

664
NEK

NUKLEARNA ELEKTRARNA KRŠKO
TO.VZEL




TEHNIČNE SPECIFIKACIJE ZA IZVEDBO

del na testiranju zaščit generatorja 850MVA, bloka XR
in avtomatskega sinhronizatorja
v remontu 2027

TS – RE27 _ REZ – 02613 /1141-309
Revizija 0


(IN: 8260652)
Augmented Quality

Pripravil:


Uroš Srpčič – Inž. rotacijskih naprav


Datum: 13/03/2026

Pregledal:


J. Mežič – Vodja TO.VZEL

Datum: 13/3/2026

Pregledal:


QA inženir *D. Gregorič*

Datum: 16/3/2026

Odobril:


M. Habinc – Vodja TO.VZ

Datum: 16/03/2026

VSEBINA	Stran
1.0 OPIS AKTIVNOSTI	3
2.0 OBSEG STORITVE	3
3.0 KLASIFIKACIJA STORITVE	6
4.0 VRSTA STORITVE	6
5.0 VELJAVNA REGULATIVA, STANDARDI IN POSTOPKI	6
6.0 IDENTIFIKACIJA OPREME IN NAPRAV	7
7.0 TEHNIČNE ZAHTEVE	7
8.0 ZAHTEVE GLEDE KVALIFIKACIJE DELOVNE SILE	8
9.0 DINAMIKA IZVAJANJA DEL	8
10.0 OBVEZNOSTI DOBAVITELJA	9
11.0 OBVEZNOSTI NEK	10
12.0 POSEBNE ZAHTEVE	10
13.0 ZAHTEVE QA	10
14.0 PRILOGE	10

1.0 OPIS AKTIVNOSTI

1.1 Testiranje komponent električne zaščite glavnega Generatorja 850MVA in Bloka XR.

Delo po tej specifikaciji vključuje testiranje komponent, meritve karakterističnih veličin, preizkus signalizacije, alarmov, preizkus funkcionalnosti in podpora sistemskim testom ELES-ove zaščite zbiralk 400kV G1 in G2.

Delo bo potekalo na opremi v stanju mirovanja, ko so naprave osamljene in bo potrebno za izvedbo testov in meritev priključiti zunanji vir napajanja in merilno opremo.

Izvedba aktivnosti bo med rednim remontom elektrarne, predvidoma v aprilu 2027.

Delo se bo izvajalo na napravah, ki spadajo v sistem GN in se nahajajo v zgradbi CB115 ter sistem SY v relejni hiški 1.

Izvajalec mora med izvajanjem del zagotoviti stalno kontrolo kvalitete.

1.2 Testiranje sinhronizatorja glavnega Generatorja 850MVA.

Delo po tej specifikaciji vključuje testiranje komponent, meritve karakterističnih veličin, preizkus signalizacije, alarmov in preizkus funkcionalnosti.

Delo bo potekalo na opremi v stanju mirovanja, ko so naprave osamljene in bo potrebno za izvedbo testov in meritev priključiti zunanji vir napajanja in merilno opremo.

Izvedba aktivnosti bo med rednim remontom elektrarne, predvidoma v aprilu 2027.

Delo se bo izvajalo na napravah, ki spadajo v sistem GN in se nahajajo v zgradbi CB115.

Izvajalec mora med izvajanjem del zagotoviti stalno kontrolo kvalitete.

2.0 OBSEG STORITVE

Obseg storitve vključuje meritve in testiranje komponent zaščite glavnega generatorja, bloka XR in sinhronizatorja glavnega generatorja, analizo in vrednotenje izmerjenega z oceno stanja naprav.

V obseg storitve spadajo tudi vsi eventualni dodatni ali korektivni posegi na navedeni opremi, ki se jih lahko izvede izključno v dogovoru in sodelovanju z naročnikom.

Naročnik si pridržuje pravico, da v dogovoru z izvajalcem naknadno po potrebi spremeni obseg storitve.

2.1 Meritve in testiranje zaščite glavnega Generatorja 850MVA in Bloka XR.

Obseg meritev in testiranje je razdeljeno na posamezne zaščitne terminale in vključuje:

- Odspajanje in spajanje posameznih tokokrogov, spajanje in odspajanje testne in merilne opreme za testiranje zaščitnih funkcij zaščitnih terminalov
- Kontrolo delovanja indikacij in alarmov terminalov zaščite
- Funkcionalni preizkus zaščite

Terminali zaščite glavnega Generatorja 850MVA:

- 11GN-A1 GENER PROT RELAY A (7UM62)
 - Voltage Balance Relay Function (ANSI 60)
 - 100% - Stator Earth Fault Protection (ANSI 64G – 100%)
 - Impedance Protection (ANSI 21)
 - Under Excitation (Loss of Field) Protection (ANSI 40)
 - Unbalanced Load Protection (ANSI 46)
 - Overvoltage Protection (ANSI 59)
 - Rotor Earth Fault Protection (ANSI 64F)
 - Differential Protection (ANSI 87G)

- 11GN-A2 GENER PROT RELAY A (7UM61)
 - 90% - Stator Earth Fault Protection (ANSI 64G)
 - Frequency Protection (ANSI 81)
 - Reverse Power Protection (ANSI 32)
 - Overexcitation (Volt/Hertz) Protection (ANSI 59/81)
 - Overcurrent Protection (ANSI 51)
 - Overcurrent CSR (ANSI 51/CSR)
 - Inadvertent Energizing Protection (ANSI 50/27)
- 11GN-B1 GENER PROT RELAY B (7UM62)
 - Voltage Balance Relay Function (ANSI 60)
 - 100% - Stator Earth Fault Protection (ANSI 64G – 100%)
 - Impedance Protection (ANSI 21)
 - Under Excitation (Loss of Field) Protection (ANSI 40)
 - Unbalanced Load Protection (ANSI 46)
 - Overcurrent CSR (ANSI 51/CSR)
 - Overvoltage Protection (ANSI 59)
 - Differential Protection (ANSI 87G)
- 11GN-B2 GENER PROT RELAY B (7UM61)
 - 90% - Stator Earth Fault Protection (ANSI 64G)
 - Frequency Protection (ANSI 81)
 - Reverse Power Protection (ANSI 32)
 - Overexcitation (Volt/Hertz) Protection (ANSI 59/81)
 - Overcurrent Protection (ANSI 51)
 - Overcurrent CSR (ANSI 51/CSR)
 - Inadvertent Energizing Protection (ANSI 50/27)
- 60/64BB VOLTAGE BALANCE & 21kV BUS GND DET RELAY (7UM62)
 - Earth Fault Protection (ANSI 64BB)

Terminali zaščite Bloka XR:

- 11U-A OVERALL (GN, GT1,GT2,T1&T2) PROT RELAY A (7UT63)
 - Overcurrent Protection HV (ANSI 51)
 - Earth Fault Protection GT1 (ANSI 51G)
 - Earth Fault Protection GT2 (ANSI 51G)
 - Differential Protection (ANSI 87U)
- 11T1-A UNIT XFMR T1 PROT RELAY A (7UT61)
 - Instantaneous Overcurrent Protection (ANSI 50/51)
 - Earth Fault Protection T1 (ANSI 51G)
 - Differential Protection T1 (ANSI 87T)
- 11T2-A UNIT XFMR T2 PROT RELAY A (7UT61)
 - Instantaneous Overcurrent Protection (ANSI 50/51)
 - Earth Fault Protection T2 (ANSI 51G)
 - Differential Protection T2 (ANSI 87T)

- 11U-B OVERALL (GN, GT1,GT2,T1&T2) PROT RELAY B (7UT63)
 - Overcurrent Protection HV (ANSI 51)
 - Earth Fault Protection GT1 (ANSI 51G)
 - Earth Fault Protection GT2 (ANSI 51G)
 - Differential Protection (ANSI 87U)
- 11T1-B UNIT XFMR T1 PROT RELAY B (7UT61)
 - Instantaneous Overcurrent Protection (ANSI 50/51)
 - Earth Fault Protection T2 (ANSI 51G)
 - Differential Protection T2 (ANSI 87T)
- 11T2-B UNIT XFMR T2 PROT RELAY B (7UT61)
 - Instantaneous Overcurrent Protection (ANSI 50/51)
 - Earth Fault Protection T2 (ANSI 51G)
 - Differential Protection T2 (ANSI 87T)

Omara za zaščite EE106PNLB916 v transformatorskem polju SYCA01.

- SIEMENS, 7UT86 TRANSFORMER DIFFERENTIAL PROTECTION (XR, SYCA01)
 - Differential Protection (ANSI 87T)
- ABB, REB500BU04 BUSBAR PROTECTION
 - Differential Protection G1&G2 (ANSI 87)

Omara za zaščite EE106PNLB917 v transformatorskem polju SYCA02.

- SIEMENS, 7UT86 TRANSFORMER DIFFERENTIAL PROTECTION (XR, SYCA02)
 - Differential Protection (ANSI 87T)
- ABB, REB500BU04 BUSBAR PROTECTION
 - Differential Protection G1&G2 (ANSI 87)

Omara zaščite EE106PNLB938 proti izpadu faze na 400 kV omrežju.

- EMS OP-TCM-002
 - GT1/GT2 TRANSFORMER OPEN PHASE CONDITION MONITORING SYSTEM

2.2 Meritve in testiranje sinhronizatorja glavnega Generatorja 850MVA:

Obseg meritev in testiranje je razdeljeno na posamezne terminale sinhronizatorja in vključuje:

- Odspajanje in spajanje posameznih tokokrogov, spajanje in odspajanje testne in merilne opreme za testiranje sinhronizacijskih funkcij na terminalih sinhronizatorja
- Kontrolo delovanja indikacij in alarmov terminalov sinhronizatorja
- Funkcionalni preizkus sinhronizatorja

Terminala sinhronizatorja glavnega Generatorja 850MVA:

- 25AS-1 AUTO GENERATOR SYNCHRONIZER (7VE61)
 - Synchronizer Function (ANSI 25)
- 25AS-2 AUTO GENERATOR SYNCHRONIZER (7VE63)
 - Synchronizer Function (ANSI 25)

- 2.3 Analiza izmerjenih vrednosti in ocena stanja komponent zaščite glavnega Generatorja 850MVA, Bloka XR in sinhronizatorja glavnega Generatorja 850MVA.

Po zaključku posameznih meritev mora izvajalec preveriti skladnost rezultatov s kriteriji sprejemljivosti in predati naročniku izpolnjene testne liste kot prilogo k delovnem nalogu. Poročilo z analizo stanja in oceno obratovalne sposobnosti za posamezen sklop mora izvajalec predati naročniku skladno s točko 10.3 te specifikacije (Obveznosti izvajalca po zaključku del).

3.0 KLASIFIKACIJA STORITVE

Vsa oprema, ki je predmet te specifikacije je AQ-"Augment quality related". Spada sicer v nevarnostni razred NSR (Non Safety Related), vendar je po definiciji MR (Maintenance Rule related) kritična, oziroma je specifikirana kot "Q list: Y".

Vsako odstopanje od normalnega stanja mora pregledati odgovorni inženir v TO.VZEL, ki poda oziroma odobri predlagani potek morebitne sanacije.

4.0 VRSTA STORITVE

Storitev bo izvedena po fiksno dogovorjeni ceni za znano aktivnost. Delo se izvaja v skladu z izvajalčevim QA planom in programom ter tehnološkimi in kontrolnimi postopki odobrenimi s strani NEK, zahtevanimi s specifikacijo. Dela se izvajajo pod nadzorom in koordinacijo odgovornega koordinatorja TO.VZEL.

5.0 VELJAVNA REGULATIVA, STANDARDI IN POSTOPKI

Izvajalec je dolžan dostaviti svoje delovne postopke za izvedbo naročene storitve 3 mesece pred izvedbo del. Pred pričetkom del morajo biti delovni postopki sprejeti in odobreni s strani NEK.

- 5.1 Referenčni tehnični dokumenti za izvedbo storitev:

- SIPROTEC 7UT613/63x V4.6 Manual C53000-G1176-C160-2
- SIPROTEC 7UT6x V4.6 Manual C53000-G1176-C230-1
- SIPROTEC 7UM61 V4.1 Manual C53000-G1176-C127-3
- SIPROTEC 7VE61 and 7VE63 V4.60 Manual C53000-G1176-C163-2
- SIPROTEC 5 7UT86 V7.50 Manual C53000-G5040-C016-8, chapter 11
- DMP 404-GN-L
- DMP 611-GN-L
- DMP 771-SY-L
- DMP 796-SY-L
- DMP 797-SY-L
- DMP 800-GN-L
- DMP 1051-GN-L
- DMP 1255-SY-L

- 5.2 Administrativni postopki za opravljanje del v NEK:

- ADP-1.1.033, Varnost in zdravje pri delu v Nuklearni elektrarni Krško
- ADP-1.1.051, Vstop, izstop in gibanje v tehnološkem delu NEK
- ADP-1.1.101, Preprečitev vnosa tujkov
- ADP-1.1.125, Izvedba delovnega naloga
- ADP-1.1.126, Testiranje po vzdrževalnih posegih (TPV)

- ADP-1.1.127, Zaključitev delovnega naloga
- ADP-1.3.004, Osamitev opreme
- ADP-1.14.221, Varstvena pravila in ukrepi pri delu pred nevarnostjo električnega toka

6.0 IDENTIFIKACIJA OPREME IN NAPRAV

6.1 Oprema za zaščito glavnega Generatorja 850MVA in Bloka XR.

Oprema je nameščena v omari CB102BRDK502, spada v sistem GN in je vgrajena v zgradbi CB115. V nadaljevanju je posamično navedena po funkcionalnosti:

Terminali zaščite glavnega Generatorja 850MVA:

- 11GN-A1 GENER PROT RELAY A (7UM62)
- 11GN-A2 GENER PROT RELAY A (7UM61)
- 11GN-B1 GENER PROT RELAY B (7UM62)
- 11GN-B2 GENER PROT RELAY B (7UM61)
- 60/64BB VOLTAGE BALANCE & 21kV BUS GND DET RELAY (7UM62)

Terminali zaščite Bloka XR:

- 11U-A OVERALL (GN, GT1,GT2,T1&T2) PROT RELAY A (7UT63)
- 11T1-A UNIT XFMR T1 PROT RELAY A (7UT61)
- 11T2-A UNIT XFMR T2 PROT RELAY A (7UT61)
- 11U-B OVERALL (GN, GT1,GT2,T1&T2) PROT RELAY B (7UT63)
- 11T1-B UNIT XFMR T1 PROT RELAY B (7UT61)
- 11T2-B UNIT XFMR T2 PROT RELAY B (7UT61)

Terminali zaščite 400kV polja SYCA01& SYCA02

- EXTENDED OVERALL DIFERENTIAL (7UT86)
- BUSBAR PROTECTION G1&G2 (REB500BU04)

Nadzorni sistem izpada faze v 400 kV omrežju

- EE106PNLB938 GT1/GT2 TRANSFORMER OPEN PHASE CONDITION MONITORING SYSTEM PANEL (EMS_OP-TCM_002)

6.2 Oprema za sinhronizacijo glavnega Generatorja 850MVA.

Oprema je nameščena v omari CB102BRDK502, spada v sistem GN in je vgrajena v zgradbi CB115. V nadaljevanju je posamično navedena po funkcionalnosti:

Terminala sinhronizatorja glavnega Generatorja 850MVA:

- 25AS-1 AUTO GENERATOR SYNCHRONIZER (7VE61)
- 25AS-2 AUTO GENERATOR SYNCHRONIZER (7VE63)

7.0 TEHNIČNE ZAHTEVE

Izvajalec mora upoštevati referenčno tehnično dokumentacijo, postopke NEK, standarde in tehnične predpise, ki se nanašajo na opremo iz točke 6.0.

Izvajalec je dolžan zagotoviti vso opremo, orodje in instrumente, ki so potrebni za izvedbo del. Vsa testna oprema in instrumenti morajo biti veljavno umerjeni.

7.1 Merilna oprema in instrumenti:

- Univerzalni instrument (FLUKE 8060A) 5 kom, ampermeter 10AAC, frekvencometer
- Osciloskop več-kanalni in ustrezne sonde
- Rekorder 16 kanalov (DEWETRON)

7.2 Testna in pomožna oprema:

- Trifazni napetostno/tokovni vir (Omicron) z izhodi poljubno spremenljive amplitude napetosti, toka in faznega kota med posameznimi izhodi
- 15 m podaljšek
- Transportni voziček, delovne mize in stoli, razinnoževalec signalov sesalec, krpe, ...
- Priročno orodje, zaboj za orodje, svetilka, garnitura ključev, trak in nosilci za označevanje delovišča

8.0 ZAHTEVE GLEDE KVALIFIKACIJE DELOVNE SILE

Vsi izvajalci morajo imeti visoko stopnjo izobrazbe in ustrezne izkušnje na področju testiranja električnih zaščit in sinhronizatorjev iz točke št. 6.0 te specifikacije.

Vsaj pol izvajalcev mora imeti vsaj 5 let delovnih izkušenj na testiranju numerične električne zaščite SIEMENS Siprotec in sinhronizatorjev na objektih v industriji z ionizirajočimi sevanji.

Vodja skupine mora imeti certifikat oziroma potrdilo o uspešno opravljenem treningu za specifično opremo ABB in SIEMENS Siprotec: (programska oprema DIGSI). Kopija potrdila naj bo sestavni del ponudbe.

Vsi izvajalci morajo obvladati delo s priročnim orodjem, s testnimi napravami in instrumenti, tako univerzalnimi, kot specialnimi OMICRON (programska oprema TEST UNIVERSE).

Vodja del in QC kontrolor izvajalca morata opraviti specifično usposabljanje za vodjo del v NEK.

Izvajalci morajo poznati nevarnosti pri izvajanju meritev in upoštevati ukrepe varstva pri delu.

Izvajalci morajo poznati veljavno referenčno dokumentacijo in postopke NEK, ki so navedeni v točki 5.0 te specifikacije in se nanašajo na izvedbo storitve.

Izvajalci morajo pred remontom dokazati strokovno usposobljenost in dobro pripravljenost za izvedbo del strokovni komisiji NEK, če bo NEK to zahtevala.

9.0 DINAMIKA IZVAJANJA DEL

Izvedba storitve po tej specifikaciji bo v času rednega remonta NEK, predvidoma v aprilu 2027. Natančen datum začetka in konca posamezne aktivnosti, kakor tudi dinamika del bo izvajalcu javljena naknadno.

Za izvedbo storitve po tej specifikaciji so potrebni vsaj trije izvajalci. Izvedba aktivnosti bo predvidoma trajala do 10 dni.

Dela na opremini pod osamitvijo, oziroma na napravah v mirovanju se bo izvajalo v terminu 7 dni/teden, 10 ur/dan z začetkom ob 7:00 uri.

Dela vezana na naprave v obratovanju se bo izvajalo v odvisnosti od trenutnega plana NEK in usklajeno z ostalimi izvajalci.

10.0 OBVEZNOSTI DOBAVITELJA

Ponudnik storitve mora v celoti poznati, sprejemati in izpolnjevati pogodbene obveznosti za izvajanje storitev v Nuklearni elektrarni Krško. Poleg tega mora dobavitelj oziroma izvajalec storitve v ponudbi ali vsaj 3 mesece pred začetkom del v NEK dostaviti pisni postopek in preizkusne protokole posameznih zaščitnih funkcij, potrebne za tehnološko izvedbo dela in nadzor kontrole sprejemljivosti. Postopek mora biti napisan oziroma revidiran v skladu s postopki in odobren s strani NEK.

10.1 Pred začetkom del je izvajalec dolžan:

Zagotovi potrebno število ustrezno usposobljenih delavcev, kot se zahteva v točki 8.0 te specifikacije in to potrditi s pisnim zagotovilom podjetja.

Zagotovi, da so vsi delavci opremljeni z ustreznimi osebnimi zaščitnimi sredstvi in da jih bodo namensko uporabljali.

Uskladi delovni čas z delovnim časom, ki izhaja iz trenutnega terminskega plana elektrarne in se tekoče prilagaja zahtevam naročnika.

Za podporo sistemskim testom zaščite 400kV zbiralk G1 in G2 uskladi termine in aktivnosti z vodjo Službe za sekundarne sisteme ELES.

Zagotovi prisotnost pooblaščenega predstavnika na vhodnem sestanku med naročnikom, TO.VZEL, SKV.QA in NAB.LN.

10.2 Med izvedbo del je izvajalec dolžan:

Uredi delovišče, ga ustrezno zaščiti in označi.

Izmerjene veličine sproti vpisuje v merilne liste iz prilog postopka.

Obvesti koordinatorja ali odgovornega inženirja v TO.VZEL o poteku in fazi del za izvedbo opredeljenih aktivnosti kontrole kvalitete.

Obvesti koordinatorja ali odgovornega inženirja v TO.VZEL o morebitnih pomanjkljivostih in odstopanjih, ki jih opazi.

Napiše poročilo o odstopanju, če se takšno odstopanje odkrije.

Predlaga korektivno akcijo in jo po odobritvi, odgovornega inženirja v TO.VZEL, tudi izvede.

Upošteva vsa naknadna ustna ali pisna navodila glede izvajanja del, ki jih bo dobil od koordinatorja del ali odgovornega inženirja v TO.VZEL.

Skrbi za red in čistočo na delovišču.

10.3 Po zaključku del je izvajalec dolžan:

Odstrani testno opremo, pripomočke, orodje, instrumente in očistiti delovišče.

Odda izpolnjen delovni nalog koordinatorju aktivnosti. Ob predaji delovnega naloga preda uvodno (preliminarno) poročilo opravljenih del in vse rezultate testov.

V roku 30 dni po zaključku del dostavi končno poročilo z analizo stanja in oceno obratovalne sposobnosti. Poročilo mora biti skladno z dokumentom - Navodilo za pripravo pred remontnega paketa, preliminarne poročila in zaključnega poročila.

11.0 OBVEZNOSTI NEK

Na zahtevo dobavitelja dostavi pripadajočo dokumentacijo (načrte, referenčno dokumentacijo, postopke in plan aktivnosti).

Zagotovi planiran in odobren delovni nalog in osamitev sistema/naprave na kateri se delo izvaja. Zagotovi predpogoje in izda dovoljenje za začetek del.

Zagotovi vse potrebne rezervne dele iz skladišča NEK.

Zagotovi koordinacijo med izvajalcem del, plansko službo in povezanimi aktivnostmi drugih izvajalcev.

Organizira izhodni sestanek med izvajalcem, TO.VZEL, SKV.QA in NAB.LN.

12.0 POSEBNE ZAHTEVE

Dobavitelj se obvezuje, da bo v primeru potrebe po ne planskem oziroma korektivnem posegu na opremi iz točke 1.0 in 2.0 te specifikacije, po izvedenih delih v NEK, oziroma v času celotnega gorivnega ciklusa OL-36 v čim krajšem možnem času zagotovil ekipo vsaj dveh delavcev, ki zadovoljuje zahtevanim pogojem iz točke 8.0 te specifikacije, za popravilo oziroma odpravljanje napake.

Tovrstne intervencije se smatrajo kot dodatna dela in se tako tudi obračunajo.

13.0 ZAHTEVE QA

Za aktivnosti varnostne klasifikacije Augmented Quality (AQ) mora pogodbenik/izvajalec imeti v svoji organizaciji vzpostavljen sistem zagotavljanja kakovosti minimalno v skladu z zahtevami standarda ISO 9001, oziroma primerljivim, in v skladu z aplikabilnimi zahtevami specifikacije QS-610, Rev. 2, Generic quality assurance program requirements, ki je v prilogi.

Pogodbenik/izvajalec mora s ponudbo dostaviti veljaven priročnik sistema zagotavljanja kakovosti. Ustreznost in učinkovitost ponudnikovega/izvajalčevega sistema zagotavljanja kakovosti mora biti preverjena in potrjena s strani NEK.

Dela se izvajajo v skladu s pogodbenikovim/izvajalčevim sistemom zagotavljanja kakovosti in predhodno usklajenim QC planom, tehnološkimi in kontrolnimi postopki, kot je definirano v točki 5.0 te specifikacije, ter veljavno zakonodajo in standardi vezanimi na obseg del. Dela se izvajajo pod nadzorom odgovornega koordinatorja discipline TO.VZEL, vodje del izvajalca in QA/QC osebjia pogodbenika/izvajalca. Pogodbenik/izvajalec prevzema odgovornost za izpolnjevanje zahtev kakovosti, izpolnjevanje komercialno-tehničnih zahtev in izpolnjevanje terminskih planov tudi za vse svoje potencialne podizvajalce. Pogodbenik/izvajalec zagotavlja, da njegovi podizvajalci izvajajo dela v skladu z zahtevami te specifikacije.

14.0 PRILOGE

14.1 QUALITY SPECIFICATION QS 610 – Generic Quality Assurance Program Specification (Rev.2)