opremo za daljinsko spremljanje, ki je združljiva s programsko opremo, ki se uporablja za nadzor in vodenje FE in njenih naprav.

Zaščitne funkcije in elementi:

Razsmernik mora imeti notranjo zaščito pred kakršnimi koli trajnimi okvarami na izhodnem vodu in prenapetostim v omrežju. Na AC strani razsmernika morajo biti predvidene zaščitne naprave (prekomerni tok, kratkostični, pod-/nadnapetostna zaščita ipd).

Vodniki izmenične in enosmerne napetosti morajo imeti vgrajene odvodnike prenapetosti, kontaktorje, ki omogočajo varen zagon in izklop sistema, ter skladno z zasnovo zaščitnega sistema tudi ustrezne varovalke.

Razsmernik mora biti sposoben prenesti neuravnoteženo obremenitev, ki ustreza zahtevam standarda IEC in Soglasja za priključitev. Razsmernik mora vključevati ustrezne samozaščitne in samodiagnostične funkcije za zaščito sebe in PV-niza pred poškodbami v primeru okvare komponente razsmernika ali pred drugimi vplivi zunaj varnega območja delovanja razsmernika zaradi notranjih ali zunanjih vzrokov. Razsmernik mora zagotoviti blokiranje morebitnih nevarnih ali škodljivih manipulacij na posluževalnem krmilnem panelu posameznega razsmernika. Napake zaradi okvar znotraj razsmernika, vključno s funkcijo komutacije, morajo odpraviti zaščitne naprave razsmernika in ne odklopnik AC (napajalnega) omrežja, v katerega je razsmernik priključen.

Sam razsmernik mora biti opremljen z odklopnikom za ločitev od tokokroga v primeru kakršne koli napake ali vzdrževanja.

Razsmernik mora biti opremljen z vsaj naslednjimi zaščitnimi funkcijami:

- DC stran:
 - zaščita proti napačni DC polariteti (DC reverse connection protection)
 - zaščita pred uhajavimi tokovi (leakage current protection, residual curr.)
 - zaščita pred zemeljskim stikom, Nadzor izolacije PV-nizov z lociranjem napak (ground fault monitoring)
 - vsaj prenapetostna zaščita Tip 2 (preostali nivoji prenapetostne zaščite morajo biti ustrezno koordinirani skladno z veljavnim pravilnikom, lahko so izvedeni tudi v ločeni omarici, Tip 1 tudi v primeru združenega strelovodnega sistema),

- AC stran:
 - vsaj prenapetostna zaščita Tip 2 (preostali nivoji prenapetostne zaščite morajo biti ustrezno koordinirani skladno z veljavnim pravilnikom, lahko so izvedeni tudi v ločeni omarici)
 - AC Kratkostična zaščita (short circuit protection)
 - nad-/podfrekvenčna zaščita
 - nad-/podnapetostna zaščita
 - LVRT, HVRT (low- / high-voltage ride through)

- Prav tako pa tudi še:
 - zaščita proti delovanju v otoku (IEEE 1547 / UL 1741 / enakovreden standard)
 - zaščita pred neuravnoteženo fazno napetostjo
 - regulacija moči v primeru toplotnih preobremenitev (»derating«)
 - nadzor izolacije PV-nizov
 - Funkcija detekcije obloka (AFCI) (integrirano v razsmernik ali kot ločena enota v DC omarici).

Za razsmernike je predvideno, da morajo biti sposobni obratovati v pogojih zelo šibke mreže (nizka kratkostična moč). Izvajalec mora določiti oziroma z omrežnim operaterjem uskladiti minimalno razmerje SCR (short circuit ratio), glede na točko priključitve na omrežje, pri kateri sistem FE še omogoča stabilno obratovanje. Posledično morajo FE na točki priključitve na SN nivo, kakor tudi posamezni razsmerniki na svojih AC priključnih sponkah zagotavljati stabilno obratovanje pri še nekoliko nižjem SCR. Preračun mejnih vrednosti mora zagotoviti Izvajalec.

V sklopu izvedbe mora Izvajalec za dokazovanje delovanja zaščit priložiti poročilo testiranju o delovanju zaščit (za FEBR-D1), za nastavitev parametrov zaščitnih funkcij za FEBR-D2 pa izvajalec pripravi natančno študijo delovanja zaščit (glej: Elaborat delovanja zaščit).

Značilnosti delovanja:

Razsmernik mora biti sposoben samodejno delovati, vključno z zagonom, sinhronizacijo, samostojnim in samodejnim izklopom. Razsmerniki delujejo v stanju mirovanja, kadar ni priključenega napajanja iz strani omrežja izmenične napetosti.

V obsegu zahtev Soglasja za priključitev oziroma RfG so definirane funkcionalnosti, kot so zagotavljanje obsega in regulacije jalove moči, regulacija in omejevanje delovne moči, regulacija frekvence, zagotavljanje nizko- in visokonapetostnega prehoda (LVRT, HVRT), hitri okvarni tok, dušenje oscilacij delovne moči in druge funkcionalnosti, kot je zahtevano za zahtevani tip elektroenergijskega modula (tip modula B oziroma D po RfG). Te zahteve mora izpolnjevati posamezna FE kot celota, razsmerniki pa morajo te funkcionalnosti podpirati, oziroma biti skladni z RfG za tip D oziroma B. V ta namen mora biti vzpostavljen centralni krmilnik FE (Power Plant

Controller - PPC), ki mora krmiliti posamezni razsmernik hkrati pa se povezovati v nadrejene sisteme vodenja (v skupinski krmilnik HE Brežice – krmilnik SIEMENS PSC7) s katerimi lahko izmenjuje različne signale in ukaze glede vodenja (npr. referenčne vrednosti, način regulacije, ipd.). Obseg medsebojne komunikacije med PPC in nadrejenim sistemom vodenja se dogovori med Izvajalcem in Naročnikom v fazi projektiranja.

Posamezni razsmernik mora omogočati, da njegov sistem vodenja, ki vodi proizvodnjo delovne, jalove moči, toka ipd. deluje v podrejenem načinu. To pomeni, da mu regulacijske parametre nastavlja nadrejeni krmilnik, krmilnik celotne FE, skupaj pa morata biti v polni skladnosti z zahtevami Soglasja za priključitev. Posamezni razsmerniki morajo zagotavljati, da elektrarna kot celota ustreza vsem zahtevam.

Distribucijsko omrežje, Elektro Celje: Razsmerniki fotonapetostne elektrarne **FEBR-D1**, priključene na distribucijsko omrežje, morajo glede regulacijskih shem, nastavitvev regulacij, nastavitvev zaščit, izmenjave signalov in ukazov med proizvodno enoto in sistemskim/distribucijskim operaterjem upoštevati določbe Soglasja za priključitev in dokumentacije SONDSEE, Priloga 5.

Prenosno omrežje, ELES: Razsmerniki fotonapetostne elektrarne **FEBR-D2**, ki je priključena na prenosno omrežje, morajo biti parametrirani za regulacije, območje delovanje, delovanje zaščitnih funkcij in ostalih funkcionalnosti skladno z zahtevami Soglasja za priključitev oziroma navodil, ki jih v postopku priključevanja poda sistemski operater, ELES.

Razsmernik mora biti sposoben dinamičnega nadzora delovne in jalove moči, po potrebi tudi faktorja moči.

Izvajalec mora glede na izbiro PV modula in tipa razsmernikov zagotoviti rešitev za minimiziranje efekta PID (potencialno inducirana degradacija). Tako mora imeti razsmernik vsaj »Anti-PID« ali »PID recovery« funkcionalnost.

Razsmernik mora imeti za lažje krmiljenje naslednje glavne funkcionalnosti:

- Samodejno »prebujanje«: sistem se zjutraj samodejno "zbudi" in začne izvažati električno energijo pod pogojem, da je dovolj sončne energije ter da sta napetost in frekvenca omrežja v območju delovanja.
- Način pripravljenosti: Nadzorni sistem mora neprekinjeno spremljati izhod sončne elektrarne, dokler ni presežena vnaprej nastavljena vrednost. Ta vrednost mora biti navedena.
- Način »spanja«: Zagotovljen mora biti samodejni način spanja, tako da se ponoči zmanjšajo nepotrebne izgube. Ko naprava doseže prag stanja pripravljenosti, mora naprava za samodejni vklop samodejno ponovno preiti v stanje pripravljenosti.
- PV razsmerniki morajo omogočati komunikacijo oz. prenos podatkov, tudi ko ti ne proizvajajo električne energije (ponoči).
- Zagotavljati mora jalovo moč v polnem obsegu pri delovnih močeh od 0 MW do maksimalne delovne moči, oziroma po potrebi tudi ponoči.

Upravljanje razsmernikov:

Razsmerniki morajo omogočati lokalni nadzor (bodisi lokalno preko zaslona, aplikacije, drugačnega dostopa), oddaljeni nadzor (iz SCADA, PPC ali podobnega centraliziranega sistema) ter nastavljanje parametrov, kot so:

- Izbira nastavitvenih regulacijskih funkcij (način regulacij, delovne točke, parametri ipd.)
- Izbira nastavitev internih programabilnih zaščitnih funkcij (LVRT karakteristika, HVRT karakteristika, nad- in podnapetostna zaščita, nad- in pod-frekvenčna zaščita, U/f zaščita)
- Trenutne vrednosti: Napetost, tok, delovna, jalova moč, frekvenca in faktor moči
- Enosmerna napetost in tok posameznih MPPT kanalov
- Dnevna, letna kumulativna proizvedena energija na AC in DC strani
- Ukazi za VKLOP / IZKLOP razsmernika
- Ukaz za VKLOP / IZKLOP iz omrežja
- Indikatorji:
 - Razsmernik pod napetostjo / prenapetost
 - Razsmernik preobremenitev
 - Razsmernik nad temperatura
- Katerikoli drug parameter, ki je na voljo.

Vse merjene veličine, kakor tudi informacije o napakah, alarmih, stanjih, referenčne točke regulacij ipd. mora biti razsmernik sposoben izmenjevati z nadrejenim krmilnikom na ustrezen način, da se zagotovi hitra komunikacija za potrebe nadzora in vodenja. Pri načrtovanju komunikacijskih povezav je potrebno upoštevati najkrajše zahtevane odzivne čase regulacijskih algoritmov, ki so skladno z RfG in Neizčrpnimi zahtevami za nekatere funkcionalnosti krajši od 0,5 sekunde. Ponudnik mora zahteve RfG in NZ temeljito analizirati in pripraviti ustrezen rešitev. V primeru, da oprema ne bo izpolnjevala zahtev RfG, ima naročnik pravico, da opremo zavrne v katerikoli fazi projekta. Izvajalec je v tem primeru dolžan zagotoviti opremo skladno z RfG, brez dodatnih stroškov za naročnika.

Zasnova sistema:

Nabor dokumentacije, ki je osnova za izbor PV razsmernika, in jo je izvajalec dolžan predložiti v fazi ponudbe, mora vsebovati najmanj:

- Podatkovni list (Datasheet) razsmernika
- Dokazilo, da je uvrščen na seznam odobrene opreme SODO,
- Certifikat skladnosti z RfG za tip D,
- Izjavo proizvajalca o skladnosti s slovenskimi NZ (neizčrpne zahteve RfG) za tip D.

V fazi projektiranja, pred potrditvijo končne rešitve mora izvajalec podrobnosti o delovanju naprave (podrobna navodila o delovanju razsmernika, parametri za nastavljanje razsmernika, signalne liste, podrobnosti sistema vodenja in regulacij, merilne zanke, komunikacijske povezave in protokoli, predvidena dinamika, zakasnitve, ipd.) predložiti Naročniku v pregled in odobritev skupaj s podrobnim poročilom o zasnovi in integraciji v sisteme vodenja in nadzora.

Pred dostavo izdelka na mesto vgradnje mora Izvajalec predložiti, vendar ni omejeno, naslednje dokumente:

- Garancije
- Navodila za vgradnjo in obratovanje, priročnik
- Signalne liste razsmernika
- Navodila z varnostnimi ukrepi
- Poročila o rutinskih preizkusih in sprejemnih preizkusih itd.

Dokazovanje ustreznosti izbranega števila in moči razsmernikov in zahteve glede obsega proizvodnje jalove moči:

V fazi izdelave projektne dokumentacije izvajalec na podlagi natančnejših simulacij obremenitev v stacionarnih razmerah (load-flow izračuni, simulacije) dokaže ustreznost izbire in dimenzioniranja celotne opreme FE, kakor tudi ustreznost izbire števila razsmernikov. Pri tem ponudnik upošteva maksimalno določeno priključno moč FE na mestu priključitve na omrežje (P_{max}), maksimalno zahtevano jalovo moč na mestu priključitve, celoten razpon napetosti na točki priključitve, vse izgube in padce napetosti na transformatorjih oziroma vodih pri različnih delovnih točkah preostalih agregatov v HE Brežice. Te pogoje mora izvajalec analizirati ločeno za FEBR-D1 in FEBR-D2, saj so pogoji priključevanja in zahteve za posamezen tip modula v proizvodnem polju različni, (npr. obseg jalove moči na točki priključitve: tip B: od -23 % do +52 % P_{max} ; tip D: od -30 % do +40 % P_{max} , ipd.).

Ponudnik lahko za zagotavljanje jalove moči poveča izhodno AC moč razsmernika (večje število razsmernikov) pri enaki DC moči PV modulov (predimenzioniranje) ali pa izbere drugačen način za zagotavljanje dinamične jalove moči.

Vse zasnove projekta mora pred naročilom opreme potrditi Naročnik, skladno s prakso pa tudi operater omrežja (El. Celje in po potrebi tudi ELES), pri čemer je za pravilnost in uspešnost delovanja odgovoren izvajalec. Ta lahko izdelek naroči dostavi na mesto vgradnje šele po prejemu pisne odobritve s strani Naročnika.

Standardi

Oprema mora ustrezati najnovejši izdaji naslednjih standardov razen, če je v tej specifikaciji določeno drugače:

IEC 61683	Photovoltaic systems – Power Conditioners: Procedure for measuring efficiency
IEC 60068	Environmental testing
IEC 62116	Islanding Prevention Measurement
IEC 62109	Electrical safety
IEC 61727	Photovoltaic (PV) systems - Characteristics of the utility interface
EN 50549-2	Requirements for generating plants to be connected in parallel with distribution networks - Part 2: Connection to a MV distribution network – Generating plants up to and including Type B
IEC 61000 serija	EMC, harmonics, itd.

Sprejemljiva je tudi oprema, ki ustreza drugim veljavnim standardom, ki zagotavljajo enako ali boljšo kakovost. Kadar je oprema v skladu z drugim veljavnim standardom, morajo biti v ponudbeni dokumentaciji jasno navedena odstopanja med predlaganim standardom in IEC. V primeru navedb drugih standardov, ponudnik predloži popoln niz dokumentov in standardov v angleščini brez dodatnih stroškov. Zagotoviti mora, da je ponujena oprema skladna z enim skladnim nizom standardov, razen če je spremenjena po zahtevah te specifikacije.

PV razsmerniki morajo biti opremljeni s CE certifikatom ter skladni z veljavno tehnično regulativo in zahtevami EMC (elektromagnetna združljivost).

Organi, ki izdajajo potrdilo o tipskem atestu, morajo biti preizkusni laboratoriji ali centri, pooblaščen za tovrstno IEC certificiranje.

4.2.3.5 Krmilnik fotonapetostne elektrarne – Power Plant controller (PPC)

Razsmerniki FEBR-D1 kakor tudi FEBR-D2 morajo biti povezani v skupni krmilnik (PPC) fotonapetostne elektrarne. Naloga PPC skupaj s funkcionalnostmi posameznega razsmernika je, da zagotovi vse funkcionalnosti delovanja FE kot celote, skladno z določbami soglasja za priključitev, kar vključuje tudi zahteve Uredbe Komisije (EU) 2016/631 o vzpostavitvi kodeksa omrežja za zahteve za priključitev proizvajalcev električne energije na omrežje (RfG) in neizčrpne

zahteve v okviru zahtev Soglasja za priključitev (FEBR-D2), kakor tudi zahteve SONDSEE (za FEBR-D1).

Ker predstavlja krmiljenje FE ključni del za zagotovitev pravilnega stacionarnega in dinamičnega delovanja, se zahteva, da ima uporabljeni PPC za krmiljenje proizvodnega vira vsaj za tip B (FEBR-D1) oziroma za tip D (FEBR-D2) že pridobljen certifikat skladnosti s funkcionalnimi zahtevami iz RfG, ki ga je izdala akreditirana evropska inštitucija (npr. TUV, UL ipd.). V primeru, da certifikat ne izkazuje skladnosti s slovenskimi Neizčrpnimi zahtevami (nacionalni dodatek uredbi RfG), mora **proizvajalec** PPC izdati pisno izjavo, s katero potrdi zmožnost zagotavljanja skladnost z nacionalnimi RfG zahtevami z izbranim tipom razsmernika.

PPC mora biti sposoben delovanja skupaj z izbranim razsmernikom in skupaj zagotavljati delovanje skladno z zahtevami Soglasja.

Izbor medsebojno kompatibilne opreme (izbrani tip razsmernika in tip PPC) ponudnik dokaže z **referencami v sklopu dokumentacije tehničnega dela ponudbe**.

Krmilnik FE je del sistema vodenja in nadzora FE, za kar so zahteve natančnejše podane v poglavju 4.2.12.1.

4.2.4 NIZKONAPETOSTNA OPREMA IZMENIČNE NAPETOSTI

4.2.4.1 Razdelilniki in zbirne omarice izmenične napetosti

Glavni razdelilnik PV polja, ki bo postavljen v kontejnerju ali drugačnem notranjem prostoru mora biti moderne, standardizirane in verificirane izvedbe, za katero proizvajalec deklarira, da je namenjena za energetske objekte. Celoten razdelilnik s stikalnimi elementi ponujenega tipa, zbiralkami, povezavami, pregradami in konstrukcijo, mora biti izveden in preizkušen po zahtevah standarda SIST EN 61439 za sklope stikalne in krmilne opreme. Ustreznost tej zahtevi mora ponudnik v ponudbi dokazati s potrdilom o opravljenih verifikacijah in po potrebi s planom dodatnih verificiranj, ki jih bo izvedel v fazi načrtovanja in izdelave plošče.

Omare morajo biti zaščitene po zahtevah standarda SIST EN 60529, s stopnjo zaščite minimalno IP31.

Razdelilnik in vsi njeni deli morajo biti ustrezno zaščiteni proti koroziji po zahtevah mednarodnih standardov. Minimalno antikorozijsko zaščito, ki je sprejemljiva, morajo sestavljati antikorozivni premaz očiščene, kovinske pocinkane površine in termično polimerizirani poliesterski pokrivni sloj iz poliesterske epoksi praškaste barve.

Konstrukcija razdelilnika z vsemi podsklopi mora biti modularne izvedbe, ki omogoča enostavne kasnejše predelave ali razširitve funkcionalnih delov, brez kakršnih koli kovinarskih predelav, zgolj s prestavljanjem ali dodajanjem vijačenih konstrukcijskih elementov. Razdelilnik bo vseboval zbiralke, zbiralčne povezave, stikalne elemente (odklopnike, stikala in ločilnike) izvlečljive ali fiksne izvedbe s pomožno opremo, zaščitne avtomate, merilnike napetosti in toka, tokovne transformatorje, ustrezno zaščito proti prenapetostim, merilne pretvornike toka in napetosti, ter ostalo drobno opremo, ki je zahtevana v razpisu ali je običajna in potrebna za take razdelilnike. Oprema razdelilnikov mora biti tipsko atestirana, kar mora ponudnik dokazati v ponudbi.

Razdelilnik mora biti samostoječe kovinske konstrukcije, izvedena iz več standardiziranih, predfabriciranih, medsebojno povezanih omar na enem ali več podložnih okvirjih. Kabelski dovodi in odvodi morajo biti izvedeni s spodnje strani omar.

Razdelilniki morajo biti konstruirani tako, da se zunanje energetske povezave priključujejo na sponke ali neposredno na stikalni element, razen povezav kablov večjega preseka, ki se lahko izvedejo preko ploščatih bakrenih priključnih profilov.

Vsi notranji priključki v omari namenjeni za povezovanje proti zunanji opremi morajo biti izvedeni le na eni strani spončne letve.

V splošnem se bodo uporabili trije tipi sponk:

- sponke energetskih priključkov,
- tokovne sponke z možnostjo kratkostičnih prevezav za tokovne transformatorje,
- sponke za meritve, signalizacijo in krmiljenje z možnostjo mostičenja.

Med posameznimi tipi sponk na isti letvi morajo biti uporabljene izolacijske pregrade, ki omogočajo zadostno zaščito, obenem pa omogočajo ustrezen dostop do sponk. Vsaka spončna letev mora vsebovati vsaj 20% rezervnega prostora za sponke istega tipa. Vse sponke morajo biti kvalitetne izdelave.

Razdelilnik mora biti z uporabo ustreznih prenapetostnih odvodnikov zaščiten proti prenapetostim, ki se pojavljajo med obratovanjem.

Omara razdelilnika, vrata in vsa montirana oprema mora biti izvedena tako, da ščiti obratovalce pred vplivom notranjih okvar.

Vratna zapirala morajo biti obložena s tesnilnim materialom in opremljena s kvalitetnim okovjem, ki se lahko odpira in zapira tudi brez uporabe ključa in omogoča tiho in zanesljivo zapiranje. Biti mora omogočen dostop do vseh stikalnih elementov s sprednje strani. Kabelski priključki morajo biti dostopni s sprednje strani omar. Omara mora biti opremljena z ustreznimi nosilci vseh kablov, ki mehansko razbremenjujejo priključne sponke stikalnih elementov.

Stikalna oprema glavnih tokokrogov, ki je vgrajena v omari, mora imeti poleg lokalnega tudi možnost daljinskega krmiljenja in imeti ustrezno število pomožnih kontaktov, ki omogočajo daljinsko signalizacijo položaja.

Stikala morajo biti ustrezne kvalitete, modularne velikosti in ustrezno izbrana, da prenesejo vse predvidene obremenitve. Stikalne elemente mora biti možno zakleniti v izklopljenem stanju.

Omara mora biti dimenzionirana tako, da bo ob namestitvi vse zahtevane opreme v njej še vedno vsaj 20 % prostorske rezerve.

Kontaktne mesta morajo biti ustrezno dimenzionirana in izvedena iz materiala, ki zagotavlja kvaliteten spoj.

Omare morajo biti opremljene z ustreznimi grelci, ki so regulirani preko termostata in higrostata, če to zahteva proizvajalec.

Sprednje in zadnje strani omar morajo biti označene z ustreznimi oznakami, vgraviranimi v ploščice, v skladu s sistemom označevanja (KKS sistem), ki je v uporabi na objektu. Vsak element, ki se nahaja v omari, mora imeti ustrezno oznako po navodilih Naročnika. Prav tako se na prednjo stran montirajo analogni ali digitalni merilniki glavnih električnih veličin razdelilnika.

Izvajalec mora zaščitno opremo izbrati tako, da je njeno delovanje v skladu s tehnično regulativo. Selektivnost delovanja v primeru napake mora dokazati PZI dokumentaciji s predložitvijo ustrezne analize (Izvajalec izdelava Elaborat delovanja zaščit oziroma Poročilo o delovanju zaščit).

Zbiranke

Zbiranke morajo biti izvedene iz bakrenega profila, vse priključne točke morajo biti dodatno obdelane.

Zbiranke morajo biti podprte z litimi plastičnimi standardiziranimi izolatorji, ki ustrezajo vsem mehanskim in električnim obremenitvam, vzdržujejo zahtevano varnostno razdaljo in so sposobni brez posledic prenesti kratkostične pogoje. Zdržati morajo obremenitve zaradi ognja ali toplote, kot to zahteva standard IEC 60695-2.1.

Presek zbiralk mora biti določen za zahtevano trajno in udarno kratkostično tokovno obremenitev. Zdržnost zbiralk in konstrukcije mora Izvajalec dokazati s predložitvijo ustreznih izračunov po IEC in SIST EN standardih.

Odklopniki

Odklopniki morajo biti izvedeni v litem ohišju za nazivni tok, ki je višji ali enak od definiranega v ustrezni enopolni shemi, alternativno so lahko tripolne zračne izvedbe, modularne velikosti in ustrezno izbrani glede na dejansko funkcijo ter obremenitve v sistemu.

Vsakega od odklopnikov mora biti mogoče odstraniti ali zamenjati brez vpliva na ostale stikalne elemente. Odklopnik mora biti izveden tako, da je mogoča njegova horizontalna ali vertikalna vgradnja.

Odklopniki morajo biti opremljeni z nastavljivo zaščitno enoto za zaščito proti kratkemu stiku in preobremenitvi. Odklopniki morajo ustrezati utilizacijski kategoriji B po IEC 60947-2 (omogočanje časovne selektivnosti v primeru kratkega stika).

Ročno krmiljenje odklopnikov (SN in glavnih NN) mora biti omogočeno preko ročice na sprednji strani ali vratih omare, prav tako pa tudi električno krmiljenje preko tipk za vklop in izklop. Izvedeno mora biti tudi krmiljenje iz PPC oziroma SCADA sistema FE. Sam pogonski mehanizem odklopnika mora biti izveden preko vzmetnega mehanizma z ročnim ali električnim napenjanjem, ki omogoča hitre preklope tako v primeru ročnega kot tudi v primeru električnega krmiljenja.

Vsak odklopnik mora biti opremljen z elementi, ki omogočajo njegovo zaklepanje v zahtevanem stikalnem položaju ter po potrebi z ustrezno ključavnico.

Vsak odklopnik mora biti opremljen z jasno vidnimi indikacijami vklopljenega, izklopljenega stanja in izpada zaradi delovanja zaščite.

Stikala in ločilniki, zaščitni avtomati

Stikala in ločilniki morajo biti hitro delujočega tipa, z ustrezno dimenzioniranimi kontaktnimi deli. Kontakti morajo biti posrebreni ali drugače obdelani na način, ki zagotavlja minimalno kontaktno upornost.

Zaščitni avtomati morajo biti opremljeni z enim pomožnim kontaktom za signalizacijo izpada zaradi delovanja zaščite, na sponke za signalizacijo pa mora biti signaliziran grupiran signal izpada avtomatov za vsak segment razdelilne plošče ločeno.

Izbirna stikala in krmilne tipke

Izbirna stikala in krmilne tipke morajo biti montirani na vratih omare ali stikalnega elementa in opremljeni z graviranimi napisnimi ploščicami, ki jasno opredeljujejo njihovo funkcijo, položaj in pripadnost. Poleg krmilnih tipk morajo biti postavljeni svetlobni indikatorji preklopnega stanja pripadajočih odklopnikov.

Voltmetersko preklopno stikalo naj ima naslednje položaje:

izklopljeno / L1-N / L2-N / L3-N / L1-L2 / L2-L3 / L1-L3

Merilni instrumenti

Ampermetri

Polni merilni obseg ampermetrov, ki bodo uporabljeni s tokovnimi transformatorji, naj bo 1,2 krat višji od nazivnega toka transformatorjev. Merilni obseg instrumentov upošteva dejanske vrednosti na merjenem mestu definira Izvajalec, potrdi jih Naročnik.

Voltmetri

Za napetost 400 V AC naj se uporabijo voltmetri s skalo 500 V. Za višje napetosti se uporabijo voltmetri z ustrezno višjo skalo.

Merilni pretvorniki

Merilni pretvorniki, morajo biti obsega 4-20 mA, 0,1% točnosti, namenjeni za 20% višje tokovne obremenitve od nazivnih oziroma za najmanj maksimalno obratovalno napetost. Izhodi merilnih razsmernikov morajo biti ožičeni na ločeno spončno letev.

Potencialno prosti kontakti

Potencialno prosti kontakti morajo biti visokokvalitetni, s pozlačeno kontaktno površino in čim manjšo kontaktno upornostjo.

4.2.4.1.1 Podrazdelilniki in zbirne AC razdelilne omarice

Omare morajo biti zaščitene po zahtevah standarda SIST EN 60529, s stopnjo zaščite minimalno IP54 za zunanje pogoje ali skladno s predlogom in izkušnjami ponudnika. Podrazdelilnik in

njegova oprema (tudi stikalna) mora smiselno ustrezati zahtevam iz predhodnih poglavij za glavni razdelilnik izmenične napetosti, skladno z družino standardov IEC 61439.

Konstrukcija omar mora zagotavljati varnost osebja, ki obratuje z razdelilnikom ter mora z ustrežno izvedbo preprečiti vpliv obloka na obratovalce in sosednjo opremo.

Podrazdelilniki morajo biti opremljeni s prenapetostno zaščito in termostatisiranimi grelci za preprečevanje kondenzacije .

4.2.4.1.2 Remontna omarica

Ponudnik mora na objektih predvideti remontno omarico s ustreznim elektro priključkom in izbirnim stikalom, ki jo bo Naročnik v primeru daljšega izpada napajanja uporabil za priklop pomožnega 400 V 3-faznega agregata za napajanje sistemov lastne porabe. Moč priključka mora biti v rangi moči napajalnega transformatorja lastne porabe.

4.2.4.1.3 Rezervni deli za razdelilnike izmenične napetosti

Za razdelilnike in podrazdelilnike – zbirne omarice izmenične napetosti mora Ponudnik v ponudbi vključiti rezervne dele, ki jih priporoča za 5 letno delovanje in vzdrževanje.

4.2.5 UPS SISTEM

Za potrebe napajanja zahtevnejših porabnikov PV polja in skupnih naprav mora Ponudnik dobaviti tudi UPS ali drugačen sistem neprekinjenega napajanja (AC ali DC po zahtevah njegove tehnologije) za vsako TP.

Sistem mora biti izdelan in preizkušen po veljavnih SIST, EN, IEC, DIN ali drugih enakovrednih standardih.

UPS sistem in drugi sistemi napajanja morajo biti po izklopu iz omrežja sposobni pokrivati potrebe napajanja za delovanje in nadzor celotnega postroja porabnikov najmanj 8 ur za vse glavne in pomožne sisteme, oziroma vsaj 48 ur samo za osnovni video nadzor (glavna vrtljiva kamera ob kontejnerjih) s komunikacijsko povezavo do HE (izbere se tisto varianto, ki zahteva večjo kapaciteto hranilnika). Hranilnik UPS sistema v nobenem primeru ne sme imeti manjše kapacitete od 15 kWh. Če se izkaže, da sistem ne zagotovi zahtevane avtonomnosti delovanja, mora ponudnik sistem nadgraditi.

Alarmni in protipožarni sistem mora zagotavljati lastno rezervno napajanje.

Sistemska nadzorna enota mora biti opremljena s standardnimi vmesniki, ki omogočajo komunikacijo z nadzornimi sistemi tako lokalno kot daljinsko. Preko omenjenih povezav mora biti omogočen nadzor sistema in prenos podatkov iz sistema.

Omenjeni vir napajanja mora zagotavljati:

- on-line delovanje, popolno ločitev porabnikov od mreže,
- zaščito porabnikov pred vsemi napakami v mreži,
- kvalitetno sinusno napetost na izhodu,

- največji padec napetosti do potrošnika ± 10 % od nazivne napetosti,
- opremljen mora biti z lokalnim nadzornim panelom,
- sistem mora imeti naprave prirejene daljinskemu nadzoru.

Pri dimenzioniranju kapacitete UPS sistema se pri napajanju upošteva vsa sekundarna oprema, ki vključuje:

- oprema vodenja (krmilniki, SCADA, mrežna stikala, komunikacijske enote, PPC ipd.),
- krmiljenje NN in SN opreme,
- merilna oprema (števčni sistem),
- video nadzor,
- protivolomni sistem,
- protipožarno javljanje,
- vremenska postaja.

UPS in drugi sistemi neprekinjenega napajanja morajo zagotavljati napajanje v primeru izpada omrežne napajalne napetosti. V primeru, če pride do okvare UPS sistema to ne sme povzročiti izpada napajanja opreme, ki je priključena na UPS. Zato mora ponudnik na ustrezen način sprojektirati in izvesti avtomatsko preklopko za napajanje (bypass UPS) v primeru izpada UPS sistema), ali zagotoviti drugačno redundantno rešitev. Enako velja za druge sisteme neprekinjenega napajanja, kot je enosmerni sistem napajanja, za katerega se predvidi redundantne usmerniške enote. Nedelovanje opreme teh sistemov in izpadi morajo biti signalizirani v SCADA sistem.

4.2.6 12 KV IN 24 KV STIKALNA OPREMA

Naprave na SN napetosti 10,5 kV (FEBR-D2) in 20 kV (FEBR-D1), ki bodo dobavljene v okviru tega razpisa, sestavljajo opremo SN celic posameznega PV polja na območju FE s pripadajočimi celicami in pomožno opremo za priklop PV polja preko transformacije SN/NN. Vsa SN, transformatorska in NN oprema posameznega polja bo nameščena v kontejnerju ali drugačem ohišju, odvisno od tehnične rešitve ponudnika.

4.2.6.1 Zahteve za srednjenapetostne celice

Vsa srednjenapetostna oprema, ki pripada tehnološkim napravam, bo nameščena v predfabriciranih srednjenapetostnih celicah za 10,5 kV oziroma 20 kV napetost.

Celice morajo biti izvedene skladno z izdanim soglasjem in veljavno tipizacijo omrežnih priključkov (SONDSEE). Predvidena konfiguracija SN celic je Vz-M-T (vodna celica, merilna celica, transformatorska celica). Ustreznost načrtovane izvedbe mora pred naročilom opreme potrditi omrežni operater.

Vse srednjenapetostne celice in njihova oprema morajo biti izdelani in preizkušeni po zahtevah veljavnih izdaj standardov:

- SIST EN 62271-1 za splošne zahteve,
- SIST EN 62271-200 za stikalne celice,
- SIST EN 62271-102 za ozemljilna stikala,
- SIST EN 62271-100 za odklopnike,
- SIST EN 60071-2 za koordinacijo izolacije,
- SIST EN 60265-1 za stikalne ločilnike,
- SIST EN 60099 za prenapetostne odvodnike,
- SIST EN 60273 in SIST EN 60137 za izolatorje,
- SIST EN 60529 za stopnjo mehanske zaščite.

SN celice naj bodo kovinsko oklopljene GIS (brez SF6) ali zračno izolirane izvedbe. Ponudnik mora upoštevati veljavno zakonodajo na področju srednjenapetostnih stikalnih naprav, ki prepoveduje vgradnjo naprav z izolacijskim plinom SF6 po 1.1.2026. Ponudbe, ki bodo vsebovale rešitve z izolacijskim sredstvom SF6 ne bodo sprejemljive.

Na celicah mora biti slepa shema z oznakami elementov po enopolni shemi.

Na celicah bo nameščena merilna in ranžirna omarica z montažno ploščo. Merilno ranžirna omarica nad celico služi ranžiranju merilnih tokokrogov, ki bodo priključeni na tokovne in napetostne instrumentne transformatorje pripadajoče celice. Napetostni merilni in zaščitni tokokrogi morajo biti zaščiteni z ustreznimi zaščitnimi avtomati s signalizacijo izpada, z vsaj dvema pomožnima kontaktoma, enako velja za avtomate, ki morajo biti montirani za potrebe

zaščitnih ali napajalnih tokokrogov. Vsa oprema vključno s sponkami mora biti tipizirane izvedbe in montirana na montažnih letvah.

Vse celice morajo biti opremljene v skladu z razpisu priloženimi enopolnimi shemami oziroma skladno z zahtevami Soglasja za priključitev ter obstoječo tipizacijo tovrstnih elementov. Biti morajo opremljene z zahtevanimi srednjenapetostnimi stikalnimi napravami, elektromotornimi in ročnimi pogonskimi mehanizmi, krmilnimi ročicami in paličnimi mehanizmi, instrumentnimi transformatorji, prenapetostnimi odvodniki, izolatorji, podpornimi, veznimi in nosilnimi elementi, krmilnimi napravami, merilnimi instrumenti, elementi za ročno lokalno krmiljenje, indikacijami položaja, indikatorji napetosti, preklopnimi stikali krmiljenja in vso ostalo pomožno opremo, potrebno za njihovo obratovanje.

Celice morajo imeti izvedeno vse notranje ožičenje med samimi elementi in od dobavljenih elementov do izhodnih sponk v merilni omarici, na katere se bodo priključevale povezave proti zunanjim sistemom.

Celice morajo biti izvedene z lokalnim krmiljenjem, signalizacijo in nadzorom ter ostalimi zahtevanimi ali za pravilno in varno delovanje potrebnimi elementi, vključno s pomožnimi napravami in drobnim materialom. Vsi zunanji primarni priključki celic morajo biti opremljeni za priključitev vodnikov ustreznega preseka in izvedbe po razpisnih risbah.

Celica ločilnega mesta (transformatorska celica) mora imeti izvedeno preklanko. To je krmilni element stikala ločilnega mesta, s pomočjo katerega se izvede brezpogojna in zanesljiva galvanska ločitev FE od distribucijskega (oziroma preostalega) omrežja. Preklanka mora biti opremljena s ključavnico, ki onemogoča nepooblaščen spreminjanje stanja. Preklanka se izvede skladno z navodili SONDSEE, Priloga 5.

Krmiljenje celic mora omogočati manipulacije glavnih stikal/odklopnikov iz PPC oziroma SCADA sistema.

Izvajalec mora dobaviti vso opremo za postavitev in priključevanje celic v dobavljeni kontejner ali drugačno ohišje skladno z zahtevami proizvajalca celic.

Signalizacija, meritve in zaščita

Signali iz posameznih stikalnih, zaščitnih in nadzornih elementov posamezne celice (potencialno prosti kontakti) morajo biti pripeljani na skupno za to namenjeno letev in povezani na sistem vodenja.

V ranžirnih omaricah posameznih celic mora biti pripravljeno ustrezno število priključnih mest za merilne oziroma zaščitne tokokroge. Napetostni tokokrogi morajo imeti za vsak priključek ločene zaščitne avtomate, tokovne zanke pa mostične zveze.

V merilni celici mora biti nameščena oprema za merjenje električne energije (števec) in ustrezni merilni transformatorji, skladni s Soglasjem za priključitev in z veljavnimi predpisi na tem področju (poglavje 4.2.12.4).

V celice mora biti vgrajen tudi sistem zaščit, ki ga sestavljajo vsaj merilni transformatorji za tok in napetost, zaščitni rele in ostala oprema, ki zagotavlja celovito izvedbo zaščitnega sistema. Zaščite so natančneje predstavljene v poglavju 4.2.12.3.

V eni od SN celic mora biti vgrajen tudi omrežni analizador, ki omogoča pregled parametrov omrežja (tok, napetost, moč, itd.) ter kakovosti električne (harmoniki, nesimetrije ipd.) na SN nivoju in je povezan v SCADA sistem. Natančnost mora dosegati vsaj: delovna moč Class 0,5, jalova moč Class 2, parametri kakovosti EE(harmoniki, THD) Class 1, (kot npr. ABB M4M 20).

4.2.6.2 Rezervni deli za sredjenapetostno opremo

Za SN naprave mora Ponudnik pri ponudbi priložiti seznam rezervnih delov, ki so potrebni za redno 5 letno delovanje in vzdrževanje. Te navede v »Knjigi 6 - Lista cen« na listu »H.Priporočeni rezervni deli«.

V ponudbeni vrednosti se upoštevajo le tisti rezervni deli, ki so navedeni v »Knjigi 6 – Lista cen«, na listu »G.Obvezni rezervni deli«.

4.2.7 ENERGETSKI TRANSFORMATORJI

4.2.7.1 Osnovni opis

Za posamezno FE bo za odvod proizvedene energije uporabljen en ali več energetskih transformatorjev **20/NN kV** za **FEBR-D1** oziroma **10,5/NN kV** za **FEBR-D2**, bodisi dvo- ali tronaviten, ustrezne moči in posebne tipske izvedbe za zahteve razsmerniških sistemov PV elektrarne, skladno s tehnološkimi rešitvami ponudnika. Za izolacijo bo uporabljeno biorazgradljivo olje (kot na primer MIDEI).

Transformator FEBR-D1 bo priključen na 20 kV napetostni nivo proti distribucijskem daljnovodu, transformator FEBR-D2 pa bo priključen na 10,5 kV napetostni nivo proti HE Brežice.

Sekundarna NN napetost obeh transformatorjev bo prilagojena tehnološki rešitvi posameznega ponudnika FE (npr. 800 V) in mora biti za obe FE enaka.

Izbrani transformator posamezne FE mora zadoščati za trajno odvajanje proizvedene energije iz fotonapetostnega polja ob njegovi polni obremenitvi z delovno in jalovo močjo ter v celotnem normalnem napetostnem območju. Transformator mora biti sposoben odvajati proizvedeno moč PV modulov v vseh pogojih temperature okolja, frekvence in napetosti, vključno z vsemi kratkotrajnimi prenapetostmi, do katerih pride ob nenadnem izklopu bremena. Izvajalec mora predložiti Naročniku v pregled in potrditev **poročilo o dimenzioniranju**, izbiri in izvedbi transformatorja, vključno z diagrami toplotne karakteristike transformatorja (trajna tokovna termična karakteristika, kratkotrajna tokovna preobremenljivost) in analizo vpliva harmonskega popačenja toka razsmernikov na povečano gretje transformatorja.

Transformator mora imeti možnost napetostne regulacije brez obremenitve z razponom od + 5% do -5% v korakih po 2,5% na strani VN navitja. Transformator mora biti sposoben delovati brez škodljivega pregrevanja pri nazivni moči pri kateri koli napetosti v napetostnem območju, skladno z zahtevami RfG (za 110 kV je predpisano obratovanje v območju 0,85 pu – 1,15 pu (60 min), oziroma 0,90 – 1,118 (trajno), kar je potrebno pri dimenzioniranju ustrezno preračunati na SN nivo). Transformator mora biti dimenzioniran tako, da lahko neprekinjeno oddaja nazivno moč tudi pri najnižjem odcepu, ne da bi pri tem presegel predpisani dvig temperature.

Transformator bo nameščen v ločenem prostoru kontejnerja ali drugačnega ohišja, ter električno povezan z NN in SN delom opreme v istem kontejnerju. Zato morajo biti priključki transformatorja tipsko prilagojeni tej zahtevi in za povezovalne kable ali zbiralke pripravljena ustrezna pritrdilna in spojna mesta na transformatorju.

Poleg zgoraj opisanih energetskih transformatorjev bo v posameznem kontejnerju z elektro opremo nameščen tudi ločen transformator manjše moči za pokrivanje lastne porabe in ostalih porabnikov PV polja ali celotne FE. Ti transformatorji morajo biti suhe izvedbe, izvedeni smiselno po zahtevah v nadaljevanju in ustrezno zaščiteni pred dotikom. Na NN zbiralke SN/NN transformatorja morajo biti priključene z lastnim odklopnikom, ločeno od napajanja PV polj z razsmerniki.

V sklopu dobave transformatorjev je vključena tudi primarna zaščitna oprema.

Izgube transformatorja morajo biti skladne z določbami Uredbe Komisije (EU) št. 548/2014 (in dopolnitvami iz Uredbe št. 2019/1783).

4.2.7.2 Konstrukcijske zahteve

Transformator mora biti izdelan in preizkušen skladno s standardi SIST EN 60076-1, SIST EN 50464-1 in IEC 60076-7. Izolacijsko sredstvo mora ustrezati standardom SIST IEC60296 ali IEC61099-1. Skoznjiki morajo ustrezati standardom SIST EN 50386 in SIST EN 50181.

Transformator mora biti hermetično zaprte izvedbe, brez konzervatorja, opremljen s tipsko integralno varnostno napravo za hermetične transformatorje (alarmiranje, izklop) in termičnim elementom za spremljanje temperature v transformatorju (alarmiranje, izklop). Signali morajo biti speljani na sponke in uporabljeni za daljinsko signalizacijo stanja ter izklop stikala v pripadajoči 10 kV transformatorski celici in odklopnika na NN glavni razdelilni plošči.

Integralna varnostna naprava naj združuje štiri zaščitne in nadzorne funkcije za zaščito hermetičnih distribucijskih transformatorjev:

- plinski rele - zaznava sproščanje plina oz. občutno znižanje nivoja dielektrika, ter sproži opozorilni signal ali izklop transformatorja;
- varnostni oddušnik - zazna nagel porast tlaka v transformatorju in takoj odklopi transformator;
- kontaktni termometer - kaže temperaturo dielektrika in sproži opozorilo, pri nevarnem pregrevanju pa izklopi transformator.
- oljekaz – kaže nivo olja in sproži opozorilo pri skrajnih vrednostih nivoja olja.

Naprava mora biti s pomočjo pritrdilnih kljuk pričvrščena na pokrovu transformatorja. Na napravi se morajo nahajati najmanj:

- prozorno ohišje s plovcem, z oznako minimalnega in maksimalnega nivoja olja,
- termometer s številčnico, kazalcem in kazalcem maksimalne temperature,
- ventil za odvzem vzorcev plina,
- odprtina za dolivanje olja z navojnim pokrovom.

Hlajenje mora biti ONAN izvedbe. Transformator mora imeti na nizko napetostni strani izvedeno nevtralno točko. Zahtevana je ročna pet stopenjska regulacija napetosti v breznapetostnem stanju v korakih po 2,5%.

Transformator mora biti zaradi načina obratovanja izveden na način, ki zagotavlja znižane izgube med obratovanjem in znižane izgube v času praznega teka, za kar se uporabi ustrezne materiale za izvedbo magnetnega jedra.

4.2.8 OSTALA ELEKTRO OPREMA

Kontejnerji oz. montažni objekti s transformatorji, NN in SN opremo ter opremo vodenja, zaščite, meritev, telekomunikacij ipd. morajo biti opremljeni z ustrezno inštalacijo za malo moč in razsvetljavo, sistem za javljanje požara, protivlomnim sistemom, vremensko postajo, videonadzornim sistemom, ogrevanjem in ventilacijo ter po potrebi klimatizacijo.

Obseg v skladu s to specifikacijo zajema načrtovanje, izdelavo, montažo, preizkušanje, dobavo, postavitve na lokaciji, preizkušanje in zagon sistemov.

Pri ponudbi Izvajalec predloži seznam (oziroma izpolni »Knjigi 6 - Lista cen«, »H.Priporočeni rezervni deli«) potrebnih rezervnih delov za redno delovanje in vzdrževanje v obdobju 5 (pet) let, in posebna orodja in naprave, potrebne za postavitve in vzdrževanje. Deli opreme in rezervnih delov morajo biti iz istega materiala in dimenzij, enake izdelave in dodelave ter zamenljivi. Ves material in izdelava morata biti primerne komercialne kakovosti. Priporočeni rezervni deli niso del ponudbene vrednosti.

V ponudbo pa je potrebno vključiti še **zahtevane obvezne** rezervne dele, ki so navedeni v »Knjigi 6 - Lista cen«, »G.Obvezni rezervni deli«, ki so del ponudbene vrednosti.

Mala moč in razsvetljava

Malo moč in razsvetljavo sestavljajo razdelilnik male moči in razsvetljave z ustreznim transformatorjem NN/400 V suhe izvedbe manjše moči (če je potreben), razsvetljava v kontejnerju ali drugem ohišju, zunanja razsvetljava pred vhodi v kontejner, električne vtičnice na priročnih mestih za vzdrževanje (kontejner, omare z elektro opremo ipd.), kableske povezave, vodi in oprema, vključno z montažnimi konstrukcijami in palicami ter razsvetljavo obeh cestnih vhodov na območje FE. Vse z ustreznimi krmilnimi in stikalnimi elementi.

Kontejnerji morajo biti v prostoru z NN opremo in vodenjem opremljeni tudi s svetilko varnostne razsvetljave z lastno baterijo in polnilcem, ki zagotavljajo najmanj 1 urno delovanje.

Sistem osvetlitve mora biti zasnovan v skladu z ustreznimi standardi / smernicami za podobne objekte. Razsvetljava mora biti zasnovana na LED tehnologiji, trajna nočna osvetlitev ni predvidena. Zunanja razsvetljava mora biti temperature 3000 K in se mora prižigati preko ročnih stikal ter ne sme biti usmerjena v nebo.

Ventilacija, ogrevanje in hlajenje

Dobava vključuje dobavo vseh ventilatorjev, grelnikov in po potrebi klimatizacijskih naprav, njihovih puhal, kanalov in drugih ventilacijskih konstrukcij, zračnih ventilov, dušilcev zraka, vstopnih in izstopnih žaluzij, cevnih sistemov, napajanja, krmiljenja itd. kot je potrebno, da so sistemi v vseh pogledih popolni in zadovoljivi za varno in zanesljivo delovanje opreme v kontejnerju. Delovanje naprav oziroma alarmi morajo biti signalizirani v sistem vodenja - SCADA.

Ventilacija, ogrevalne in hladilne naprave morajo biti načrtovane tako, da temperatura prostorov z opremo ali omar ne preseže dovoljenega temperaturnega delovanja posamezne opreme.

Klimatizacija v prostoru TK opreme mora biti v redundantni izvedbi.

Za obratovanje opreme se mora zagotoviti temperatura prostorov med 20°C in 25°C. Temperature v nobenem prostoru ne smejo presegati temperaturnih vrednosti od 35°C navzgor.

Protivlomni sistem in sistem javljanja požara

Posamezni kontejnerji oz. montažni objekti morajo biti opremljeni s protivlomnim sistemom, ki omogoča povezavo v center nadzora in je kompatibilen in povezljiv z obstoječim protivlomnim alarmnim sistemom na HE Brežice. Glej poglavje 4.2.11.

Kontejnerji morajo biti opremljeni tudi z lokalnim sistemom javljanja požara, ki bo skupaj s protivlomno alarmno napravo omogočal povezavo v center nadzora. Lokalna centrala za protivlomno in požarno javljanje mora biti kompatibilna in povezljiva tudi z obstoječim sistemom požarnega javljanja (sistem ZARJA) in protivlomnega sistema na objektu HE Brežice. Povezava med sistemoma mora biti omogočena v sklopu predvidenih optičnih povezav med FE in HE Brežice. Glej poglavje 4.2.11.

4.2.9 VREMENSKA POSTAJA

Vremenska postaja mora biti izvedena na vsaki FE, torej FEBR-D1 in FEBR-D2 ločeno. Posamezno vremensko postajo sestavlja oprema skladna z IEC 61724-1:2017 (class A):

- temperaturni senzor z zaščito pred sevanjem,
- vsaj 3 temperaturnih senzorjev na PV modulih,
- 2 senzorja sončnega sevanja (nagnjen na ravnino PV modula in vodoravno), ISO 9060 (spectrally flat Class A),
- senzor, ki prikazuje hitrost in smer vetra,
- senzor relativne vlage in zračnega pritiska,

- 2 senzorja zapašenosti (npr.: KIPP&ZONEN DustIQ Soiling Monitoring System).

Sistem za spremljanje mora biti povezan z vremensko postajo s pomočjo digitalnih / analognih vhodov, ki omogočajo zbiranje podatkov, ki jih senzorji shranijo s pomočjo ustrezne programske opreme. Podatki vremenske postaje se morajo v realnem času prenašati v sistem vodenja (PPC) oziroma SCADA sistem, kjer se omogoči njihov prikaz in shranjevanje z nastavljivo periodo vzorčenja. Podatke vremenske postaje se uporabi tudi za izračunavanje kazalcev delovanja sistema FE (izkoristki ipd.).

Poročilo o podrobnem projektiranju sistema, ki ga je Izvajalec dolžan predložiti Naročniku, mora vsebovati, vendar ni omejeno na naslednje podrobnosti o opremi vremenske postaje:

- podrobne tehnične specifikacije,
- potrebne risbe in ostale prikaze itd.

Specifikacije, ki jih predloži Izvajalec, bo pregledal in odobril Naročnik. Izvajalec lahko izdelek dostavi na lokacijo šele po prejemu pisne odobritve Naročnika.

4.2.10 VIDEO NADZORNI SISTEM

Video nadzorni sistem, dobavljen po tem naročilu bo integriran v obstoječi video nadzorni sistem HE Brežice. Zaradi tega razloga mora biti vsa vgrajena oprema kompatibilna z obstoječo programsko in strojno opremo video nadzornega sistema na HE Brežice. Obstoječa programska oprema v sklopu centralnega nadzornega sistema (CNS) na HE Brežice temelji na programu G-SIM (proizvajalec Geutebruck). Ta sistem zagotavlja popoln nadzor nad varnostnimi funkcijami, delovanjem sistema, nadzor in omejevanje dostopa do podatkov in ostale funkcionalnost, skladno z Zakonom o varstvu osebnih podatkov (ZVOP).

Za posamezno FE mora video nadzorni sistem, ki je predmet tega naročila, vključevati vsaj:

- fiksne in vrtljive IP kamere za zunanjo montažo z nosilnimi stebri ali drugačno nosilno konstrukcijo, ki so popolno kompatibilne z nameščeno programsko opremo na snemalniku v smislu neposrednega parametriranja posameznih kamer preko uporabe nameščene programske opreme,
- notranja kamera za nadzor TK/nadzornega prostora na FE,
- kabli, napajalniki, pretvorniki, mrežna stikala, nosilci, stebri s temelji in druga oprema ter pribor, ki je potrebna za izvedbo celotnega video nadzora,

Za obe FE skupaj in dodatno za namen ostalih objektov HE se v HE Brežice vgradijo naslednje skupne naprave:

- snemalnik (npr. Geutebruck) z zahtevano minimalno kapaciteto diskov za snemanje celotne verige objektov HESS (skladno s Knjigo 2) s strojno in programsko opremo; Snemalnik se izvede kot redundančni snemalnik k obstoječem video strežniku na HEBR (G-ST 3000+ G3). Ostale tehnične zahteve so podane v Knjigi 2, Tabele tehničnih podatkov.

- zaslon (v stilu in velikosti obstoječih zaslonov videonadzora na HE Brežice, SAMSUNG QLED TV sprejemnik 43Q60C oz. ekvivalent) s stenskim stojalom in za prikaz video nadzornega sistema na operatorskem mestu HE Brežice in uporabniška tipkovnica z miško za operaterja (združen prikaz za FEBR-D1 in FEBR-D2),

ker gre za razširitev obstoječega sistema v obstoječem programskem okolju, je potrebno zagotoviti še:

- dodatne licence za integracijo kamer v sistem,
- dodatno licenco za razširitev SQL baze za revizijsko sled do 3 let.

Kamere nadzornega sistema bodo na FE priključene v lastno virtualno omrežje V-LAN na skupnem glavnem omrežnem stikalu FE (npr. Aruba 2930M). To omrežje se preko optične (2,1 km) povezave med FE in HEBR in novih ter obstoječih stikal na HEBR priključi na obstoječ sistem video nadzora, ki je nameščen na lokaciji HE Brežice.

Izvajalec zagotovi vso potrebno opremo za izvedbo video sistema, kar vključuje nosilne konstrukcije in jambore s temelji za namestitev kamer, omarice, napajalnike, POE stikala (če bodo potrebna), napajalne kable za povezavo v NN razdelilno omaro, zaščitne elemente (prenapetostni odvodniki, ipd.) in ostalo opremo za vzpostavitev video nadzornega sistema. Izvajalec mora izvesti ustrezno komunikacijsko povezavo med kamerami (optika, ETH), optičnimi pretvorniki in skupnim glavnim omrežnim stikalom (npr. Aruba) na območju FE, za kar mora uporabiti stikala in pretvornike, namenjene industrijski uporabi. Zagotoviti mora tudi vso dodatno opremo, ki je potrebna za povezavo med obstoječim mrežnim stikalom v HE in mrežnim stikalom oziroma strežnikom video nadzora.

Nov snemalnik mora biti polno funkcionalno povezan v naročnikov obstoječi videonadzorni sistem.

Vsa oprema video nadzora naj bo za FEBR-D1 in FEBR-D2 združena, in sicer se uporabi skupni zaslon in skupni snemalnik. Slednji mora zagotavljati tehnične zahteve za vsako posamezno FE.

Izvajalec oziroma projektant mora zagotoviti, da videonadzorni sistem zagotavlja vse, kar je potrebno za funkcionalen in učinkovit vizualni nadzor celotnega območja PV elektrarne iz HE Brežice.

Število kamer naj zadostuje pokritosti območja fotonapetostne opreme in kontejnerjev. Uporabi se vsaj 7 zunanjih kamer, od katerih je vsaj 1 vrtljiva kamera, in vsaj eno dodatno notranjo kamero. Kamere morajo omogočati video nadzor vsaj:

- vseh kontejnerjev PV polj z opremo,
- celotne površine s PV moduli in mejnega območja obeh drenažnih kanalov ob deponiji,
- vsa vhodna vrata kontejnerjev ter
- vhodnih vrat na FE.
- notranjost TK kontejnerja.

Izvajalec mora zagotoviti vizualno pokrivanje celotnega območja, za kar mora po potrebi uporabiti večje število kamer.

Kamere morajo biti nameščene na konstrukcije, kontejnerje ali katero koli drugo primerno podkonstrukcijo, ki jo zagotovi Izvajalec.

Medsebojna povezava posameznih kamer do centralizirane točke oz. mrežnega stikala za povezavo s HE naj poteka preko optične povezave z uporabo optičnega pretvornika oz. kjer razdalja dovoljuje se lahko uporabijo ethernet povezave.

Sistem mora uporabljati video signale iz različnih vrst zunanjih barvnih kamer, primernih tudi za nočno opazovanje, nameščenih na različnih lokacijah, jih obdelati za ogled na delovnih postajah/monitorjih v nadzorni sobi HE Brežice.

Kamere morajo biti na nosilne stebre nameščene vsaj 3,5 m višje od zgornjega roba PV modulov.

Z vidika zagotavljanja varovanja morajo biti kamere nameščene tudi na lokacijah, da omogočajo nadzor nad izvedenimi prehodi pod ograjami (na treh 10 m odsekih ograje, kjer bo ograja dvignjena za 30 cm) in zagotavljati trajni dnevno/nočni video nadzor.

Sistemske zahteve

Za zajem slike se uporablja IP kamera, ki podpira najnovejše standardizirane protokole za zajem in prenos multimedijskih vsebin (kot npr. ONVIF).

Vse kamere morajo biti dnevne / nočne izvedbe, z ločljivostjo 5 MP ali več.

Ohišje kamer, namenjenih za uporabo na prostem mora biti stopnje IP 66 ali boljše.

Vsi posnetki s kamero morajo biti opremljeni z ID kamere in lokacijo / območje snemanja ter datum / čas. ID kamere, lokacijo / območje snemanja in datum / čas mora sistemski skrbnik sprogramirati v skladu z ID-ji Naročnika in zaščititi z geslom.

Sistem mora imeti možnost dodatne namestitve kamer z višjo zmogljivostjo, kot bo prvotno načrtovana.

Sistem mora biti triplex izvedbe, ki omogoča hkratno snemanje, predvajanje in delovanje omrežja.

Ponujeni sistem mora imeti možnost izvoza zelenega dela izreza posnetka (od zelenega datuma / ure do drugega zelenega datuma / časa). Pri izvozu posnetka mora programska oprema zagotavljati tudi program za predvajanje tega posnetka. Ogled tega posnetka mora biti omogočen na običajnem računalniku s standardno programsko opremo.

Sistem mora imeti možnost daljinskega nadzora delovanja in obveščanja v primeru nedelovanja oziroma ali okvare snemalnika.

Oprema mora biti na splošno skladna z zahtevami o elektromagnetni združljivosti.

Programska oprema video nadzora

Naročnik bo za videonadzorni sistem uporabljal obstoječo programsko opremo G-SIM (proizvajalec Geutebruck). Izvajalec mora zagotoviti integracijo vseh novih kamer in snemalnika v sistem, kar vključuje tudi ustrezne dodatne licence za kamere, SQL bazo ipd.

4.2.11 OPREMA SISTEMA POŽARNEGA JAVLJANJA IN PROTIVLOMNI SISTEM

Kontejnerji oz. montažni prostori, v katerih je nameščena oprema vodenja, nadzora, telekomunikacij, transformator, razdelilne omare ipd., morajo biti opremljeni s sistemom javljanja požara in s protivlomno alarmno napravo.

Naprave morajo biti sposobne povezave v nadzorni center preko GSM povezave, hkrati pa mora biti vzpostavljena povezava do naročnikovega obstoječega protivlomnega sistema in sistema požarnega javljanja v HE Brežice. Ta povezava se vzpostavi preko predvidenih optičnih prevezav med FE in HE Brežice. Za sistem požarnega javljanja se predvidijo vsaj 4, za protivlomni sistem pa vsaj 2 optična vlakna med FE in HE.

Požarna centrala z nadzornim panelom, ki je locirana na FE, mora biti v popolnosti kompatibilna kot samostojna ali razširitvena opcija s centralo na HE Brežice tip: ZARJA NJP400A. (npr. Zarja, NJP-401A). Za potrebe oddaljenega nadzora mora biti na lokaciji HE Brežice vgrajen še ločen prikazovalnik/panel za nadzor nad požarno centralo iz FE (združeno za FEBR-D1, FEBR-D2 in obstoječo FEBR-D3) (npr. Zarja OP-400A ali novejši). Nove alarme iz požarnih central mora izvajalec vključiti v sistem vodenja na HE, kot je to že izvedeno za obstoječe alarme požarne centrale, kar Izvajalec uskladi z Naročnikovim izvajalcem za vzdrževanje sistema vodenja. Požarni sistem mora biti opremljen z javljalniki dima, ročnim javljalnikom požara, zunanjo sireno in ostalimi potrebnimi vmesniki oziroma senzorji.

Protivlomna centrala, ki je locirana na FE, mora biti v popolnosti kompatibilna kot samostojna ali razširitvena opcija s centralo na HE Brežice tip: MAXSYS DCS PC 4020 (npr. DSC NEO PRO ali Paradox). Ena tipkovnica alarma (npr. MAXSYS LCD Keypad LCD4501) se uporabi na lokaciji FE, druga enaka tipkovnica pa se vgradi na lokaciji HE Brežice, v komandni sobi. Za FEBR-D1 in FEBR-D2 se na lokaciji HE Brežice uporabi ena skupna tipkovnica. Dodatno mora biti za povezavo protivlomne centrale v naročnikov obstoječi centralni nadzorni sistem CNS (program za spremljanje dogodkov ABSistemDC (NG)) vgrajen še ustrezen komunikacijski vmesnik. Alarmni sistem mora biti opremljen s senzorji odpiranja vrat kontejnerja in zunanjo sireno.

Izvajalec mora zagotoviti izvedbo vključitve alarmnih in protivlomnih sistemov v naročnikov CNS – program za spremljanje dogodkov ABSistemDC (NG) s strani za to pooblaščenega izvajalca.

Pred izvedbo se z Naročnikom uskladi funkcionalnosti alarmne in protipožarnega sistema, cone nadzora in druge lastnosti sistema.

4.2.12 OPREMA ZAŠČITE, VODENJA IN TELEKOMUNIKACIJ

Izvajalec mora opremo zaščite, vodenja in telekomunikacij dobaviti v obsegu, ki ga opredeljuje razpisna dokumentacija.

Posamezna omara sistema vodenja, zaščite, sistema meritev in nadzora mora biti kovinske, prostostoječe izvedbe, s stopnjo mehanske zaščite minimalno IP31 v primeru vgradnje v zaprti prostor. Za omare sistema vodenja, zaščite, meritev in sistema nadzora, ki bodo morebiti nameščena na prostem, morajo biti kovinske, prostostoječe izvedbe, s stopnjo mehanske zaščite minimalno IP65 in izdelane iz nerjavne pločevine, ter prebarvane v odtenku RAL7035.

Omare sistema vodenja, zaščite, meritev in sistema nadzora morajo biti opremljena z vso zahtevano električno in komunikacijsko opremo, ustrezno nosilno konstrukcijo za montažo elementov in priključevanje kablov ter zahtevanimi elementi na vratih.

Vse omare, ki bodo nameščene na mestih s povečano vlažnostjo, morajo biti izdelane iz nerjavne pločevine, ki bo prebarvana v enakem odtenku RAL 7035 kot ostale omare, kjer bo to potrebno. Vsaka omara mora biti opremljena s podstavkom, primernim za postavitve na ravna tla in opremljena s sistemom za preprečevanje kondenzacije.

Ne glede na prvi odstavek se sme oprema zaščite in meritev vgraditi v ostale sisteme, če vgrajena oprema zaščite in meritev služi zaščiti ali meritvi elementov, ki so vgrajeni v dotični omari ali razdelilniku. Takšni sistemi so na primer srednje napetostne celice in podobno.

Vse omare vodenja, zaščite, meritev in nadzornega sistema morajo biti opremljene s prenapetostno zaščito ustreznega tipa. Prenapetostne zaščite morajo biti vgrajene na mesta priključka kabla v omaro, ki prehaja med prenapetostnimi conami. Prenapetostne zaščite je potrebno vgraditi na dovodne in odvodne tokokroge za izmenične in enosmerne napetosti. Prav tako je potrebno vgraditi prenapetostne zaščite tudi na komunikacijskih in signalnih tokokrogih, ki prehajajo med prenapetostnimi conami.

Izvajalec mora pri pripravi ponudbe poleg vseh navedenih sklopov obsega dobave, v skladu s svojimi izkušnjami upoštevati tudi dodatno drobno montažno opremo (četudi v razpisni dokumentaciji ni posebej navedena) kot so na primer:

- montažni pritrdilni material,
- elementi potrebni za medsebojno spajanje delov sestava omare ali omarice v zaključeno celoto (nosilci za montažne plošče, adapterji, spojke omar in podobno),
- elementi potrebni za medsebojno ekvipotencialno povezovanje delov omare (stranice, vrata in podobno),
- standardne nosilne letve za elektro opremo v omari,
- zaključni, vmesni in podobni elementi spončnih letev,
- elementi za izvedbo mostičkov spončnih letev,
- uvodnice (prilagojene za neposredno ozemljevanje oklopa kabla) za uvod kablov v stenske omarice oziroma omare z dostopom kablov z zgornje ali spodnje strani,
- elemente za pritrditev kablov (v primeru dovoda skozi dno), vključno s tesnjenjem le-tega,

- elemente za ozemljevanje oklopov kablov,
- materiale za zatesnjevanje preostalih odprtih omar, zatesnjevanje zaščitnih cevi za kable za preprečevanja vdora vlage ali živali,
- in podobno.

4.2.12.1 Oprema sistema vodenja in nadzora FE

Izvajalec mora za posamezno FE dobaviti kompletni sistem vodenja in nadzora nad celotno FE. Izvajalec mora sam presoditi potrebno opremo sistema vodenja in nadzora za pravilno delovanje FE kot celote, ki omogoča samostojno delovanje in povezovanje v naročnikov nadrejeni sistem skupinskega vodenja HE Brežice, kot je opisano v nadaljevanju.

Osnovne predvidene enote, ki sestavljajo sistem vodenja posamezne FE so:

- glavni krmilnik FE (PPC) – krmilnik z lastnim uporabniškim vmesnikom (HMI)
- sistem za (hitro) komunikacijo z razsmerniki,
- certificirani razsmerniki z lastnim krmiljenjem,
- sistem meritev električnih veličin (power meter) na lokaciji FE na NN in/ali SN nivoju za potrebe regulacij,
- sistem meritev električnih veličin (power meter) na SN in VN nivoju v HE Brežice in prenos meritev v FE za potrebe regulacij (dodatno samo za FEBR-D2),
- SCADA FE z lastnim HMI na lokaciji FE (in oddaljenim HMI na lokaciji HE Brežice),
- vmesniki, pretvorniki za povezavo v nadrejeni sistem skupinskega vodenja HE Brežice (SIEMENS PCS7, protokol IEC 60870-5-104)

Za obe FE skupaj se na lokaciji HE Brežice predvidi:

- Oddaljeni HMI za SCADA sistem, ki mora biti sposoben združevati nadzor (prikaze) nad FEBR-D1 in FEBR-D2 v enem sistemu (en uporabniški vmesnik, en HMI).

V razpisni dokumentaciji je predvideno, da je oprema vodenja (PPC ipd.) locirana v TK kontejnerju (ali podobno) na lokaciji FE. Neglede na to bo v fazi PZI Naročnik z izvajalcem izbral najustreznejšo lokacijo postavitve posameznega sklopa opreme, da se zagotovi optimalno vzdrževanje in optimalne razmere za vgradnjo opreme – Naročnik kot alternativno lokacijo za vgradnjo določenih sklopov opreme vodenja predlaga prostore v HE Brežice, kjer je že predvidena vgradnja oddaljenega HMI.

PPC – krmilnik FE

Izvajalec mora za posamezno FE dobaviti omaro glavnega sistema vodenja fotonapetostne elektrarne, v katerem mora biti vgrajen glavni krmilnik fotonapetostne elektrarne (PPC, kot npr. GreenPowerMonitor, MeteoControl, Inaccess,...). Sistemi vodenja morajo imeti podporo in servisne mreže za vzdrževanje in modifikacije na območju EU.

Krmilnik mora biti v redundantni izvedbi bodisi kot ena naprava z dvema med sabo redundantnima enotama ali kot dve ločeni napravi, ki sta med sabo v redundanci. Krmilnik mora omogočati možnost meritev analognih električnih veličin kot so tok, napetost, frekvenca, fazni kot, itd. na SN in NN strani FE. Izvajalec zagotovi ustrezno merilno opremo za izvajanje trenutnih meritev električnih veličin za zagotovitev regulacij, skladno z zahtevami Soglasja za priključitev.

Specifično za FEBR-D2, ki se priključuje preko stikališča v HE Brežice, morajo biti oddaljene meritve električnih veličin (npr. meritev moči, napetosti v HE Brežice) izvedene na obstoječih merilnih transformatorjih na SN in VN strani. Meritve je potrebno uporabiti za regulacije napetosti, moči. Vse veličine morajo biti merjene in vzorčene na ustreznem mestu in na izhodu merilne naprave osveževane z visoko frekvenco ter preko ustrezno zasnovane komunikacijske mreže posredovane v krmilnik PPC na FEBR-D2, da lahko regulacije FE dosežejo kratke odzivne čase na nenadne spremembe v omrežju. Odzivi morajo izpolnjevati zahteve dinamike skladno z uredbo komisije (EU) 2016/31 z dne 14. aprila 2016 o vzpostavitvi kodeksa omrežja za zahteve za priključitev proizvajalcev električne energije na omrežje (RfG) ter skladno s pripadajočimi nacionalnimi Neizčrpnimi zahtevami. V primeru, da oprema ne bo izpolnjevala zahtev RfG, ima naročnik pravico, da opremo zavrne. Izvajalec je v tem primeru dolžan zagotoviti opremo skladno z RfG, brez dodatnih stroškov za naročnika.

Natančno zasnovo regulacijskega sistema uskladi Izvajalec z Naročnikom in omrežnim operaterjem ELES. Sistem mora biti zasnovan za stabilno in robustno delovanje tudi pri izpadu komunikacijskih povezav med HE in FE.

Povezava v sistem skupinskega vodenja HE Brežice

Krmilnik posamezne fotonapetostne elektrarne (FEBR-D1 in FEBR-D2) mora za komunikacijo z obstoječo komunikacijsko infrastrukturo na HE imeti vgrajena 2 ethernet vmesnika (1 po sistemu), ki podpirata protokol IEC 60870-5-104. Na takšen način bo možno vključiti fotonapetostno elektrarno v skupinski sistem vodenja in regulacije HE Brežice, ki se bo izvajala preko obstoječega nadrejenega krmilnika vodenja elektrarne (SIEMENS PCS7), ki je že vgrajen v obstoječi omari +CNP01 v redundantni izvedbi. Komunikacija, ki mora delovati dvosmerno, mora zagotavljati izmenjavo podatkov o delovanju in obratovanju FE, parametrih, nastavitvah, meritvah (toki, napetosti, moči, položaj stikalnih naprav ipd.), senzoriki (vremenska postaja), alarmih in zagotavljati povezovanje v nadrejene sisteme vodenja in nadzora sistema FE. Prav tako mora biti omogočeno parametriranje posameznih funkcionalnosti FE (regulacijskih funkcij in zaščitnih funkcionalnosti ipd.) s strani nadrejenega krmilnika oziroma oddaljenega krmilnika iz nadrejenega centra vodenja. Vse dodatne potrebne informacije in nabor ukazov in podatkov, bo moral v fazi PZI Izvajalec uskladiti z Naročnikom.

Nadrejeni krmilnik v HE bo zagotavljal tudi izmenjavo podatkov in ukazov z ostalimi nadrejenimi centri vodenja (CV GEN, CV HSE in CV ELES) zato je to funkcionalnost potrebno predvideti in

uskladiti v fazi izdelave. Ker bo programsko opremo nadrejenega krmilnika, ki je del obstoječega sistema, izdeloval drug izvajalec Naročnika, mora Izvajalec FE poskrbeti, da Naročniku preda vso dokumentacijo, ki opisuje funkcionalnosti sistema vodenja, integracijo krmilnika in sodeluje z njim pri programskem povezovanju sistemov. Osnovni dokument, ki ga mora zagotoviti izvajalec, je signalna lista, ki navaja vse signale, ki se izmenjujejo (ime, opis, tip, naslovi registrov, itd.).

Način povezave v skupinski sistem vodenja HESS v fazi PZI uskladi Izvajalec in Naročnik. Na lokaciji HE Brežice za ta namen dodatna strojna oprema krmilnika ni predvidena. Parametriranje krmilnika PCS7 za izvedbo skupinskega vodenja na HE Brežice bo za Naročnika izvajal drugi izvajalec, ki se bo z Izvajalcem FE moral medsebojno uskladiti glede vseh parametrov sistema, uskladiti zasnovo sistema ter uskladiti testne protokole za preverjanje delovanja sistema.

Za FEBR-D1, ki se priključuje na distribucijsko omrežje, se predvidi še neposredno povezavo sistema vodenja (npr. GSM ali podobno), da se zagotovi daljinski nadzor s strani omrežnega operaterja Elektro Celje (ADMS Center vodenja, Protokol IEC 104), skladno z zahtevami, opredeljenimi v SONDSEE.

Skladnost sistema vodenja z RfG in NZ

Dobavljeni krmilnik (PPC), ter celotni sistem vodenja in nadzora fotonapetostne elektrarne mora biti skladen z zahtevami veljavno zakonodajo, predpisi in ostalimi zahtevami, ki so navedena v dokumentu Soglasje za priključitev, in so izdana za posamezno FE. Krmilnik mora biti tako skladen tudi z uredbo komisije (EU) 2016/31 z dne 14. aprila 2016 o vzpostavitvi kodeksa omrežja za zahteve za priključitev proizvajalcev električne energije na omrežje (RfG) ter skladen s pripadajočimi nacionalnimi Neizčrpnimi zahtevami, oziroma sistemskimi obratovalnimi navodili (SONPO, SONDSEE).

Skladnost z zahtevami za ustrezen tip (tip B za FEBR-D1 in tip D za FEBR-D2) modula v proizvodnem polju mora ponudnik dokazati z ustreznim certifikatom PPC opreme, ter potrditi skupno delovanje z razsmerniki, kot je natančneje opisano v poglavju 4.2.3.5.

Lokalni HMI za PPC in SCADA ter funkcionalnosti

V omari krmilnika fotonapetostne elektrarne mora Izvajalec dobaviti in vgraditi osnovni lokalni prikazovalnik (lokalni HMI PPC), na katerem je možno izvesti lokalni nadzor sistemov vodenja fotonapetostne elektrarne in lokalno izvršiti vse komande, ki jih sistem ponuja. Funkcionalnost in nabor informacij, ki se bodo prikazovale na prikazovalniku predlaga Izvajalec. Ta mora upoštevati tudi dodatne predloge Naročnika glede ostalih informacij, prikazov, izračunov, indeksov delovanja, ki se jih izračuna, shranjuje in prikaže v uporabniškem vmesniku. Izvajalec mora biti po željah Naročnika sposoben prilagoditi PPC (ali SCADA) vmesnik za izračun novih spremenljivk, indeksov delovanja (KPI »Key Performance Index«), ki jih na podlagi osnovnih računskih in statističnih operacij izvaja in shranjuje sistem avtomatično. V te izračune se vključuje spremenljivke regulacij, meritve sistema in tudi podatke vremenske postaje (npr. osončenost, temperatura, zaprašenost modulov ipd.).

Izvajalec mora na strani posamezne fotonapetostne elektrarne predvideti lokalni SCADA sistem z implementacijo WEB serverja (oziroma z možnostjo oddaljenega dostopa). Aplikativni del, ki

določa prikaze, obseg podatkov in druge nastavitve SCADA sistema FE, uskladi Izvajalec z Naročnikom.

V kolikor sta PPC in SCADA dva ločena sistema, se za SCADA prav tako predvidi dodaten lokalni HMI.

Sistem SCADA mora biti sposoben shranjevanja in prikazovanja spremenljivk, poljubnih nastavitvev glede natančnosti shranjevanja, grafičnih prikazov, kreiranja novih spremenljivk ipd. Uporabo in prilagajanje SCADA sistema mora Izvajalec vključiti v predvideno šolanje za Naročnika.

Oddaljeni HMI

Funkcionalno identičen prikazovalnik (oddaljen prikazovalnik HMI), ki služi kot redundanca ali prikazovalnik za oddaljeni nadzor/vzdrževanje/vodenje (PPC/SCADA), mora Izvajalec zagotoviti tudi na lokaciji HE Brežice in ga montirati v obstoječo omaro na HE Brežice, v prostoru za komandno sobo. Oddaljeni HMI bo predvidoma združeval uporabniški vmesnik SCADA, ki mora omogočati vse osnovne funkcionalnosti za izvajanje vodenja FE (funkcionalnosti PPC sistema, kot npr.: nastavljanje parametrov regulacij, referenčnih točk, vklop izklop stikal, ipd.).

Preko enega oddaljenega HMI mora biti omogočeno upravljati večje število različnih FE (FEBR-D1 in FEBR-D2). Natančneje so zahteve oddaljenega HMI opisane v poglavju 4.2.12.5.

Regulacijske funkcije

Krmilnik fotonapetostne elektrarne mora biti sposoben izvajati regulacijo delovne in jalove moči, napetosti, faktorja delavnosti toka, omejiti delovno moč in dinamiko spreminjanja delovne moči, obratovati pri zmanjšani delovni moči za zagotavljanje rezerve delovne moči za celoten obseg regulacije frekvence, izvajati regulacijo frekvence (FON, OFON-P, OFON-N, individualno in hkrati) in v ta namen obratovati z določeno rezervo delovne moči, zagotavljati hiter okvarni tok (delovnega ali jalovega karakterja, z ločenimi karakteristikami pozitivnega in negativnega sistema v nad- in podnapetostnem območju), zagotavljati ustrezno dinamiko vračanja delovne moči po odpravi napake, obratovati pod pogoji okvarnih razmer omrežja (otočno obratovanje omrežja pri znižani kratkostični moči), neprekinjeno obratovati v pogojih hitrih napetostnih upadov in se izklopiti skladno s karakteristikami (LVRT in HVRT), zagotavljati dušenje oscilacij delovne moči, ustrezati določbam glede avtomatske ponovne sinhronizacije na omrežja, in druge funkcionalnosti, ki so za specifičen tip modula v proizvodnem polju tipa D (za FEBR-D2) ali B (za FEBR-D1), natančno predpisane v RfG s pripadajočimi Neizčrpnimi zahtevami oziroma v sklopu Soglasja za priključitev in v SONDSEE.

Zahteve glede regulacije veličin mora FE zagotavljati na točki priključitve, kar pomeni:

- FEBR-D1: na 20 kV nivoju
- FEBR-D2: na 110 kV nivoju.

FEBR-D1:

Regulacije za potrebe FEBR-D1, povezane na distribucijsko omrežje, se predvidoma izvajajo neposredno na podlagi meritev iz SN nivoja v stikališču FEBR-D1. Izvajalec zagotovi merilni pretvornik za meritev vseh električnih veličin na SN 20 kV nivoju.

FEBR-D2:

Regulacije za potrebe FEBR-D2, povezane na prenosno omrežje preko HE Brežice, se predvidoma izvajajo kot smiselna kombinacija meritev iz SN nivoja v SN stikališču HE Brežice kakor tudi iz VN nivoja iz VN stikališča HE Brežice. Izvajalec zagotovi merilni pretvornik za meritev vseh električnih veličin na SN 10,5 kV nivoju, hkrati pa tudi napetosti na 110 kV za povezavo v regulacijski sistem. Druge meritve na primarni strani mrežnega transformatorja (110 kV stran) bo za potrebe regulacij elektrarne FEBR-D2 zagotovil skupinski krmilnik vodenja obstoječe HE, torej nadrejeni sistem vodenja. Meritve mora krmilnik FEBR-D2 ustrezno integrirati v regulacijske sheme.

Za posamezno FE mora regulacijske sheme zahtevanih funkcionalnosti, ki zagotavljajo skladnost z zahtevami Soglasja za priključitev (vključno z RfG), presoditi in določiti Izvajalec. V ta namen pripravi dokument »Opis regulacijskih funkcij« z opisi algoritmov in regulacijskimi shemami, ki bo del dokumentacije za odobritev priključitve na omrežje. Iz opisa mora biti razvidna skladnost z zahtevani RfG.

Izvajalec mora predvideti in dobaviti tudi vso potrebno opremo sistema vodenja, ki bo omogočala daljinski, avtomatski in ročni zagon/sinhronizacijo FE na srednje napetostni nivo. Pri tem mora Izvajalec sam zagotoviti ustrezne pomožne sisteme, za izpolnitev vseh pogojev, ki so potrebni za zagon/sinhronizacijo FE.

Program testiranja funkcionalnosti

Izvajalec določi način testiranja in predlaga program testiranja za namen dokazovanja skladnosti z zahtevami Soglasja za Priključitev. Izvajalec je dolžan uskladiti predlagani program testiranja tudi z Naročnikom in omrežnim operaterjem (ELES za FEBR-D2 in Elektro Celje za FEBR-D1), ki lahko zahteva spremembe in dokončno potrdi program testiranja.

Ostale tehnične zahteve

Vso potrebno napajanje za sisteme vodenja, zaščite, meritev in nadzora mora zagotoviti Izvajalec glede na razpolago virov, ki jih bo definiral v sklopu fotonapetostne elektrarne.

Napajanje mora biti izvedeno redundantno, bodisi, da se zagotovi UPS sistem za porabnike na izmenični napetosti, ali pa redundantne sisteme usmernikov enosmernih napajalnih sistemov.

Na krmilnik mora Izvajalec priključiti vse razsmernike fotonapetostne elektrarne. Prav tako mora Izvajalec na krmilnik priključiti vremensko postajo, ter sistem nadzora in vodenja SN stikališča na lokaciji FE.

Vse ostale priključke na krmilniku fotonapetostne elektrarne mora definirati Izvajalec, glede na ostalo ponujeno opremo sistema vodenja, zaščite, meritev in nadzora fotonapetostne elektrarne.

Izvajalec mora ob predaji opreme sistema vodenja in nadzora predati navodila za obratovanje in vzdrževanje opreme (NOV) v slovenskem jeziku, kakor tudi natančnejše sheme izvedbe regulacijskih algoritmov, implementiranih v sistemu vodenja. V sklop šolanja se mora Naročnika seznaniti z uporabo, preoblikovanjem, osnovnim programiranjem uporabniškega vmesnika in imeti mora pravico spreminjati prikazov.

4.2.12.2 Oprema za komunikacijsko infrastrukturo

Izvajalec mora dobaviti in vzpostaviti ustrezno komunikacijsko infrastrukturo, da bo možno preko nje dostopati od oddaljenih mest centra vodenja do sistemov vodenja in nadzora fotonapetostne elektrarne, hkrati pa bodo v to komunikacijsko infrastrukturo vključeni tudi video nadzorni sistem, vremenska postaja in številne meritve obračunskih in kontrolnih števec, ki bodo vgrajeni na objektu fotonapetostne elektrarne.

Oprema mora biti zaradi načina uporabe in lokacije vgradnje primerna za industrijsko uporabo, in temu primernim industrijskim pogojem za delovanje (temperaturno območje, mejne vrednosti vlage v prostoru ipd.).

Nova omrežna stikala na FE in HE Brežice

Za vzpostavitev komunikacijske infrastrukture mora Izvajalec na lokaciji posamezne FE in tudi na lokaciji HE Brežice dobaviti in vgraditi po dve ločeni ethernet mrežni stikali (glavni stikali, povezani v redundantno konfiguracijo) s hitrostjo prenosa 10/100/1000/10000 Mbit/s za komunikacijo proti obstoječi komunikacijski infrastrukturi HE Brežice. V ta namen se torej dobavi 6 mrežnih stikal, kjer po dva delujeta v redundanci in sta medsebojno povezana.

Zahtevano je, da se nadzor nad novimi omrežnimi stikali na FE in ostalimi obstoječimi na HE Brežice izvaja iz enotne platforme. V ta namen naj bi bila omrežna stikala istega proizvajalca in ustreznega tipa, za zagotavljanje popolne kompatibilnosti z obstoječo opremo v HE Brežice, ki je namenjena obstoječi komunikacijski infrastrukturi za namen oddaljenih dostopov (obstoječa oprema je serije Aruba 3810M). S tem bo možno zagotoviti tudi Naročnikovo varnostno zahtevo po dodatnem nivoju varnosti komunikacije, skladno z zahtevami MACSEC (IEEE 802.1ae). Ostali priključki omrežnega stikala morajo omogočati hitrost prenosa 10/100/1000 Mbit/s, stikala pa morajo imeti možnost vzpostavitve več virtualnih lokalnih omrežij (IEEE 802.1Q).

Omrežna stikala morajo omogočati, da se po istem optičnem priključku 10/100/1000/10000 Mbit/s za povezavo proti infrastrukturi HE Brežice lahko hkrati pretakajo informacije različnih lokalnih virtualnih omrežij.

Na posamezno omrežno stikalo (4 kos) na lokacijah FE je potrebno priključiti predvidoma sledeče:

- 1x optični SM priključek 10/100/1000/10000 Mbit/s za povezavo proti infrastrukturi na HE Brežice,
- 1x priključek za krmilnik fotonapetostne elektrarne,

- nx priključkov video nadzornega sistema (Izvajalec mora sam presoditi število potrebnih optičnih in ethernet priključkov za sistem video nadzora - kamere, glede na izbrano konfiguracijo sistema),
- 1x priključek za vremensko postajo (v kolikor ta ni že neposredno priključena v krmilnik FE)
- 3x priključek za števčne meritve obračunskega mesta, ki bo vgrajen na objektu fotonapetostne elektrarne. Priključki morajo biti ločeni z virtualnimi ločenimi omrežji.
- nx priključkov za števčne meritve kontrolnih mest (števci lastne rabe), ki bodo vgrajeni na objektu fotonapetostne elektrarne (število priključkov bo odvisno od števila kontrolnih števecv),
- nx priključkov za naprave vodenja, ki se povezujejo v skupno omrežje (npr.: PPC, SCADA, komunikacijski moduli, merilni moduli, zaščite in ostala oprema). V to skupno omrežje, se na lokaciji HE Brežice priključi tudi HMI za oddaljeni nadzor (oddaljeni prikazovalnik v HE Brežice) za vodenje in za vzdrževalne namene fotonapetostne elektrarne. Tip priključka definira Izvajalec v skladu s ponujeno opremo.

Na posamezno omrežno stikalo (2 stikali v redundanci) na lokaciji HE Brežice je potrebno priključiti predvidoma sledeče:

- 2x optični SM priključek 10/100/1000/10000 Mbit/s za povezavo proti infrastrukturi FEBR-D1 in FEBR-D2,
- 1x priključek za povezavo na skupinski krmilnik vodenja PCS7,
- 1x priključek za povezavo proti video nadzornem sistemu na HE,
- 3x priključek za števčne meritve obračunskega in nadomestnega mesta.
- nx priključkov za naprave vodenja, ki se povezujejo v skupno omrežje (npr.: oddaljen sistem SCADA, komunikacijski moduli, merilni moduli, zaščite in ostala oprema). Tip priključka definira Izvajalec v skladu s ponujeno opremo.

Posamezna redundančna stikala je potrebno medsebojno povezati z za to predvidenim specialnim kablom.

Izvajalec mora za ostalo morebitno dodatno potrebno komunikacijsko infrastrukturo, ki se tiče vodenja in nadzora same fotonapetostne elektrarne na objektu fotonapetostne elektrarne, predvideti in poskrbeti za realizacijo sam. Koncept sistema mora potrditi naročnik.

Vse povezave v Naročnikov obstoječi komunikacijsko-informacijski sistem, ki je lociran na HE Brežice, mora Izvajalec predhodno uskladiti z Naročnikom. Prav tako mora Izvajalec za morebitne dodatne priključke na obstoječih omrežnih stikalih, v kolikor bodo potrebni za realizacijo sistema vodenja fotonapetostne elektrarne, predvideti in določiti sam. Koncept sistema mora potrditi Naročnik.

Izvajalec mora poskrbeti za minimizacijo količine komunikacijske opreme, kar pomeni da medsebojno uskladi vse sisteme (vodenje, video, številne meritve ipd.) v skupne naprave (omrežna stikala, pretvornike ipd.), kolikor je to mogoče.

Optični kablovod med FE in HE Brežice

Izvajalec mora dobaviti, položiti in ustrezno priključiti tudi optični kablovod, povezavo med fotonapetostno elektrarno in obstoječo komunikacijsko infrastrukturo na HE Brežice. V ta namen mora Izvajalec dobaviti vsaj 16 vlakenski single-mode optični kabel. Izvajalec mora optična vlakna optičnega kabla priključiti na ustrezne optične delilnike na strani posamezne fotonapetostne elektrarne in na strani obstoječe komunikacijske omare DYT03 v TK prostoru, ter te povezati v sisteme (vodenje, video, požar, alarmi, številci).

TK povezave na HE Brežice

Na lokaciji HE Brežice mora Izvajalec poskrbeti tudi za fizično priključitev kablinskih povezav, od optičnega delilnika, do novih stikal v redundanci in tudi do posameznih naprav (krmilniki ali stikala za potrebe vodenja, številnih meritev, video nadzora), ki se nahajajo na objektu HE (TK prostor, Komandna soba (cca. 50 m od TK prostora), SN stikališče (cca. 70 m od TK prostora), VN stikališče (cca. 100 m od TK prostora)). Vsa dela na lokaciji HE se izvajajo ob prisotnosti Naročnika.

4.2.12.3 Oprema za zaščito na strani fotonapetostne elektrarne FE

Zaščitno opremo posameznih delov, katere je potrebno ščititi zaradi različnih možnih škodnih dejavnikov, mora predvideti in namestiti na ustrezna mesta Izvajalec. Vsi tokokrogi na izmenični in na enosmerni strani morajo biti ustrezno zaščiteni, da se ob morebitnih nenormalnih dogodkih Naročniku ne povzroči škoda na opremi, povezavah in okolici, ter da se zagotovi varno in zanesljivo obratovanje fotonapetostne elektrarne kot celote.

Vsa zaščitna oprema mora biti komunikacijsko vključena v sistem vodenja in nadzora fotonapetostne elektrarne, kamor se sporočajo procesni in zaščitni signali zaščitnih naprav. Vsi signali, oziroma ustrezno združeni, se morajo posredovati naprej v center vodenja (SCADA) v HE Brežice.

Ker je iz FEBR-D1 potrebno procesne signale prenašati k omrežnemu operaterju (Elektro Celje) po protokoli IEC 104, se predlaga, da se to izvaja bodisi neposredno iz zaščitnega releja, ali pa se v fazi PZI uskladi drugo enakovredno rešitev.

V kolikor zaščitna naprava nima lastnih pregrajenih komunikacijskih vmesnikov mora zaščitna naprava vsebovati pomožne sisteme, ki se jih lahko priključi na V/I enote glavnega sistema vodenja fotonapetostne elektrarne oziroma podsisteme vodenja in nadzora.

Glavne zaščitne naprave morajo omogočati tudi oddaljeni dostop v smislu nadzora in parametriranja.

Izvajalec mora dobaviti vso potrebno opremo za primarno ščitenje energetskih transformatorjev in le te povezati direktno v izklopne tokokroge, ter na sistem vodenja. Zaščita transformatorja na SN strani oziroma AC izvodov na NN strani mora biti izvedena z ustreznim zaščitnim digitalnim relejem (npr. SIEMENS SIPROTEC 5, kot je že uporabljen na HE Brežice, ali ABB REF615, kot je v uporabi na SN nivoju v distribucijskem omrežju, ali enakovrednimi) in s SN oziroma NN odklopniki. Zaščitne naprave morajo biti opremljene z ustrežno preizkusno vtičnico in priborom za izvajanje testiranj.

Pri **FEBR-D2** se na SN nivoju zagotovijo predvsem zaščite transformatorja. Implementacija zahteva uporabo zaščitnega releja, ki proži odklopnik v transformatorski celici.

Pri **FEBR-D1** se na SN nivoju poleg zaščit transformatorja zagotoviti še vse druge »omrežne« zaščitne funkcionalnosti, ki so zahtevane v Soglasju za priključitev za FEBR-D1, oziroma v SONDSEE (napetostna, frekvenčna, kratkostična, pretokovna, napetostna zemljostična). V ta namen je potrebno zagotoviti vsaj dva zaščitna releja, grajena za uporabo v SN distribucijskem napetostnem nivoju, eden za omrežne zaščite (merjene pred ločilnim mestom – v merilni celici, zaščitni rele kot npr. ABB REF615, kot je v uporabi pri omrežnem operaterju ali enakovreden) in eden za transformatorsko zaščito (meritev toka v transformatorski celici). Oba releja morata biti medsebojno komunikacijsko povezana, ustrezno selektivno usklajena in morata prožiti isti odklopnik v transformatorski celci (ločilno mesto). Ponudnik lahko ponudi tudi naprednejši zaščitni rele, ki z več tokovnimi vhodi združi funkcionalnosti obeh predhodnih relejev.

Zaščitne funkcionalnosti morajo biti usklajene z operaterjem distribucijskega in operaterjem prenosnega omrežja, da se zagotovi ustrezne nastavitve in število stopenj posamezne zaščitne sheme.

Uporaba SN ali NN varovalk v glavnem tokokrogu ni dopustna. Kjer pa se v sistemu uporabljajo varovalke (npr. varovalke SN napetostnikov ipd.), morajo le te vsebovati indikator pregoretega in morajo biti signalizirane v sistem vodenja fotonapetostne elektrarne.

Programska oprema za nastavljanje zaščitnih naprav

Naročnik oziroma operater distribucijskega omrežja ima že vzpostavljen sistem rednega preverjanja in testiranja zaščitnih naprav (npr. tip SIEMENS SIPROTEC 5, ABB REF615) na energetskih objektih. V kolikor Izvajalec izbere drugačen tip digitalnih zaščitnih naprav (digitalnih relejev), kot so že uporabljeni na HE Brežice, mora Izvajalec zagotoviti, da so tovrstne naprave (zaščitni releji) v redni uporabi v energetskih napravah v Sloveniji in da obstajajo certificirani/pooblašчени/šolani izvajalci za delo (parametriranje) s ponujenimi releji v Sloveniji. Ta dejstva bo Naročnik preverjal v fazi PZI, po natančni izboru zaščitnih naprav s strani Izvajalca.

Preizkusne vtičnice zaščitnih naprav

Celice, kjer so vgrajene zaščitne naprave, morajo biti opremljene s preizkusno vtičnico, ki je kompatibilna z obstoječo preizkusno opremo naročnika oziroma omrežnega operaterja. Predlaga se uporaba vtičnice tipa RTXP18 (ABB) ali enakovredno kompatibilno.

Dokument nastavitve zaščit (FEBR-D1) in Elaborat delovanja zaščit (za FEBR-D2)

Izvajalec mora za **FEBR-D1**, ki se povezuje na distribucijsko omrežje, izdelati dokument nastavitve zaščitnih parametrov, zanj pridobiti potrditev s strani elektro distributerja (Elektro Celje), uskladiti selektivnost izklopov, parametrirati zaščitne naprave, opraviti testiranje, ter vse ostalo kar je potrebno za delovanja zaščit. Vse to mora biti zbrano v dokumentu nastavitve zaščitnih parametrov vseh električnih zaščitnih naprav.

Za **FEBR-D2**, ki se priključuje na prenosno omrežje, se pripravi ločen obsežnejši Elaborat nastavitve zaščit, ki poleg vsebin, kakršne so v dokumentu nastavitve zaščit, vsebuje tudi rezultate digitalnih simulacij delovanja delovanja zaščit, skladno s scenariji, ki jih potrdi operater omrežja, ELES. Izvajalec mora v elaborat vključiti tudi obstoječe zaščitne elemente HE Brežice (zaščita VN/SN transformatorja, zaščita agregatov 1, 2 in 3, zbiralčno zaščito, zaščito vodne celice FE, zaščito 110 kV daljnovodnih polj), za katere vhodne podatke priskrbi Naročnik. Pri tem mora Izvajalec poskrbeti predvsem za ustrezno selektivno delovanje med zaščitnimi napravami na objektu FE in HEBR. Elaborat delovanja zaščit, ki vsebuje tudi rezultate simulacij delovanja zaščitnih naprav v odvisnosti od napak na FE, HE ali v 110 kV omrežju, mora izvajalec vsebinsko uskladiti z zahtevami omrežnega operaterja ELES. Z nastavitvijo vseh zaščitnih parametrov na FE in dodatno v vodni celici, kamor je v SN stikališču HE Brežice priključena FEBR-D2 (+AKA12), mora izvajalec zagotoviti zanesljivost delovanja FE s pogoji iz Soglasja za priključitev.

Skladno z obema dokumentoma mora Izvajalec parametrirati vse zaščitne terminale, opraviti testiranje, ter vse ostalo kar je potrebno, da bo lahko dobavljene sklope sončne elektrarne spravil v pogon.

Izvajalec mora ob predaji opreme zaščitnega sistema predati navodila za obratovanje in vzdrževanje opreme v slovenskem jeziku.

4.2.12.4 Oprema meritev - obračunska in kontrolna merilna mesta na strani fotonapetostnih elektrarn**FEBR-D1:**

Na fotonapetostni elektrarni FEBR-D1 se vgradi 2 števec električne energije:

- obračunski števec na SN nivoju,
- števec lastne porabe na NN nivoju.

Obračunski števec mora biti skladen s Soglasjem za priključitev FEBR-D1, SONDSEE, in mora omogočati komunikacijo proti omrežnem operaterju skladno z zahtevami omrežnega operaterja (1 ločen komunikacijski vmesnik) in proti Naročnikovem sistemu (2 ločena ethernet komunikacijska vmesnika, DLMS). Specifikacija obeh števecov je podana v dokumentu Tabele tehničnih podatkov.

FEBR-D2:

Na fotonapetostni elektrarni FEBR-D2 se vgradi 2 števec električne energije:

- obračunski števec (nadomestno merilno mesto) na SN nivoju,
- števec lastne porabe na NN nivoju.

Obračunski števec mora biti skladen s Soglasjem za priključitev FEBR-D2 in mora omogočati komunikacijo po treh neodvisnih ethernet priključkih (DLMS). Specifikacija obeh števecov je podana v dokumentu Tabele tehničnih podatkov.

Skupne zahteve:

Obračunski števec se vgradi SN celico na posamezni FE. Mikrolokacijo vgradnje obračunskega števca določi Izvajalec sam glede na ponujeno opremo, predvidoma v merilni celici SN stikališča (RMU enote).

Na objektu fotonapetostne elektrarne bodo na mestih lastne porabe nameščeni tudi kontrolni števci. Tudi za te števce se zahteva, da so enakovredni obračunskim, skladni z zahtevami iz Soglasja za priključitev. Mesto vgradnje kontrolnih števecov lastne porabe energije in njihovo število določi Izvajalec.

Vsa merilna mesta bodo povezana v centralni sistem zbiranja podatkov pretoka energija za potrebe obračuna in kontrole. Števci bodo komunicirali s centralnim sistemom treh odjemalcev in sicer števci na FEBR-D1 z Elektro Celje, GEN in HSE, števci na FEBR-D2 pa z ELES, HSE, in GEN.

V času rednih kalibracij števecov na objektih HESS, ki se izvajajo v času obratovanja, zagotavlja Naročnik ustrezne nadomestne števce. Zaradi poenotenja te opreme je potrebno zagotoviti vgradnjo števecov proizvajalca Landys Gyr (E850 ZMQ202C.8r4aaf6 s CU-XE komunikacijskimi moduli), kakršni se uporabljajo v obstoječem sistemu Naročnika, oziroma se natančnejša naročniška številka predvidi v PZI dokumentaciji po potrditvi s strani omrežnega operaterja.

Komunikacijske vmesnike števecov mora Izvajalec priključiti na komunikacijsko infrastrukturo, torej na predvideno glavno omrežno stikalo na strani FE, preko katerega se podatki pošiljajo proti HE Brežice in od tam naprej odjemalcem naprej. Od glavnega stikala v HE Brežice se izvede žično ETH povezavo do posameznih stikal v telekomunikacijskih omarah treh odjemalcev (GEN, HSE in ELES) v TK prostoru HE Brežice. Način povezave števca za potrebe distribucijskega operaterja Elektro Celje (za FEBR-D1) se izvede z brezžično (GSM modem ali podobno) povezavo v njegov sistem, kar se natančneje uskladi pri izdelavi PZI.

Pred priključitvijo bo Naročnik za vsak posamezen komunikacijski vmesnik števecov priskrbel ustrezno IP številko.

Izvajalec mora po priključitvi števecov pripraviti poročilo o vgradnji števecov (po vzorcu poročila Naročnika) in zagotoviti delovanje prenosa podatkov do odjemalcev (fizična povezava do omrežnega stikala posameznega odjemalca). Od odjemalcev je potrebno pridobiti poročilo o vključitvi števca v omrežje odjemalca.

Delovanje števecv je potrebno verifilirati, kar Izvajalec izvede z izvedbo primarnih meritev za dokazovanje pravilnosti smeri merilnih transformatorjev, vezave števcv, prestavnega razmerja nastavitvev števcv. Del dokazil je tudi dokumentacija meritev posameznih merilnih transformatorjev s strani akreditiranih laboratorijev, certifikati o odobritvi tipa merilnih transformatorjev in števcv, certifikati overovitve števecv.

Po zagonu, ko je sistem pod večjo obremenitvijo, Izvajalec verifikacijo meritev ponovi in poda končno poročilo. Prav tako je takrat potrebno verifilirati še pravilnost podatkov, ki jih prejemajo vsi trije odjemalci.

Vsi dobavljeni števcv po tem razpisu morajo imeti overitev tipa veljavno v Sloveniji, kar mora izvajalec dokazati s predanimi ustreznimi dokumenti. Vsi števcv po tem razpisu morajo biti umerjeni v akreditiranem laboratoriju v Sloveniji, kar mora ponudnik izkazati s predanimi merilnimi listi.

Števcv morajo biti umerjeni in žigosani v letu dobave na gradbišče pri akreditiranem laboratoriju v Sloveniji.

Izvajalec mora ob dobavi predati merilne liste umerjanja števecv, certifikatno dokumentacijo števcvne opreme in izjave o skladnosti.

Izvajalec mora ob predaji opreme v katero je nameščen števecv predati dokazno dokumentacijo, tipske sheme števecv in navodila za obratovanje in vzdrževanje opreme v slovenskem jeziku.

Merilni transformatorji:

Vsi dobavljeni merilni transformatorji (tokovniki in napetostniki) po tem razpisu morajo imeti za izvajanje obračunskih meritev overitev tipa veljavno v Sloveniji, kar mora izvajalec dokazati s predanimi ustreznimi dokumenti. Vsi merilni transformatorji po tem razpisu morajo biti testirani v akreditiranem laboratoriju, ki zagotavlja veljavnost meritev v Sloveniji. Ponudnik zagotovi in preda merilne liste transformatorjev s certifikati in izjavami o skladnosti.

Razred točnosti posameznih merilnih transformatorjev za obračunske meritve je podano v soglasju za priključitev posamezne FE oziroma v Tabelah tehničnih podatkov.

4.2.12.5 Oprema sistema vodenja in nadzora na HE Brežice

Izvajalec mora za namen nadzora, vodenja in vzdrževanja fotonapetostne elektrarne dobiti ločen prikazovalnik (oddaljen prikazovalnik – HMI za PPC/SCADA sistem) in ga vgraditi na objektu HE Brežice. Prikazovalnik mora vgraditi v obstoječo omaro vodenja FEBR-D3, v prostor ob komandni sobi, kjer se nahaja tudi krmilnik skupinskega vodenja elektrarne. Mikrolokacijo mesto vgradnje omarice mora Izvajalec določiti v prisotnosti Naročnika. Pred namestitvijo opreme v omaro mora naročnik potrditi predvideno mesto vgradnje.

Izvajalec mora predvideti in urediti tudi napajanje za prikazovalnik. Na HE Brežice so na razpolago slednje napetosti za sistem vodenja:

- Enosmerni sistem 110 V DC (ločeni bateriji A in B)
- Sistem razsmerjene napetosti 230 V AC

V kolikor bo Izvajalec dobavil delovno postajo oziroma prikazovalnik, ki potrebuje za napajanje drugačno napetost mora sam poskrbeti za ustrezno pretvorbo napetostnega vira. Opremo za pretvorbo mora vgraditi omaro, ki je namenjena vgradnji prikazovalnika. Kljub temu sme Izvajalec kot dovodni vir napajanja izbrati le med omenjenimi napetostnimi nivoji, ki so na voljo na objektu HEBR.

Izvajalec mora določiti tudi sistem komunikacijske povezave in komunikacijski protokol, ki bo uporabljen za komunikacijo med krmilnikom fotonapetostne elektrarne in oddaljenim prikazovalnikom.

Funkcionalnost in nabor informacij, ki se bodo prikazovale na prikazovalniku določi Izvajalec. Prikazovalnik mora prikazovati isti nabor informacij, kot jih bo prikazoval lokalni panel (PPC/SCADA), ki bo vgrajen na strani fotonapetostne elektrarne.

Krmiljenje glavnih odklopnikov

Vsi glavni odklopniki morajo biti sposobni krmiljenja s strani SCADA sistema.

4.2.13 KABLI IN OPREMA KABELSKIH TRAS

Izvajalec del po tej pogodbi dobavi, izvede in priključi vse kabelske povezave NN in SN napetosti ter optične povezave, material za izvedbo kabelskih tras: montažne kabelske kanale, kabelske police in lestve po območju FE, kabelske povezave do priključnih točk v HE Brežice ter ves ostali material, ki je potreben za izvajanje kabelskih povezav, polaganje in priključevanje.

Obseg dobave vsebuje:

- nizkonapetostne kable za izmenične in enosmerne energetske, merilne, krmilne, signalne kable in komunikacijske tokokroge (bakrene in optične),
- srednjenapetostne kable z ustreznimi kabelskimi končniki, konektorji, distančniki, nosilnimi objemkami, vezmi, usklajenimi z dobavljeno opremo na katero se priključujejo,
- pritrdilne spojke za vertikalne ali poševne prehode težjih kablov ali snopov kablov po kabelskih lestvah v kabelskem prostoru pod SN stikališčem na HE Brežice,
- suhomontažne betonske ali drugačne kabelske kanale po območju PV, kabelske police in lestve z nosilnimi konstrukcijami, pritrdili in vso pomožno opremo kakor tudi material za njihovo pritrditev in priključek na ozemljilni sistem.

Na celotni dolžini kabla – na plašču – mora biti vidna identiteta proizvajalca, leto izdelave kabla in tip z osnovnimi podatki zahtevanimi v nadaljevanju. Črke in številke oznake morajo biti velike in pokončne, prazna razdalja med ponavljanjem oznake pa ne večja od 1000 mm.

Vsa oprema mora biti izdelana po zahtevah veljavnih slovenskih, evropskih in mednarodnih standardov. Vsi kabli morajo biti tovarniško testirani, kakor je določeno po standardih in predpisih.

Pri izvedbi kabelskih tras mora izvajalec upoštevati ustrezno predpisane razmike med različnimi tipi kablov (SN kabli, NN kabli ali TK kabli).

Izvajalec mora pred oddajo ponudbe sam preveriti dolžine vseh kablovodov, saj do naknadnih zahtevkov za obračun večje količine/dolžine kablov ne bodo upravičen.

4.2.13.1 Srednjenapetostni kabli, kabelski končniki in konektorji

Pri izvedbi srednjenapetostnih kabelskih tras, izbiri kablov, končnikov in konektorjev in pri vseh delih mora Izvajalec strogo upoštevati smernice, tipizacijo, ki veljajo za polaganje distribucijskih kablovodov in veljavne tipizacije priključkov (Tipizacija ELES, Tipizacija GIZ, SONDSEE).

Za obe fotonapetostni elektrarni se dobavijo srednjenapetostni enožilni 24 kV kabli z izolacijo iz mrežnega polietilena (XLPE, NA2XS(FL)2Y) ter morajo biti izdelani in tipsko preizkušeni po ustreznih standardih. Po dolžini morajo biti opremljeni z napisi (proizvajalec, leto izdelave, nazivna napetost, presek vodnika, izolacija). Kabli morajo biti primerni tako za suha kot mokra področja vgradnje.

Kabli bodo položeni po pripravljenih trasah delno po montažnih policah ali kabelskih kanalih, vkopani neposredno v zemljo na ustrezno pripravljeno podlago, delno uvlečeni v plastične cevi preko betonskih kabelskih jaškov. Objemni elementi in pritrdilni material morajo biti novi, ustrezno antikorozijsko zaščiteni.

Kabelski končniki ali konektorji za nazivno napetost 24 kV morajo biti atestirane izvedbe renomiranega proizvajalca z ustreznimi referencami na slovenskem tržišču, popolnoma prilagojene premeru, preseku in materialu kabla ter zahtevam priključnega mesta in opreme in skladni z veljavno tipizacijo (ELES, GIZ).

Konektorji morajo biti opremljeni s kapacitivnim preizkusnim mestom, kjer lahko pred izvlečenjem preverimo, če tokokrog ni pod napetostjo. Preizkusno mesto mora biti zavarovano s pokrovčkom.

Izvajalec mora ustrezno dimenzionirati vse kabelske trase in izbrati ustrezne preseke kablovodov.

Skladno s soglasjem za priključitev **FEBR-D1** mora biti kabel preseka 3x1x150 mm², tip NA2XS(FL)2Y.

Za **FEBR-D2** je po analizi, ki je bila opravljena v predhodni projektni dokumentaciji (IZP), zahtevani obremenitvi predvidoma ustreza enožilni kabel z aluminijastim (Al) vodnikom predvidenega tipa NA2XS(FL)2Y 3x1x185/25 mm² po IEC 60502-2. Izvajalec mora ustreznost izbranega kabla, ki ne sme biti manjšega preseka in mora biti tipa NA2XS(FL)2Y, pred oddajo ponudbe in kasneje pred naročilom opreme dokazati z izračuni glede na ponujeno moč FE (delovna, jalova), robne pogoje trajnega oziroma kratkotrajnega (60 min) delovanja ($U \geq 0,85$ pu oziroma $U \geq 0,90$ pu), pogoje polaganja, kratkostični tok.

Mejne vrednosti kratkostičnih razmer v točki priključitve na omrežje podajata oba Soglasja za priključitev posamezne fotonapetostne elektrarne (FEBR-D1 – na 20 kV omrežju in FEBR-D2 – na 110 kV omrežju). Za FEBR-D2, ki se priključuje v 10,5 kV celico v HE, se kratkostični tok s pomočjo Is limiterja – omejitnika toka kratkega stika v SN stikališču HE, dodatno zniža na 16 kA.

Pri dimenzioniranju se upošteva polaganje kabla v zemljo na globini minimalno 100 cm (za FEBR-D1) in 80 cm (za FEBR-D2), ob temperaturi okolice 35 °C, položenega v trikotnem snopu.

4.2.13.2 Nizkonapetostni kabli

Nizkonapetostni kabli morajo biti standardne izvedbe z enim ali več vodniki in XLPE ali enakovredno in za mesto vgradnje ter namembnost ustrezno izolacijo. Polnilo med posameznimi žilami mora biti nehigroskopično. Vsi kabli morajo imeti bakreni oklop, ki mora pri signalnih in krmilnih tokokrogih zagotavljati vsaj 80 % prekritja oboda vodnikov.

Posamezne žile kablov (do 5 žil) morajo biti označene z barvami izolacije v skladu s standardom predpisanim barvnim kodiranjem. Žile kablov (od vključno 6 žilnih kablov naprej) pa morajo biti označene s številkami.

XLPE in/ali PVC plašč mora biti odporen na olja in proti širjenju požara. Oklop kabla mora biti izveden z bakrenim žičnatim koncentričnim opletom.

4.2.13.3 DC kabli

Izbira preseka DC kablov mora zagotavljati padce napetosti, ki ne presegajo predpisanih vrednosti, hkrati presek ne sme biti manjši od 6 mm².

Solarni kabel mora ustrezati naslednjim zahtevam:

- H1Z2Z2-K - cross-linked solarni kabel (PV), skladno z EN 50618,
- Odporen na UV in ozon,
- Skladen z UL testi za udarce, poškodbe,
- AD8 (odporen na trajno potopitev v vodi) (HD 60364-5-51/ VDE 0100-510) ali enakovredno,
- primeren za polaganje neposredno v tla,
- dvojno izoliran,
- posebno zaščiten za zaviranje gorenja,
- primeren in certificiran za vgradnjo v 1500 V DC sisteme,
- CE certificiran (EU direktiva 2014/35/EU in 2011/65/EU (RoHS)).

4.2.13.4 Komunikacijski kabli

V obsegu dobave so tudi optični kabli s steklenimi vlakni tipa SM in MM, ter kabli z bakrenimi vodniki za povezave.

V obsegu dobave so tudi vsi potrebni konektorji za priklop na optična vlakna in za priklop na bakrene komunikacijske kable.

Izvajalec mora po tem razpisu opraviti tudi ustrezno varjenje optičnih spojev in optičnih konektorjev ter izvesti meritve kablov pred priključitvijo.

Vsi komunikacijski kabli morajo biti na izpostavljenih mestih in na trasah izven omar zaščiteni z neprodušno zatesnjeno zaščitno cevjo za preprečitev vdora živali (npr. miši, mravlje ipd.) oziroma morajo imeti v zunanjem plašču zaščito proti glodavcem. Prav tako morajo biti vse uvednice kablov v omare, kontejner ali naprave popolno zatesnjene.

4.2.13.5 Oprema kabelskih tras na območju FE

Montažni kabelski kanali za potek NN kablov po območju FE ter kabelske police in lestve z vsem priborom in nosilci so v obsegu dobave tega naročila. Detajlne poteke in izvedbo po območju FE bo optimiral in prilagodil svoji tehnologiji Izvajalec po tem razpisu, hkrati pa bo upošteval osnovne zahteve za opremo in izvedbo.

Kabelske police morajo biti prefabricirane, pred korozijo zaščitene z vročim cinkanjem, z zadostnimi izrezi za zračenje, s primernimi utori in zarezi za fiksiranje standardnega kabelskega pritrdilnega materiala ter izdelane v skladu s standardom EN 61537. Vsi robovi morajo biti tudi ustrezno zaščiteni z gumo, na mestih kjer se ena kabelska polica konča in začne druga, mora biti prehod med policama ustrezno zaščiten. Izbrana oprema kabelskih tras je predmet odobritve Naročnika v fazi priprave PZI.

4.2.13.6 Oprema kabelskih tras na območju HE

Oprema kabelskih polic in lestev za potrebe SN kablovoda v HE bo nameščena v prostorih, ki so po SIST EN ISO 14713 klasificirani v skupino C3 oziroma C4. Pred korozijo mora biti zato zaščiten z vročim cinkanjem. Protikorozijska zaščita mora brez vzdrževanja ustrezati življenjski dobi vsaj 35 let, kar mora Izvajalec dokazati z ustrezno dokumentacijo proizvajalca o debelini cinkove prevleke. Potek trase je nakazan v ostalih prilogah dokumentacije.

Uporabili se bodo montažni kabelski kanali, police in lestve različnih širin in višin ter izvedbe.

Izvajalec mora glede na predvideno obtežbo in lokacijo kabelske trase v skladu z navodili proizvajalca opreme kabelskih tras izbrati in izvesti primeren način izvedbe podpor, da zagotovi ustrezno nosilnost celotne konstrukcije. Pri izvajanju montaže mora uporabljati izključno namenski material oziroma pribor kot ga za izvedbo predpisuje oziroma predvideva proizvajalec opreme kabelskih tras.

Za komunikacijske kablovode se uporabi obstoječe kabelske police na HE.

4.2.13.7 Ostale splošne zahteve kabelskih tras

Vse vertikalno postavljene police in police v horizontalni razporeditvi pod višino 2 m bodo imele pokrove. Izjema so police, ki so za zaščitnimi ograjami in police v kabelskih kanalih ali kabelskih hodnikih. Galvansko spojene pokrove bodo imele tudi vse ostale police za polaganje kablov za krmiljenje in meritve.

Segmenti kabelskih tras, po katerih bodo položeni kabli po FE preko prehodov in povoznih površin, morajo biti izvedeni z montažnimi kabelskimi kanali ali drugače, kjer bodo kabelske povezave obsute s peskom in bo tako preprečeno širjenje požara med posameznimi segmenti PV nizov.

Kjerkoli bi način polaganja kabla povzročal dodatno mehansko obremenitev kabla (prehodi med ravnimi odseki, vertikale in podobno) je potrebno kable razbremeniti s pritrditvijo s kabelskimi objemkami, pritrjenimi na kabelsko lestev oziroma polico. Na vertikalnih delih trase je potrebno izvesti vpenjanje vseh kablov vsaj na 1,5 m višine.

V izogib poškodb plaščev kablov morajo biti morebitni ostri zaključki kabelskih polic ali lestev zaščiteni z namenskim zaščitnim prekrivnim robnikom (zaščitnim trakom). Z zaščitno kapico kontrastne barve morajo biti zaščiteni tudi vsi izpostavljeni zaključki nosilcev kabelskih polic ali lestev, če se nahajajo na višini, ki je nižje od 2,5 m od pohodne površine. S kontrastno barvo morajo biti označene tudi kabelske police in lestve, če njihov potek kakorkoli sega v profil pohodne poti. V primeru ugotovljenih tudi manjših poškodb plašča, ki so nastale zaradi ostrih robov nosilnih elementov, bo Naročnik zahteval zamenjavo celotnega kabla.

Kabli z zunanjim premerom večjim od 30 mm in vsi enožilni kabli, morajo biti na kabelske police vpeti s kabelskimi objemkami, izdelanimi v skladu s standardom IEC 61914 (EN 50368). Objemke iz nemagnetnega materiala morajo biti izbrane glede na dejanski premer kabla in deklarirane za temperaturni obseg vsaj od -20°C do +50°C, in stopnjo odpornosti na udarce vsaj »medium«.

Enožilni kabli morajo biti vpeti z objemkami za trefoil (trikotno) konfiguracijo, za katere proizvajalec deklarira odpornost na elektromagnetne sile (6.4.3 po IEC 61914)) vsaj za vrednosti vršnih vrednosti kratkostičnih tokov kot so navedeni v nadaljevanju. Če proizvajalec to predvideva, je dopustno med dvema vpetima objemkama uporabiti tudi nevpeto. Vpeta objemka mora biti nameščena pred vsako spremembo smeri. V območju spreminjanja smeri je potrebno tovrstne objemke fiksirati praviloma na 300 mm.

V okviru PZI dokumentacije mora Izvajalec natančneje obdelati kabelske trase na katere mora položiti posamezno kabelsko povezavo.

4.2.14 OZEMLJILNI SISTEM

Celotna FE mora biti opremljena z ustreznim ozemljilnim sistemom (ozemljitvena mreža po PV polju, v rastru največ 20×20 m) v skladu s tehnično regulativo in standardi, ki bo zagotavljal:

- ustrezno nizko impedanco za odvod toka napake med zemeljskimi stiki, da se zagotovi hitro in dosledno delovanje zaščitnih naprav,
- ohranjanje največjih dovoljenih gradientov napetosti koraka in dotika med napakami vzdolž površine znotraj in okoli objekta FE,
- zaščito življenja in premoženja pred električnimi obremenitvami zaradi prenapetosti,
- stabilizacijo potencialov tokokrogov glede na potencial zemlje in omejil splošni porast potenciala.

Izbrani Izvajalec mora na lokaciji izvesti merjenje zemeljske upornosti in mora poročilo o meritvah predložiti Naročniku.

Ozemljitveni sistem mora biti povezan z vsemi kovinskimi konstrukcijami in masami na objektu, vključno s:

- PV moduli z ustreznim številom ozemljitvenih povezav v PV polju,
- nevtralno točko vsakega sistema / opreme,
- kovinskimi okvirji in konstrukcijami opreme in drugi kovinski delov,
- kovinskimi konstrukcijami stikalnih naprav, nosilci kabelskih tras, policami, pokrovi kabelskih kanalov, ohišji omari ipd.,
- opremo, ki podpira jeklene nosilne konstrukcije,
- vsemi kovinskimi deli, ki niso povezani z električno opremo,
- strel vodi,
- napetostnimi transformatorji in prenapetostnimi odvodniki preko njihovih ozemljilnih priključkov,
- ograjo,
- kontejnerji.

Podrobno projektno poročilo, ki ga bo izvajalec predložil Naročniku, mora vsebovati, vendar ni omejeno, naslednje podrobnosti o ozemljitvenem sistemu:

- podrobno specifikacijo vseh postavk opreme,
- podatki o rezultatih in merjenju upornosti tal,
- potrebnimi izračuni in risbami sistema in detajlov itd.

Tračne ozemljilne povezave morajo biti vkopane na globini pod zmrziščem in na spojih ustrezno protikorozijsko zaščitene. Izvedene morajo biti predvidoma z FeZn valjancem preseka 25x4 mm. Okoli posameznega kovinskega kontejnerja s TP postajo bo izveden dodaten ozemljilni obroč. Vsi spoji bodo vijačni z zobato podložko ali varjeni na jekleno konstrukcijo ter ustrezno korozijsko zaščiteni za celotno življenjsko dobo fotonapetostne elektrarne.

4.2.15 ZAŠČITA PROTI STRELI - STRELOVODI

Celoten objekt fotonapetostne elektrarne mora biti opremljen s sistemom zunanje in notranje zaščite pred delovanjem strele in ostalimi prenapetostmi.

Zunanji sistem strelovodne zaščite bodo predvidoma zagotavljali strelovodni lovilci v obliki jeklenih palic ustrezne višine, montiranimi na skupno PV nosilno konstrukcijo, na katero bodo z ustreznim odmikom od PV modulov pritrjeni preko izolacijskih distančnikov ali na drug ustrezen način. Ti morajo biti razporejeni na način, da bo zagotovljen vsaj III. nivo zaščite, ki zahteva razporeditev strelovodnih konic na način, da so ščitene naprave pod plaščem kotaleče se krogle premera 45 m (razred LPS III). Za strelovodne lovilnike se smiselno uporabijo tudi ostali kovinski stebri na objektu. Možna je tudi drugačna izvedba strelovoda, ki ustreza enakim zahtevam, vendar ne otežuje izvajanja vzdrževanja – strojne košnje in čiščenja PV modulov, torej ne posega v območje med dvema vrstama podkonstrukcije PV modulov. Končno varianto postavitve odobri Naročnik v fazi PZI.

Strelovodni sistem PV polja bo imel predvidoma svoje ozemljitvene sonde, ki bodo s preostalim ozemljitvenim sistemom (mrežo) povezane v tleh.

Glede na dejanska tveganja, ki bodo odvisna od predvidene opreme elektrarne in njene postavitve, je izvajalec dolžan v fazi PZI izvesti analizo rizika po tehnični smernici TSG-N_003, Zaščita pred delovanjem strele in po potrebi korigirati predvideni nivo zaščite ter ustrezno izbrati in prilagoditi strelovodne lovilce.

Vse kovinske konstrukcije na objektu in deli opreme bodo ustrezno ozemljeni.

Tako enosmerni kot izmenični tokokrogi na objektu bodo opremljeni z ustreznimi prenapetostnimi odvodniki, ki bodo omejevali prenapetosti na nivo, ki ne bo nevaren za opremo. Prenapetostni odvodniki morajo biti nameščeni v vseh DC in AC razdelilnih omaricah po poljih, pri razsmernikih ter v glavnem razdelilniku v kontejnerju. Zaradi dolžine kablskih povezav na SN napetosti bodo nameščeni tudi prenapetostni odvodniki na 10,5 kV oziroma 20 kV nivoju ob vstopu v SN celice.

Pri projektiranju in izvedbi strelovodne zaščite se upošteva Pravilnik o zaščiti stavb pred delovanjem strele (Uradni list RS, št. 140/21 in 199/21 – GZ-1), Tehnično smernico TSG-N_003, Zaščita pred delovanjem strele, serijo standardov SIST EN 62305.

Skladno z izbranim sistemom zaščite proti streli (izoliran, neizoliran), mora biti na dimenzionirana tudi vsa ostala prenapetostna zaščita (DC, AC, komunikacijska infrastruktura ipd.).

4.2.16 SPISEK PREIZKUSOV OB DOBAVI OPREME

Za dobavljeno opremo so poleg preizkusov omenjenih v Splošnih tehničnih pogojih, zahtevani še naslednji kosovni (rutinski) preizkusi in preizkusi na mestu vgradnje. Izvajalec mora navesti preizkuse in natančno oznako standardov po katerih jih opravlja.

4.2.16.1 Nizkonapetostna oprema

Oprema PV polj

Izvajalec na podlagi Splošnih in Posebnih tehničnih pogojev ter ustreznih standardov predlaga izvedbo preizkusov, ki bodo v skladu s standardi, po katerih je oprema izvedena in preizkušena, izvedeni ob proizvodnji in dobavi opreme ter po montaži za vse glavne sklope, kot so :

- PV moduli,
- PV razsmerniki in
- PPC.

Preizkusi morajo obsegati tudi funkcionalna preizkušanja krmiljenja in signalizacije razsmernikov. Pri preizkušanju krmiljenja se upoštevajo tudi zahteve Soglasja za priključitev.

Izvajalec mora podroben spisek preizkusov, ki bodo izvedeni ob prevzemnih preizkusih v tovarni, priložiti k ponudbi.

NN razdelilniki, podrazdelilniki in zbirne omarice izmenične in enosmerne napetosti

Razdelilniki in zbirne omarice so sestavljeni iz razdelilnih omar ali omaric in posameznih tipsko preizkušenih naprav ali sklopov, ki so vgrajene vanjo. Kjer je zahtevano, mora biti izvedeno verifikiranje razdelilnikov po SIST EN 61439, dokumenti o opravljenih verifikacijah in postopkih morajo biti predloženi Naročniku pred kosovnimi preizkusi v tovarni.

Kosovni preizkusi po SIST EN 61439-1 obsegajo najmanj:

Preverjanje konstrukcije razdelilnika:

- stopnje zaščite predelkov;
- varnostnih in plazilnih razdalj,
- zaščite proti električnemu udaru in integriteta zaščitnih tokokrogov;
- vgradnje elementov;
- notranjih električnih tokokrogov in priključkov;
- priključkov zunanjih vodnikov;
- mehanskega delovanja.

Preverjanje lastnosti razdelilnika:

- dielektrične lastnosti;
- ožičenjem, obratovalne lastnosti in funkcionalna ustreznost.

Ostali razdelilniki in pripadajoča oprema mora biti preizkušena najmanj v skladu z smiselnimi zahtevami naslednjih standardov SIST EN 60947, (IEC 60947, IEC 60947-1,2,3,4,5,6 in 7, EN 61439, DIN VDE 0660 del 500, DIN VDE 0106 del 100).

Preizkusi na mestu vgradnje za vse razdelilnike obsegajo:

- pregled pravilnosti montaže,
- pregled oznak elementov kot so omare, plošče, stikalne naprave ipd. in njihova razporeditev,
- pregled kabelskih povezav in priključkov in preverjanje ustreznih razdalj med vodniki,
- preverjanje izolacijskih stopenj,
- preverjanje upornosti glavnih zbiralčnih tokokrogov v vseh treh fazah (le za razdelilnike, ki bodo po delih sestavljeni na mestu vgradnje),
- preizkus pravilnega delovanja vseh zaščitnih elementov,
- preizkus delovanja vseh krmiljenj, blokad, alarmov in indikacij,
- preverjanje ozemljilnih povezav v omarah in izven omar.

Poleg zgoraj naštetih preizkusov morajo biti izvedena tudi funkcionalna preizkušanja krmiljenja in signalizacije.

Izvajalec mora pravočasno zagotoviti podroben spisek preizkusov, ki bodo izvedeni ob prevzemnih preizkusih v tovarni. Prav tako mora predložiti tudi predvideni način verifikacije opreme, pri razdelilnikih, kjer je ta zahtevana.

UPS sistem

Naprava UPS-a ali druge naprave za zagotavljanje neprekinjenega napajanja (AC ali DC), vključno s podrazdelilnikom mora biti preizkušena po veljavnih IEC standardih. Naprave morajo biti tipsko ter kosovno preizkušene pri proizvajalcu.

Preizkusi na mestu vgradnje:

- pregled pravilnosti montaže,
- preverjanje izolacijskih stopenj,
- preizkus pravilnega delovanja krmilnih in alarmnih elementov,
- preverjanje napetosti in frekvence izhodne napetosti,
- preverjanje hrupnosti.

Izvajalec mora podrobnejši spisek preizkusov, ki bodo izvedeni, priložiti k ponudbi.

4.2.16.2 Srednjenapetostna oprema

4.2.16.2.1 Kovinsko oklopljene 12 kV in 24 kV celice

Celice morajo biti tipsko preizkušene. Preizkusi na komponentah celic morajo biti izvedeni v skladu z zadnjimi izdajami ustreznih in veljavnih standardov serije SIST EN 62271. Mejne vrednosti, ki so ugotovljene med tipskim preizkušanjem predstavljajo osnovo za vrednotenje rezultatov prevzemnih preizkusov pri proizvajalcu. Mejne vrednosti naj bodo posebej poudarjene v poročilih rutinskih preizkusov in preizkusov s prisotnostjo naročnika.

V nadaljevanju je dodan pregled tipskih in kosovnih preizkusov. Sprejemljivi so tudi drugi preizkusi po trenutnih ali bodočih izdajah referenčnih standardov, ki v tem spisku še niso navedeni.

Na posameznem tipu celice, morajo biti izvedeni najmanj naslednji tipski preizkusi:

- dielektrični preizkusi,
- preizkusi segrevanja,
- tokovni preizkusi s kratkotrajnimi in udarnimi tokovi kratkega stika,
- preverjanje stopnje zaščite IP,
- preizkusi tesnjenja (za GIS naprave),
- preizkus tlačne vzdržnosti (za GIS naprave),
- preizkusi elektromagnetne združljivosti (EMC),
- preizkuse tokovne vzdržnosti ob vklopu in izklopu odklopnika,
- preizkuse tokovne vzdržnosti ob vklopu ozemljilnega stikala,
- preizkuse mehanskega delovanja,
- preizkuse vzdržnosti ob nastanku notranjega obloka.

Kosovni preizkusi izvedeni na vsaki celici morajo obsegati najmanj naslednje:

- vizualno preverjanje in pregled,
- preizkušanje mehanskega obratovanja,
- preverjanje notranjega ožičenja in preizkušanje pomožnih električnih krmilnih, zaščitnih in merilnih naprav,
- dielektrični preizkusi glavnih tokokrogov,
- meritve upornosti glavnih tokokrogov,
- preizkusi glavnih tokokrogov z napetostjo omrežne frekvence,
- preizkus tlačne vzdržnosti (za GIS naprave),
- preizkusi tesnjenja (za GIS naprave).

Prevzemni preizkusi ob prisotnosti Naročnika ali njegovega predstavnika v prostorih proizvajalca morajo vsebovati vse zgoraj navedene kosovne preizkuse za posamezno izbrano opremo.

Ustreznost posameznih komponent celic mora biti potrjena z rezultati ali certifikati tipskih in rutinskih preizkusov, ki ustrezajo ponujeni izvedbi naprav. Potrdila o opravljenih tipskih preizkusih morajo biti priložena pred naročanjem opreme.

Na mestu vgradnje bodo izvedene naslednje aktivnosti:

- preverjanje pravilne vgradnje,
- funkcionalni preizkusi vseh elementov in sistema,
- meritve izolacijske upornosti,
- meritev upornosti glavnih tokokrogov na vseh sklopih, ki niso mogli biti preizkušeni v tovarni (npr. celotno sestavljeno stikališče ali sklopi celic in podobno),
- ponovitev preizkusa kratkotrajne vzdržne napetosti omrežne frekvence v suhih pogojih.

4.2.16.3 Energetski transformatorji PV polj

Transformatorji morajo biti preizkušeni v skladu z zahtevami SIST EN 60076 -1 do 5.

Na transformatorju morajo biti opravljeni najmanj naslednji kosovni preizkusi:

- meritve upornosti navitij,
- meritev napetostnega in vektorskega prestavnega razmerja,
- meritve impedančne napetosti, kratkostične impedance in lokalnih izgub,
- dielektrični preizkusi (kot dielektrični tipski preizkusi),
- meritve izgub praznega teka in toka,
- preizkus nastavitve napetosti,
- obratovalni preizkus,
- izolacijski preizkusi pomožnih tokokrogov.

Dodatno morajo biti izvedeni naslednji posebni preizkusi:

- dielektrični preizkusi,
- meritev nične impedance,
- kratkostični preizkusi,
- meritve harmonikov pri praznem teku,
- meritev garantiranih izgub.

Dodatno mora biti preizkušeno tudi celotno delovanje zaščitnega releja, ki bo dobavljen poleg transformatorja.

Na mestu vgradnje mora biti opravljeno preverjanje pravilne izvedbe montažnih del in funkcionalnega delovanja dobavljenih naprav ter izvedene vsaj meritve izolacijskih upornosti.

4.2.16.4 Oprema zaščite, vodenja, meritev in telekomunikacij

Vsa oprema mora biti v tovarni preizkušena po veljavnih standardih za nizkonapetostne stikalne bloke in vgrajeno opremo. Poleg tako zahtevanih preizkusov mora Izvajalec za vsak dobavljeni sklop na tovarniškem prevzemnem preizkusu demonstrirati še:

- skladnost izvedbe s posredovano podrobno tehnično dokumentacijo,
- ustreznost izvedbe ekvipotencialnega povezovanja posameznih komponent opreme,
- ustreznost označevanja posameznih komponent opreme,
- ustreznost parametriranja posameznih naprav v skladu s postopki, ki so morebiti navedeni v podrobni dokumentaciji za izdelavo sklopov.

4.2.16.5 Kabli, kabelski končniki, oprema srednjenapetostnih povezav

Vsa oprema mora biti preizkušena po veljavnih standardih za to področje. Izvajalec mora priložiti k ponudbi izjavo o skladnosti proizvajalca s CE znakom. Predložiti mora tudi certifikate ustreznih tipskih preizkusov ponujenih kablov in vse ostale opreme.

4.3 IZVAJANJE STORITEV

Izvajalec po tem razpisu je tudi izvajalec:

- konstrukcij, opreme in naprav, potrebnih za polno funkcionalnost FE,
- celotne trase kabelskih povezav (SN in optika) med FE in HE ter na objektu HE Brežice do priključnih mest SN in optičnih povezav v SN celicah 10,5 kV stikališča elektrarne in ostalih omarah komunikacij, vodenja in meritev,
- dogradnje ostale opreme na HE, potrebne za priključevanje, funkcioniranje in vodenje FE,
- izvedbo vseh potrebnih gradbenih in obrtniških del,
- projektiranja – priprava celotne tehnične dokumentacije za načrtovanje in izvedbo predvidenih del (PZI) za vsa v tem razpisu predvidena dela in opremo FE, kabelske povezave in priključevanja na opremo v HE Brežice, vključno z za to potrebnimi dogradnjami ali predelavami obstoječe opreme na HE. V ta sklop spada tudi izvedba vseh za projektiranje in izvedbo dodatno potrebnih raziskav (npr. geomehanskih) in elaboratov (npr. elaborat delovanja zaščit ipd.). V načrte morajo biti vključeni tudi prikazi iz PID dokumentacije obstoječe opreme na HE in biti korigirani v vseh segmentih, kamor se priključuje oprema s strani FE. Ti dokumenti bodo po končanju del, vključno z v čistopisu zavedenimi spremembami med montažo, služili izdelavi PID dokumentacije. Vsa projektna dokumentacija mora vsebovati najmanj Vodilni, Gradbeni in Elektro načrt, v skladu z Gradbenim zakonom in s Pravilnikom o projektni in drugi dokumentaciji ter obrazcih pri graditvi objektov,
- izdelava PID, NOV in DZO dokumentacije, skladno s Pravilnikom o projektni in drugi dokumentaciji ter obrazcih pri graditvi objektov,
- izdelava dokumentacije za izvedbo vseh postopkov priključevanja na omrežje (programi in poročila o funkcionalnih testiranjih in simulacijah, priprava simulacijskih modelov FE in izvajanje simulacij, funkcionalni opisi sistema vodenja, elaborati zaščit, druga tehnična dokumentacija v postopkih pridobivanja končnega obvestila o odobritvi obratovanja s strani omrežnega operaterja).
- Izvedba meritev opreme, funkcionalnih testiranj posamezne opreme in celotne FE, garancijskih meritev
- Nastavitev in izvedba meritev zaščitnih naprav na FE in HE,
- Izvedba geodetskih meritev.

4.3.1 MONTAŽA NAPRAV IN OPREME NA OBMOČJU FE

Izvajalec montaže namesti in/ali ustrezno poveže vse za polno funkcioniranje celotne FE po zahtevah tega razpisa ter tehnične regulative, veljavne na območju Republike Slovenije.

Dela poleg navedenega v splošnih delih obsegajo še:

- Izvedba gradbenih in obrtniških del za postavitev konstrukcij in naprav,
- postavitev in pritrditev konstrukcij in opreme na ustrezne gradbene temelje,
- izvedbo vseh kabelskih tras in povezav,
- izvedbo ozemljitev in strelovodov ter priključitev vseh naprav na ozemljitveni sistem.

4.3.2 MONTAŽA KABELSKIH POVEZAV DO 20 KV DISTRIBUCIJSKEGA DALJNOVODA IN DO HE BREŽICE (FEBR-D1)

V sklopu razpisa za FEBR-D1 je izvedba kabelske trase od FEBR-D1 do 20 kV distribucijskega daljnovoda in trase komunikacijskih vodov do HE Brežice, kar obsega:

Med FEBR-D1 in 20 kV distribucijskim daljnovodom (DV):

- SN kabelsko povezavo, položeno v zemljo, na prehodih pod povoznimi površinami z uvlekom v zaščitne cevi in dodatno s podvrtavanjem pod vodotoki,
- Rezervna (prazna) cev za TK komunikacijo – dvojček.

Med FEBR-D1 in HE Brežice

- Optične povezave, na celotni (cca 3,7 km) trasi uvlečene v nove in obstoječe zaščitne kabelske cevi. Obstoječa trasa optičnega kablovoda že poteka po kroni visokovodnega nasipa ob deponiji D1 do HE Brežice. Od FEBR-D1 do obstoječe trase se predvideva cca 100 m nove kabelske kanalizacije.

SN kable se na FEBR-D1 priključi v vodno (kabelsko) SN celico, na stebru 20 kV daljnovoda pa na sponke stikalnega elementa. Opremo stebra daljnovoda projektira Projektant tega naročila, dobavi ter izvede pa jo operater distribucijskega omrežja, Elektro Celje.

Optični kabli se na FEBR-D1 in HE priključita na ustrezno komunikacijsko opremo (patch panel oziroma omrežna stikala).

Kovinske konstrukcije in dele naprav mora izvajalec priključiti na ozemljitveni sistem na območju FE ali prostorov HE, kjer se naprave nahajajo.

4.3.3 MONTAŽA KABELSKIH POVEZAV DO OPREME NA HE BREŽICE (FEBR-D2)

V sklopu razpisa je izvedba kableske trase od med FEBR-D2 in HE Brežice, ki obsega:

Med FEBR-D2 in HE Brežice:

- SN kabelsko povezavo, položeno v zemljo in na prehodih pod povoznimi površinami uvlečen v zaščitne cevi,
- Optične povezave uvlečene v zaščitne kableske cevi z ustreznimi jaški na kotnih prehodih trase.

Kabelski povezavi (SN in optična) se na FEBR-D2 in HE priključita na ustrezno srednjenapetostno oziroma komunikacijsko opremo.

Kovinske konstrukcije in dele naprav mora izvajalec priključiti na ozemljitveni sistem na območju FE ali prostorov HE, kjer se naprave nahajajo.

4.3.4 PRIKLJUČEVANJE NA SN OPREMO

4.3.4.1 10,5 kV celice stikališča HE Brežice

SN kablovod iz FEBR-D2 mora Izvajalec priključiti v 10,5 kV stikališču na HE Brežice. Za priključevanje se uporabi celica AKA12, ki je opremljena s tokovnimi transformatorji in zaščitnimi napravami za predvideno moč FE. Izvajalec mora obstoječo zaščitno napravo (SIPROTEC 7SJ85) ustrezno preparametrirati, skladno z nastavitvami zaščit, kot jih sam določi v študiji delovanja zaščit, ter izvesti pripadajoče sekundarne meritve zaščit.

4.3.4.2 20 kV daljnovod distribucijskega omrežja

SN kablovod iz FEBR-D1 se priključi v na distribucijski 20 kV daljnovod, skladno s soglasjem Elektra Celje za FEBR-D1. Priključek na daljnovodu mora Izvajalec ustrezno obdelati v PZI dokumentaciji, ki jo potrdi Elektro Celje. Priključek (oprema daljnovodnega stebra) bo dobavljen in izveden s strani Elektra Celje. Izvajalec po tem razpisu mora kablovod ustrezno priključiti (z ustreznimi kabelskimi končniki) na sponke izklopne naprave na stebru daljnovoda. Izvesti mora tudi ustrezno mehansko zaščito izpostavljenega dela kablovoda, skladno s ustaljeno prakso kabliranja distribucijskega omrežja (kovinske zaščite, ipd.).

4.3.5 MONTAŽA NAPRAV ZA VODENJE, MERITVE IN ZAŠČITO

4.3.5.1 Montaža omar in omaric

Izvajalec montaže namesti, montira in priključi opremo vodenja in zaščite:

Dela obsegajo tudi:

- izdelavo temeljnega ali podložnega jeklenega okvira in podstavka, kjer bo to potrebno,
- postavitve in pritrditve omar na temeljni okvir, betonska tla ali na zid,
- izvedba in priključitev kabelskih in ozemljitvenih povezav,
- sodelovanje (preizkušanja, zagon, itd.) z izvajalci po drugih lotih/dobavah.

Izvajalec montaže mora po tem razpisu položiti in priključiti vse komunikacijske kable med posameznimi deli sistema vodenja, zaščite in nadzora fotonapetostne elektrarne, ki so v njegovi dobavi.

Izvajalec montaže mora po tem razpisu položiti tudi vse komunikacijske kable med sistemom vodenja, meritev zaščite, video nadzor ipd. na lokaciji FE in obstoječim komunikacijskim vozliščem za fotonapetostni elektrarni FEBR-D1 in FEBR-D2, ki se nahaja v omari DYT03 v TK prostoru na objektu HE Brežice in ostalimi sistemi v HE Brežice, in sicer:

- sistemom za zajem števnih meritev za operaterja prenosnega omrežja ELES do TK omare, ki jo upravlja ELES. Omara se nahaja v TK prostoru na objektu HE Brežice,
- sistemom za zajem števnih meritev za HSE do TK omare +DYT01. Omara se nahaja v TK prostoru na objektu HE Brežice,
- sistemom za zajem števnih meritev za GEN. Sistem za zajem števcov GEN se nahaja v omari +DYT03,
- sistemom za video nadzor FE, ki se bo nahajal v prostoru HE, ki ga bo določil naročnik,
- sistemom lastnega oddaljenega nadzora FE (Oddaljen prikazovalnik na objektu HE),
- sistemom za požarno zaščito s paneli in alarmno napravo s tipkovnicami.

Izvajalec mora na vse komunikacijske kable, bodisi UTP ali optične, na obeh koncih namestiti ustrezne kvalitetne konektorje in pred priključitvijo izvesti meritev kablov.

Izvajalec mora za vso opremo, ki je v njegovi dobavi po tem razpisu ustrezno vgraditi in priključiti na ustrezno napajanje, priključiti vso signalizacijo in komunikacijske povezave na sistem vodenja, zaščite, meritev in nadzorni sistem.

4.3.6 PARAMETRIRANJE OPREME

Izvajalec mora na strani fotonapetostne elektrarne ustrezno parametrirati vse naprave vodenja, zaščite, meritev in nadzora ter ostale opreme, ki so v njegovem obsegu dobave po tem razpisu.

Še posebej je potrebno večjo pozornost nameniti parametriranju:

- sistema vodenja, ki ga parametrira na podlagi zahtev omrežnega operaterja (ELES, Elektro Celje), danih zahtevah v sklopu soglasja ali fazi nadaljnjih usklajevanj tekom izgradnje in
- zaščitnih naprav (relejev), za katere v sklopu tega razpisa pripravi tudi dokument nastavitve zaščit (FEBR-D1) oziroma elaborat delovanja zaščit (FEBR-D2).

Izvajalec mora po izdelavi elaborata delovanja zaščit parametrirati zaščitne naprave, opraviti testiranje ter vse ostalo, kar je potrebno za zagon celotne FE. V sklopu del izvede Izvajalec parametriranje in testiranje tudi obstoječe zaščite v SN stikališču HE Brežice, celica AKA12, kamor se priključuje SN kablovod FEBR-D2.

4.3.7 MONTAŽA KABLOV IN KABELSKIH POLIC

4.3.7.1 Splošne zahteve za kabliranje

Izvajalec del po tej pogodbi v sklopu montaže izvede vsa dela vezana na polaganje in priključevanje kablov. Obseg montaže vsebuje, vendar ni omejen na:

- montažo vseh nizkonapetostnih izmeničnih in enosmernih energetske kablov, vseh merilnih krmilnih, signalnih in komunikacijskih kablov ter montažo vseh srednjenapetostnih kablov in kabelskih končnikov, ki medsebojno povezujejo naprave Izvajalca opreme na FE,
- montažo srednjenapetostnih ter signalnih in komunikacijskih kablov in kabelskih končnikov, ki povezujejo naprave Izvajalca opreme na FE proti napravam HE Brežice.

Izvajalec mora zagotoviti tudi:

- montažo vseh komunikacijskih (bakrenih in optičnih kablov) ki medsebojno povezujejo dobavljene naprave po tem razpisu in proti opremi na HE, vključno z izvedbo optičnih zaključkov na optičnih kablilih in preverjanjem kvalitete izvedbe celotne povezave,
- montažo vseh srednjenapetostnih kablov in kabelskih končnikov,
- montažo vseh kabelskih polic ter lestev, njihovo ozemljevanje v skladu z usmeritvami za zagotovitev elektromagnetne združljivosti,
- montažo protipožarnega materiala za zagotovitev medsebojno ločenih požarnih con pri prehodih skozi stene ali stropne ali med stikalnimi prostori proti krmilnim prostorom, med omarami, itd., vključno z dobavo vsega materiala,
- montažo vseh potrebnih PVC, kovinskih ali kovinskih gibljivih zaščitnih cevi,
- vse potrebne ploščice za identifikacijske oznake kablov v skladu s projektom,
- ves potreben pritrdilni material kabelskih polic in nosilcev,

- vse potrebne adaptacije ali dodatki kabelskih polic, vključno z U kovinskimi kabelskimi objemkami za pritrdjevanje nizkonapetostnih kablov posamično ali v snopih na vertikalnih potekih kabelskih polic in lestev,
- ves potreben material pri polaganju kablov v zemljo,
- vse potrebne kabelske glave, končnike, čevljičke, kakor tudi potrebni spojni material vključno z morebitno dodatno potrebno opremo za mostičenje sponk v omarah,
- vse potrebne konektorje in spojnice,
- vse potrebne kabelske uvodnice in material potreben za ozemljevanje plašča kabla v skladu z usmeritvami za zagotovitev elektromagnetne združljivosti
- označitve posameznih žil kablov na obeh koncih z elementi, na katerih je oznaka in številka pripadajoče sponke,
- vse TK kable, kjer niso položeni v cevi, je potrebno zaščititi z rebrasto ognjeodporno cevjo.

Elementi za označevanje posameznih žil kablov morajo omogočati izvedbo oznake v enem kosu (vse kode, ki sestavljajo oznako so odtisnjene na enem nosilnem elementu, ki se pritrdi na žilo kabla). Element mora omogočati trajno in na pogoje mesta vgradnje stabilno oznako.

Izbor kabelskih koridorjev je predmet projekta za izvedbo, detajlne rešitve, ki jih izbere na terenu Izvajalec, pa so stvar potrditve Naročnika. S prilagoditvami ne sme biti moten potek ostalih inštalacij.

Kabli znotraj objekta (HE in FE) bodo v splošnem položeni na kabelskih policah, a tudi pod dvojnimi podom in v kabelskih kanalih in ceveh. Kabli morajo biti položeni skrbno in urejeno, tam kjer je potrebno, jih je treba pričvrstiti s PVC objemkami ali ustreznimi vezmi, ki omogočajo raztezanje in krčenje kabla brez poškodb plašča.

Pri polaganju kablov mora Izvajalec posebno pozornost posvetiti minimalnim dovoljenim radijem krivljenja ter razporedu kablov in ustreznemu razmiku med njimi, ki mora omogočati ustrezno hlajenje kablov (npr. najmanj 2D razdalje med glavnimi napajalnimi kabli na policah pod dvojnimi podom, razmaki v kabelskih kanalih, razporeditev kablov na prehodih skozi stene, po ceveh in podobno – vse v izogib lokalnemu pregrevanju na utesnjenih prehodih ali trasah).

Za vsak kabel bo iz oznake tipa v PZI nedvoumen način označevanja žil. Takega označevanja se mora Izvajalec strogo držati. Vsaka sprememba je stvar potrditve Naročnika.

Vsi kabli morajo biti na obeh koncih označeni s tablico, ki nosi trajno identifikacijsko številko. Kable dolžin večjih od 40 m je potrebno označiti na vsakih 20 m trase.

Kabli morajo biti položeni tako, da jih je mogoče na enostaven način zamenjati ali popraviti.

Uporabili se bodo kabli z bakrenim oklopom. Oklop takih kablov je potrebno po projektih in predpisih ozemljevati. Pri tem je potrebno upoštevati tudi specifičnost posameznih naprav (n.pr.: EMC uvodnice, ipd.).

4.3.7.2 Kabli in kabelski končniki

V obsegu del in storitev izvajalca del po tem razpisu je polaganje, označevanje in priključevanje vseh kablov kakor tudi izvedba kontrolnih meritev. Izvajalec del mora izvesti vsa potrebna dela in priskrbeti ves dodaten montažni material, da lahko kabliranje uspešno izvede. V sklopu tega razpisa je potrebno izvesti in zagotoviti:

- vse potrebne kabelske povezave med omarami in opremo,
- priključevanje kablov,
- vse potrebne ploščice za identifikacijo kablov in posameznih žil,
- vse potrebne kabelske kanale, police, lestve pritrdilni material in zaščitne cevi,
- ostalo v skladu s splošnimi zahtevami za kabliranje in
- ustrezne meritve povezav po zaključenem polaganju in priključevanju.

Vsi kabli, kabelski končniki, povezave, kabelski kanali, kabelske police, lestve, zaščitne cevi in podobno so v obsegu dobave po tem razpisu.

4.3.7.3 Optični kabli

V obsegu del in storitev izvajalca je polaganje, varjenje, označevanje in priključevanje optičnih kablov kakor tudi izvedba kontrolnih meritev. Izvajalec del mora izvesti vsa potrebna dela in priskrbeti ves dodaten montažni material, da lahko kabliranje uspešno izvede. Potrebno je izvesti in zagotoviti:

- vse potrebne optične povezave,
- varjenje in priključevanje optičnih kablov vključno z dobavo zaključnih konektorjev,
- vse potrebne ploščice za identifikacijo kablov in posameznih žil,
- vse potrebne kabelske police, pritrdilni material in zaščitne PVC cevi,
- ostalo v skladu s splošnimi zahtevami za kabliranje in
- ustrezne meritve optičnih povezav po zaključenem polaganju in montaži konektorjev.

Trase optičnih kablov

Vse optične kable se uvleče v rebrasto PVC cev premera 21/28 ali 29/36 mm (ali enakovredno), ki mora biti v obsegu dobave kabla, na trasi proti HE Brežice pa bodo uvlečeni v v zemljo vkopane cevi Pe-Hd 2xfi50 s kabelskimi jaški na ostrih spremembah smeri trase ali na oddaljenosti pribl. 1000 m.

Za neovirano uvlečenje kabla morajo biti zaporedni kosi cevi med seboj gladko in tesno povezani s tipsko obojestransko vtično ločljivo ravno spojko. Lokacija spojke morajo biti razvidna na končnem geodetskem posnetku stanja.

Kjerkoli v trasah so cevi prekinjene, je treba kabel ustrezno mehansko zaščiti, ter preprečiti vdor vode in živali v zaščitno cev.

Spajanje optičnih kablov

Optične spoje mora izvesti izurjeno osebje z ustrezno varilno/spajalno in merilno opremo. Za vsa vlakna optičnih kablov se po zaključitvi del, za kontrolo kakovosti optičnih povezav preveri njihove geometrijske, mehanične, optične in prenosne karakteristike. Izvede se:

- merjenje dolžine in slabljenja vlaken in optične linije, vsa vlakna po polaganju na izgotovljeni trasi, pri tem pa se vlakna med seboj ne smejo razlikovati po dolžini za več kot 2% in po slabljenju ne več kot 0,05 dB/km in
- reflektometrično preverjanje slabljenja optičnih zvarov, pri čemer naj poprečno slabljenje spoja ne preseže 0,1 dB, posameznega spoja pa ne 0,25 dB.
- meritve slabljenja in refleksije na spojih posameznih vlaken,
- meritve slabljenja posameznih vlaken.

Rezultate meritev je potrebno prikazati v urejenih preglednicah in priložiti merilnemu zapisniku.

4.3.7.4 Kabelske spojke in povezave kablov

Neposredno spajanje kablov v splošnem ni dovoljeno. Izvede se lahko le, če je izrecno odobreno s strani Naročnika oziroma predvideno v PZI dokumentaciji. Za spajanje kablov s presekom nad 1,5 mm² je potrebno uporabiti kompresijske sponke. Pri kablilih s fleksibilnimi žilami je potrebno pred spajanjem konce kablov pociniti ali jih opremiti s kabelskimi čeveljčki. Pri spajanju kablov iz različnih materialov je potrebno uporabiti bimetalni spojni material.

Pri vseh kablilih v omare, aparate in plošče, kjer se kabli razpletajo, jih je potrebno pritrditi z objemkami iz materiala odpornega proti koroziji.

Oklope kablov je potrebno v omarah ozemljiti.

Spojke za spajanje kablov morajo biti iz plastike, odporne proti ognju. Uporaba T-spojk ni dovoljena.

Spojke za spajanja SN kablov morajo biti tipsko preizkušene izvedbe, renomiranega proizvajalca.

4.3.7.5 Kabelske trase in polaganje kablov

Kabliranje mora biti izvedeno skladno z dobro inženirsko prakso in tipologijo ELES oziroma GIZ (npr. SMERNICE IN NAVODILA ZA IZBIRO, POLAGANJE IN PREVZEM ELEKTROENERGETSKIH KABLOV NAZIVNE NAPETOSTI 1 kV DO 110 kV, Tehnična smernica GIZ DEE, Maj 2023 in podobne) in glede na tehnične smernico TSG-N-002:2021 ter glede na smernico SZPV 512 (smernica požarne varnosti sončnih elektrarn).

Kabelska trasa (AC ali DC, SN ali NN) za posamezni kabel bo podana v projektu za izvedbo, ki je v obsegu storitev Izvajalca. Izvajalec del mora za predloženo kabelsko traso uporabiti ustrezne kanale, police, lestve, zaščitne cevi ali prehode. Pri tem mora upoštevati vse omejitve glede polaganja, ki so podane v tej dokumentaciji. Izvajalec del mora v primeru rešitev na terenu, ki so

lahko alternativa ali dopolnitev ali sprememba projektno predvidene trase, to dokumentirati in dobiti soglasje Naročnika.

Izvajalec del je dolžan glede na detajlno situacijo na terenu preveriti načelno projektno predvideno polaganje kabla.

Kable, ki potekajo na stenah, stropih in na vertikalnih prehodih, je potrebno zaščititi in mehansko pritrditi s korozijsko obstojnimi objemkami.

Na vertikalah je predpisana ena pritrditev na tekoči meter, izvedena s kabelskimi objemkami, medtem ko morata biti na horizontalah, kjer kabel ni podprt s kabelsko polico dve pritrditvi na tekoči meter kabla.

Vsak kabel je potrebno pritrditi z ločenimi objemkami/pritrditvami. Fiksiranje več kablov z eno objemko je dovoljeno ob soglasju Naročnika samo tam, kjer zaradi pomanjkanja prostora ni mogoče položiti vsakega kabla posebej.

Horizontalno bodo kabli položeni v kabelskih kanalih ter na kabelskih policah na stenah ali stropu.

Vertikalne kabelske vode v bližini prehodov, poti ali v sobah, kjer bi lahko prišlo do mehanskih poškodb, je potrebno do višine 2 m od tal zaščititi s kovinskim zaslonom oziroma pokrovom. Kabli morajo biti ustrezno pritrjeni na nosilce.

Kjer je to predvideno že s predhodno projektno dokumentacijo HE Brežice ali pa to dodatno predvidi projektant FE, je na trasah kablov potrebno izvesti protipožarne zapore, npr. s požarnoodpornimi blazinicami ali drugim ustreznim materialom. To velja tudi za uvode v omare, naprave, stikalne celice, prehode med kabelskimi kanali, itd.

Tam, kjer kabli ne potekajo na kabelskih policah, je treba električne kable voditi posamično v PVC ceveh. Merilne kable in krmilne kable je možno združevati po več v eni cevi. Tam, kjer cev poteka po površini, mora biti pritrjena vsakih 1,5 m.

Kabli, ki vodijo rezervno/alternativno napajanje, morajo biti položeni ločeno, po alternativnih trasah, tako da, če pride do kratkega stika na eni trasi, druga trasa ni prizadeta.

Kot generalno pravilo velja, da morajo biti visokonapetostni kabli položeni ločeno od nizkonapetostnih krmilnih, merilnih in DC kablov. Kabli morajo biti položeni tako, da jih lahko brez težav zamenjamo, dodamo ali popravimo.

Upoštevati je potrebno, v kolikor ni v projektu za izvedbo zahtevano drugače, naslednje minimalne razdalje:

- ≥ 150 mm med nizkonapetostnimi energetskeimi kabli in krmilnimi, merilnimi ter signalnimi kabli z napetostjo nad 60 V,
- ≥ 300 mm med nizkonapetostnimi energetskeimi kabli in krmilnimi, merilnimi ter signalnimi kabli z napetostjo pod 60 V (specialni kabli), vključno s kabli sekundarnih tokokrogov od merilnih transformatorjev (napetostnih in tokovnih),
- 600 mm med srednjenapetostnimi kabli in nizkonapetostnimi krmilnimi, merilnimi ter signalnimi kabli.

Pri polaganju kablov je treba paziti, da so kabli položeni tako, da niso termično preobremenjeni in da je zagotovljeno predvideno zračenje med kabli ali kabelskimi snopi. Posebej to velja za trase v utesnjenih prehodih ali dvojnem podu.

Tam, kjer je velika verjetnost, da bo prišlo do posegov na kabelskih končnikih pri kasnejšem vzdrževanju, je potrebno na trasi kabla pustiti zadostno rezervo ali rezervno zanko.

Enožilne SN kable se položi v trikotni konfiguraciji, s tem da se za to uporabi posebne povezovalne in pritrdilne objemke, ki so izdelane in preizkušene v skladu s standardom IEC 61914.

Izvajalec je dolžan poskrbeti za ozemljevanje kabelskih tras. Kovinske kabelske police morajo biti ozemljene na obeh koncih. V primeru prehodov kabla mora biti vzporedno položen ozemljilni vodnik ali pa kabel položen v ozemljeno kovinsko cev.

Trase TK kablov

Vse TK kabelske povezave in tudi nezaščitene NN kable je potrebno glede na mesto vgradnje in dostopnost (na prostem, na tleh, na policah) in kjer je to možno, z dodatno zaščitno cevjo zaščititi pred vremenskimi vplivi in živalmi (glodavci ipd.). Zaščitna cev mora biti od začetka do konca trase neprekinjena, zatesnjena in mora omogočati enostaven naknadni uvlek vodnikov.

Trase DC kablov

DC kabli, ki povezujejo posamezne PV nize z razsmerniki, morajo biti položeni na police nosilne konstrukcije oziroma na ločene police. Izvedba s prostim obešanjem snopa DC kablov na podkonstrukcijo panelov ni sprejemljiva. V kolikor so DC kabli položeni po elementih podkonstrukcije, mora ta zagotavljati zadostno visoke stranske robove glede na količino kablov na polici. Kable je potrebno na police pričvrstiti.

DC kabli bodo med posameznimi vrstami PV polja potekali tudi v vkopanih zaščitnih ceveh. Vkop DC kablov med vrstami PV polja in do razsmernikov se izvede na globini vsaj 70 cm. Kable se uvleče v zaščitne, UV odporne cevi (npr. Pe-Hd 2xfi50), ki se jih na izstopu iz tal dvigne čim višje (vsaj 1,5 m, kjer je to mogoče) in nepropustno zatesni. Zatesnitev mora omogočati enostaven naknadni uvlek vodnikov dodatnih. V vsakem primeru je potrebno preprečiti vdor glodavcev (npr. miši) v zaščitne cevi DC kablov.

4.3.7.6 Kabelski končniki

Izolacijo s kabelskih žil je treba odstraniti zelo previdno, tako da ne poškodujemo posameznih vlaken. Kabelski čevljički morajo biti primerne velikosti. Kable je treba pritrditi s kabelskimi uvodnicami ali objemkami, tako da teže kabla ne nosijo kabelski vodniki ali vrstne sponke.

Pomembno je, da se pri montaži kabelskih končnikov uporablja samo predpisana tehnologija in materiali proizvajalca končnikov.

Zavrtnjeni bodo vsi končniki, kjer bo prehodna upornost, merjena 24 ur po izgotovitvi, manjša od 100 megaohmov (merjeno s standardnim 500 ali 1000 V »Megger-jevim« preizkusom) - velja samo za srednjenapetostne kable.

4.3.7.7 Preizkusi

Na gradbišču, po montaži, je potrebno pri energetskih kablih izvesti:

- meritev izolacijske upornosti (Meggerjev preizkus),
- visokonapetostni preizkus z industrijsko frekvenco ali z nizkofrekvenčno metodo skladno s SIST HD 620 S2:2010 (samo srednje in visokonapetostni kabli),
- meritve izenačenja potenciala.

Pri krmilnih kablih je po montaži potrebno izmeriti padec napetosti - samo pri kritičnih dolžinah, ter izmeriti izolacijsko upornost in prevodnost kabla.

Za optične kable je potrebno izvesti preizkuse v skladu z zahtevami za tovrstne kable.

Upoštevati je potrebno vse zahteve TSG-N-002:2021 ali novejše.

4.3.7.8 UKREPI ZA ZAGOTOVITEV EMC

V smislu dodatnih ukrepov za zmanjšanje elektromagnetnih motenj v sekundarnih tokokrogih je potrebno upoštevati naslednje zahteve:

- vsi kabelski oklopi morajo biti na obeh koncih kabla po celotni površini ozemljeni na obeh straneh (t.i. »piggy tail« tehnika ni dopustna),
- vse kovinske kabelske trase (police, pokrovi polic, cevi) morajo biti med seboj galvansko povezane in ozemljene,

Smiselno je potrebno upoštevati tudi ostale zahteve iz veljavnih mednarodnih standardov za zagotovitev EMC in iz PZI.

4.3.8 NAPISNE PLOŠČICE

Izvajalec je dolžan v okviru montažnih del izvesti označevanje vseh vgrajenih omar in opreme z napisnimi ploščicami izvedenimi po zahtevah Naročnika.

Napisne ploščice morajo biti nameščene na vidnem mestu. Ploščice morajo biti nameščene na sprednji in zadnji strani omar ali naprav. Vse napisne ploščice morajo biti enotnega videza in izvedbe, potrjene s strani Naročnika.

Napisi na napisnih ploščicah morajo biti dobro čitljivi, odporni proti staranju ter mehanski obrabi, napisani v slovenskem jeziku.

Tablice in pritrdilni elementi morajo biti odporni proti koroziji.

V ta sklop spada tudi izdelava varnostno opozorilnih plošč po prostorih ter enopolnih shem in tehnoloških diagramov.

4.3.9 IZVEDBA POŽARNE TESNITVE PREHODOV INŠTALACIJ

Protipožarna zaščita objekta mora biti zasnovana v skladu z veljavno zakonodajo, predpisi in smernicami na tem področju.

Kjer se posega v obstoječe požarne tesnitve (na HE) je po izvedbi del potrebno vse tesnitve obnoviti z enakovrednimi materiali. Izvajalec mora po opravljenem delu certifikate materialov skupaj z ostalo dokumentacijo o izvedenih tesnitvah prehodov predati Naročniku za potrebe tehničnega pregleda.

Dela požarnih tesnitev lahko izvaja le »šolan izvajalec z veljavnim potrdilom« za vgradnjo predmetnih tesnilnih mas (npr. opravljeno šolanje izvajalca s strani proizvajalca materiala požarnih tesnitev).

4.3.10 SODELOVANJE Z OSTALIMI IZVAJALCI IN Z NAROČNIKOM

Izvajalec po tem razpisu je dolžan sodelovati in projektno rešitev uskladiti z ostalimi izvajalci za priključevanje v sisteme HE Brežice in na SN daljnovod ter z obratovalnim in vzdrževalnim osebjem Naročnika na stičnih točkah (priključki na montirano ali obstoječo opremo, usklajevanje aplikativne programske opreme ipd.), kot tudi za sodelovanje in pomoč pri preizkušanju v obsegu, ki je potreben za normalno dokončanje projekta v predvidenih rokih.

4.3.11 IZVAJANJE GEODETSKIH STORITEV

Izvajalec mora v sklopu projekta zagotoviti vse potrebne aktivnosti v smislu geodetskih storitev za izvedbo projekta.

Po izdelavi PZI in pred prijavo gradbišča mora izvesti zakoličbo vseh predvidenih objektov, z izdelavo zakoličbenega zapisnika (vzdrževalne poti, temelji fotonapetostnih panelov, ograje, os kablovoda ipd.).

Pripraviti mora geodetski posnetek izvedenih del, pri čemer se mora snemanje izvedenih del izvajati fazno, skladno z napredovanjem del, podzemne inštalacije pa je potrebno posneti pred zasipom.

Pripraviti mora podatke o izvedenih delih za izdelavo PID dokumentacije, ki jih mora parafirati nadzor.

4.3.12 IZDELAVA IN DOBAVA SIMULACIJSKIH MODELOV FE (SAMO ZA FEBR-D2)

Izvajalec je dolžan v sklopu projekta zagotoviti digitalne simulacijske modele, in sicer za proizvodni modul FEBR-D2 (MPP tip D), in jih uporabiti pri izvedbi študij, ki dokazujejo skladnost z zahtevami Soglasja za priključitev, RfG in SONDSE v smislu vsaj naslednjih scenarijev, ki jih mora dodatno uskladiti z omrežnim operaterjem ELES:

- dokazovanje zmožnosti neprekinjenega obratovanja pri znižani napetosti zaradi okvare v omrežju,
- simulacije odzivanja v OFON-N, OFON-P, FON načinu frekvenčne regulacije,
- simulacije odziva hitrega okvarnega toka – FFC,
- odziv obnovitve delovne moči po okvari,
- simulacije v otočnem obratovanju z določanjem stabilnostnih meja,
- zagotavljanje ustrezne količine jalove moči v različnih obratovalnih stanjih (po P/Q in U/Q diagramu),
- simulacija regulacije dušenja nihanj,

- simulacije za dokazovanje frekvenčne stabilnosti pri simulacijah delovanja FON, OFON-P, OFON-N (prehod omrežja v otočno obratovanje in nazaj, izpadi in priključitev večjih porabnikov v omrežju, ki povzročijo večje vrednosti ROCOF, določanje stabilnostnih meja)
- simulacije napetostne stabilnosti (dokazovanje sposobnosti obratovanja FE v oziroma izklopa FE izven predpisanih napetostnih meja):
 - o simulacije kratkoročne napetostne stabilnosti (padec napetosti po zahtevani LVRT karakteristiki);
 - o simulacije dolgoročne napetostne stabilnosti – stacionarno obratovanje znotraj predpisanih napetostnih meja,
- simulacije kotne stabilnosti:
 - o tranzientna stabilnost (vpliv na CCT »Critical Clearance Time« obratujočih agregatov HE Brežice) – v model je potrebno združiti model HE Brežice in model EES Slovenije); simulacije se izvajajo ob različnih delovnih pogojih (P, Q, Sk"), ovrednotenje stabilnostnih meja in vpliv FE na stabilnost bližnjih agregatov HE.
 - o Dinamični odziv na napetostne upade (FRT karakteristike), pri različnih P,Q, Sk", omrežja, pri napetostni regulaciji ali regulaciji jalove moči na FE;
 - o Določanje izgube mej sinhronizma v odvisnosti od R/X razmerja omrežja, SCR (Short circuit ratio), ROCOF ipd.
 - o Analiza stabilnosti pri majhnih motnjah (določitev lastnih vrednosti, nihajnih načinov),
- simulacije resonančne stabilnosti:
 - o Analiza električne in torzijske resonance, ki poda frekvenčni spekter impedance FE in omrežja na točki priključitve in ugotovi, kako bo FE vplivala na dušenje oziroma ojačitev resonanc v omrežju. Upoštevajo se različna stanja omrežja v različnih letih.
- analiza stabilnosti povzročene s strani pretvornika

- analiza medsebojnega učinkovanja naprav v omrežju, ki temeljijo na močnostni elektroniki (MSCDN, VSR, STATCOM) in FE – s ciljem identifikacije morebitnih medsebojnih nihanj na nivoju pretvornikov.
- simulacije odzivov na skočne spremembe referenčne napetosti.

V sklopu analiz s simulacijskimi modeli (ali drugače) se analizira tudi:

- vpliv na kakovost električne energije (vpliv na harmonske in medharmonske motnje, hitre spremembe napetosti in jakost flikerja, napetostno neravnovesje, vsebnost enosmerne komponente).
- delovanje zaščitnih naprav v sistemu.

Simulacijski modeli

Simulacijski modeli, ki jih Izvajalec zagotovi, so:

- **dinamični RMS in EMT simulacijski model FE:**

Model mora biti pripravljen v simulacijskem orodju DIgSILENT PowerFactory. Omogočati mora izvedbo izračuna pretokov moči in kratkih stikov, izvedbo modalne analize ter dinamičnih RMS in EMT simulacij (po potrebi sta lahko RMS in EMT model ločena). Model vključuje vsaj močnostne pretvornike z regulacijskimi funkcijami in omejitvami na nivoju pretvornikov, nadrejeni regulator z vsemi funkcijami in omejitvami (v kolikor je izveden v praksi), model PLL (v kolikor je izveden v praksi) ter modele zaščit. Vključuje tudi druge naprave v sklopu FEBR-D2 (VN/SN transformacija, SN/NN transformacija, lastna raba...).

- **Harmonski model FE:**

Harmonski model FEBR-D2 mora izkazovati pravilen odziv FEBR-D2 na harmonsko napetost v omrežju do 25. harmonika in za THD do 40. harmonika. Pripravljen mora biti v simulacijskem orodju DIgSILENT PowerFactory. Tokovne harmonske injekcije naj izkazujejo stanja največjih vrednosti ne glede na delovno točko.

- **Integracija dinamičnega modela v obstoječ model HE Brežice:**

Za izvedbo simulacij za dokazovanje delovanja FE bo potrebno dobavljeni model FE integrirati v obstoječe simulacijske modele HE Brežice (ki jih zagotovi Naročnik) in izvesti simulacije skladno z usklajenim programom simulacij. Za analize interakcij FE z napravami zunanjega omrežja (prenosnega omrežja ELES) bo moral Izvajalec model združiti tudi z modelom širšega omrežja, ki ga za potrebe analiz predvidoma priskrbi omrežni operater, ELES.

Priporoča se, da za dokazovanje ustreznega dimenzioniranja opreme (obremenitve, padci napetosti, izgube, izračun pretokov moči ipd.) Izvajalec uporabi poenostavljeni model (model za izračun stacionarnih stanje – pretokov moči) že v fazi dimenzioniranja FE do faze naročila opreme. Hkrati pa predstavi nadaljnji razvoj in zasnovo natančnih digitalnih dinamičnih modelov FE. V nadaljnjem obdobju mora izvajalec modele prilagajati dejanski izvedbi sistema, ga sproti dopolnjevati.

Izvajalec mora za potrebe pridobivanja obvestila o odobritvi začasnega obratovanja (ION) predložiti **nevalidirane simulacijske modele** FEBR-D2, za potrebe pridobivanja končnega obvestila o odobritvi obratovanja (FON) pa na podlagi meritev **validirane simulacijske modele**. Obema priloži tudi dokumentacijo o strukturi modela, blokovnih shemah, nastavljenih parametrih in razponu nastavljivih vrednosti le-teh, omejitvah modela ter rezultatih validacije v primeru validiranega modela.

Modeli morajo biti skladni z zahtevami, podanimi v dokumentu ZAHTEVE IN PRIPOROČILA ZA SIMULACIJSKE MODELE, ELES, objavljenim na spletni strani ELES.

Dobavitelji in izvajalci simulacijskih modelov

Osnovne modele FE (model razsmernika, model PPC, model zaščitnih naprav ipd.) mora Izvajalec predvidoma pridobiti od proizvajalca opreme, medtem ko integracijo modela s preostalimi napravami (vključno z modelom HE) in simulacije izvede izvajalec, ki mora imeti izkušnje na tem področju dela, ima licencirano programsko opremo (kakršna je zahtevana s strani ELES – DigSILENT Powerfactory) in zagotavlja aktivno sodelovanje z Naročnikom in omrežnim operaterjem ELES v času usklajevanj programov in izvajanja simulacij. Inštitucija, ki izvaja simulacije, mora delovati na območju Slovenije oziroma EU, imeti ustrezno usposobljen kader, ter zagotavljati vso dokumentacijo simulacijskih modelov in simulacij v slovenskem jeziku, v katerem tudi potekajo usklajevanja z omrežnimi operaterji na najvišjem strokovnem nivoju.

Izvajalec mora z referencami dokazati, da je že izvajal simulacije in pripravil elaborat/študijo delovanja dinamičnih simulacijskih modelov (RMS, EMT ipd.) elektroenergetskih proizvodnih enot za systemskega/omrežnega operaterja električnega omrežja na območju ENTSO-E (npr. ELES) za priključitev ali za namen analize priključevanja proizvodnega objekta v elektroenergetski sistem.

4.3.13 DOKUMENTACIJA ZA DOKAZOVANJE SKLADNOSTI Z ZAHTEVAMI GLEDE KAKOVOSTI ELEKTRIČNE ENERGIJE (KEE)

V obsegu dobave mora Izvajalec izdelati analizo vplivov motenj naprav na distribucijski (FEBR-D1) oziroma na prenosni sistem (FEBR-D2).

Presoj o vplivov naprav na distribucijsko omrežje (FEBR-D1) se izvede skladno s SONDSEE, Priloga 3 že v fazi projektiranja in na podlagi analize zagotovi izjavo, da bo izvedba skladna z zahtevami.

Za FEBR-D2 (na prenosnem omrežju) se pripravi študija kakovosti električne energije (študija KEE) (skladno s Soglasjem za priključitev). S študijo, ki je zahtevana v Soglasju za priključitev, mora Izvajalec analizirati vplive FEBR-D2 na omrežje v obsegu analize parametrov kakovosti električne energije (npr. harmonske, medharmonske motnje, tokovno neravnovesje, enosmerne komponente idr.).

Predvidoma se v študiji uporabi tudi digitalne simulacijske modele, ki so v pomoč pri analizi KEE.

Izvajalec študije KEE mora biti inštitucija iz Slovenije, kvečjemu iz EU in mora imeti izkušnje z izdelavo tovrstnih analiz oziroma študij ter mora imeti ustrezno usposobljen kader in zagotavljati aktivno sodelovanje z Naročnikom in omrežnim operaterjem ELES v času usklajevanj in priprave dokumentacije.

Dokumentacija za dokazovanje skladnosti z zahtevami glede kakovosti električne energije (Študija KEE) mora biti izdelana v slovenskem jeziku in predana naročniku že v fazi projektiranja (za dokazovanje ustreznosti izbrane opreme), potrjevanja PZI s strani omrežnega operaterja, vsekakor pred oddajo vloge omrežnemu operaterju za priključitev na napajanje iz omrežja (FEBR-D2).

4.4 PREIZKUSI, PREGLEDI, PREVZEMI IN ZAGONSKI FUNKCIONALNI PREIZKUSI

4.4.1 SPLOŠNE ZAHTEVE

Poglavje obravnava splošne pogoje in zahteve za preglede in prevzeme materiala, opreme in storitev med proizvodnjo, montažo, vgradnjo, preizkušanjem, zagonskimi funkcionalnimi preizkusi in poskusnim obratovanjem, z namenom dokazati ustreznost predpisom, standardom in tehničnemu opisu ter zagotoviti zanesljivo in funkcionalno pravilno obratovanje in delovanje naprav in celotnega postroja.

Naročnik in/ali od njega avtorizirane osebe imajo pravico kontrole in pregleda ob vsakem razumnem času.

Izvajalec del je dolžan v okviru svojega obsega del izvršiti vse preizkuse, ki se nanašajo na njegova izvedena dela. Izvajalec mora sodelovati in nuditi tehnično podporo Dobaviteljem opreme pri vseh zagonskih funkcionalnih preizkusih elektrarne in njenih naprav ter sistemov, v ključnih zadevah ob koordinaciji in navodilih Naročnika ali njegovega vodje preizkusov.

Preizkusi, ki se nanašajo na montažna dela, so vsi tisti preizkusi, ki izhajajo iz zahtev proizvajalcev opreme, ki jih po zahtevah iz posameznih razpisov za dobavo opreme predpiše in zahteva Naročnik in ki jih opredeljuje zakonodaja v Sloveniji.

Izvajalec mora izvesti meritve in preizkuse na povezavah in izenačenju potenciala opreme katero montira. Meritve NN povezav morajo biti izvedene v skladu z aktualno različico TSG-N-002 ter TSG-N-003. Izvesti mora tudi preizkuse SN kabelskih povezav (visokonapetostni preizkus kablov in meritve izolacijske upornosti) kakor tudi vse ostale kabelske povezave na DC in AC strani.

Izvajalec del je dolžan izdelati terminsko opredeljen plan izvajanja preizkusov in pregledov, ki je v skladu z zahtevami dobaviteljev opreme in te razpisne dokumentacije ter ga je dolžan predložiti v potrditev Naročniku.

Pri preizkusih, ki so v obsegu izvajanja Izvajalca del, sodelujejo nadzornik, nadzorniki dobaviteljev opreme in druge institucije po presoji Naročnika.

Izvajalec del mora nuditi vso potrebno in zahtevano pomoč (zagotavljanje, vklapljanje in izklapljanje napajalnih in drugih povezanih sistemov ipd.) tudi pri preizkusih na opremi, ki jo montirajo drugi dobavitelji.

Preizkusi na gradbišču med izvajanjem montaže

Pred vsakim nadaljevanjem posamezne faze montaže mora Izvajalec del pridobiti od Naročnika pisno potrditev o uspešnem dokončanju predhodne faze. Če je potrebno za verifikacijo dokončanja in/ali omogočanja pregleda začasno odmontirati že montirane dele, nosi stroške take demontaže in ponovne montaže Izvajalec, ki tudi ni upravičen do zamude v takem primeru.

Po nadzornikovi pisni odobritvi zaključenih montažnih del za nek funkcionalni sklop ali enoto se lahko pričnejo funkcionalni preizkusi naprave.

Če nadzornik ugotovi, da nekateri rezultati preizkusov ne ustrezajo ali pa so bili preizkusi napačno izvajani, jih mora Izvajalec ponoviti na lastne stroške, da se ugotovi pravilnost montaže in funkcionalnost sklopa.

Če po izvršenih preizkusih katerekoli od Izvajalca dobavljene opreme ali opravljenih del, Naročnik odloči, da je takšna oprema ali njen del oziroma izvedba pomanjkljiva, ali ni v skladu s temi tehničnimi pogoji, lahko omenjeno opremo ali njen del oziroma izvedbo zavrne. O tem v primernem času pisno obvesti Izvajalca in navede vzroke zavrnitve.

Funkcionalni preizkusi

Izvajalec mora poleg preizkusov ob vgradnji (skladno s poglavjem 4.2.16) za vse sklope vgrajene opreme izvesti funkcionalne preizkuse, potrditi ustreznost delovanja strojne in programske opreme in preizkuse ustrezno dokumentirati. Program funkcionalnih preizkusov mora pred izvedbo preizkusov potrditi in po potrebi dopolniti Naročnik.

Funkcionalni preizkusi, se izvajajo pod nadzorom Naročnika.

Funkcionalni preizkusi za dokazovanje skladnosti s Soglasjem za priključitev

Med funkcionalne preizkuse sodi tudi celoten sklop preizkusov, ki potrjujejo skladnost delovanja s Soglasjem za priključitev, RfG in Neizčrpnimi zahtevami, SONDSEE in drugimi zahtevami omrežnih operaterjev ELES in Elektro Celje. V ta sklop sodijo preizkusi obsega delovanja (obseg moči P, Q), dinamike odzivov regulacijskih algoritmov, meritve harmonskega popačenja in ostalih parametrov KEE, skladno s programom testiranja, ki ga za namene dokazovanja skladnosti Izvajalec mora predhodno uskladiti z omrežnim operaterjem ELES (za FEBR-D2) in z Elektro Celje (za FEBR-D1).

Za posamezno FE se pripravi ločen program testiranja, ki mora biti prilagojen nivoju zahtevnosti glede na tip modula (tip B in tip D) in glede na priporočila in zahteve posameznega omrežnega operaterja, ELES (FEBR-D2) in Elektro Celje (FEBR-D1). Po testiranjih Izvajalec pripravi tudi poročilo testiranja.

Funkcionalne preizkuse za dokazovanje skladnosti s Soglasjem za priključitev mora izvajati ustrezna inštitucija, s certificirano merilno opremo, skladno z zahtevami omrežnega operaterja.

4.4.2 KONTROLA KVALITETE OB MONTAŽI NA OBJEKTU

4.4.2.1 Splošno

Kontrolo kvalitete je potrebno zagotoviti v vseh fazah izvajanja del po pogodbi zato, da se pri vseh udeležencih preverja izvedbo del in dobave opreme v skladu s projektno dokumentacijo, zakonskimi določili in da se z njeno pomočjo doseže popolna funkcionalnost posameznih sklopov in objekta ter projektirani parametri.

4.4.2.2 Naloge in pravice nadzornikov

Nadzornik po Gradbenem zakonu kontrolira kvaliteto izvedenih del, uporabo predpisov in standardov, skladnost izvajanja s projekti za izvedbo, kvaliteto vgrajenih materialov, izvajanje predpisov, uporabo primernih sredstev in izvajanje pogodbenih rokov gradnje.

Pravica Nadzornika je, da stalno pregleduje in vodi nadzor nad deli, kontrolnimi preiskavami materiala za uporabo in vgrajevanje, da ocenjuje strokovno usposobljenost delavcev, ki izvajajo dela na gradbišču, ter da nadzira tehnologijo dela ter tehnično sposobnost in primernost uporabljenih naprav/pripomočkov. Nadzor nad kvaliteto lahko poleg Naročnikovega nadzora izvaja tudi naročnikov supernadzor.

4.4.2.3 Zagotovitev kvalitete Izvajalca del

4.4.2.3.1 Splošno

Izvajalec del mora za posamezna dela pri montaži opreme opisati procedure za zagotovitev kvalitete (QA/QC Protokoli) in jih predložiti v potrditev Naročniku.

Ta opis mora vsebovati predvsem:

- organizacijo kontrole kvalitete z navedbo odgovornih oseb in
- program predvidenih postopkov za kontrolo kvalitete storitev.

4.4.2.3.2 Dokumentiranje preizkusov na objektu

Posamezne preizkuse, ki se izvajajo na gradbišču in so namenjeni zagotovitvi kvalitete ob montaži, mora Izvajalec skrbno dokumentirati.

Podrobno mora biti opisana preizkusna procedura z obrazložitvijo in opisom.

Ta dokumentacija mora obsegati najmanj:

- identifikacijsko številko (skladno s standardom Naročnika),
- kaj in kje se preizkuša,
- datum preizkusa,
- vrsto preizkusa,
- uporabljene standarde in predpise ali druge dokumente po katerih se preizkuša,
- certifikate ali druge dokumente,
- prisotne osebe pri preizkusih,
- rezultate preizkusa in ocene
- opombe.

4.4.2.3.3 Navodila za preizkušanje med montažo

Izvajalec del je dolžan za načrtovanje in izvajanje preizkusov predhodno izdelati ustrezna navodila za preizkušanje, vključno z oblikami preizkusnih listov in protokoli o opravljenih meritvah. Pripravljena navodila mora predati Naročniku v pregled in potrditev.

4.4.2.3.4 Program pregledov in prevzemov

Izvajalec del je dolžan v roku, kot ga določajo Splošni tehnični pogoji, v okviru programa dela Naročniku predložiti program pregledov in prevzemov v okviru montažnih in drugih del, ki so v obsegu tega razpisa.

4.4.2.4 Kontrola kvalitete materiala in izvedenih del

4.4.2.4.1 Splošno

Izdelki, materiali in izvedena dela morajo biti skladni z veljavno zakonodajo, navedenimi ali predlaganimi predpisi, ki jih je potrdil Naročnik. Vsi rutinski preizkusi se izvajajo po ustreznih predpisih in procedurah.

Izvajalec del je odgovoren za kvaliteto in za preglede ter preizkuse tudi za dela, ki jih odda podizvajalcem.

Za izvajanje preizkusov veljajo zakoni, pravilniki, slovenski standardi (SIST), drugi predpisi, če ni s splošnimi in posebnimi tehničnimi pogoji ali dopolnili določeno drugače.

Pri prevzemu nameščenega in na omrežje priključenega fotonapetostnega sistema naj se uporabljajo zahteve po SIST HD 60364-6 in SIST EN 62446-1:2016, Fotonapetostni sistemi – Zahteve za preskušanje, dokumentiranje in vzdrževanje – 1. del: Sistemi, priključeni na omrežje – Dokumentacija, prevzemni preskusi in nadzor. To velja za prevzemne preskuse, merila pregleda in dokumentacijo, pričakovano za preverjanje varnosti namestitve in pravilnega delovanja sistema.

Pri izvedbi funkcionalnih preizkusov, v času testnega obratovanja, se upošteva program preizkušanj, ki ga Izvajalec izdelava in uskladi z omrežnim operaterjem ELES. Poročila teh preizkusov predstavljajo del dokumentacije za preverjanje skladnosti s Soglasjem za priključitev, RfG.

4.4.2.4.2 Dokumentiranje preizkusnih certifikatov

Po zaključni montaži in pred spuščanjem v pogon je potrebno v okviru DZO dostaviti tiskane mape dokumentov, ki vsebujejo vsa poročila o pregledih, certifikate o preizkusih, ateste o uporabljenih materialih, vse merilne protokole, izjave o dokončanju del, skladnosti, PZI dokumentacijo z označenimi popravki, dnevnik in vso ostalo z zakonom določeno tehnično dokumentacijo za tehnični pregled. Vsa dokumentacija mora biti na organizirana tudi v elektronski verziji DZO.

Za potrebe dokazovanja skladnosti s Soglasjem za priključitev, je potrebno zbrati vsa potrebna dokazila, certifikate, ateste, merilne protokole in rezultate ipd., skladno z zahtevami omrežnega operaterja.

4.4.2.5 Kontrole in prevzemi

4.4.2.5.1 Splošno

Preizkusi se bodo izvajali za potrebo ugotovitve, ali dobavljeni izdelek, material in izvedena dela ustrezajo tehničnim specifikacijam. Vse rezultate preizkusov mora odobriti Naročnik.

4.4.2.5.2 Drugi preizkusi

Program kontrole in preizkusov, ki ga naredi Izvajalec del, bo obsegal vse potrebne preglede in preizkuse, ki jih mora izvesti.

Naročnik ima pravico zahtevati in uporabiti druge preglede in preizkuse, če to oceni kot potrebno.

4.4.2.5.3 Neporušni preizkusi

Vsi neporušni preizkusi se bodo izvajali v skladu z navodili za preizkuse med montažo, ki jih bodo predlagali proizvajalci opreme ali po zahtevah ustreznih predpisov, standardov ali priporočil. Program bo predhodno potrjen s strani Naročnika. Naročnik lahko zahteva dodatne preizkuse brez predhodne obrazložitve. Stroške takih dodatnih preizkusov, ki so v skladu z redno prakso in zakonodajo na tem področju, krije Izvajalec. Opremo za neporušno testiranje preskrbi Izvajalec del.

Vsi instrumenti in aparature, ki bodo uporabljeni na terenu, morajo biti kalibrirani po ustreznih standardih v laboratorijih za to akreditirane inštitucije za mere v Republiki Sloveniji ali drugi tuji pooblaščen inštituciji.

Postopki kontrole ob montaži opreme:

- Vizualni pregledi:
 - po potrjenih risbah in pisnih navodilih dobaviteljev,
 - po internih dokumentih,
 - po standardih in priporočilih,
 - po zahtevah Naročnika.
- Dimenzijski pregledi:
 - po potrjenih risbah in pisnih navodilih dobaviteljev opreme,
 - po standardih in priporočilih,
 - po zahtevah Naročnika.
- Funkcionalna testiranja:
 - po potrjenih risbah in pisnih navodilih dobaviteljev opreme,
 - po standardih in priporočilih,
 - po predlogih Izvajalca,
 - po zahtevah Soglasja za priključitev,
 - po zahtevah Naročnika.

4.4.2.5.4 Kontrola protikorozijske zaščite

Pri protikorozijski zaščiti (PKZ) je potrebno kontrolirati naslednje:

- materiale, ki se uporabljajo za PKZ,
- postopke izvajanja PKZ,
- izvedbo PKZ.

Za kontrolo materialov za PKZ mora Izvajalec predati Naročniku ateste za kemične in mehansko-fizikalne karakteristike premazov in ostalih materialov za izvajanje PKZ za vsako dobavo oz. šaržo. Poleg tega mora Izvajalec omogočiti pregled skladiščenja in priprave materiala.

Kontrola postopkov izvajanja PKZ obsega:

- kontrolo priprave površin za PKZ (po švedskem standardu SIS 05 5900/1967), ki obsega kontrolo peskanja, čistoče površin, hrapavosti površin, prisotnosti rje, prahu in maščob ter ugotavljanje eventuelnih okvar zaradi neustreznega izvajanja priprave površin. Srednja hrapavost površin po peskanju mora biti med 0,4 in 35 mikronov;
- za vsak premaz bo "Naročnik" vizualno prekontroliral kakovost in popolnost premaza, pri čemer mora biti vsak premaz v drugačnem tonu predpisanega odtenka premaza;
- kontrola debeline in preizkus oprijema ter poroznosti premazov bosta obsegala merjenje debeline posameznih osnovnih in zaščitnih premazov posebej in skupno debelino vseh premazov. Debelina premazov se bo kontrolirala z magnetsko metodo. Oprijem suhega premaza bo kontroliran po ASTM D 3359-87; Metoda A. Zahteva se stopnja oprijema 5 A. Pri tem ne sme nastopiti odlepljanje premaza od podloge in med premazi.

Ocenitev vrste PKZ in stopnje poškodb PKZ se izvaja po naslednjih standardih in metodah:

- | | |
|-------------------------|-----------------------------------|
| • nabrekanje premaza: | ASTM D 714-56 |
| • prašnost premaza: | ASTM D 659-44 |
| • razpoke premazov: | ASTM D 660-44 in
ASTM D 661-44 |
| • erozija premazov: | ASTM D 662-44 |
| • luščenje premazov: | ASTM D 772-47 |
| • stopnja zarjavelosti: | ASTM D 610-68/1970 |

Poroznost premaza se bo kontrolirala po celotni površini vizualno, z nizkonapetostnim defektoskopom ali filtrskim papirjem.

Porozen premaz ne bo sprejet.

Kontrola PKZ v garancijskem roku bo izvajana predvidoma po 6, 15, 40 in 60-tih mesecih oz. v času remontov. Kontrola bo obsegala vizualni pregled, meritev debeline in poroznosti premazov ter ocenjevanje vrste in stopnje poškodb PKZ.

4.4.2.5.5 *Preizkusi med in po končani montaži*

Izvajalec del mora izvršiti vse preizkuse in preglede posameznih električnih naprav in podsistemov in ostalega po tem razpisu, ki so vezani na ozemljevanje, polaganje kablov, medsebojno povezovanje naprav, označevanje, zapiranje kabelskih polic ipd., pa tudi na delovanje celotnih sistemov in celotne elektrarne.

Po končani montaži se izvedejo zagonski funkcionalni preizkusi, prevzem in tehnični pregledi, kar vse je opisano v Splošnih tehničnih pogojih tega razpisa. Pregled bo zajemal tudi obseg del, ki ga izvaja Naročnik v sklopu letnih revizij.

4.4.2.5.6 *Preskus stopnje učinkovitosti FE – »Performance Ratio«*

Za obe FE se bo preverjalo doseganje stopnje učinkovitosti – »Performance ratio« oz. PR. Minimalna zahtevana vrednost PR je 75%.

PR - Postopek preverjanja učinkovitosti

Cilj preizkusa preverjanja stopnje učinkovitosti je primerjava dejanske proizvodnje energije iz PV naprav z zajamčeno vrednostjo za omejen čas delovanja PV elektrarne in sicer za:

- kratkotrajno obdobje 14 dni in
- dolgotrajno obdobje 1 leta.

Spremljanje PR se izvede na podlagi meritev osončenosti v ravnini PV modulov, temperature modulov in parametrov PV modulov. Potrebne meritve mora zagotoviti Izvajalec v sklopu vremenske postaje in meritev proizvedene energije iz SCADA sistema PV elektrarne. Natančnost podatkov mora biti vsaj 1 min ali manj (naročnik lahko naknadno odobri tudi daljši interval). Natančne meritve 15 minutne proizvodnje, zajete s števci električne energije, bo iz svojih sistemov zagotovil Naročnik.

Končne teste za dokazovanje zajamčenih parametrov stopnje učinkovitosti izvede Izvajalec na lokaciji v prisotnosti Naročnika. Izvajalec mora pripraviti vso opremo za izvedbo takšnih preizkusov. Garancijske meritve se lahko začnejo že po pridobitvi obvestila o odobritvi obratovanja oziroma po uspešnem zagonu v testnem obratovanju, v kolikor pogoji omogočajo neprekinjeno delovanje FE in je FE dokončno parametrirana. V kolikor zaradi del na FE 14 dnevno neprekinjeno oziroma nemoteno obratovanje v željenem obdobju testiranja ni izvedljivo lahko Naročnik pogojno določi tudi drugačen način izvajanja 14 dnevnih meritev (npr. v posameznih intervalih krajših od 14 dni, ki kumulativno znašajo 14 dni).

Razmerje učinkovitosti naprave bo izračunano v skladu z IEC 61724: (Spremljanje delovanja fotonapetostnega sistema - smernice za merjenje, izmenjavo podatkov in analizo).

Razmerje učinkovitosti (PR) = $Y_A / Y_R [1 - \alpha * (T_{Cell\ avg.} - T_{Cell})]$

Kjer so:

Y_A = končni izkoristek PV sistema (predstavlja število ur, ko bi moral sistem delovati pri nazivni izhodni moči P_{Nom} , da bi prispeval enako energijo v omrežje, kot je bila izmerjena v opazovanem obdobju)

ali $Y_A = E_{ac} / P_{Nom}$

Y_R = referenčni izkoristek (predstavlja število ur, v katerih bi morale biti sončno sevanje na ravni obsevanosti STC, da bi prispevalo enako vpadno energijo, kot je bila izmerjena)

ali $Y_R = \sum (I_{R\ mesto\ vgradnje} * \Delta T) / I_{R\ STC}$

E_{ac} = izmenična energija, poslana v SN omrežje v točno določenem času (kWh)

P_{Nom} = nazivna največja moč nameščenih modulov (Flash preizkus pri STC) (kWp)

$I_{R\ mesto}$ = obsevanje na ravnini modula niza v točno določeni periodi ΔT (izmerjeno s piranometrom, nameščenim na ravnini polja) (kW / kvadratni meter)

ΔT = perioda vzorčenja obsevanja (h)

$I_{R\ STC}$ = obsevanje pri STC (1000 kW / m²)

$T_{cell\ avg}$ = povprečna temperatura celice / modula (°C)

T_{cell} = temperatura celice / modula STC (°C)

α = temperaturni koeficient moči (minus v predznaku), ustreza nameščenemu modulu (% / °C)

Oprema za preverjanje PR

Za določanje učinkovitosti sončne elektrarne bodo uporabljeni naslednji instrumenti in naprave, vsi so v sklopu dobave po tem razpisu in morajo zagotavljati točnost skladno z zahtevami ustreznega standarda za izračun PR:

- Merilnik moči na dobavnem mestu (SN nivo).
- Merilnik moči za vsak PV razsmernik samo za referenco.
- En (1) kalibriran piranometer za določanje obsevanosti na ravnini PV niza.
- En (1) kalibriran piranometer za določanje obsevanosti na vodoravni ravnini.
- Dva (2) termočlena za merjenje temperature modula z merilno negotovostjo $\pm 1^\circ \text{C}$.
- Zaščiten prezračevan termičlen z merilno natančnostjo $\pm 1^\circ \text{C}$.
- Anemometer, nameščen na dodatnem drogu za merjenje hitrosti vetra (brez dodatnega senčenja na modulih).

V obdobju obratovanja po zagonu se PR preverja vsako leto ob upoštevanju 100-odstotne razpoložljivosti omrežja. Naročnik lahko kadar koli v letu preveri PR v obdobju najmanj 7 dni.

4.4.2.5.7 Garancijske meritve kakovosti PV modulov - preverjanje prisotnosti vročih točk (»hot-spots«) PV modulov

Pred končno primopredajo FE Naročniku bo Naročnik zagotovil izvedbo analize celotne FE na podlagi snemanja FE z infrardečo kamero, ki omogoča identifikacijo lokalnih pregrevanj PV modulov, »vročih točk« (»hot-spots«). Snemanje bo predvidoma izvedeno s pomočjo preleta fotonapetostne elektrarne z dronom in analizirano z za ta namen predvidenimi (avtomatiziranimi) programskimi orodji.

Naročnik bo Izvajalcu predal poročilo analize oziroma izsledke analize, iz katerih bodo razvidna stanja PV modulov pred primopredajo FE.

Pogoji meritev:

Meritve vročih točk bodo predvidoma potekale v stabilnem vremenu (jasno vreme), pri konstantni proizvodnji FE, da se izloči morebitne vplive vremenskih motenj na natančnost rezultatov. Zaželeno je, da med meritvijo FE obratuje pri takšnih pogojih sončnega sevanja na ravnino modulov, da je omogočeno normiranje rezultatov na pogoje STC z minimalno napako.

Vroče točke so lokalna pregrevanja, ki nastanejo zaradi poškodb ali nepravilnosti v PV moduli oziroma na PV celicah in njihovih medsebojnih povezavah. Poškodbe lahko nastanejo tekom proizvodnje modulov, transporta ali montaže¹. Pri meritvah se kot vročo točko upošteva vsak lokalno omejen odklon temperature PV modula (ΔT_{HS}), razen tistih, ki so posledica vpliva preostalih elementov (npr. vpliv priključne doze, okvira, podkonstrukcije, razsmernika ipd.) v bližini PV modula, in presega povprečne temperature nepoškodovanih PV modulov istega (ali primerljivega) niza, skladno z določbami v nadaljevanju.

Pogoji snemanja z IR kamero:

- PV moduli morajo biti predhodno izpostavljeni vremenskim razmeram vsaj 2 meseca,
- pred snemanjem se PV module očisti lokalnih nečistoč,
- PV moduli morajo biti v obratovanju vsaj 2 tedna,
- sončno sevanje na ravnino modulov mora biti vsaj 600 W/m²,
- zagotovi snemanje v vročem obdobju leta (priporočljivo poletje),
- zagotovljene morajo biti stabilne vremenske razmere.

V kolikor vremenske in druge razmere tega v daljšem času ne zagotavljajo zahtevanih pogojev, lahko Naročnik pogoje prilagodi.

Za končno analizo je izmerjene odklone temperature vročih točk (ΔT_{HS}) potrebno normalizirati glede na trenutne vremenske razmere. Ker v splošnem velja, da je ΔT_{HS} sorazmerna jakosti sončnega sevanja I_R v ravnini modulov, se ΔT_{HS} normira ($\Delta T_{HS,n}$) na pogoje STC ($I_{R,STC} = 1000 \text{ W/m}^2$).

¹ Poškodbe lahko nastanejo tudi zaradi vremenskih razmer po vgradnji. Za te poškodbe do primopredaje FE v popolnosti odgovarja Izvajalec. V ta namen si mora zagotoviti ustrezno zavarovanje.

$$\Delta T_{HS_n} = \Delta T_{HS} * (I_{R_STC} / I_R)$$

Obravnava vročih točk

Vroče točke klasificiramo glede na odklon (normiran odklon ΔT_{HS_n}) maksimalne temperature vroče točke glede na povprečno temperaturo delujočih PV modulov istega (ali primerljivega) niza.

- Nivo 1:
 - o Posamezne vroče točke z odklonom temperature $0^{\circ}\text{C} \leq \Delta T_{HS_n} < 5^{\circ}\text{C}$
 - o Več vročih točk na modulu (multi hot-spot) $0^{\circ}\text{C} \leq \Delta T_{HS_n} < 2,5^{\circ}\text{C}$
- Nivo 2:
 - o Vroče točke z odklonom temperature $5^{\circ}\text{C} \leq \Delta T_{HS_n} < 15^{\circ}\text{C}$
 - o Več vročih točk na modulu (multi hot-spot) $2,5^{\circ}\text{C} \leq \Delta T_{HS_n} < 7,5^{\circ}\text{C}$
- Nivo 3:
 - o Vroče točke z odklonom temperature $15^{\circ}\text{C} \leq \Delta T_{HS_n}$
 - o Več vročih točk na modulu (multi hot-spot) $7,5^{\circ}\text{C} \leq \Delta T_{HS_n}$

Za PV module, se upošteva naslednje:

- Nivo 1: vroče točke se obravnavajo kot nekritične,
- Nivo 2: vroče točke se obravnavajo kot resne. Lahko se obravnavajo tudi kot kritične v primeru, da je hkrati zaznan padec napetosti modula (v primerjavi z napetostjo primerljivega delujočega modula), ki povzroča odklon izhodne moči modula izven zagotovljene linearne garancije moči proizvajalca,
- Nivo 3: vroče točke se obravnavajo kot kritične.

PV module s resnim ali kritičnim stanjem mora Izvajalec zamenjati z novimi, ki ne izkazujejo vročih točk.

Ker je tendenca vročih točk takšna, da se z leti stanje le še poslabša, bo v posameznih letih veljavnosti garancije (bodisi produktne garancije proizvajalca, garancije Izvajalca) Naročnik izvajal redne analize stanja vročih točk in bo za vse tiste vroče točke, ki so bile zaznane že pred primopredajo FE, bodisi kot vroče točke Nivoja 1, 2 ali 3, in se jim je z leti stanje poslabšalo ter prešlo v resno ali kritično stanje (Nivo 2 ali 3), zahteval odpravo napake, zamenjavo modula ali na ustrezen drug način uveljavil garancijske zahteve.

Zahteve glede absolutne temperature PV modula

Poleg obravnave temperaturnih odstopanj navedenih Nivojev, je potrebno upoštevati tudi absolutne vrednosti temperatur, ki jih sme PV modul dosegati v katerikoli točki, neglede na pojav vročih točk. Najvišja temperatura PV modula v pogojih na mestu vgradnje ne sme presegati temperature 85°C .

Ostali učinki IR snemanja

IR snemanje lahko poleg vročih točk zazna tudi neenakomerno obremenitev posameznih PV nizov (kar je sicer možno identificirati tudi z meritvami tokov) oziroma nadpovprečno pregrevanje posameznih PV nizov. V kolikor se takšno posamezno odstopanje temperature PV nizov pojavi, je razmere potrebno analizirati, najti vzrok takšnega delovanja in razmere odpraviti pred prevzemom FE.