

Sprememba:		Opis spremembe:		Datum spr.:		Podpis:	
Investitor:				Objekt:			
UNIVERZA V LJUBLJANI KONGRESNI TRG 12, 1000 LJUBLJANA				Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo in Fakulteta za računalništvo in informatiko			
Projektant:				Del objekta/sistem:			
IBE, svetovanje, projektiranje in inženiring Ljubljana, Slovenija				Transformatorske postaje in DEA			
				Vrsta načrta/prikaza:			
				4 NAČRT ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ IN ELEKTRIČNE OPREME			
Ime in priimek:		Ident. št.:		Vsebina risbe (dokumenta):			
Odgovorni vodja projekta:		A-0364					
Odgovorni projektant:		E-0108					
Sodelavec - projektant:		/		Številka projekta:		Vrsta projekta:	
Izdelač:		E-1990		Klasifikac. oznaka:		Stran/strani:	
Datum izdelave:		Merilo:		Identifikac. oznaka:		Spr.:	
marec 2014				J K K R I - - 8 E 9 0 0 1 A			

1 TEHNIČNI OPIS

VSEBINA

1	TEHNIČNI OPIS	2
1.1	UVOD	3
1.2	PRESKRBA Z ELEKTRIČNO ENERGIJO	4
1.2.1	<i>Vključitev TP1, TP2 in TP3 10(20)/0,4 kV v SN energetska okolje.....</i>	<i>4</i>
1.2.2	<i>Postavitev TP1 in TP3 v objektu FKKT ter TP2 10(20)/0,4 kV v objektu FRI</i>	<i>5</i>
1.2.2.1	Opis lokacije	5
1.2.2.2	Opis SN blokov	6
1.2.2.3	Opis transformacije.....	6
1.2.2.4	Opis NN stikalnih blokov z energetske razvodom do električnih razdelilnikov	7
1.2.2.5	Opis kompenzacije jalove električne energije na 0,4 kV	8
1.2.2.6	Opis obračunskih in internih meritev električne energije ter registracije	9
1.2.2.7	Opis meritev električnih veličin	10
1.2.2.8	Opis krmiljenja, signalizacije in zaščite	10
1.2.2.9	Opis vodenja in nadzora	11
1.2.3	<i>EE ozemljitveni sistemi energetskih naprav.....</i>	<i>12</i>
1.3	OPIS NAPAJANJA Z DIESELSKO NAPETOSTJO	12
1.4	BREZPREKINITVENO NAPAJANJE UPS.....	13
1.5	TEHNIČNI IZRAČUNI.....	14
1.5.1	<i>Bilanca porabnikov</i>	<i>14</i>
1.5.1.1	Bilanca porabnikov za mrežo + diesel + UPS	15
1.5.1.1.1	<i>Napajanje iz TP1: porabniki FKKT</i>	<i>15</i>
1.5.1.1.2	<i>Napajanje iz TP2: porabniki FRI.....</i>	<i>16</i>
1.5.1.1.3	<i>Napajanje iz TP3: skupna poraba</i>	<i>16</i>
1.5.1.2	Bilanca porabnikov samo za diesel agregat.....	17
1.5.1.3	Bilanca porabnikov za UPS	17
1.6	PRILOGA: SOGLASJA ZA PRIKLJUČITEV	18

1.1 UVOD

Za preskrbo z električno energijo Fakultete za kemijo in kemijsko tehnologijo (FKKT) ter Fakultete za računalništvo in informatiko (FRI) z mrežno napetostjo so postavljene tri nove transformatorske postaje TP 10(20)/0,4 kV, moči:

- TP1: 2x1000 kVA in TP3: 1000 kVA, ki sta locirani skupaj v pritličju objekta FKKT in zagotavljata vir električne energije za napajanje porabnikov razsvetljave, male moči, klima naprav, dvigal in UPS naprav Fakultete za kemijo in kemijsko tehnologijo (TP1) oziroma strojnih naprav skupne rabe, kot so kotlovnica, toplotna postaja, hladilna postaja, kompresorska postaja in sprinkler naprava (TP3). Prav tako iz TP3 zagotovimo vir električne energije za razsvetljavo, malo moč in klima naprave kuhinje z jedilnico ter predavalnice v skupnem objektu X,
- TP2: 1000 kVA v objektu FRI za napajanje porabnikov razsvetljave, male moči, klima naprav, dvigal in UPS naprav Fakultete za računalništvo in informatiko.

Za napajanje nujnih porabnikov, kot so nadomestna razsvetljava, dvigala, centralni nadzorni sistem, nujne klima naprave, protipožarne naprave, ipd. z DEA napetostjo je predviden diesel električni agregat 0,4 kV, 500 kVA, ki je montiran v prostoru za diesel agregat v pritličju objekta FKKT ob NN prostoru transformatorskih postaj TP1 in TP3.

Za pomembnejše informacijske porabnike, ki morajo imeti zagotovljeno stalno neprekinjeno napajanje, so postavljene omare naprav za brezprekinitveno napajanje (UPS), ki so priklopljene na razdelilnike DEA napetosti. Za vsako funkcionalno enoto je nameščena ustrezna UPS naprava in sicer: 2 x 100 kVA za FKKT, 2 x 100 kVA za FRI in 30 kVA za skupni objekt X.

Predmetni načrt št.: JKKRI--8E/35 za preskrbo z električno energijo obsega:

- vključitev oziroma vzamkanje novih TP1 FKKT, TP2 FRI in TP3 FKKT 10 (20)/0,4 kV v SN energetske okolje,
- TP1, TP2 in TP3 z opisom lokacije, transformacij, SN in NN naprav, naprav kompenzacije jalove električne energije, obračunskih in kontrolnih meritev električne energije ter registracije, meritev električnih veličin, krmiljenja, signalizacije in zaščite ter vodenja in nadzora,
- ozemljitvene sisteme EE naprav,
- rezervno napajanje z DEA napetostjo,
- neprekinjeno napajanje z električno energijo (UPS),
- zunanjo razsvetljavo kompleksa FKKT in FRI.

1.2 PRESKRBA Z ELEKTRIČNO ENERGIJO

1.2.1 Vključitev TP1, TP2 in TP3 10(20)/0,4 kV v SN energetska okolje

Vključitve novih TP 10(20)/0,4 kV za FKKT in FRI v srednje napetostno elektroenergetsko omrežje na območju ni predmet tega načrta električnih napeljav in električne opreme. Zato so naštet le izhodišča.

Elektro Ljubljana, Podjetje za distribucijo električne energije d.d., DE Ljubljana mesto, je na osnovi predložene idejne zasnove izdalo projektne pogoje št.: 4066/2008, iz katerih je razvidno, da je:

- glede obstoječih elektroenergetskih naprav na območju poseg v prostor možen,
- za priklop novograjenega objekta FKKT in FRI potrebno zgraditi transformatorsko postajo 10(20)/0,4 kV, 4 x 1000 kVA s SN priključnimi vodi,
- pri Elektro Ljubljana d.d. pred projektom PGD potrebno naročiti idejni projekt srednje napetostnega distribucijskega kabskega omrežja za vključitev TP v SN elektroenergetsko omrežje, ki bo omogočal pravočasno izgradnjo kabske kanalizacije iz Stigmaflex cevi in kabskih jaškov ter položitev ustreznih enožilnih SN kablov 12/20 kV iz točke napajanja,
- transformatorske postaje morajo biti načrtovane skladno z veljavno tipizacijo distribucijskih podjetij, veljavnimi tehničnimi predpisi in standardi.

Upoštevan je tudi PZI projekt Vključitev TP FKKT in TP FRI v SN omrežje, Elektro Ljubljana, št. projekta 08-119-013, št. načrta ELR2 905/08.

Navedeno je bilo pri izdelavi projekta na nivoju PGD upoštevano in skladno z navedenim na nivoju projekta za izvedbo PZI projektirane TP1 in TP3 za preskrbo z električno energije objekta FKKT in skupnega objekta X ter TP2 za objekt FRI.

Elektro Ljubljana, Podjetje za distribucijo električne energije d.d., Organizacijska enota za obratovanje in razvoj distribucijskega omrežja, je na osnovi pooblastila SODO d.o.o. in v skladu z 71. členom Energetskega zakona (Ur. l. RS, št. 27/07, 70/08, 22/10, 10/12), Splošnimi pogoji za dobavo in odjem električne energije (Ur. l. RS, št. 126/07), Zakonom o splošnem upravnem postopku (Ur. l. RS, št. 24/06, 126/07, 65/08, 08/10) ter na osnovi vloge za izdajo soglasja za priključitev na distribucijsko omrežje, ki jo je podal Univerza v Ljubljani, Kongresni trg 12, 1000 Ljubljana, izdalo:

- za objekt FKKT (TP1) **Soglasje za priključitev št.: 609145** (v prilogi),
- za objekt FRI (TP2) **Soglasje za priključitev št.: 609148** (v prilogi),
- za objekta FKKT in FRI (TP3) **Soglasje za priključitev št.: 609149** (v prilogi).

1.2.2 **Postavitev TP1 in TP3 v objektu FKKT ter TP2 10(20)/0,4 kV v objektu FRI**

Transformatorske postaje TP1 in TP3 v objektu FKKT ter TP2 v objektu FRI so načrtovane za predvideno priključno moč iz danih projektnih pogojev elektrodistribucijskega podjetja:

- FKKT:	1246 kW	moč transformacije:	2 x 1000 kVA
- FRI:	780 kW		1 x 1000 kVA
- FKKT +FRI:	524 kW		1 x 1000 kVA

Srednjenapetostni del posamezne TP je sestavljen s po dvema vodnima celicama, ločilno celico in merilno celico ter dvema oziroma eno transformatorsko celico v SF6 izvedbi. Nameščene so v SN prostoru TP, ki je ločen od NN prostora, in ima ob vsakem času omogočen dostop delavcem elektrodistribucijskega podjetja (ključavnica na vratih Elektro Ljubljana). Nizkonapetostni del pa predstavljajo glavni stikalni bloki opremljeni po namembnosti za napajanje razsvetljave, močnostnih električnih inštalacij, ogrevanja in prezračevanja ter klimatizacije, kot je razvidno iz preglednih enopolnih shem posameznih TP 10 (20) / 0,4 kV: št.: JKKRI--8E9003 za TP1 in TP3 ter št.: JKKRI--8E9031 za TP2 .

1.2.2.1 **Opis lokacije**

Za napajanje električnih porabnikov Fakultete za kemijo in kemijsko tehnologijo oziroma strojnih naprav skupne rabe so v pritličju objekta FKKT med osmi 19 - 22 ter O - J prostori transformatorskih postaj TP1: 10(20)/0,4 kV, 2x1000 kVA in TP3: 10(20)/0,4kV, 1000 kVA.

TP1 in TP3 sestavljajo trije ločeni transformatorski boksi za energetske transformatorje moči po 1000 kVA, skupni SN prostor z 10,5 (21) kV stikalnima blokoma in omarami meritev delovne in jalove električne energije ter skupni NN prostor z 0,4 kV glavnima stikalnima blokoma, kompenzacijskimi napravami jalove električne energije, omarami razvoda DEA napetosti, napravami za brezprekinitveno napajanje ter električnimi razdelilniki NN razvoda.

Navedene prostore TP1 in TP3 omejujejo armiranobetonske stene s pravilno dimenzioniranimi vhodnimi vrati, vstopnimi in izstopnimi žaluzijami za zadostno hlajenje suhih transformatorjev moči 1000 kVA, kakor tudi za pravilno prezračevanje SN in NN prostora. Transformatorji so postavljeni na tipske tirnice na AB ploščo debeline 20 cm, ki je zaradi razvoda kablov dvignjena za 75 cm od kote tal v pritličju objekta. Na isto višino kot transformatorji je v SN oziroma NN prostoru položen dvojni montažni pod gotove višine 75 cm, izveden z nastavljivimi lahкими aluminijastimi nosilci in ogradjem ter ploščami velikosti 610 x 610 mm. Na nosilne kovinske konstrukcije so postavljeni SN in NN glavni stikalni bloki in ostala energetska oprema.

Pod omarami SN in NN razvoda, kakor tudi pod transformatorji je kabelski prostor za razvod 10,5 (21) kV in 0,4 kV kablov.

Podobno so za napajanje električnih porabnikov Fakultete za računalništvo in informatiko v pritličju objekta FRI med osmi 10 - 11 ter A - B namenjeni prostori transformatorske postaje TP2: 10(20)/0,4 kV, 1000 kVA in sicer transformatorski boks ter srednjenapetostni prostor, medtem ko je nizkonapetostni prostor predviden na koti ± 0.00 v vzdolžnih oseh 9 - 10 pod diplomsko sobo objekta FRI. Prostor SN stikališča, transformatorskega boksa in NN stikališča TP2 so podkleteni, v višini cca 175 cm in so namenjeni elektroenergetskemu razvodu 10,5 (21) kV in 0,4 kV kablov.

1.2.2.2 Opis SN blokov

Zaradi poenotenja opreme v ostalih TP na območju je SN blok v SF6 izvedbi, sestavljen iz dveh vodnih celic, vezne in merilne celice ter dveh celic za transformacijo 2x1000 kVA v TP1 oziroma po ene transformatorske celice v TP2 in TP3.

Obratovalna napetost na SN napetostnem nivoju je 10,5 kV, oziroma kasneje je predviden prehod na 20 kV. Tako so v TP1, TP2 in TP3 dimenzionirani SN bloki za nazivno napetost 24 kV in za nazivni tok, ki ga narekuje 10,5 kV oziroma 20 kV distribucijsko omrežje, 630 A ter za kratkostično trdnost opreme 21 kA za 10,5 kV napetostni nivo oziroma kasneje 10,1 kA za 20 kV napetostni nivo, ki jo pogojuje varno obratovanje in SN omrežje med točko napajanja in predmetnimi TP. Razred izolacije je A, 24/50/125. Vsi SN priključki so kabelski.

Ker izbrani 24 kV SN bloki obratujejo z 10,5 kV obratovalno napetostjo, so izbrani ustrezni napetostni merilni transformatorji za nazivno napetost 12 kV, ki jih je potrebno po prehodu na 20 kV distribucijsko napetost zamenjati z napetostnimi merilnimi transformatorji za $U_n = 24$ kV. Tokovne merilne transformatorje pa bo potrebno prevezati na drugo prestavno razmerje.

Do SN naprav ima lahko dostop samo distributer (na SN strani se zaključi nadzor distribucije).

1.2.2.3 Opis transformacije

V transformatorskih postajah TP1 FKKT, TP2 FRI in TP3 FKKT zaradi možnosti kasnejšega prehoda na obratovanje z 20 kV distribucijsko napetostjo so montirani skupno štirih prevezljivi suhi energetski transformatorji 10,5 (21) $\pm 2 \times 2,5\%$ / 0,42 kV, 1000 kVA, uk=6%, v Dyn5 spoju.

Na NN nivoju vsak izmed transformatorjev napaja svoje zbiralke s tem, da je v primeru okvare enega sektorja zbiralk obeh transformatorjev v TP1 možno med sabo povezati zbiralke z za to predvidenim ločilnikom, kot je prikazano na priloženi enopolni shemi JKKRI--8E9003. Paralelno delovanje dveh transformatorjev na skupne zbiralke ni predvideno.

V ločenih transformatorskih boksih so na tirnicah postavljeni suhi energetski transformatorji, za katere je predvideno naravno hlajenje. Skladno z navedenim, so za transformacije 1000 kVA ter toplotne izgube ustrezno dimenzionirane velikosti transformatorskih prostorov, žaluzije za dovod

in odvod zraka, ipd. Prezračevanje transformatorjev je skozi prezračevalne rešetke, ki so nameščene na vstopnih odprtinah in žaluzijami nad dvokrilnimi vhodnimi kovinskimi vrati v transformatorske bokse.

Izpolnjene morajo biti naslednje zahteve v času obratovanja transformatorjev:

- glede dovoljenega hrupa, ki ga povzroča transformator, je potrebno upoštevati mejno vrednost dovoljenega hrupa, ki je podana v Uredbi o mejnih vrednosti kazalcev hrupa v okolju (Ur. l. RS št. 105/2005, spr.: Ur.l. RS, št. 34/2008, 109/2009, 62/2010), za II. Območje (max 45dB),
- elektromagnetno sevanje (nizkofrekvenčno 0 -10 kHz in visokofrekvenčno 10kHz - 300GHz), ki ga oddaja transformator v okolje, ne sme presegati mejnih vrednosti glede na Uredbo o elektromagnetnem sevanju v naravnem in življenjskem okolju (Ur. l. RS št. 70/1996, spr.: Ur.l. RS, št. 41/2004-ZVO-1). Električna poljska jakost ne sme presegati vrednosti 0,5 kV/m in efekt. gostote mag. pretoka 10 μ T.

Transformatorji so opremljeni s termičnimi sondami v navitjih ter pripadajočim termičnim zaščitnim relejem.

Povezavo med SN in NN stranjo energetskih transformatorjev in pripadajočimi SN oziroma NN transformatorskimi polji je izvedeno z enožilnimi Cu kabli z izolacijo iz omreženega polietilena ustreznega preseka. Za SN povezave so uporabljeni 20 kV kabli 3x N2XS(FL)2Y 1x95/16 mm², oziroma na NN stani 1 kV kabli 3x 3x N2XY 1x300mm² + 2x N2XY 1x240mm².

Tirnice, kot tudi ohišja transformatorjev, so najmanj dvakrat diagonalno povezane na zaščitno in obratovalno ozemljitev.

1.2.2.4 Opis NN stikalnih blokov z energetskim razvodom do električnih razdelilnikov

V skupnem NN prostoru TP1 in TP3 v pritličju objekta FKTT so nameščeni:

- glavni NN stikalni blok za napajanje razsvetljave, male moči, klima naprav, dvigal in UPS-ov objekta FKKT po priloženi enopolni shemi, ki ga napajata energetska transformatorja 2x1000 kVA v TP1 ter kompenzacijske in UPS naprave in nekaj podrazdelilnikov za razvod mrežne, DEA in UPS napetosti,
- glavni NN stikalni blok za napajanje električnih porabnikov strojnih naprav (skupna raba) in skupnega objekta X, ki jih napaja energetski transformator 1000 kVA v TP3,

medtem ko so v NN prostoru TP2 v objektu FRI nameščeni še:

- glavni NN stikalni blok za napajanje razsvetljave, male moči, klima naprav, dvigal in UPS objekta FRI ter kompenzacijske in UPS naprave in nekaj podrazdelilnikov za razvod mrežne, DEA in UPS napetosti.

V normalnem obratovanju energetske transformatorji ločeno napajajo 0,4 kV zbiranke pripadajočih glavnih NN stikalnih blokov. V primeru TP1 je možno z vzdolžno povezavo obeh sistemov NN zbirank da v primeru okvare ali eventualnega izpada enega izmed energetskih transformatorjev drugi prevzame napajanje dela porabnikov le-tega, kar je opredeljeno z obratovalnimi navodili.

Paralelno obratovanje energetskih transformatorjev T1 in T2 sicer ni predvideno, vendar te možnosti nismo izključili. Kratkostična trdnost glavnih NN blokov je dimenzionirana za neugodnejši primer, to je na kratkostično moč v primeru paralelnega obratovanja energetskih transformatorjev 2x1000 kVA v TP1, ki znaša cca 39,5 kA. Zaradi poenotenja so izbrani NN stikalni bloki s kratkostično trdnostjo 45 kA. Temu primerno je dimenzionirana in izbrana tudi vrsta in notranja razporeditev opreme vgrajene v posameznih NN omarah.

Opremljenost posameznih NN stikalnih blokov je razvidna iz preglednih enopolnih shem JKKRI--8E9003 za TP1 in TP3 in JKKRI--8E9031 za TP2 ter priloženih izgledov JKKRI--8E9008 oziroma JKKRI--8E9036.

V glavnih NN stikalnih blokih so vgrajeni avtomatski zaščitni odklopniki z elektromotornim pogonom ter s pretokovno-termično in kratkostično zaščito in sicer v dovodnih transformatorskih poljih odklopniki 2000 A, v odvodih pa glede na porabnike odklopniki za nazivni tok v razponu med 100 A in 630 A. Za vzdolžno povezavo obeh sistemov NN zbirank v TP1 je vgrajeno še tripolno ločilno stikalo 2500 A na ročni pogon, s ključavnico.

Posamezno stikalno opremo NN blokov je možno lokalno upravljati ročno z uporabo ustreznih ročic ali pa tipk za vklop in izklop oziroma daljinsko iz centralnega sistema vodenja in nadzora z vgradnjo ustreznega krmilnika.

1.2.2.5 Opis kompenzacije jalove električne energije na 0,4 kV

Zaradi ekonomičnosti pri plačevanju električne energije ter zaradi optimalnih rešitev zaradi zmanjšanih presekov energetskih kablov za transformacije 1000 kVA na 0,4 kV NN stikalnih blokih so priključene avtomatske kompenzacijske naprave, ki izboljšujejo faktor delavnosti $\cos\varphi$ na sprejemljivih 0,95 in zagotavljajo filtriranje višjih harmonskih komponent.

Z avtomatsko kompenzacijo jalove električne energije je tako, s stopenjsko vključitvijo kondenzatorjev, zagotovljen faktor delavnosti najmanj $\cos\varphi = 0,95$. Zaradi značaja potrošnikov - ohmski ali induktivni, je moč kompenzacije jalove energije cca 30% moči transformacije, to je 300 kvar po transformatorski enoti.

V skupnem NN prostoru TP1 in TP3 so nameščene tri avtomatske kompenzacijske naprave s filtriranjem višjih harmonikov moči po 300 kvar. V NN prostoru TP2 v objektu FRI je še ena avtomatska kompenzacijska naprava moči prav tako 300 kvar .

1.2.2.6 Opis obračunskih in internih meritev električne energije ter registracije

Obračunske meritve delovne in jalove električne energije s kazalnikom maksimuma z možnostjo za daljinski prenos podatkov v posameznih TP1, TP2 in TP3 so izvedene na SN napetostnem nivoju. Števci delovne in jalove energije za obračunsko merilno mesto (omara +NQ1) so priključeni na TMT in NMT v posamezni merilni celici. Vgrajen je tudi ustrezen komunikator za prenos števnih podatkov na Elektro Ljubljana.

Opremljenost merilnih naprav mora ustrezati zahtevam iz soglasja za priključitev (razred točnosti, komunikacijska naprava za prenos podatkov, itd.) in sicer je za:

- TP1: Indirektni trifazni števec s 15-minutno registracijo delovne energije kl. 0.5 (IEC) ali C (MID) in jalove energije kl. 1, (3x58/100V, 5A) ter s komunikac. vmesnikom.
tip ISKRAEMECO MT831T1A32R42
Komunikator ISKRAEMECO MK-F38A-2
- TP2: Indirektni trifazni števec s 15-minutno registracijo delovne energije kl. 1 (IEC) ali B (MID) in jalove energije kl. 2, (3x58/100V, 5A) ter s komunikac. vmesnikom.
tip ISKRAEMECO MT831-T1A42R56
Komunikator ISKRAEMECO MK-F38A-3
- TP3: Indirektni trifazni števec s 15-minutno registracijo delovne energije kl. 1 (IEC) ali B (MID) in jalove energije kl. 2, (3x58/100V, 5A) ter s komunikac. vmesnikom.
tip ISKRAEMECO MT831-T1A42R56
Komunikator ISKRAEMECO MK-F38A-3

Vgrajene merilne naprave vključno z moduli RS485 in GSM ter skupaj z ustrezno programsko opremo na centralnem nadzornem sistemu omogočajo spremljanje in napovedovanje porabe, kar lahko pripomore k optimizaciji porabe ter spremljanju kvalitete električne energije.

Omara +NQ1 z obračunskimi meritvami za TP1 in TP3 je nameščena v skupnem SN prostoru v pritličju objekta FKKT, medtem ko je omara +NQ1 z obračunskimi meritvami za TP2 nameščena v SN prostoru v objektu FRI. Prostor ali omarica, kjer so nameščeni števci električne energije in obračunski elementi, ima vrata, v katera je vgrajena ključavnica distributerja električne energije (Elektro Ljubljana).

V transformatorski postaji TP3 so izvedene še interne obračunske meritve delovne in jalove električne energije na NN nivoju za skupne porabnike, kot so električni porabniki strojnih naprav (skupna raba) in kuhinje z jedilnico ter bifeja v skupnem objektu X. Števci so nameščeni v ločeni omari internih števnih meritev v NN prostoru TP3. Interne odštevne meritve s števcem delovne in jalove električne energije na NN nivoju za kuhinjo so izvedene v stikalnem bloku za kuhinjo JSBM22 v 2. nadstropju objekta X.

1.2.2.7 Opis meritev električnih veličin

Na SN blokih TP1, TP2 in TP3 so predvidene le primarne meritve napetosti zbiralnic z možnostjo trifaznega odčitka in obtežbe - toka energetskih transformatorjev.

Na SN blokih so vgrajeni še merilni pretvorniki v sistemu 4-20 mA za merjenje napetosti in toka v vseh treh fazah, z možnostjo povezave na krmilnik, tako da je možno vrednosti napetosti in toka odčitavati tudi na centralnem računalniškem sistemu vodenja in nadzora.

Na zbiralkah glavnih NN stikalnih blokov v TP1, TP2 in TP3 so vgrajene digitalne naprave za merjenje osnovnih električnih veličin (analizatorji), na katerih lahko odčitamo napetost (U), tok (I), delovno (P) in jalovo moč (Q) ter $\cos \varphi$, s povezavo na CNS.

Na posameznih razdelilnikih objektov so vgrajeni kazalniki za prisotnost napetosti (U) oziroma za obtežbo (I).

Glavna razdelilna omara DEA napetosti iz diesel agregata ima na dovodu prav tako vgrajeno digitalno napravo za merjenje osnovnih električnih veličin z možnostjo povezave preko krmilnika na CNS.

1.2.2.8 Opis krmiljenja, signalizacije in zaščite

Vse stikalne naprave na SN in NN blokih je možno lokalno upravljati ročno z uporabo ustreznih ročic ali pa tipk za vklop in izklop.

Vse stikalne naprave imajo vgrajene lokalne mehanske kazalnike položajev za vklop in izklop, ki so ustrezno numerično in barvno označeni (0-1 ali rdeča-zelena). Preko signalnih kontaktov je dana možnost daljinske signalizacije položaja in okvar.

V transformatorskih poljih SN blokov so vgrajeni odklopni ločilniki z varovalko na udarno iglo in izklopnim mehanizmom, ki izklopi stikalo ob pregoretnju varovalke zaradi preobremenitve ali kratkega stika ter elektromagnetnim sprožnikom, ki izklopi stikalo zaradi delovanja termičnega releja ob nedovoljenem povišanju temperature energetskega transformatorja. Vezna polja in vodna polja v TP1, TP2 in TP3 nimajo vgrajenih zaščit, saj funkcijo prevzamejo pretokovne, kratkostične in zemljostične zaščite na izvoru napajanja v pripadajočih zunanjih RTP-jih.

V NN stikalnih blokih so kot stikalni elementi uporabljamo avtomatske zaščitne odklopnike s pretokovno in kratkostično zaščito, ki v primeru preobremenitve ali kratkega stika na posameznih odcepih le-te selektivno in pravočasno izključijo. Zaščite morajo biti nastavljene na izračunane toke kablov v PZI projektu.

Transformatorski odklopniki imajo vgrajeno digitalno zaščitno enoto, ki omogoča večji obseg nastavitvev, dodatno funkcijo časovne zakasnitve za doseganje selektivnosti izklopov ter funkcijo podnapetostne zaščite za eventuelno preprečevanje samodejnega ponovnega vklopa.

Vgrajeni avtomatski zaščitni odklopniki imajo tudi motorni pogon, ki omogoča poleg ročnega lokalnega upravljanja tudi daljinsko iz CNS.

1.2.2.9 Opis vodenja in nadzora

Za optimalno vodenje in nadzor različnih sistemov v objektu je predviden sistem vodenja in nadzora CNS s funkcijo krmiljenja in upravljanja SN in NN naprav ter naprav osnovne razsvetljave, nadomestne razsvetljave, napajanja ogrevanja in prezračevanja oziroma klimatizacije, zunanje razsvetljave, itd.

V CNS zbiramo vse pomembne procesne podatke, ki pripomorejo k varnemu napajanju in racionalni porabi električne energije, možno pa je tudi daljinsko vodenje energetskih postrojev ter naprav transformatorskih postaj. Enako velja za SN in NN bloke, diesel električni agregat ter naprave za brezprekinitveno napajanje UPS.

Zaradi tega smo že pri dimenzioniranju energetskih naprav izbirali takšno elektroenergetsko opremo, ki lahko zagotavlja daljinski nadzor (signalizacija vklopov in izklopov, alarmi, daljinske meritve električnih veličin I, U, P, Q) ter vodenje teh naprav v obliki krmiljenja, blokad, avtonomnih avtomatskih preklpov, ipd.

Zajem podatkov SN blokov:

- komande vklopov in izklopov odklopnih ločilnikov
- signalizacija položaja odklopnih ločilnikov
- signalizacija izpadov, znižanja napetosti, plina SF6
- RS485 komunikacija
- analogne meritve 4-20 mA (U, I)

Zajem podatkov transformatorjev:

- signalizacija povišane temperature in izpada transformatorjev

Zajem podatkov NN blokov:

- komande vklopov in izklopov odklopnikov
- signalizacija položaja odklopnikov
- LonWorks komunikacija digitalnih naprav za merjenje osnovnih električnih veličin

Zajem podatkov kompenzacije jalove električne energije:

- signalizacija nepravilne priključitve TMT, premajhne moči kompenzacije, prekompenzacije in prekinitve tokokroga TMT

Zajem podatkov naprav za brezprekinitveno napajanje:

- SNMP nadzor nad UPS-i:
 - . signalizacija napak napajanja
 - . pregled parametrov UPS-a
 - . izvrševanje ročnih in programiranje samodejnih testiranj UPS-a

Zajem podatkov diesel električnega agregata in DEA glavnega razdelilnika:

- SNMP kartica
 - . komanda vklop - izklop DEA
 - . signalizacija napak DEA
 - . pregled parametrov DEA
- signalizacija položaja odklopnikov
- analogne meritve 4-20 mA (U-I)

Zajem števnih podatkov:

- zajem podatkov el. števecov obračunskih meritev (RS485 komunikacija, RS232 komunikacija, CS zanka ali impulzi).

1.2.3 *EE ozemljitveni sistemi energetskih naprav*

Skladno z veljavnimi tehničnimi predpisi in standardi za naprave nazivne napetosti nad 1000 V in nazivne napetosti pod 1000 V, je v TP1, TP2 in TP3 uporabljen osnovni zaščitni ukrep združenih ozemljitev, pri čemer so SN zaščitna, NN zaščitna in obratovalna ozemljitev ter ozemljitve strelovodov in drugih energetskih medijev med sabo združeni. To pomeni, da so SN naprave dimenzionirane po zaščitnem ukrepu zaščitnih ozemljitev v posredno ozemljenem SN omrežju, medtem ko so NN naprave v TP in DEA dimenzionirane za TN-C vrsto električnega omrežja, pri kateri sta nevtralni vodnik N in ozemljitev PE združena v t.i. PEN. Vrsta električnega omrežja TN-C-S je uporabljena v razdelilnikih za napajanje posameznih sklopov, ki so nameščeni v energetskih prostorih po objektih. V dislociranih podrazdelilnikih za napajanje posameznih naprav pa je predvidoma izbrana TN-S vrsta električnega omrežja, pri kateri nevtralni vodnik N in ozemljitev PE nista več med sabo povezana, zato imajo ti razdelilniki vgrajene odvodnike prenapetosti poleg treh faznih tudi med N in PE.

Gradbena objekta FKKT in FRI sta zasnovana tako, da imata pod pritličjem kletno etažo ter nad pritličjem še tri etaže, katere za infrastrukturne in energetske medije med sabo povezuje več vertikalnih jaškov. Elektroenergetski postroji za napajanje vseh vrst razsvetljav, male moči, tehnologije, prezračevanja in ogrevanja, kot so TP-ji in diesel agregat ter razsmerniki, so locirani v pritličju FKKT oziroma FRI. Temu ustrezno so izvedene SN zaščitne in NN zaščitne in obratovalne ozemljitve ter ozemljitve za izenačitve potencialov, kakor tudi strelovodne ozemljitve.

1.3 OPIS NAPAJANJA Z DIELELSKO NAPETOSTJO

DEA napetost je v največji meri potrebna za napajanje nadomestne razsvetljave, dela male moči, UPS naprav, dvigal, požarnega prezračevanja, toplotne postaje, ipd. v primeru izpada splošnega mrežnega napajanja.

Glede na predvideno obtežbo v vseh treh objektih izberemo diesel agregat 0,4 kV moči 500 kVA.

Prostor z diesel agregatom 0,4 kV, 500 kVA in s pripadajočo energetske krmilno omarico je lociran v pritličju objekta FKKT v oseh I-J in 21-22. Glavni stikalni blok dieselske napetosti +NB1 je nameščen v NN prostoru TP1 in TP3.

Stene DEA prostora so armiranobetonske, obdelane z zvočno izolacijo zidov, s pravilno dimenzioniranimi vhodnimi vrati, vstopnimi in izstopnimi odprtinami za zadostno hlajenje diesel agregata. Dovod svežega zraka je speljan preko vstopne žaluzije v transportnih vratih v DEA prostor, medtem ko je odvod toplega zraka speljan preko pločevinastega kanala nad DEA in vrati na prosto. Izolirana izpušna cev diesel agregata je speljana v za to namenjen dimnik ob dimnikih plinskih kotlov. Izbrani diesel agregat ima poleg dnevnega rezervoarja goriva, ki je nameščen v nosilnem ogrodju, še dodatni notranji rezervoar goriva s črpalko rezervnega goriva. Prigrajeno ima tudi 24 V akumulatorsko baterijo s polnilcem za nemoten start v primeru izpada mrežne napetosti.

Skupaj z diesel agregatom je dobavljena tudi krmilna in energetska omarica diesel agregata. Glavni stikalni blok dieselske napetosti, prostostoječe izvedbe, sestavljen iz dveh polj, je opremljen z vso potrebno stikalno, zaščitno, signalno in merilno opremo za napajanje porabnikov, vključno z rezervo.

Pri diesel električnem agregatu morajo biti med obratovanjem izpolnjene naslednje zahteve:

- glede dovoljenega hrupa, ki ga povzroča DEA je potrebno upoštevati mejno vrednost dovoljenega hrupa, ki je podana v Uredbi o mejnih vrednosti kazalcev hrupa v okolju (Ur. l. RS št. 105/2005, spr.: Ur.l. RS, št. 34/2008, 109/2009, 62/2010), za II. Območje (max 45dB).
- elektromagnetno sevanje (nizkofrekvenčno 0 -10 kHz in visokofrekvenčno 10kHz - 300GHz), ki ga oddaja DEA v okolje, ne sme presegati mejnih vrednosti glede na Uredbo o elektromagnetnem sevanju v naravnem in življenjskem okolju (Ur. l. RS št. 70/1996, spr.: Ur.l. RS, št. 41/2004-ZVO-1). Električna poljska jakost ne sme presegati vrednosti 0,5 kV/m in efekt. gostote mag. pretoka 10 μ T.

1.4 BREZPREKINITVENO NAPAJANJE UPS

Za napajanje občutljivih porabnikov, ki potrebujejo napajanje tudi ob izpadu mrežne oziroma DEA napetosti, kot so predvsem mrežna računalniška oprema, TK naprave in CNS, so v vsakem objektu (FKKT, FRI in objekt X), inštalirane centralne naprave za brezprekinitveno napajanje s 30 minutno avtonomijo in sicer:

- v objektu FKKT: 2x 100 kVA (eno za vtičnice UPS in eno za strežnike)
- v objektu FRI: 2x 100 kVA (eno za vtičnice UPS in eno za strežnike)
- v skupnem objektu: 1x 30 kVA (skupaj za vtičnice UPS in strežnike).

Princip delovanja brezprekinitvenega sistema UPS je, da presmernik s svojo AKU baterijo in preklopno elektroniko v primeru izpada obeh prej navedenih izmeničnih napetosti, za čas izpada preskrbi presmerjeno napetost za vse porabnike priključene na UPS.

Naprave za brezprekinitveno napajanje so priključene na glavne stikalne bloke dieselske napetosti po posameznih objektih. Vsaka od naprav za brezprekinitveno napajanje ima še glavni stikalni blok za UPS napetost.

Delovanje UPS-ov je mogoče nadzorovati preko skupnega računalniškega omrežja z uporabo protokola SNMP (Simple Network Management Protocol). Vse UPS-e v omrežju, ne glede na lokacijo, lahko upravljamo z enega samega mesta. Nadzor večjega števila UPS-ov je mogoč s centralne SNMP nadzorne postaje. Na daljavo je mogoče tudi konfigurirati in upravljati funkcije posameznega UPS-a.

Prostori serverjev morajo so hlajeni s samostojnimi napravami s 100% rezervo (2x split sistemi) in napajani iz diesel električnega omrežja.

1.5 TEHNIČNI IZRAČUNI

Vsi potrebni tehnični izračuni in dimenzioniranja opreme so bili opravljeni v projektu za pridobitev gradbenega dovoljenja PGD, ki ga je v maju 2008 izdelalo podjetje IBE d.d. Ljubljana: 4/1 *Preskrba z električno energijo, načrt št.: JKKRI--5E/01, mapa št.: JKKRI--5E/M01*, in v projektu za izvedbo PZI, ki ga je izdelalo podjetje IBE d.d. Ljubljana: 4/1 *Preskrba z električno energijo, načrt št.: JKKRI--7E/08, mapa št.: JKKRI--7E/M08*.

1.5.1 Bilanca porabnikov

Izbrano velikost transformatorjev v TP1, TP2 in TP3 ter DEA in UPS naprav narekujejo obtežbe posameznih porabnikov razsvetljave, močnostnih električnih inštalacij ter električnih inštalacij za strojne naprave za FKKT, FRI in skupni objekt X. Podatki za P_{inst} (kW), P_{ist} (kW), I_n (A), izbrane odklopnike v odvodih glavnih NN stikalnih blokov I_v (A) in preseke kablov (mm^2) v tabelah so povzeti iz izračunov NN energetske kablov, ki so priloženi v nadaljevanju in so bili narejeni na osnovi navedenih obtežb posameznih porabnikov.

1.5.1.1 Bilanca porabnikov za mrežo + diesel + UPS

1.5.1.1.1 Napajanje iz TP1: porabniki FKKT

Zap.št.	Električni razdelilnik	P_{inst} (kW)	f_{ist}	P_{ist} (kW)	I_n (A)	I_v (A)	kabel (mm ²)
1.	TP1 - FKKT:						
1.1.	Transformator T1						
	- KSBMG4	679,0	0,60	407,4	653,4	800	2x 4x240
	- KSBMG5	508,7	0,60	305,2	518,3	630	2x 4x150
	- KSBDG0	584,0	0,50	292,0	443,7	630	2x4x120
$P_{inst} = 1771,7 \text{ kW}$ $P_{ist} = 1004,6 \text{ kW}$ $P_{ist}' = 853,9 \text{ kW}$ $P_{nist}' = 898,8 \text{ kVA}$ $I_n = 1297,3 \text{ A}$ $I_{n \text{ odkl.}} = 2000 \text{ A}$ $dovod : 3 \times 3 \text{ N2XY-J } 1 \times 300 \text{ mm}^2$							
1.2.	Transformator T2						
	- KSBMG1	1055,5	0,38	401,1	609,4	630	2x 4x240
	- KSBMG2	1069,1	0,38	406,3	617,3	630	2x 4x240
	- KSBMG3	1069,3	0,38	406,3	617,3	630	2x 4x240
$P_{inst} = 3193,9 \text{ kW}$ $P_{ist} = 1213,7 \text{ kW}$ $P_{ist}' = 910,3 \text{ kW}$ $P_{nist}' = 958,2 \text{ kVA}$ $I_n = 1383,0 \text{ A}$ $I_{n \text{ odkl.}} = 2000 \text{ A}$ $dovod : 3 \times 3 \text{ N2XY-J } 1 \times 300 \text{ mm}^2$							

1.5.1.1.2 Napajanje iz TP2: porabniki FRI

Zap.št.	Električni razdelilnik	P_{inst} (kW)	f_{ist}	P_{ist} (kW)	I_n (A)	I_v (A)	kabel (mm ²)
1.	TP2 - FRI:						
1.1.	Transformator T1						
	- RSBMG1	547,5	0,60	328,5	499,1	630	2x 4x185
	- RSBMG2	542,0	0,60	325,2	494,1	630	2x 4x150
	- RSBMG3	514,8	0,6	308,9	495,4	630	2x 4x150
	- RSBDG0	177,2	0,80	141,8	215,4	250	4x120
$P_{inst} = 1781,5 \text{ kW}$ $P_{ist} = 1104,4 \text{ kW}$ $P_{ist}' = 905,6 \text{ kW}$ $P_{nist}' = 953,3 \text{ kVA}$ $I_n = 1375,9 \text{ A}$ $I_n \text{ odkl.} = 2000 \text{ A}$ $dovod : 3 \times 3 \text{ N2XY-J } 1 \times 300 \text{ mm}^2$							

1.5.1.1.3 Napajanje iz TP3: skupna poraba

Zap.št.	Električni razdelilnik	P_{inst} (kW)	f_{ist}	P_{ist} (kW)	I_n (A)	I_v (A)	kabel (mm ²)
1.	TP3 - SKUPNA RABA:						
1.1.	Transformator T3						
	- hladilni agregat SHA1	250,0	1,00	250,0	400,94	630*	2x 4x120
	- hladilni agregat SHA2	250,0	/			630*	2x 4x120
	- SSBMG1	443,0	0,75	332,2	564,1	630	2x 4x185
	- XSBMG1	201,8	0,80	161,4	274,1	400	2x 4x95
	- XSBMG0	213,8	0,70	149,7	227,4	250	4x185
	- XSBDG0	77,8	0,80	62,2	94,5	160 (100)	4x70
	- JSBMG0	351,8	0,76	267,4	406,3	630	3x(4x150)
	- bife	11,2	0,70	7,8	11,9	160 (40)	4x10
$P_{inst} = 1799,4 \text{ kW}$ $P_{ist} = 1230,7 \text{ kW}$ $P_{ist}' = 1009,2 \text{ kW}$ $P_{nist}' = 1062,3 \text{ kVA}$ $I_n = 1533,3 \text{ A}$ $I_n \text{ odkl.} = 2000 \text{ A}$ $dovod : 3 \times 3 \text{ N2XY-J } 1 \times 300 \text{ mm}^2$							

Opomba: * Naveden je nazivni tok hladilnih agregatov in zahtevan zaščitni element.

1.5.1.2 Bilanca porabnikov samo za diesel agregat

Zap.št.	Električni razdelilnik	P_{inst} (kW)	f_{ist}	P_{ist} (kW)	I_n (A)	I_v (A)	kabel (mm ²)
1.	FKKT:						
	- KSBDG0	584,0	0,50	292,0	443,7	400	2x4x120
2.	FRI:						
	- RSBDG0	177,2	0,80	141,8	215,4	250	4x120
3.	SKUPNA PORABA:						
	- XSBDG0	77,8	0,80	62,2	94,5	160 (100)	4x70
	- JSBDG0	25,1	0,80	20,1	30,5	50	4x16
	- bife	11,2	0,70	7,8	11,9	160 (40)	4x10
$P_{inst} = 875,3 \text{ kW}$ $P_{ist} = 523,9 \text{ kW}$ $P_{ist}' = 445,3 \text{ kW}$ $P_{nist}' = 468,8 \text{ kVA}$ $I_n = 676,6 \text{ A}$ $I_{n \text{ odkl.}} = 800 \text{ A}$ dovod : 2 x NHXH FE180/E30-E60 4x185 mm ²							

1.5.1.3 Bilanca porabnikov za UPS

Zap.št.	Električni razdelilnik	P_{inst} (kW)	f_{ist}	P_{ist} (kW)	I_n (A)	I_v (A)	kabel (mm ²)
1.	FKKT:						
	- KSBUG1 (vtičn. UPS)	110,8	0,50	55,4	84,2	200	4x120
	- KSBUG2 (strežniki)	111,8	0,50	55,9	85,0	200	4x120
2.	FRI:						
	- RSBUG1 (vtičn. UPS)	58,5	0,80	46,8	71,0	200	4x120
	- RSBUG2 (strežniki)	57,0	0,80	45,6	69,3	200	4x120
3.	SKUPNA PORABA:						
	- XSBUG0	32,2	0,80	25,8	39,2	63	5x16

Izberemo UPS naprave za vhodno napetost 400/230 V, AC, za posamezne objekte moči:

- FKKT 2 x 100 kVA
- FRI 2 x 100 kVA
- skupni objekt 30 kVA.

1.6 PRILOGA: SOGLASJA ZA PRIKLJUČITEV