



**INŽENIRING IN
PROJEKTIRANJE
d.o.o.**

Lesno Brdo 61, 1360 Vrhnika
PE Ljubljana, Koprška 94, 1000 Ljubljana
telefon: 386/1-423 14 21
h.c.: 386/1-423 84 80
telefax: 386/1423 41 68
elektronski naslov: iem@iem.si
spletna stran: <http://www.iem.si/>

5.1 NASLOVNA STRAN S KLJUČNIMI PODATKI O NAČRTU

5 NAČRT STROJNIH INŠTALACIJ IN STROJNE OPREME

Investitor: **ENERGETIKA LJUBLJANA d.o.o., Verovškova 62, 1000 Ljubljana**

Objekt: **Obnova kogeneracijskega postrojenja v TOŠ in obnova srednje napetostnega dela stikališč (TP768 in TP612) vključno z energetskimi transformatorji**

Vrsta projektne dokumentacije: **Projekt za pridobitev gradbenega dovoljenja - PGD**

Za gradnjo: **Rekonstrukcija**

Projektant: **IEM d.o.o, Lesno Brdo 61, Vrhnika**
Prokurist: Bogdan MEGLIČ
Žig in podpis:

Odgovorni projektant: **Gasper Antičević, u.d.i.s., S-1631**
Žig in podpis:

Odgovorni vodja projekta: **Bogdan Meglič, inž.str., S-0252**
Žig in podpis:

Št. projekta: **591/13**

Št. načrta: **591/13-5-PGD**

Št. izvoda: **1 2 3 4 Arhiv**

Kraj in datum izdelave načrta: **Ljubljana, November 2013**

5.2 KAZALO VSEBINE PROJEKTA

0 - VODILNA MAPA

591/13 – 0 - PGD Vodilna mapa – IEM d.o.o.

1 - NAČRT ARHITEKTURE

10/2013-A Načrt arhitekture – BIRO VOLK d.o.o.

3 - NAČRT GRADBENIH KONSTRUKCIJ IN DRUGI GRADBENI NAČRTI

8/2012 Načrt gradbenih konstrukcij in drugi gradbeni načrti – Statična kontrola in izračuni – GRSOFT d.o.o.

4 - NAČRT ELEKTRIČNIH INŠTALACIJ IN ELEKTRIČNE OPREME

1054.E03 Načrt električnih inštalacij in električne opreme – ELEK svetovanje d.o.o.

5 - NAČRT STROJNIH INŠTALACIJ IN STROJNE OPREME

591/13 - 5 - PGD Načrt strojnih inštalacij in strojne opreme – IEM d.o.o.

ELABORATI

9501 Geološko – Geotehnični elaborat – GEOINŽENIRING d.o.o.

JPE-2012/62 Geodetski načrt – ENERGETIKA LJUBLJANA d.o.o.

061-03/13-ŠPV Študija požarne varnosti – KOMPLAST d.o.o.

LFIZ-20130038-JJ/M(REV 2) Elaborat zaščite pred hrupom – ZVD d.d.

203313-dn Analiza tveganja za onesnaženje vodenega telesa podzemne vode – E-NET Okolje d.o.o.

10/2013-NGGO Načrt gospodarjenja z gradbenimi odpadki – BIRO VOLK d.o.o.

.

5.3 KAZALO VSEBINE NAČRTA STROJNIH INŠTALACIJ IN STROJNE OPREME

5.1 NASLOVNA STRAN S KLJUČNIMI PODATKI O NAČRTU.....	1
5.2 KAZALO VSEBINE PROJEKTA.....	2
5.3 KAZALO VSEBINE NAČRTA STROJNIH INŠTALACIJ IN STROJNE OPREME.....	3
5.4 IZJAVA ODGOVORNEGA PROJEKTANTA NAČRTA.....	4
5.5 TEHNIČNO POROČILO	5
.1 PROJEKTNA NALOGA	5
.2 UPORABLJENI ZAKONI, PREDPISI IN UREDBE	10
.3 OPIS NAMERAVANE OBNOVE KOGENERACIJSKEGA POSTROJENJA.....	11
.3.1 OBSTOJEČE STANJE	11
.3.1.1 LOKACIJA	12
.3.2 PREDVIDENO STANJE – OBNOVLJENO KOGENERACIJSKO POSTROJENJE	12
.3.2.1 GENERATORSKI SKLOP S PLINSKO TURBINO	15
.3.2.2 IZRABA ODPADNE TOPLOTE IZPUŠNIH PLINOV	18
.3.2.3 DIMNIKI	23
.3.2.4 GORIVO	26
.3.2.5 TERCIARNI SISTEMI	28
.3.2.6 POMOŽNI MEDIJI IN CEVOVODI POMOŽNIH MEDIJEV	29
.3.2.7 PREZRAČEVANJE KOTLOVNICE	30
.3.2.8 KOMANDNI PROSTOR IN PROCESNO VODENJE	30
.4 VARSTVO OKOLJA.....	31
.4.1 Emisije v zrak	31
.4.2 Hrup.....	32
.4.3 Odpadne vode	33
.5 VARSTVO PRED POŽAROM.....	36
5.6 RISBE.....	37

5.4 IZJAVA ODGOVORNEGA PROJEKTANTA NAČRTA

Odgovorni projektant

Gašper Antičević, u.d.i.s.

(ime in priimek)

IZJAVLJAM,

1. da je načrt strojnih inštalacij in strojne opreme skladen s prostorskim aktom,
2. da je načrt skladen z gradbenimi predpisi,
3. da je načrt skladen s projektnimi pogoji oziroma soglasji za priključitev,
4. da so bile pri izdelavi načrta upoštevane vse ustrezne bistvene zahteve in da je načrt izdelan tako, da bo gradnja, izvedena v skladu z njim, zanesljiva,
5. da so v načrtu upoštevane zahteve elaboratov.

591/13 - 5 - PGD

(št. načrta)

Gašper Antičević, u.d.i.s., S-1631

(ime in priimek, strokovna izobrazba, identifikacijska številka)

Ljubljana 29.11.2013

(kraj in datum)

.....
(osebni žig, podpis)

5.5 TEHNIČNO POROČILO

.1 PROJEKTNA NALOGA

Projektna naloga je izvleček iz osnutka projektne naloge za izdelavo projektne dokumentacije, ki jo je decembra 2012 izdelala Energetika Ljubljana:

Projektna naloga za izdelavo projektne dokumentacije za pridobitev gradbenega dovoljenja za obnovo kogeneracijskega postrojenja v TOŠ in obnovo srednje napetostnega dela stikališč (TP768 in TP612) z energetske transformatorji za srednje in nizko napetostno oskrbo TOŠ z električno energijo.

4. PROJEKTNA NALOGA ZA IZDELAVO PROJEKTNE DOKUMENTACIJE (IDZ, PGD)

4.1 Splošno, predvidena faznost gradnje, javno naročanje, uporabno dovoljenje

Projektant mora izdelati Projekt za pridobitev gradbenega dovoljenja (PGD) za nameravano varianto obnove kogeneracijskega postrojenja v TOŠ in nameravano posodobitev dela elektroenergetske opreme. Med izdelovanjem projektne dokumentacije mora projektant od pristojnih občinskih in državnih soglasodajalcev pridobiti tudi projektne pogoje in kasneje tudi soglasja na projektne rešitve. Predvidoma bo projektant v imenu investitorja na Upravno enoto vložil tudi Zahtevo za izdajo gradbenega dovoljenja in za Energetiko Ljubljana pridobil pravnomočno gradbeno dovoljenje za nameravani objekt.

Po pridobljenem pravnomočnem gradbenem dovoljenju bo Energetika Ljubljana po ustreznem postopku javnega naročanja izvedla naročilo dobave opreme, izdelavo izvedbene projektne dokumentacije in naročila gradnjo objekta. Naročilo bo izvedeno v skladu z Zakonom o javnem naročanju na vodnem, energetske, transportnem področju in področju poštne storitve (ZJNVETPS) - (Uradni list RS, št. 128/2006, Uradni list Evropske unije, št. 317/2007, Uradni list RS, št. 16/2008, 34/2008, Uradni list Evropske unije, št. 314/2009, Uradni list RS, št. 19/2010, 43/2011, 43/2012 - Odl. US).

Predvideno je, da se bo v zvezi z obnovo elektroenergetskega omrežja v TOŠ in kogeneracijskega postrojenja izvedlo najmanj dve javni naročili:

- javno naročilo za obnovo elektroenergetske opreme,
- javno naročilo za obnovo kogeneracijskega postrojenja.

V 1. DELU obnove (1. faza in 2. faza) je predvidena obnova elektroenergetskega omrežja v TOŠ. Za ta namen bo na podlagi javnega razpisa izbran najugodnejši ponudnik za dobavo elektro opreme, projektiranje izvedbene dokumentacije (PZI, PID), izvedbo montažnih oz. gradbenih del in izdelavo dokumentacije, ki je potrebna za izdajo uporabnega dovoljenja. Predvideno je, da bo nova vgrajena elektro oprema v 1. DELU obratovala še na 10 kV napetostnem nivoju z obstoječim kogeneracijskim postrojenjem za čas do njegove obnove.

V 2. DELU obnove (3. Faza) je predvidena izvedba obnove kogeneracijskega postrojenja s pripadajočo opremo, priključitev novega električnega generatorja (preko novega transformatorja 10/20 kV) na obnovljeno stikališče, vgradnja novega transformatorja lastne rabe 10/04 kV, priključitev novega DIESEL agregata, priključitev naprave za čiščenje tekočega goriva, obnova kotlovske elektrokrmlilne opreme in priključitev novega plinskega kompresorja.

Predvideno je, da bo nov transformator 10/20kV vgrajen v nov transformatorski boks z lovilno skledo za preprečevanje izlitja transformatorskega olja v talno vodo. Preko tega transformatorja bo izveden priklop novega električnega generatorja, ki bo dobavljen v času obnove kogeneracijskega postrojenja.

Pri izdelavi projektne dokumentacije je potrebno posebno pozornost posvetiti ustrezni faznosti gradnje, ki jo je v PGD potrebno ustrezno opredeliti. Tako, da bo možno uporabno dovoljenje pridobiti tudi ločeno 1. DEL in za 2. DEL nameravane gradnje.

Pred zagonom novega generatorskega sklopa s plinsko turbino bo potrebno (predvidoma pri Elektro Ljubljana) naročiti izdelavo projektne dokumentacije za izgradnjo nove 20 kV kabselske povezave z RTP-Bežigrad (obstoječa kabselska povezava do RTP-Bežigrad ni primerna za obratovanje z 20 kV) in za prestavitev 20 kV kabselske povezave do RTP-Šiška. Obstoječa 20 kV kabselska povezava, ki sedaj vodi do RTP-Šiška se bo prestavila (oz. se bo zgradila nova), tako da bo vodila do RTP-Litostroj.

Prehod obnovljene elektroenergetske opreme na 20 kV obratovalno napetost je predviden po zaustavitvi obstoječega generatorskega sklopa in pred oz. ob zagonu novega kogeneracijskega slopa s plinsko turbino.

4.5 Projektna naloga – strojno-tehnološki del

Obnova kogeneracijskega postrojenja se bo izvedla z zamenjavo obstoječega (dve-gredna, TAURUS-70) generatorskega sklopa z novim, močnejšim, generatorskim sklopom na osnovi eno-gredne plinske turbine TAURUS-70, proizvajalca SOLAR. Nov generatorski sklop ima aksialni izpuh dimnih plinov. Pri tem se zamenja celoten generatorski sklop (plinska turbina, reduktor in generator), skupaj s protihrupnim ohišjem in spremljajočo opremo (ventilatorji, črpalke, filtri, hladilniki olja, regulacijski ventili, sistemi krmiljenja, meritev in regulacij, itd...). Električne razdelilne in krmilne omare so vgrajene v protihrupnem ohišju agregata.

Ker obstoječi kotel omogoča izkoriščanje odpadne toplote iz izpušnih plinov predvidene nove plinske turbine, je predvidena ohranitev obstoječega parnega kotla in dodatna vgradnja economizerja – grelnika napajalne vode.

Predvideno je, da se kogeneracijsko postrojenje gradi na obstoječi lokaciji, v obstoječem objektu, kjer se poleg kogeneracijskega postrojenja nahaja tudi vročevodni kotel z nazivno močjo 116 MW, ki je kurjen z zemeljskim plinom in mazutom (rezervno gorivo). V bližnji prihodnosti je predvidena zamenjava gorilnikov na tem kotlu, tako da bo možno obratovati z zemeljskim plinom in ekstra lahkim kurilnim oljem (rezervno gorivo).

Obstoječe postrojenje za SPTE se nahaja v pritličju objekta. Postavljeno je na armiranobetonsko ploščo, ki je v kletnih prostorih podprta z armiranobetonskimi nosilci in armiranobetonskimi podpornimi stebri. Fasada objekta je izvedena iz pločevinastih fasadnih panelov, streha pa je izvedena iz profilirane pločevine. Fasada in streha objekta je pritrjena na jekleno podporno konstrukcijo.

Parametri sveže pare iz obstoječega kotla bodo tudi po obnovi ostali enaki ($p=16\text{bar}$, 204°C), kotel pa bo še naprej proizvajal največ 20 t/h pare. Kotel bo ostal še naprej povezan z obstoječim parovodom na obstoječi parni zbiralnik (16 bar). Pri obnovi se bo uporabilo čim več obstoječih strojnih inštalacij. Navezovalna mesta nove opreme na obstoječe instalacije je potrebno predvideti tako, da se ohrani čim več obstoječe opreme, za opremo, ki jo ni mogoče več uporabiti pa je potrebno predvideti zamenjavo z novo oz. predelavo obstoječe in usposobitev opreme.

Pri projektiranju je potrebno, v bližini predvideti prostor za morebitno kasnejšo postavitve parne turbine. Vgradnja parne turbine je predvidena za vgradnjo kot dodatna možnost v primeru občutno zmanjšane odjema pare s strani parnih odjemalcev.

Za nameravano obnove kogeneracijskega postrojenja bo potrebno obdelati sledeče:

1. Na mestu obstoječega se predvidi nov agregat s plinsko turbino v protihrupnem ohišju, ki ima drugačne dimenzije in smer izpuha dimnih plinov ter drugačne dimenzije in lokacije priključkov kanalov za dovod zgorevalnega zraka, kanalov za dovod in odvod zraka za hlajenje in prezračevanje protihrupnega ohišja. Predvideti je potrebno natančno pozicijo postavitve agregata, ki bo optimalna v smislu čim bolj ugodne razporeditve obremenitev na obstoječo armiranobetonsko ploščo ter eventualne ohranitve (v kolikor se izkaže za smiselno) čim večjega dela zračnih in dimovodnih kanalov, kabelskih tras in prehodov kablov skozi obstoječo armiranobetonsko ploščo.
2. Glede na novo smer izpuha dimnih plinov iz plinske turbine je potrebno v prostor na novo umestiti izpušne kanale za povezavo plinske turbine in parnega kotla. Pri tem je potrebno upoštevati omejitve in danosti obstoječe jeklene podporne konstrukcije obstoječega kotla in obstoječe jeklene podporne konstrukcije stavbe (jekleni skelet stavbe) in sosednjega skladišča kemikalij nad bazenom za nevtralizacijo odpadnih voda. V dimovodne kanale je potrebno umestiti tudi nov dušilec hrupa za preprečevanje širjenja hrupa iz plinske turbine. Povišanja emisije hrupa v okolico si ne moremo privoščiti. Pri prostorski umestitvi dimovodnih kanalov je potrebno zasledovati potrebo po čim bolj enakomernemu toku dimnih plinov pred kanalskim gorilnikom za dodatno kurjavo. Predvideti je potrebno tudi novo loputo ali sistem loput za preusmerjanje toka dimnih plinov skozi parni kotel ali skozi pomožni dimnik. Če je možno in potrebno, se lahko v skrajnem primeru predvidi tudi prestavitev vhodnih vrat na severozahodno strani objekta in ustreznega števila električnih razdelilnih omar, ki so nameščene v pritličju ob zahodni steni obravnavanega objekta.
3. Obstoječi filtri na zajemu zgorevalnega zraka so nameščeni na strehi kemične priprave vode in so z ustreznimi kanali povezani s kompresorskim delom plinske turbine. Potek obstoječih kanalov lahko pride v nasprotje s smerjo izpuha iz nove plinske turbine, zato je potrebno preveriti nadaljnjo primernost obstoječe lokacije namestitve filtrov na zajemu zgorevalnega zraka. Če se tako izkaže, je potrebno poiskati drugo primerno lokacijo za namestitev novih filtrov ter projektirati ustrezno jekleno nosilno konstrukcijo in traso kanalov za povezavo filtrov s kompresorskim delom nove plinske turbine.
4. Prikazati in projektirati je potrebno kanale za dovod in odvod zraka za hlajenje in prezračevanje protihrupnega ohišja.
5. Preštudira naj se možne rešitve problematike preseganja dovoljenih emisij škodljivih dimnih plinov tekom obratovanja kanalskega gorilnika s svežim zrakom, ker želimo to možnost kurjenja parnega kotla še nadalje zadržati. Rešitev se lahko išče tako v smeri rekonstrukcije obstoječega gorilnika kot tudi v smeri njegove zamenjave z novim. Moč kurjave kanalskega gorilnika v načinu dodatne kurjave naj se prilagodi, tako da bo v povezavi z izkoriščanjem odpadne toplote iz nove plinske turbine z obstoječim parnim kotlom še nadalje možno proizvajati do 20 t/h nasičene pare. Glede na razpoložljivo dolžino kurišča in zakonsko predpisane mejne emisijske vrednosti škodljivih dimnih plinov naj se poišče optimalna moč kurjave kanalskega gorilnika v načinu obratovanja s svežim zrakom.
6. Za obstoječi plinovod, ki vodi od reducirne postaje do obstoječega kanalskega plinskega gorilnika, bo potrebno preveriti njegovo primernost za nadaljnjo uporabo za obratovanje z predvidenim novim plinskim gorilnikom. V primeru njegove ustreznosti bo potrebno (v PZI fazi) projektirati del novega plinovoda, ki ga bo potrebno rekonstruirati za priključitev novega plinskega gorilnika z varnostno regulacijskimi elementi. V PZI projektni dokumentaciji bo potrebno projektirati tudi odvod zemeljskega plina iz varnostnega ventila, odvod plina iz EM ventila in dovod komprimiranega zraka oz. navezavo teh priključkov na obstoječe inštalacije, če so ustrezne. V primeru neustreznosti obstoječih inštalacij jih bo potrebno nadomestiti z novimi.

7. V kolikor se bo izkazalo za optimalno zmanjšanje moči kurjave kanalskega gorilnika v načinu obratovanja s svežim zrakom, naj se projektira ustrezen ventilator za dovod svežega zraka, skupaj s pripadajočimi kanali, protihrupno opremo in loputami. V vsakem primeru je potrebno posebno pozornost nameniti problematiki zagotovitve čim bolj enakomernega toka svežega zraka pred kanalskim gorilnikom za dodatno kurjavo. Določi naj se tudi primerne načine regulacije količine svežega zraka. Projektirani morajo biti tudi elementi in ukrepi za zmanjševanje emisije hrupa v okolico tekom obratovanja ventilatorja za dovod svežega zraka.
8. Predvideno je, da se obstoječi parni kotel v ožjem smislu še nadalje ohrani. Predvideno je, da se v obstoječo dimno komoro vgradi nov ekonomajzer – grelnik napajalne vode. Ekonomajzer se bo predvidoma vgradil v obstoječo dimno komoro, pod obstoječi grelnik omrežne vode, če se bo pokazalo za potrebno, bo obstoječi grelnik omrežne vode zamenjan z novim, ki bo nekoliko manjši. Preveri naj se uporabnost obstoječega parnega kotla (tudi z upoštevanjem gretja napajalne vode z ekonomajzerjem) za obratovanje v povezavi z novo plinsko turbino, pridobi naj se podatke o njegovih zmogljivostih proizvodnje nasičene pare in uporih skozenj (z upoštevanjem ekonomajzerja, grelnika omrežne vode in glavnega dimnika) na strani dimnih plinov v načinu čiste sočasne proizvodnje toplote in električne energije in tudi pri uporabi dodatne kurjave.
9. Preveri naj se še nadaljnjo ustreznost obstoječih dimnikov (pomožnega in glavnega) za obratovanje v povezavi z novo plinsko turbino.
10. Za vgradnjo ekonomajzerja naj se obravnava in projektira celoten napajalni sistem kotla, vključno z napajalnim rezervoarjem in črpalkami ter sistemom varovanja ekonomajzerja in črpalk pred eventualnim uparjanjem vode. Preveri naj se nadaljnja uporabnost obstoječih sistemskih črpalk, črpalke tople recirkulacije, cevovodov in sistema varovanja v povezavi z zmanjšanjem toplotne moči obstoječega grelnika omrežne vode, v povezavi z vgradnjo novega ekonomajzerja. V primeru potrebe naj se elemente na novo projektira, enako velja tudi za trase bodočih cevovodov.
11. Projektira naj se izmenjevalnik toplote, vključno s sistemom varovanja in regulacij, za gretje demineralizirane vode in eventualno tudi vračajočega se kondenzata pred vstopom v napajalni rezervoar. Za grelni medij naj se predvidi uporabo dela vroče vode na izhodu iz grelnika omrežne vode.
12. Obstoječi hladilniki olja za mazanje različnih ležajev v sestavu agregata s plinsko turbino so nameščeni na jekleni konstrukciji nad streho kemične priprave vode. Predvideva se, da je navedeno lokacijo hladilnikov olja možno uporabiti tudi v povezavi z novo plinsko turbino. V ta namen je potrebno preveriti ustreznost obstoječe jeklene konstrukcije za vgradnjo novih hladilnikov olja. Projektira naj se vse eventualno potrebne spremembe ali dopolnitve jeklene konstrukcije in cevovode za povezavo z novo plinsko turbino.
13. Obstoječe mostno dvigalo, ki služi servisiranju agregata s plinsko turbino se odstrani.
14. Ker bo obstoječo montažno odprtino v armiranobetonski plošči, ki služi za transport opreme (elektromotorji, črpalke, ventili) iz kleti deloma prekril kanal za vodenje izpušnih plinov iz plinske turbine, bo potrebno obstoječo montažno odprtino razširiti, tako da bo še naprej služila svojemu namenu. Obstoječe mostno dvigalo, ki služi za transport opreme iz kleti bo potrebno prilagoditi novi poziciji montažne odprtine.
15. Potrebno je preveriti zadostnost in ustreznost možnih evakuacijskih poti iz kletnega prostora.

16. Obstoječi dieselski agregat (Black start) ne bo več primeren za nov generatorski sklop. Na mestu obstoječega dieselskega agregata je potrebno predvideti postavitve novega dieselskega agregata, ki bo imel ustrezno moč za zagon novega agregata s plinsko turbino in spremljajočih sistemov z uporabo zemeljskega plina ali ekstra lahkega kurilnega olja neodvisno od oskrbe z električno energijo iz zunanega omrežja. Pri tem je potrebno upoštevati tudi porabnike električne energije v kotlovskem delu postrojenja, ki so nujni za varno zaustavitev kotla. Dizelski električni agregat mora v celoti omogočati tudi samostojno obratovanje parnega kotla v načinu obratovanja s svežim zrakom.
17. Predvideno je, da bo proizvajalec plinskega kompresorja preveril izvedljivost adaptacije obstoječega plinskega kompresorja, da bo primeren za obratovanje pri višjem tlaku plina na izstopu iz kompresorja. V primeru da adaptacija ne bo izvedljiva, bo potrebno projektirati postavitve novega plinskega kompresorja z ustreznimi obratovalnimi parametri.
18. Obstoječa zalogovnika zemeljskega plina nista primerna za obratovanje z novim generatorskim sklopom. Potrebno bo projektirati in vgraditi dva nova plinska zalogovnika s skupno prostornino cca 14 m³, ki bosta primerna za obratovanje pri tlaku zemeljskega plina do 30 bar.
19. Za obstoječi plinovod, ki vodi od obstoječega plinskega kompresorja do predvidenega generatorskega sklopa, bo potrebno izdelati strojni projekt in preveriti njegovo ustreznost za nove parametre na izstopu iz kompresorja zemeljskega plina. Predvidena je vgradnja novega hladilnika plina, ki bo ohlajal zemeljski plin na temperaturo, ki je primerna za novi generatorski sklop (cca, 45°C). V ta namen je potrebno predvideti sistem hlajenja z zrakom ali z uporabo hladilne vode iz obstoječega krožnega hladilnega sistema.
20. Predvideno je, da se obstoječi dnevni rezervoar 54 m³ tekočega goriva ohrani. Ker ima nova plinska turbina ostrejša zahteva za tekoče gorivo, je predvideno, da se bo v tem rezervoarju v prihodnosti skladiščilo dieselsko gorivo. Predvideno je da se ga bo prestavilo na drugo lokacijo, ki je v bližini njegove trenutne lokacije. Postavitev rezervoarja je predmet drugega projekta in bo obravnavana v sklopu projekta za rekonstrukcijo rezervoarjev v TOŠ. V projektni dokumentaciji za obnovo kogeneracijskega postrojenja pa bo potrebno obravnavati cevovode za transport tekočega goriva iz obstoječega rezervoarja D (1000 m³), kjer se bo skladiščilo dieselsko gorivo za novo turbino, v prestavljeni dnevni rezervoar 54 m³. Prav tako bo potrebno projektno obdelati in predvideti izvedbo naprave za čiščenje tekočega goriva – centrifuge, katere postavitve je predvidena v bližini nove lokacije dnevnega rezervoarja.
21. Projektno bo potrebno obdelati tudi sistem za dovod tekočega goriva do novega generatorskega sklopa. Preveriti bo potrebno ustreznost obstoječe opreme za transport tekočega goriva (cevovodi, "booster" vijačnima črpalkama za ELKO, filtri, hidravličnimi akumulatorji in prelivnim ventilom) od dnevnega rezervoarja do novega generatorskega sklopa. Meja strojnega dela projekta PGD pa bo na mestu, kjer dovod (in odvod) tekočega goriva vstopa v objekt. Kljub temu pa je potrebno preveriti ustreznost ostale opreme, ki ne bo predmet PGD za obnovo kogeneracijskega postrojenja.
22. Pri projektiranju in umeščanju vseh naprav v prostor naj se upošteva potreben servisni prostor za izvajanje vzdrževalnih del na teh napravah in tudi primerne transportne poti ob njih.
23. Pri projektiranju elektro opreme je potrebno predvideti eventualno potrebno prezračevanje, hlajenje in ogrevanje obnovljenega stikališča.

.2 UPORABLJENI ZAKONI, PREDPISI IN UREDBE

ZAKONI, PREDPISI in UREDBE

- Zakon o graditvi objektov (ZGO-1)
[Ur.l. RS, št. 110/2002](#) z vsemi kasnejšimi spremembami do [57/2012](#) (ZGO-1D)
- Zakon o varstvu okolja /ZVO-1/
[Ur.l. RS, št. 41/2004](#) z vsemi kasnejšimi spremembami do [57/2012](#)
- Zakon o varstvu pred požarom (ZVPoz)
[Ur.l. RS, št. 71/1993, 87/2001, 110/2002-ZGO-1, 105/2006, 3/2007-UPB1, 9/2011, 83/2012](#)
- Zakon o varnosti in zdravju pri delu (ZVZD)
[Ur.l. RS, št. 56/1999, 64/2001, 43/2011-ZVZD-1](#)
- Uredba o zagotavljanju varnosti in zdravja pri delu na začasnih in premičnih gradbiščih
[Ur.l. RS, št. 3/2002, 57/2003, 83/2005](#)
- Pravilnik o požarni varnosti v stavbah
[Ur.l. RS, št. 31/2004, 10/2005, 83/2005, 14/2007, 12/2013](#)
- Uredba o ravnanju z odpadki
[Ur.l. RS, št. 34/2008, 103/2011](#)
- Zakon o vodah /ZV-1/
[Ur.l. RS, št. 67/2002, 110/2002-ZGO-1, 2/2004-ZZdrI-A, 41/2004-ZVO-1, 57/2008, 57/2012](#)
- Pravilnik o pitni vodi
[Ur.l. RS, št. 19/2004, 35/2004, 26/2006, 92/2006, 25/2009](#)
- Pravilnik o projektni in tehnični dokumentaciji
[Ur.l. RS, št. 55/2008](#)
- Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah
[Ur.l. RS, št. 93/2008, 47/2009, 52/2010](#)
- Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih vod v vode in javno kanalizacijo
[Ur.l. RS, št. 64/2012](#)
- Uredba o odvajanju in čiščenju komunalne in padavinske odpadne vode
[Ur.l. RS, št. 88/2011, 8/2012](#)
- Uredba o emisiji snovi pri odvajanju odpadnih vod iz objektov in naprav za pripravo vode
[Ur.l. RS, št. 28/2000, 41/2004-ZVO-1](#)
- Pravilnik o tehničnih normativih za postavitev, nadzor in obratovanje parnih kotlov in naprav
[Ur.l. RS, št. 114/2003](#)
- Uredba o emisiji snovi pri odvajanju odpadnih vod iz naprav za hlajenje ter naprav za proizvodnjo pare in vroče vode
[Ur.l. RS, št. 28/2000, 41/2004-ZVO-1](#)
- Uredba o emisiji snovi v zrak iz nepremičnih virov onesnaževanja
[Ur.l. RS, št. 31/2007, 70/2008, 61/2009;](#)
- Uredbe o emisiji snovi v zrak iz nepremičnih plinskih turbin z vhodno toplotno močjo manj kot 50 MW in nepremičnih motorjev z notranjim zgorevanjem,
[Ur. l. RS št. 34/2007, 81/2007, 38/2010 ;](#)
- Uredba o emisiji snovi v zrak iz malih in srednjih kurilnih naprav,
[Ur.l. RS, št. 24/2013;](#)

STANDARDI

.3 OPIS NAMERAVANE OBNOVE KOGENERACIJSKEGA POSTROJENJA

.3.1 OBSTOJEČE STANJE

Na lokaciji Energetike Ljubljana obratuje naprava za soproizvodnjo toplote in električne energije (SPTE). SPTE postrojenje se nahaja na lokaciji Toplarne Šiška. Del tega postrojenja sta agregat s plinsko turbino za proizvodnjo električne energije in parni kotel za proizvodnjo nasičene pare z izkoriščanjem toplote izpušnih plinov iz plinske turbine. Električno energijo se pretežno oddaja v distribucijsko električno omrežje, para pa je namenjena predvsem oskrbi bližnjih industrijskih odjemalcev. Za parnim kotlom je vgrajen tudi grelnik omrežne vode, ki z dodatnim izkoriščanjem toplote izpušnih plinov po izstopu iz parnega kotla, ogreva vročo vodo v sistemu daljinskega ogrevanja mesta Ljubljana.

Nazivna kapaciteta obstoječega parnega kotla je 20 t/h ($p = 16$ bar, $t = 204$ °C), nazivna električna moč agregata s plinsko turbino pri ISO pogojih pa 6,8 MW. Parni kotel v čisti sočasni proizvodnji (brez kanalskega plinskega gorilnika) proizvaja cca. 10 t/h pare. Največja razpoložljiva moč proizvodnje vroče vode z grelnikom omrežne vode dosega cca. 4,8 MW.

Plinska turbina:

Električna moč:	6800 kW (pri ISO pogojih)
Temperatura izpušnih plinov:	480 °C
Izkoristek:	31,4 %

Osnovni podatki o parnem kotlu:

Uporabnik kotla:	JP Energetika Ljubljana d.o.o.
Naslov:	Verovškova 62, 1000 Ljubljana
Kraj postavitve naprave:	Verovškova 62, 1000 Ljubljana
Tovarniška št.:	20644 (kotelna knjižica št. 155)
Izdelovalec kotla:	Standardkessel, Duisburg, Nemčija
Tip kotla:	Dimnoceveni blok kotel na odpadno toploto plinske turbine, s kanalskim gorilnikom in z vgrajenim grelnikom vode v dimnem kanalu
Razred kotla:	veliki
Leto izdelave:	1997
Maksimalni tlak:	18 bar
Nazivna toplotna moč kotla:	13072 kW
Kapaciteta pare:	20000 kg/h
Najvišja delovna temp.:	210°C
Ogrevalna površina:	945 m ²
Količina vode do NV:	30390 litrov
Celotna količina vode v kotlu:	38430 litrov
Čas zniževanja nivoja vode:	11,8 min
Cirkulacija:	naravna
Osnovno gorivo:	Toplota dimnih plinov plinske turbine
Dodatno gorivo:	Zemeljski plin (766 m ³ /h)

Objekt, kjer se nahaja obstoječe postrojenje SPTE, je podkleten. Talna plošča kletne etaže dimenzij 26,80 x 21,00 m je na koti -5,00 m. Kletna etaža kotlarne je armiranobetonska z monolitnimi zunanji stenami in notranji betonskimi stebri v osnovnem rastru 7,00 m x 7,00 m, ki je prilagojen tehnološkim zahtevam ob vročevodnem kotlu 116 MW in zamiku pritlične etaže. Nad monolitno betonsko ploščo z nosilci v rastru notranjih betonskih stebrov je na koti -0,10 m postavljena jeklena konstrukcija objekta s tlorsko dimenzijo 21,00 m x 21,00 m, ki je v najvišjem delu visoka cca. 13,5 m. Njeni primarni jekleni prečni okvirji so prav tako kot nosilci monolitne betonske plošče v osnovnem rastru 7,00 m, vmes in v čelnih stenah pa so na razdalji 3,50 m nameščeni vmesni stebri s sistemom horizontalnih jeklenih profilov za ogrodje fasadnemu plašču. Fasadne stene so iz pločevinastih termoizolacijskih panelov. Vrata in montažne odprtine v fasadi so jeklene v jeklenih okvirih. Streha območja je iz toplotno izolacijskih pločevinastih panelov na jekleni podkonstrukciji. Področje skladišča kemikalij poleg prostora kogeneracijskega postrojenja je armiranobetonsko in delno zidano z jeklenim nadstreškom. Nosilne konstrukcije instalacijskih delov so jeklene in prilagojene potrebam konkretne situacije na mestu samem.

.3.1.1 LOKACIJA

Objekt kogeneracijskega postrojenja je lociran znotraj tovarniškega območja na severozahodni strani energetskega objekta na parcelah št. 92/3, 92/11, 92/12, 92/14, vse k.o. Spodnja Šiška, 1740.

Na osnovi Lokacijske informacije št.: 3501-1340/2012-2(2012-8029)-elg z dne 24.10.2012 spada objekt pod prostorsko enoto ŠI-404.

Zadnje stanje parcelnih števil se razlikuje od stanja v lokacijski informaciji. Spremembe parcelnih števil so prikazane v spodnji tabeli.

Staro stanje	Novo stanje
73/3	92/14
92/1	92/11
92/3	92/3
141/4	92/12

.3.2 PREDVIDENO STANJE – OBNOVLJENO KOGENERACIJSKO POSTROJENJE

Želja investitorja je rekonstrukcija obstoječega kogeneracijskega postrojenja in zamenjava generatorskega sklopa s plinsko turbino z novim generatorskim sklopom na osnovi nove, močnejše eno-gredne različice istega tipa plinske turbine TAURUS 70, proizvajalca Solar. Možna bo tudi vgradnja plinske turbine drugega proizvajalca, v kolikor se izkaže, da ima podobne zmogljivosti in smer izpuha kot obravnavana ter hkrati ne povzroča prevelike proizvodnje vroče vode in s količino dimnih plinov tudi ne prevelikih uporov na dimni strani kotlovskega dela postrojenja.

Obnova naprave za SPTE zajema postavitev novega generatorskega sklopa na osnovi enogredne plinske turbine s spremljajočo opremo. Nov generatorski sklop bo proizvedel več električne energije – 7960 kW (pri ISO obratovalnih pogojih). Obstoječi generatorski sklop ima radialni izstop izpušnih plinov, nov generatorski sklop pa ima aksialni izstop izpušnih plinov. Z vgradnjo novega generatorskega sklopa se bo količina izpušnih plinov minimalno povečala, temperatura izpušnih plinov pa se bo nekoliko zvišala. Zaradi drugačne pozicije izstopa izpušnih plinov iz novega generatorskega sklopa, bo potrebno najti najugodnejšo razporeditev strojne opreme za vodenje izpušnih plinov od generatorskega sklopa do kanalskega gorilnika, ki je nameščen pred zgorevalno komoro. Zaradi nove pozicije izpuha in spremenjenih parametrov izpušnih plinov, bo tako potrebno prilagoditi oz. zamenjati tudi nekaj ostale opreme kogeneracijskega postrojenja.

Zaradi povečanja proizvodnje pare v kogeneracijskem postrojenju, je predvidena vgradnja grelnika napajalne vode (ekonomizer). S predelavo se želi več odpadne toplote dimnih plinov izkoristiti za proizvodnjo pare (gretje napajalne vode) in posledično zmanjšati proizvodnjo vroče vode. Predvidena je vgradnja novega grelnika napajalne vode (ekonomizerja) v dimno komoro za parnim kotlom in zamenjava ali predelava obstoječega grelnika omrežne vroče vode na ustrezno manjšo moč. Predvidena je tudi vgradnja novega grelnika dodatne demi vode pred vstopom v napajalni rezervoar.

Preostali del strojne opreme celotnega postrojenja, ki zajema predvsem opremo parnega kotla, se lahko glede na izvedene kontrolne izračune, kljub povečani moči turbine, obdrži.

Glavni sklopi nove opreme kogeneracijskega postrojenja:

- Generatorski sklop s plinsko turbino;
- Dušilnik hrupa v kanalu izpušnih plinov;
- 3-potna preklopna loputa za usmerjanje izpušnih plinov preko kotla oz. v pomožni dimnik;
- Kanalski plinski gorilnik za dodatno kurjenje oz. za obratovanje s svežim zrakom;
- Rekonstruirani kanali za vodenje izpušnih plinov od plinske turbine do kanalskega plinskega gorilnika,
- Filterski vložki za filtriranje zgorevalnega zraka za plinsko turbino;
- Filterski vložki hladilnega zraka z dovodnimi in odvodnimi kanali za prezračevanje in hlajenje generatorskega sklopa (predelava kanalov za nov generatorski sklop);
- Hladilnik turbinskega mazalnega olja;
- Dizelski električni agregat;
- Kompresor zemeljskega plina; dvig izstopnega tlaka na obstoječem plinskem kompresorju oz. vgradnja novega plinskega kompresorja,
- Grelnik napajalne vode oz. ekonomizer, ki bo vgrajen v dimno komoro kotla pod obstoječi (oz. nov če se bo izkazalo za potrebno) grelnik omrežne vode.

Poleg vgradnje nove opreme, bo potrebno izvesti tudi nekatere spremembe oz. prilagoditve na obstoječi opremi:

- Prestavitev obstoječega oz. vgradnja novega pomožnega (by-pass) dimnika nad novi dušilnik hrupa (oz. 3-potno preklopno loputo za usmerjanje izpušnih plinov);
- Predelava kanala za dovod zgorevalnega zraka v plinsko turbino;
- Predelava kanalov hladilnega zraka za hlajenje in prezračevanje generatorskega sklopa;
- Predelava kanalov za vodenje izpušnih plinov;
- Prestavitev in prilagoditev cevovodov za dovod in odvod medijev (napajalna voda, zemeljski plin, olje, tekoče gorivo...);
- Zamenjava neustrezne opreme na razvodu zemeljskega plina, zaradi dviga tlaka in posledično temperature zemeljskega plina; zamenjava zalogovnikov zemeljskega plina, zamenjava armatur, povečati je potrebno učinkovitost izločanja olja iz zemeljskega plina na izstopu iz plinskega kompresorja.

Za električno priključitev obnovljenega kogeneracijskega postrojenja in Toplarne Šiška na elektrodistribucijsko omrežje je predvidena tudi posodobitev oz. zamenjava dela elektroenergetske opreme:

- Posodobitev, prestavitev oz. zamenjava dela električne opreme v sredjenapetostnem stikališču. Nova vgrajena električna oprema bo sposobna obratovati na 10 kV ali 20 kV napetostnem nivoju, kar bo Energetiki Ljubljana omogočilo postopen prehod na 20kV napetostni nivo distribucijskega električnega omrežja;
- Zamenjava energetske transformatorjeve oskrbe Toplarne Šiška z električno energijo na 6kV in 0,4 kV napetostnem nivoju. Vgrajeni bodo novi prevezljivi energetski transformatorji, ki bodo sposobni obratovati z 10 kV ali 20 kV napetostjo na primarni strani;
- Zamenjava transformatorja lastne rabe kogeneracijskega postrojenja z novim transformatorjem (20/0,4 kV);
- Vgradnja novega transformatorja (20/10 kV) za priključitev novega električnega generatorja, ki bo dobavljen z novim generatorskim sklopom;
- Zamenjava merilno-regulacijske, varnostne in krmilne opreme na parnem kotlu;
- Zagotoviti je potrebno ustrezne meritve proizvedene električne energije in toplote v skladu z zahtevami iz Uredbe o podporah električni energiji, proizvedeni v soproizvodnji toplote in električne energije z visokim izkoristkom in ostalimi predpisi.

Lokacija parnega kotla se ne spreminja. Nov generatorski sklop se postavi na obstoječi lokaciji z manjšimi prilagoditvami in spremembami, ki jih pogojuje vgradnja novega generatorskega sklopa. Predvidena postavitev novega generatorskega sklopa in pripadajoče opreme je prikazana na risbah, ki so del tega načrta (tlorisi št. 591/13-5-10 do -12 in prerezi 591/13-5-20 do -23). Predelava posameznih sklopov opreme je opisana v nadaljevanju.

.3.2.1 GENERATORSKI SKLOP S PLINSKO TURBINO

.3.2.1.1 TURBINSKI AGREGAT

Predvidena je vgradnja novega generatorskega sklopa na osnovi eno-gredne plinske turbine. Nov generatorski sklop se postavi na mesto obstoječega generatorskega sklopa, tako da bo postavljen na obstoječe armiranobetonske nosilce, ki se nahajajo pod armiranobetonsko ploščo na koti $\pm 0,00$ m.

Plinska turbina predstavlja jedro naprave za soproizvodnjo toplote in elektrike (SPTE). Generatorski sklop je sestavljen iz plinske turbine, reduktorja in električnega generatorja, ki se nahajajo znotraj protihrupnega ohišja. Vse skupaj je postavljeno na jeklen nosilni okvir s šestimi podstavki, ki so namenjeni dušenju vibracij.

Električni izkoristek novega generatorskega sklopa se bo povečal na 33,4% (sedaj 31,4%), prav tako se bo povečala moč na sponkah generatorja za približno 17%, to je s 6.800 kW na 7.960 kW, gledano pri ISO pogojih. Več tehničnih podatkov je prikazanih v spodnji tabeli.

Tabela: Primerjava obstoječe in nove turbine:

AGREGAT S PLINSKO TURBINO		Obstoječ	Nov (predvideni podatki)	Opomba
Vstopne izgube	mmH ₂ O	50	125	
Izstopne izgube	mmH ₂ O	230	300	
Spodnja kurilnost zem. plina	MJ/Nm ³	35,95	36,3	
Nazivna moč po ISO	kW	6.800	7.960	na sponkah generatorja
Izmerjena moč po ISO	kW	6.949	-	na sponkah generatorja
Izmerjena moč v povezavi s kotlom pri določenih pogojih za lokacijo vgradnje	kW	6.368	7.396	na sponkah generatorja, garantirano za novo (za lokacijo vgradnje pri Tz=15°C)
Izmerjeno razmerje topl. in el. moči v povezavi s kotlom pri določenih pogojih za lokacijo vgradnje	kJ/kWh	11.470	10.774	na sponkah generatorja, garantirano za novo (za lokacijo vgradnje pri Tz=15°C)
Izkoristek električni v povezavi s kotlom pri določenih pogojih za lokacijo vgradnje	%	31,4	33,4	na sponkah generatorja, garantirano za novo (za lokacijo vgradnje pri Tz=15°C)
Kompresijsko razmerje	-	16:1	17,6:1	
Obrati kompresorja	°/min	15.200	15.143	
Obrati turbine	°/min	10.800	15.143	
Vstopna toplotna moč	kJ/s	20.290	22.140	(za lokacijo vgradnje pri Tz=15°C)
Pretok zraka na vstopu	kg/s	25,08	25,22	(za lokacijo vgradnje pri Tz=15°C)
Pretok dimnih plinov na izstopu po ISO	kg/s	25,89	26,88	za obstoječo pri prevzemnih meritvah
Pretok dimnih plinov na izstopu	kg/s	od 23,2 do 27,7	od 23 do 28	pri polni obremenitvi, za novo lahko realno pričakujemo nekaj večje pretoke

Temperatura izstopnih plinov po ISO	°C	481	508	za obstoječo pri prevzemnih meritvah
Temperatura izstopnih plinov	°C	od 478 do 504	od 506 do 536	za lokacijo vgradnje pri polni obremenitvi
Teža turbine	kg	5.630	4.200	
Teža reduktorja	kg	4.000	3.200	
Teža gredne vezi	kg		400	
Teža generatorja	kg	16.000	19.000	
Skupna teža	kg	65.000	55.000	
Nazivna moč generatorja	kVA	7.975	9.400	
Napetost el. generatorja	V	10.500	10.500	
Startni motor	kW	75	140	
Obratovalni nadtlak zem. plina na dovodu	Bar(g)	22	21,8 do 30,0	Pri minimalnem tlaku z novo ni možno izvajati avtomatskih preklapov na tekoče gorivo.
Dolžina	m	12,9	12,64	
Širina	m	2,7	2,9	
Višina	m	3,2	3,14	
NO _x (plinasto gorivo)	mg/Nm ³	< 75	< 75	Mejna emisijska koncentracija pri 15% O ₂
CO (plinasto gorivo)	mg/Nm ³	< 100	< 100	Mejna emisijska koncentracija pri 15% O ₂
NO _x (tekoče gorivo)	mg/Nm ³	< 150	< 150	Mejna emisijska koncentracija pri 15% O ₂
CO (tekoče gorivo)	mg/Nm ³	< 100	< 100	Mejna emisijska koncentracija pri 15% O ₂

3.2.1.2 FILTRACIJA ZGOREVALNEGA ZRAKA

Filter zgorevalnega zraka je namenjen preprečevanju vstopa trdih delcev iz okoliškega zraka v plinsko turbino. Predvideno je, da se bo ohranilo obstoječe filtersko ohišje. V primeru potrebe, se bo obstoječe ohišje nekoliko prilagodilo, da bo možna vgradnja nekaj dodatnih filterskih vložkov. Predvidena je vgradnja novih filtrskih vložkov (kartuš), ki bodo omogočale dvostopenjsko filtracijo v stopnji G4 + F8.

Ker ima predvideni generatorski sklop s plinsko turbino priključni kanal za dovod zgorevalnega zraka na drugem mestu kot obstoječi, bo potrebno nekoliko prilagoditi kanal za dovod zgorevalnega zraka. Prilagoditev kanala se bo izvedla iz pločevine s protihrupno izolacijo in perforirano pločevino na notranji strani. Dimenzije kanala (svetla): 2600x1400 mm +50 mm izolacija.

Tehnični podatki obstoječega enostopenjskega filtra zgorevalnega zraka:

- nazivni pretok zraka: 72.000 m³/h
- dejanski pretok zraka: 72.000 m³/h
- dovoljen padec tlaka: 800 Pa
- tip filtrov: kartuša TFP60 (72kom)
- stopnja filtracije: F6 (po EN779)

.3.2.1.3 FILTRACIJA ZRAKA ZA PREZRAČEVANJE IN HLAJENJE GENERATORSKEGA SKLOPA

Predvidena je vgradnja novih filtrskih vložkov za filtracijo hladilnega zraka oz. zraka za prezračevanje generatorskega skopa. Predvidoma se lokacija filtra zraka ne bo spreminjala. Filter je namenjen preprečevanju vstopa trdih delcev iz okoliškega zraka v ohišje generatorskega sklopa s plinsko turbino.

Predelati, oziroma prilagoditi bo potrebno kanal za dovod hladilnega zraka od filtra do generatorskega sklopa. Zračni kanal za odvod hladilnega zraka iz generatorskega sklopa bo potrebno prilagoditi poziciji odvodnega priključka na protihrupnem ohišju generatorskega sklopa.

Enako kot pri kanalu za dovod zgorevalnega zraka so tudi tu kanalske povezave narejene iz 3 mm pločevine s protihrupno izolacijo in perforirano pločevino na notranji strani.

- Dimenzije vstopnega kanala (svetla): 2800x1300 mm +50 mm izolacija
- Dimenzije izstopnega kanala (svetla): 2800x1100 mm +50 mm izolacija

V vstopnem in izstopnem kanalu hladilnega zraka bodo vgrajeni tudi ustrezni novi aksialni ventilatorji.

Število in moč ventilatorjev za obstoječi in novo predvideni sklop:

AGREGAT S PLINSKO TURBINO		Obstoječ	Nov oz. predvideni	Opomba
Prezračevanje - dovod	Število ventilatorjev × el. moč	3×2,2kW	2×5,5kW	3-faze, /400V AC
Prezračevanje - odvod	Število ventilatorjev × el. moč	3×2,2kW	2×5,5kW	3-faze, /400V AC

.3.2.2 IZRABA ODPADNE TOPLOTE IZPUŠNIH PLINOV

.3.2.2.1 GLUŠNIK

Zaradi aksialnega izstopa izpušnih plinov iz novega generatorskega sklopa in višje temperature izpušnih plinov, obstoječega glušnika hrupa ne bo mogoče več uporabiti. Obstoječi glušnik se zato zamenja z novim glušnikom, ki se ga postavi ob zunanjo steno kotlovnice pod (oz. ob) nadstrešek pri rezervoarjih kemikalij. Dušilnik hrupa mora biti samostojen in vertikalne izvedbe. Postavljen bo na betonskem podstavku na talni plošči nad nevtralizacijskim bazenom. Dovoljena raven zvočne moči na izstopu iz pomožnega dimnika z novim glušnikom bo najmanj enaka kot z obstoječim glušnikom.

Podatki za dimenzioniranje glušnika:

- | | |
|--|---------------|
| - Pretok dimnih plinov: | 26,88 kg/s |
| - Maksimalna temperatura dimnih plinov: | 580°C |
| - Maks. dovoljena raven zvočne moči na izstopu iz pomožnega dimnika: | 90 dB(A) |
| - Maksimalni dovoljen padec tlaka: | 3,5-4,0 mbar |
| - Razpoložljiva skupna višina: | ~6,5 m |
| - Višina vstopnega priključka: | ~1,5 m |
| - Premer priključkov vstop/izstop: | Ø1600 / Ø1600 |
| - Tip priključka: | Prirobnični |

Glušnik je lahko okroglega ali pravokotnega preseka. Vstop izpušnih plinov iz turbine v glušnik je predviden na spodnjem delu glušnika, izstop izpušnih plinov pa aksialno na vrhu glušnika. Nad glušnikom bo nameščena 3-potna preklopna loputa. Glušnik je potrebno izolirati z mineralno volno debeline vsaj 300 mm in obdati z Al pločevino.

.3.2.2.2 3-POTNA PREKLOPNA LOPUTA

Zaradi aksialnega izstopa izpušnih plinov iz generatorskega sklopa, druge pozicije glušnika in višje temperature izpušnih plinov, obstoječa 3-potna loputa ne bo več uporabna. Predvidena je vgradnja nove 3-potne lopute, ki bo postavljena nad novi glušnik. Predvidena nova pozicija 3-potne lopute bo hkrati omogočila izboljšanje razmer za obratovanje kanalskega gorilnika pri obratovanju parnega kotla s svežim zrakom, saj bo omogočila dodatno podaljšanje zgorevalne komore med kanalskim gorilnikom in bobnom kotla. 3-potna preklopna loputa bo nameščena nad novi glušnik zunaj objekta, nad njo pa bo nameščen pomožni (by-pass) dimnik.

Podatki za izbiro preklopne lopute:

- | | |
|---|--------------------------|
| - Pretok dimnih plinov: | 26,88 kg/s |
| - Maksimalna temperatura dimnih plinov: | 580°C |
| - Dimenzije priključkov (vstop/izstop kotel/izstop dimnik): | Ø1600 / Ø1600 / Ø1600 mm |

Vgradi se preklopna loputa z enim diskom in z motornim pogonom, ki ima sistem za dodatno zračno tesnjenje, ki omogoča 100% tesnjenje, tako v smeri pomožnega dimnika kot

tudi v smeri parnega kotla, kar pomeni izboljšanje glede na obstoječo izvedbo, ki omogoča 100% tesnjenje samo v smeri parnega kotla. Ohišje lopute bo, zaradi visokih temperatur dimnih plinov, izolirano s toplotno izolacijo na zunanji strani. Loputa bo predvidoma v celoti izdelana iz materiala AISI 321 (W.Nr. 1.4541).

.3.2.2.3 KANALSKI PLINSKI GORILNIK

Zaradi zagotavljanja obratovanja v okviru predpisanih emisijskih vrednostih je bilo, pri obratovanju s svežim zrakom, potrebno omejiti moč obstoječega plinskega kanalskega gorilnika. Proizvajalec na obstoječem kanalskem gorilniku ne more izvesti izboljšav, s katerimi bi lahko dosegli zadostno znižanje emisije škodljivih dimnih plinov (NO_x, CO,...). Zato je predvidena zamenjava kanalskega gorilnika z novim, ki tako kot obstoječi omogoča dva načina obratovanja:

- Obratovanje kot dodatni gorilnik skupaj s plinsko turbino (TEG) in
- obratovanje samostojno s svežim zgorevalnim zrakom (FA).

Moč dodatnega gorilnika v primeru obratovanja z dimnimi plini iz plinske turbine mora zagotavljati dovolj toplote, da se v parnem kotlu zagotovi proizvodnja pare 20 t/h (maksimalna kapaciteta kotla).

V primeru obratovanja s svežim zrakom je kanalski gorilnik dimenzioniran na maksimalno moč, pri kateri ne presega mejnih vrednosti emisij škodljivih dimnih plinov, vendar ne več kolikor je potrebno za proizvodnjo pare 20 t/h. Minimalna še sprejemljiva moč kanalskega gorilnika je moč, ki je potrebna za proizvodnjo cca. 10 t/h pare.

Moč kanalskega gorilnika je v obeh načinih obratovanja odvisna tudi od vgradnje dodatnega ekonomizerja za parnim kotlom (grelnik napajalne vode). Če bo EKO za kotlom vgrajen, se potrebna moč dodatnega gorilnika zmanjša. V spodnji tabeli so prikazane zahtevane vrednosti za dimenzioniranje kanalskega gorilnika v načinu obratovanja z izpušnimi plini iz turbine.

1. Obratovanje s turbino - TEG

		Brez EKO	EKO
Pretok izpušnih plinov skozi gorilnik	kg/s	23-28	23-28
Temperatura plinov vstop	°C	506-536	506-536
Temperatura plinov izstop	°C	cca 717	cca 660
Moč dodatnega gorilnika	kW	cca 6.000	cca 3.500
Pretok dodatnega goriva	Nm ³ /h	cca 600	cca 350
NO ₂	mg/Nm ³	<79	<79
CO	mg/Nm ³	<100	<100

S prestavitvijo preklonpe 3-potne lopute in pomožnega dimnika izven objekta se podaljša razpoložljiva dolžina za vgradnjo kanalskega gorilnika. Glede na zahtevan pretok svežega

zgorevalnega zraka, pri obratovanju s svežim zrakom, bo v nadaljnjih fazah projektiranja potrebno preveriti ustreznost obstoječega ventilatorja za obratovanje s svežim zrakom.

.3.2.2.4 VENTILATOR SVEŽEGA ZGOREVALNEGA ZRAKA - KANALSKI PLINSKI GORILNIK

Zaradi spremembe moči kanalskega plinskega gorilnika bo potrebno centrifugalni ventilator svežega zraka predelati ali pa celo zamenjati z ustrežnejšim. Po potrebi se bosta zamenjala ali prilagodila tudi dušilec hrupa in regulacijska loputa na dovodu svežega zraka. Odvisno od dimenzij in skupne teže ventilatorja in pripadajoče opreme bo potrebno prilagoditi podest ob zunanji, severni fasadi objekta.

Okvirni tehnični podatki za izbor ventilatorja:

Pretok zraka:	20-22 kg/s
Totalni tlak:	cca 3500 Pa
Temperatura zraka:	-20... 35°C

.3.2.2.5 KANALI IZPUŠNIH PLINOV

Predviden nov generatorski sklop ima aksialni izpuh, zato je potrebno predvideti novo razporeditev izpušnih kanalov.

Podatki za dimenzioniranje kanalov dimnih plinov:

- Pretok dimnih plinov: 26,88 kg/s
- Maksimalna temperatura dimnih plinov: 580°C

Vgradi se nov kanal dimnih plinov z okroglim presekom $\varnothing 1600$ mm za povezavo od turbine do glušnika. Za povezavo med preklopno 3-potno loputo in kanalskim gorilnikom se vgradi kanal kvadratnega presega 2100x2100 mm, ki ustreza preseku kanalskega gorilnika. V kolenih je predvidena namestitev vodilnih lopatic.

Zaradi visokih temperatur dimnih plinov bo za kompenzacijo temperaturnih raztezkov na ključnih mestih na kanale dimnih plinov potrebno vgraditi kompenzatorje raztezkov.

Predvidena mesta za vgradnjo so:

- Izstop dimnih plinov iz turbine;
- Vstopni priključek v glušnik;
- Med glušnik in preklopno loputo;
- Med preklopno loputo in pomožnim dimnikom;
- Med preklopno loputo in kanalskim gorilnikom.

.3.2.2.6 PARNI KOTEL

1. Preračun obstoječega parnega kotla

Z vgradnjo novega generatorskega sklopa se posledično nekoliko spremenijo tudi parametri izpušnih plinov (masni pretok, temperatura), ki vstopajo v kotel. Zato bo potreben termodinamični preračun obstoječega kotla. Obstoječi parni kotel ima omejitev maksimalne proizvodnje pare na 20 t/h. Zaradi višjih izstopnih temperatur in večjega masnega pretoka izpušnih plinov iz nove plinske turbine, bo v načinu sočasne proizvodnje, za doseganje 20 t/h pare potreba po dodatnem kurjenju nižja. Ustrezno temu je predvidena manjša moč dodatne kurjave v tem načinu obratovanja.

2. Vgradnja dodatnega ekonomizerja – grelnik napajalne vode

Zaradi povečanja proizvodnje pare v čistem načinu sočasne proizvodnje, ko obratuje samo plinska turbina - brez dodatne kurjave, se predvideva vgradnja dodatnega grelnika kotlovske napajalne vode (ekonomizerja). Vgradnja ekonomizerja je predvidena v dimno komoro na izstopu iz bobna kotla. Predvidena je predelava obstoječe dimne komore tako, da se novi ekonomizer vgradi pred (oz. pod) obstoječi grelnik omrežne vode. Prenosnik bo narejen iz rebrastih cevi, da se poveča prestop toplote iz izpušnih plinov na napajalno vodo v ceveh.

Hkrati je potrebno predelati regulacijo pretoka omrežne vode skozi obstoječi grelnik. Poleg že obstoječega frekvenčnega regulatorja vrtljajev obtočnih črpalk se bo vgradil dušilni ventil, s katerim se lahko ustrezno zniža pretok omrežne vode, tako da se temperatura dimnih plinov za obstoječim grelnikom ne bo spremenila glede na obstoječe stanje. Iz priložene tabele je razvidno, da se razpoložljiva moč obstoječega grelnika omrežne vode ob vgradnji dodatnega ekonomizerja zniža za polovico, na cca. 2,3 MW. Alternativno temu se bo preštudiralo tudi ekonomsko upravičenost tehnično boljše variante ustrezne predelave ali celo zamenjave obstoječih črpalk, ki zagotavljajo pretok vode skozi grelnik omrežne vode.

Tehnični podatki ekonomizerja:

Primarna stran (dimni plini): 280°C / 220°C, 27 kg/s

Sekundarna stran (napajalna voda): 105°C / 180°C, 0,5...20 m³/h

Toplotna moč - Q = 2300 kW,

T_{max} = 300°C

P_{max} = 40 bar (če je napajalni ventil za ekonomizerjem)

Δp_{max} = 30 kPa

Sistem za dovajanje kotlovske napajalne vode

Sistem za dovajanje kotlovske napajalne vode v kotel ostane v večji meri nespremenjen, predvideni so le manjši posegi v cevni razvod. Potrebna je kontrola tlačne rezerve napajalnih črpalk, da bodo lahko premagovale dodatne pretočne upore v novo vgrajenem ekonomizerju.

Ekonomizer bo proti povišanemu tlaku varovan z ustreznim varnostnim ventilom.

Primerjalna tabela karakteristik kotla pred in po obnovi postrojenja za SPTE

KOTEL			Obstoječa turbina	Nova turbina	Opomba
Obratovanje brez dodatne kurjave					
Moč uparjalnik	kW		6.842	7.667	$T_{ok}=25^{\circ}\text{C}$
Moč EKO	kW		0	1.783	$T_{ok}=25^{\circ}\text{C}$
Moč kotla (uparjalnik + ECO)	kW		6.842	9.450	$T_{ok}=25^{\circ}\text{C}$
Pretok pare	t/h		10,5	14,5	$T_{ok}=25^{\circ}\text{C}$
Moč mrežnega grelnika	kW		3.904	2.386	$T_{ok}=25^{\circ}\text{C}$
Moč kotla + mrežn. grelnika	kW		10.746	11.836	$T_{ok}=25^{\circ}\text{C}$
Tlak pare	bar(g)		16	16	
Temp pare	$^{\circ}\text{C}$		204,3	204,3	
Dimni plini pred kotlom	$^{\circ}\text{C}$		484	515	$T_{ok}=15^{\circ}\text{C}$, $\phi=60\%$
Dimni plini za bobnom	$^{\circ}\text{C}$		245	cca. 250	$T_{ok}=15^{\circ}\text{C}$, $\phi=60\%$
Dimni plini v dimnik	$^{\circ}\text{C}$		87	cca. 90	$T_{ok}=15^{\circ}\text{C}$, $\phi=60\%$
Toplotni izkoristek	%		84,5	86,7	$T_{ok}=25^{\circ}\text{C}$
Tlačne izgube dimnih plinov	mbar		15,2	17,9	$T_{ok}=25^{\circ}\text{C}$
Pretok dimnih plinov	kg/s		25,49	25,59	$T_{ok}=15^{\circ}\text{C}$, $\phi=60\%$ (pretok z. zraka + pretok goriva)
Obratovanje z dodatno kurjavo					
Moč uparjalnik	kW		13.068	10.847	$T_{ok}=25^{\circ}\text{C}$
Moč EKO	kW		0	2.226	$T_{ok}=25^{\circ}\text{C}$
Moč kotla (uparjalnik + ECO)	kW		13.068	13.073	$T_{ok}=25^{\circ}\text{C}$
Pretok pare	t/h		20	20	$T_{ok}=25^{\circ}\text{C}$
Moč mrežnega grelnika	kW		4.538	2.320	$T_{ok}=25^{\circ}\text{C}$
Moč kotla + mrežn. grelnika	kW		17.606	15.393	$T_{ok}=25^{\circ}\text{C}$
Tlak pare	bar(g)		16	16	
Temp pare	$^{\circ}\text{C}$		204,3	204,3	
Dimni plini pred kotlom	$^{\circ}\text{C}$		709	cca. 600	$T_{ok}=15^{\circ}\text{C}$, $\phi=60\%$
Dimni plini za bobnom	$^{\circ}\text{C}$		265	cca. 255	$T_{ok}=15^{\circ}\text{C}$, $\phi=60\%$
Dimni plini v dimnik	$^{\circ}\text{C}$		90	cca. 90	$T_{ok}=15^{\circ}\text{C}$, $\phi=60\%$
Toplotni izkoristek	%		89,4	89,4	$T_{ok}=25^{\circ}\text{C}$
Tlačne izgube dimnih plinov	mbar		17,5	17,9	$T_{ok}=25^{\circ}\text{C}$
Pretok dimnih plinov	kg/s		25,63	25,88	$T_{ok}=15^{\circ}\text{C}$, $\phi=60\%$

.3.2.3 DIMNIKI

Za nemoteno delovanje kogeneracijskega postrojenja sta postavljena dva dimnika glavni in pomožni. Preveriti je potrebno ustreznost obstoječih dimnikov glede na podatke o povečanem pretoku in temperaturi dimnih plinov nove predvidene plinske turbine.

A. Glavni dimnik

Glavni dimnik je namenjen odvajanju dimnih plinov iz postrojenja, ko sistem normalno deluje (delujeta tako turbina kot parni kotel).

Tehnični podatki:

$$H = 25,5 \text{ m (40 m nad terenom)}$$

$$D = 1406 \text{ mm}$$

$$T_{max} = 160^{\circ}\text{C} \text{ (temperatura dimnih plinov)}$$

$$\dot{m} = 26,88 \text{ kg/s}$$

Povzetek izračuna s pomočjo nomograma iz pravilnika:

Dejanska višina dimnika, H_d =	40 m
Premjer dimnika, D =	1,6 m
Pretok suhih dimnih plinov, R =	52037 Nm ³ /h (15% O ₂)
Temperatura dimnih plinov, t =	100 °C
Območje vrednotenja (OV), r =	2000 m (50xH)

Odčitana višina dimnika iz nomograma, H' =	10 m
Povprečna višina gozda ali stavb v OV, J' =	10 m
Razmerje J'/H' =	1
Dodatna višina odvodnika iz diagrama, J =	10 m

Izračunana višina odvodnika (pravilnik), $H_i = H' + J =$ **20 m**

Izračunana višina odvodnika (Program TA Luft 5.5.3), $H_i =$ **17,4 m**

Pogoj: $H_d > H_i$,
40 m > 20 m

Višina dimnika ustreza zahtevam za višino odvodnika iz *Pravilnika o emisiji snovi v zrak iz nepremičnih virov onesnaževanja*. Glavni dimnik zato ostaja nespremenjen.

The screenshot shows two windows from the TA Luft 5.5.3 software. The left window, titled 'S-Werte nach TA Luft, Anhang 7, Tabelle 22', displays a table of pollutant emission factors. The right window, titled 'Kaminhöhe nach TA Luft 5.5.3', shows input parameters for chimney height calculation.

Stoff	S-Wert	E-Konz. [mg/m ³]	Emission [g/h]	Q/S [kg/h]	Höhe [m]
Schwebstaub	0.08				
Pb u. anorg. V. als Pb	0.0025				
Cd u. anorg. V. als Cd	0.00013				
Hg u. anorg. V. als Hg	0.00013				
Chlor	0.09				
gasf. anorg. Chlorv. als HCl	0.1				
F u. gasf. Fluorv. als HF	0.0018				
Kohlenmonoxid CO	7.5	99,987	5203,7	0,7	1,1
Schwefeloxide als SO ₂	0.14				
Schwefelwasserstoff	0.003				
Stickstoffoxide als NO ₂	0.1	74,985	3902,775	39,0	7,4
Stoffe 5.2.2 Klasse I	0.005				
Stoffe 5.2.2 Klasse II	0.05				
Stoffe 5.2.2 Klasse III	0.1				
Stoffe 5.2.5 Ges. kohlenstoff	0.1				
Stoffe 5.2.5 Klasse I	0.05				
Stoffe 5.2.5 Klasse II	0.1				
Stoffe 5.2.7 Klasse I	0.00005				
Stoffe 5.2.7 Klasse II	0.0005				
Stoffe 5.2.7 Klasse III	0.005				

The right window shows the following parameters:

- Projekt: Glavni dimnik
- Abgasmenge [m³/h Ntr]: 52037
- Wärmestrom [MW]: 1,769
- Temperatur an der Mündung [°C]: 100
- Abgasgeschwindigkeit [m/s]: 9,8
- Mündungsdurchmesser [m]: 1,60
- Querschnittsfläche [m²]: 2,01
- Immissionsniveau [m]: 10
- Emissionszahl [m²/s]: 113,23
- Bauhöhe des Kamins [m]: 17,4
- Mindesthöhe (Nomogramm) [m]: 7,4

Buttons at the bottom: Stoff-Liste, Berechnung, Protokoll, Hilfe, Ende.

Slika 1: Izračun višine dimnika s pomočjo programa TA Luft 5.5.3.

B. Pomožni (by-pass) dimnik:

Tehnični podatki:

 $H = 11 \text{ m}$ (22 m nad terenom) $D = 1606 \text{ mm}$ $T_{max} = 580^\circ\text{C}$ $\dot{m} = 26,88 \text{ kg/s}$

Pomožni dimnik bo postavljen nad novi glušnik in nad novo 3-potno preklopno loputo, ob S fasadi objekta (os B-2) ob skladišču kemikalij. Za podporo prestavljenega dimnika se postavi nova nosilna konstrukcija iz jeklenih profilov. Obstoječa dimna tuljava je ustrezna za povečan pretok dimnih plinov. Če se izkaže, da materiali obstoječega pomožnega dimnika niso ustrezni za višje temperature dimnih plinov iz nove turbine, bo potrebno dimnik ustrezno predelati, oziroma zamenjati celoten dimnik. V sklopu gradbenega dela projekta je, zaradi dodatne obtežbe statično preverjena in obdelana ojačitev obstoječe armiranobetonske plošče nad nevtralizacijskim bazenom.

Pomožni dimnik je namenjen izpuhu dimnih plinov v času zagona plinske turbine in za primer zaustavitve (okvare) parnega kotla.

Povzetek izračuna s pomočjo nomograma iz pravilnika:

Dejanska višina dimnika, H_d =	22 m
Premjer dimnika, D =	1,6 m
Pretok suhih dimnih plinov, R =	52037 Nm ³ /h (15% O ₂)
Temperatura dimnih plinov, t =	540 °C
Območje vrednotenja (OV), r =	1100 m (50xH)
Odčitana višina dimnika iz nomograma, H' =	10 m
Povprečna višina gozda ali stavb v OV, J' =	10 m
Razmerje J'/H' =	1

Dodatna višina odvodnika iz diagrama, $J =$ 10 m

Izračunana višina odvodnika (pravilnik), $H_i = H' + J =$ 20 m

Izračunana višina odvodnika (Program TA Luft 5.5.3), $H_i =$ 17,4 m

Pogoj: $H_d > H_i$,
40 m > 20 m

Višina dimnika ustreza zahtevam za višino odvodnika iz *Pravilnika o emisiji snovi v zrak iz nepremičnih virov onesnaževanja*. Pomožni dimnik zato ostaja nespremenjen.

C. Izpuh iz novega dizelskega električnega agregata:

Nov dizelski električni agregat mora imeti zagotovljen nemoten izpuh dimnih plinov.

Odvodnik (izpuh) dizelskega električnega agregata:

$$H = \sim 2,5 \text{ m}$$

$$D = 203 \text{ mm}$$

$$T_{max} = 500 - 550^{\circ}\text{C}$$

Agregat je namenjen za zagon turbine in za zasilni vir električne energije v primeru izpada zunanjega vira elektrike. Predvideno obratovalno število ur ne presega 300 ur na leto.

.3.2.4 GORIVO

Nova plinska turbina bo omogočala obratovanje tako z zemeljskim plinom kot tudi s tekočim gorivom (dizel). Preklop med gorivi je možen tudi pri polni obremenitvi turbine, prav tako je možen zagon turbine s katerim koli od razpoložljivih dveh goriv.

.3.2.4.1 ZEMELJSKI PLIN

Vhodna toplotna moč plinske turbine bo po spremembi 22,6 MW, vhodna toplotna moč parnega kotla ostaja nespremenjena 17,8 MW (FA mode), medtem ko se moč kogeneracijskega postroja (TEG mode) po spremembi zniža na 25,9 MW. Podatki veljajo za povprečno letno zunanjo temperaturo v Ljubljani - 11°C.

Zahteve za zemeljski plin:

- Maksimalna poraba: 25,9 MW (~2920 Nm³/h)
- Minimalni tlak: 21,75 barg
- Obratovalni tlak: 25 barg
- Maksimalni tlak: 30 barg
- Minimalna temperatura: -20 °C
- Maksimalna temperatura: +50 °C (varnostni izklop turbine)
- Maksimalna vsebnost olja: 2 ppmW
- Rosišče: min. 28 K pod temperaturo plina

Obstoječi kompresor lahko stisne zemeljski plin do maksimalno 24,5 bar oziroma za trajno obratovanje do približno 22 bar. Nov turbinski agregat po podatkih proizvajalca za nemoteno delovanje in avtomatski preklop goriva zahteva višji tlak zemeljskega plina na vstopu, to je od 21,75 do 30 bar.

S proizvajalcem obstoječega plinskega kompresorja HOWDEN je bila preverjena možnost dviga obratovalnega tlaka na nove vrednosti na obstoječem kompresorju. Ker te možnosti proizvajalec ni potrdil, bo potrebno vgraditi nov kompresor zemeljskega plina.

Obstoječi plinovod DN80 od kompresorja in zalogovnikov do plinske turbine bo ustrezen tudi povečanju maksimalnega delovnega tlaka na 30 barg. Potrebno bo izvesti prekvalifikacijo tega cevovoda za obratovanje z višjim tlakom. V ta namen bo potrebno narediti nove trdnostne izračune, pridobiti ustrezne certifikate skladno z direktivo o tlačni opremi in izvesti tlačni preizkus cevovoda s preizkusnim tlakom, ki bo ustrezal novemu najvišjemu dovoljenemu obratovalnemu tlaku.

Ker je potrebno dvigniti tlak zemeljskega plina, bo potrebno zamenjati tudi ostalo opremo, ki je del razvoda zemeljskega plina in ne omogoča dviga maksimalnega delovnega tlaka. To predvsem velja za obstoječi tlačni posodi za plin, ki jih je potrebno zamenjati z ustreznima novima tlačnima rezervoarjema za delovni tlak do 30 bar. Hkrati se bo povečal tudi volumen novih rezervoarjev na skupnih 14 m³ (2x 7 m³), z namenom, da se zadosti vsem zahtevam za avtomatski preklop turbine na sekundarno gorivo.

S komprimiranjem zemeljskega plina na višji tlak se bo povišala tudi njegova temperatura na izstopu iz kompresorja. Maksimalna dovoljena delovna temperatura zemeljskega plina pred vstopov v plinsko turbino je 50°C. Ker z obstoječim hlajenjem, zemeljskega plina ni mogoče ohladiti in v vsakem trenutku zagotoviti temperaturo nižjo od dovoljene, bo potrebno dograditi dodatni hladilnik zemeljskega plina.

Hladilni sistem bo dobavljen in vgrajen direktno z novim kompresorjem, tako da bi se zemeljski plin na zahtevano temperaturo ohladil že znotraj kompresorja. Predviden je sistem hladilnikov zrak/voda (glikol), ki bo postavljen v bližini kompresorske postaje.

Tehnični podatki zemeljskega plina:

- Maks. delovni tlak: 30 bar
- Primarna stran: zemeljski plin
 - o Temperatura 60°C/40°C
 - o Pretok 2200 kg/h
 - o Specifična tolpota 2,34 kJ/kg K

.3.2.4.1.1 Prestavitev trase plinovoda

Zaradi dozidave transformatorske postaje, bo potrebno prestaviti traso treh cevovodov zakopanih v zemljo in sicer:

- cevovod zemeljskega plina DN125, 3 bar, v dolžini cca. 40 m;
- cevovod zemeljskega plina DN80, 30 bar, v dolžini cca. 40 m;
- komprimiran zrak, DN25 v dolžini cca. 40 m;

Trasa cevovodov poteka od reducirne postaje do objekta Črpališče. Cevovodi se bodo zamenjali na celotni razdalji, medtem ko se bo tras cevovodov spremenila le v delu obstoječe trase (glej situacijski načrt). Cevovoda zemeljskega plina se na celotni trasi, ki poteka v zemlji, izvedeta iz namenskih črnih predizoliranih cevi.

Cevovod komprimiranega zraka, ki poteka v zemlji, se izvede iz črne jeklene cevi vodene v zaščitni cevi.

.3.2.4.2 PRIKLJUČEK DIZEL

Velikost obstoječega priključka tekočega goriva ostane nespremenjena. Priključek bo potrebno prilagoditi samo lokalno, glede na spremenjeno lokacijo priključka na novi turbini. Dovod in skladiščenje goriva ni predmet tega projekta.

Zahteve za dizelsko gorivo:

- Maksimalni pretok: 45 l/min
- Minimalni tlak: 1,5 barg
- Maksimalni tlak: 4 barg
- Minimalna temperatura: +5 °C
- Maksimalna temperatura: +60 °C
- Minimalna viskoznost: 2 cSt
- Maksimalna viskoznost: 12 cSt

.3.2.4.3 STARTER/DIESELSKI ELEKTRIČNI AGREGAT

Za zagon nove eno-gredne turbine je potrebna večja zagonska moč. Obstoječi dizelski električni agregat bo zato potrebno zamenjati z novim, saj ima obstoječi premajhno moč. Predvidena je zaprta izvedba agregata s protihrupnim ohišjem, ki je zračno hlajeno s samoventilacijo. Zaradi večjih dimenzij ohišja in večje moči novega dizel agregata, bo pred postavitvijo agregata potrebno razširiti betonski podstavek.

Tehnični podatki:

- Nazivna moč: 730 kVA (584 kW, $\cos\phi$ 0.8)
- Stand-by moč: 800 kVA (640 kW, $\cos\phi$ 0.8)
- Toplotna moč: 1,8 MW
- Napetost: 400 V, 3 faze
- Nazivna frekvenca: 50 Hz
- Vrtljaji: 1500 1/min
- Pričakovan nivo hrupa: 70 dB(A) na 7 m od ohišja
- Rezervoar za gorivo: za 8 urno obratovanje (cca. 1000 l)

Zagonsko proceduro agregata je v naslednjih fazah projekta potrebno definirati v dogovoru z dobaviteljem plinske turbine.

.3.2.5 TERCIARNI SISTEMI

Z namenom, večje prilagodljivosti postrojenja se bodo, hkrati z obnovo postrojenja za SPTE, dodali, zamenjali ali posodobili tudi nekateri ostali deli kogeneracijskega postrojenja.

.3.2.5.1 GRELNIK DEMI VODE

Del pare proizvedene v parnem kotlu postrojenja za SPTE je namenjen za proizvodnji obrat LEK d.d., od koder se kondenzat ne vrača v sistem. Povprečni letni pretok pare za obrat Lek d.d. je cca. 6 t/h, kar pomeni, da je potrebno v sistemu to vodo nadomestiti s svežo pripravljeno demi vodo. Ker je sveža demi voda hladna (15°C), jo je smiselno predgrevati v novem ploščnem prenosniku s sistemsko ogrevno vodo 90/65°C, pridobljeno iz odpadne toplote dimnih plinov.

Tehnični podatki:

- Toplotna moč: 700 kW
- Primarna stran (ogrevna voda - V90): 90°C / 65°C, 25 m³/h
- Sekundarna stran (demi voda): 15°C / 80°C, 0,5...8 m³/h
- T_{max} = 90°C
- Δp_{max} = 30 kPa

.3.2.5.2 TOPLOTNI PRENOSNIK – PARA / VROČA VODA

Za prevzem viškov pare iz postrojenja za SPTE je, za primer manjših potreb po pari od proizvedene količine pare, vgrajen parni prenosnik toplote. Zaradi dotrajanosti, ga je potrebno zamenjati z novim.

Parni kotel postrojenja za SPTE proizvaja nasičeno paro (16 barg in 204 °C). Tlak pare se pred vstopom v parni prenosnik toplote z reducirnim ventilom zniža na 11 barg (pregreta para 192°C). Zmogljivost parnega kotla je sicer 20 t/h, vendar je za pokrivanje morebitnega izpada enega od porabnikov pare dovolj prenosnik z zmogljivostjo pretoka pare 12 t/h, s čimer bo zagotovljeno nemoteno delovanje same plinske turbine. S paro se bo v prenosniku ogrevala omrežna topla voda (90/60 °C).

Tehnični podatki:

Toplotna moč:	~8 MW
Primarna stran (pregreta para):	11 barg, 192°C, 12 t/h
Sekundarna stran (topla voda – V90):	90°C /60°C, 220 m3/h
Tmax:	180°C
Δpmax:	30 kPa

.3.2.6 POMOŽNI MEDIJI IN CEVOVODI POMOŽNIH MEDIJEV

Poleg zgorevalnega zraka in goriva je za nemoteno delovanje turbine potrebno zagotoviti še dovod in odvod nekaterih drugih pomožnih medijev (komprimirani zrak, demineralizarna voda, odvod odpradnega goriva). Večina cevovodov pomožnih medijev je v uporabi tudi pri obstoječi turbini, zato bo potrebno v nadaljnji fazi načrtovanja preveriti velikosti in lokacijo teh priključkov in jih po potrebi prilagoditi. Preveriti je potrebno ali mediji, ki so na razpolago na objektu zadostujejo vsem kriterijem, ki jih zahteva turbina (v primeru turbine Taurus 70, je to Solar specifikacija ES 9-98).

.3.2.7 PREZRAČEVANJE KOTLOVNICE

V prostoru, kjer se nahaja postrojenje za SPTE stoji tudi vročevodni kotel 116 MW (VKLM-5). Prezračevanje celotnega objekta je izvedeno s prezračevalnimi rešetkami v zunanjih stenah objekta. Z obnovo postrojenja se prezračevalne zahteve objekta ne bodo spremenile.

Plinska turbina in dodatni kanalski gorilnik imata zajem zgorevalnega zraka izven objekta in s tem ne vplivata na samo prezračevanje objekta. Hkrati se tudi za odvod odvečne toplote iz ohišja generatorskega sklopa s plinsko turbino, uporablja zunanji zrak, ki je s prezračevalnimi kanali speljan od vstopnega filtra na fasadi do ohišja turbine in od ohišja skozi streho na prosto.

.3.2.8 KOMANDNI PROSTOR IN PROCESNO VODENJE

Komandni prostor za vodenje in nadzor kogeneracijskega postrojenja bo ostal v istem prostoru kot do sedaj. V sklopu prenove postrojenja za SPTE je predvidena tudi predelava in posodobitev elementov procesnega vodenja sistema. Glavni del posodobitve procesnega vodenja bo vezan na delovanje parnega kotla in njegovih pomožnih sistemov. Na ta sistem vodenja se poveže tudi razpoložljive signale za vodenje plinske turbine (plinskega kompresorja in dizelskega agregata (BLACK START)). Sistem vodenja generatorskega sklopa s plinsko turbino bo dobavljen z generatorskim sklopom.

V predelavo procesnega vodenja bo med drugim vključena tudi:

- Zamenjava obstoječih krmilnikov za programiranje (PLC) SIEMENS Simatic S5 z novejšo izvedbo Simatic S7;
- Zamenjava ključne merilne, regulacijske in varnostne opreme parnega kotla (prevodnost, nivo vode, tlak,...);
- Nove BUS povezave;
- Nadgradnja sistema na 72 urno obratovanje brez prisotnosti upravljavca.

Celoten sistem vodenja postrojenja za SPTE se izvede preko centralnega nadzornega sistema (CNS) preko katerega bo možno upravljati vso glavno opremo kot tudi vse podsisteme. Novi CNS se naveže z obstoječimi tovrstnimi sistemi v celoto.

.4 VARSTVO OKOLJA

.4.1 EMISIJE V ZRAK

Upoštevati je potrebno usmeritve in navodila iz:

- *Uredbe o emisiji snovi v zrak iz nepremičnih virov onesnaževanja Ur.l. RS, št. 31/2007;*
- *Uredbe o emisiji snovi v zrak iz nepremičnih plinskih turbin z vhodno toplotno močjo manj kot 50 MW in nepremičnih motorjev z notranjim zgorevanjem, Ur. l. RS št. 34/07, 81/07 in 38/10;*
- *Uredba o emisiji snovi v zrak iz malih in srednjih kurilnih naprav, Ur.l. RS, št. 24/13.*

Iz uredb sledijo glavne mejne emisije snovi v zrak:

Obratovanje turbine

CO 100 mg/m³

NO_x 79 mg/m³

Računski O₂ 15 %

Obratovanje turbine in dodatnega gorilnika v načinu TEG

Mejna emisijska koncentracija (MEK) se pri obratovanju z dodatno kurjavo izračuna na podlagi smernice iz uredb in sicer glede na vhodno toplotno moč turbine in trenutno moč dodatnega kurjenja, pri čemer se za dodatno kurjenje upoštevajo MEK (suhi dimni, plini 3% vol. delež kisika) za srednje kurilne naprave – na plin.

Obratovanje s svežim zrakom v načinu FA (brez turbine)

CO 110 mg/m³

NO_x 80 mg/m³

Računski O₂ 3 %

Z izborom opreme in nadaljnjem projektiranju novega postrojenja bo potrebno zagotoviti, da mejne vrednosti iz uredb ne bodo presežene.

Občasne meritve emisij snovi na izpuhu dizelskega električnega agregata za zasilno napajanje elektrike niso potrebne, ker je predviden obratovalni čas agregata pod 300 ur/leto. Vsako leto do 31. marca je potrebno ministrstvu pristojnemu za okolje oddati poročilo o obratovanju naprav za preteklo leto, iz katerega je razvidno, da obratovalni čas ni presegel 300 ur.

4.2 HRUP

Glede na *Uredbo o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju* (Ur.l. RS, št. [105/2005](#); spremembe Ur.l. RS, št. [34/2008](#), [109/2009](#), [62/2010](#)), spada objekt na lokaciji Energetika, TOŠ med objekte, ki se nahajajo na območju proizvodnih dejavnosti (površine za industrijo, površine z objekti za kmetijsko proizvodnjo in površine za proizvodnjo). Skladno z lokacijsko informacijo spada lokacija objekta in njegova okolica v IV. stopnjo varovanja pred hrupom;

V sklopu projekta je bil izdelan *Elaborat vpliva hrupa na okolje*, v katerem so analizirani vplivi rekonstruiranih sistemov, ki so predmet tega projekta.

Z obnovo kogeneracijskega postrojenja, SN stikališč in energetskih transformatorjev se raven hrupa ne bo spremenila in bo ostala znotraj zakonsko dovoljenih mej.

Mejne in kritične vrednosti kazalcev hrupa v okolju

Kritične vrednosti kazalcev hrupa $L_{noč}$ in L_{dvn} za trajno obremenjevanje okolja s hrupom so za IV. območje naslednje:

Območje varstva pred hrupom	$L_{noč}$ (dBA)	L_{dvn} (dBA)
IV. Območje	65	75

Mejne vrednosti konične ravni hrupa za naprave v tem območju so 90 dB(A).

Območje varstva pred hrupom	$L_{noč}$ (dBA)	L_{dvn} (dBA)
IV. Območje	90	90

Meritve se izvajajo na lokacijah določenih z *Uredbo o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju*.

Pri določanju hrupa zaradi obratovanja naprav in obratov se uporablja standard SIST ISO 9613-2:

"Akustika - zmanjševanje zvoka pri širjenju na prostem, 2. del: Splošni postopek ocenjevanja", pri čemer je treba pridobiti vhodne podatke za uporabo teh metod na podlagi meritev, izvedenih v skladu s standardi SIST ISO 8297, SIST EN ISO 3744 in SIST EN ISO 3746.

Objekt, postrojenje in naprave posamezno morajo zadostiti vsem zahtevam zgoraj opisanih uredb.

Predpisi, ki obravnavajo to problematiko so sledeči:

- *Uredba o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju* (Ur. l. RS, št. 105/2005), vključno s spremembami in dopolnitvami te uredbe (Ur. l. RS, št. 34/2008 in 109/2009);
- *Pravilnik o prvem ocenjevanju in obratovalnem monitoringu za vire hrupa ter o pogojih za njegovo izvajanje* (Ur. l. RS, št. 105/2008);
- *Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu* (Ur. l. RS, št. 17/2006) vključno s popravkom tega pravilnika (Ur. l. RS, št. 18/2006).

.4.3 ODPADNE VODE

Predmetna zemljišča predvidenega posega se v skladu z Uredbo o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnika Ljubljanskega polja (Ur.l. RS št. 7/2006, 1/2012, 44/2012) nahajajo na vodovarstvenem območju VVO IIB.

V sklopu projekta je izdelano Strokovno mnenje vplivov na okolje in *Analiza tveganja za onesnaženje vodnega telesa podzemne vode*, v kateri so zajeti vsi vplivi in predvideni ukrepi v času gradnje in obratovanja posodobljenega sistema.

S predvideno gradnjo niso predvidena večja zemeljska dela oziroma izkopi saj gre za prenovo in sanacijo na lokaciji obstoječih objektov.

Količine odpadnih vod iz sistema kogeneracijskega postrojenja se z obnovo ne bodo spremenile in bodo ostale v mejah zakonsko predpisanih zahtev, ki jih opredeljujejo predpisi.

V načrtovani tehnologiji se pojavijo sledeče odpadne vode:

- odpadne vode iz priprave napajalne vode,
- odpadne vode pri odsoljevanju in kaluženju kotla,
- odpadne vode pri čiščenju lopatic kompresorja plinske turbine,
- meteorna voda iz strehe novega objekta (za nov transformatorski boks),
- meteorna voda iz asfaltiranih povoznih površin se bo zmanjšala na račun vode iz strehe novega objekta.

Vse odpadne vode iz sistema kogeneracije se bodo stekale v obstoječ nevtralizacijski bazen in nato v obstoječ kanalizacijski sistem, ki je bil prenovljen leta 2011. V PRILOGI 1 je Poročilo preizkušanja tesnosti kanalizacije, ki dokazuje pregled kanalizacije po celotni trasi od nevtralizacijskega bazena do priključka na javno kanalizacijo.

Skupaj z zamenjavo energetskih transformatorjev bodo obnovljene tudi obstoječe betonske lovilne sklede olja pod transformatorji. S tem bo preprečeno razlitje olja v podtalnico, ob morebitnem izlitju olja iz transformatorja.

Odpadne vode iz priprave napajalne vode

Količina odpadnih vod iz priprave napajalne vode se po predvideni rekonstrukciji ne bo spremenila, saj kapaciteta proizvedene pare ostaja nespremenjena.

Odpadne vode pri odsoljevanju in kaluženju kotla

Za odvajanje odpadnih vod, izpustov vode iz kotla, odsoljevanje in kaluženje kotla, vzorčna voda in kondenzat iz dimnih plinov ob zagonih se bo v celoti uporabil obstoječi sistem tehnološke kanalizacije in hladilne jame (nevtralizacijski bazen).

Odpadne vode pri pranju lopatic kompresorja plinske turbine

Čiščenje kompresorskega dela plinske turbine

Čiščenje lopatic kompresorskega dela plinske turbine se izvaja v ohlajenem stanju naprave, predvidoma do največ 12-krat letno. Čiščenje se izvaja z biološko razgradljivim čistilnim sredstvom, ki se ga pred uporabo razredči z demineralizirano vodo.

Uporabljeno razredčeno čistilno sredstvo se tekom izvajanja čiščenja skupaj z nečistočami drenira skozi izpust na izpušni komori z iztokom v lovilno skledo, ki je del nosilne konstrukcije agregata s plinsko turbino. Pri enem čiščenju se običajno porabi 8 litrov čistilnega sredstva in 100 litrov demineralizirane vode.

Iz lovilne posode se uporabljeno razredčeno čistilno sredstvo s sesalnikom za mokro sesanje poseša v posebno posodo, ki je namenjena ločevanju eventualno prisotnega olja in vode. Tako izločeno olje se obravnava kot nevaren odpadki in se ga predaja na uničenje pooblaščenim družbi za gospodarno ravnanje z odpadki. Preostanek uporabljenega čistilnega sredstva se izpusti v nevtralizacijski bazen, kjer se skupaj z odpadnimi vodami še iz drugih procesov saržno izvaja nevtralizacije in nato izpuste v javno kanalizacijo. Količina odpadne vode se ne bo povečala.

Odpadno tekoče gorivo

Tekom uporabe plinske turbine nastajajo tudi manjše količine mešanice odpadnega tekočega goriva (dizelsko gorivo) in demineralizirane vode. Do le-teh pride pri izvajanju občasnih preklapov obratovanja plinske turbine s tekočega goriva na plinsko gorivo in obratno kot posledica potrebe po izpiranju cevk za dovod tekočega goriva v območju gorilnikov z demineralizirano vodo, vse z namenom, da v cevkah zaradi visokih temperatur ne bi prišlo do koksiranja tekočega goriva in s tem do zamašitve cevk ali celo šob na gorilnikih.

Iztisnjeno tekoče gorivo in demineralizirana voda se pri tem procesu zbira v posebnem zbiralniku, nameščenem v lovilni skledi, ki je del nosilne konstrukcije agregata s plinsko turbino. Zbiralnik se občasno izprazni s pomočjo prenosne črpalke, iztisnjeno tekoče gorivo pa se skupaj z demineralizirano vodo smatra za nevaren odpadki in se ga predaja na uničenje pooblaščenim družbi za gospodarno ravnanje z odpadki.

Pri tej odpadni vodi bo potrebno upoštevati Uredbo o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih vod v vode in javno kanalizacijo Ur.l. RS, št. 64/2012.

Ostale odpadne vode

Sistemi ostalih odpadnih vod (sanitarna odpadna voda, meteorne vode iz strehe objekta in meteorna voda iz okoliških površin) se ne spreminjajo, saj gre za rekonstrukcijo postrojenja znotraj objekta. Vpliv rekonstrukcije na stavbo in okoliške površine bo minimalen.

Drugi pravilniki in uredbe, ki obravnavajo področja odpadnih vod:

- Pravilnik o tehničnih normativih za postavitev, nadzor in obratovanje parnih kotlov in naprav Ur.l. RS, št. [114/2003](#)
- Uredba o emisiji snovi pri odvajanju odpadnih vod iz objektov in naprav za pripravo vode Ur.l. RS, št. [28/2000](#) – priprava vode se ne bo povečala.
- Uredba o emisiji snovi pri odvajanju odpadnih vod iz naprav za hlajenje ter naprav za proizvodnjo pare in vroče vode Ur.l. RS, št. [28/2000](#) – proizvodnja pare se ne bo povečala.

.5 VARSTVO PRED POŽAROM

V sklopu projekta je bila izdelana študija požarne varnosti, ki obravnava vse objekte, ki so del obnove.

Rekonstrukcija vseh postrojenj bo potekala v skladu z izdelano študijo požarne varnosti, ki je del tega projekta.

Prostori, kjer je umeščena oprema kogeneracijskega postrojenja, spada med prostore z majhno nevarnostjo za nastanek požara. Obstaja možnost požara pri gorljivih in požarno nevarnih snoveh predvsem gorljiva oprema in materiali (plastični materiali ipd.) ter vgrajena električna oprema (kabelske izolacije, gorljiva ohišja). Obravnavan del objekta – kotlovnica K2, je glede na vrsto naprav, funkcionalno razdeljen na dva dela. Kontejner s plinsko turbino, se nahaja znotraj kotlovnice K2 in bo požarno ločena od ostalega dela objekta – kotlovnica K1, ki ni predmet posega. Obravnavani del objekta je podkleten in pritličen. Požarnovarnostni koncept je ob upoštevanju požarnih nevarnosti (velikost in namembnost posameznih prostorov v obravnavanem objektu) osnovan na **tehničnih ukrepih**, na **gradbenih ukrepih** in na **organizacijskih ukrepih** (prepovedi, navodila).

Požarnovarnostni ukrepi so:

- **Vgrajen avtomatski sistem AJP (glej poglavja 7.1.2.2, 7.1.2.3, 7.1.2.4, 7.1.2.6 v ŠPV)**
- **Varne poti za umik ob upoštevanju števila ljudi in zadostne kapacitete evakuacijskih poti;**
- **Zadostni odmiki od sosednjih objektov oz. ustrezna požarna ločitev od dela, ki ni predmet obravnave (glej poglavje 7.1.1.1 v ŠPV);**
- **Varnostna razsvetljava in oznake poti za umik (glej poglavje 7.1.2.1 v ŠPV);**
- **Vgradnja tehnološke in pomožne opreme, ki zagotavlja ustrezno eksplozijsko (glej poglavje 7.1.1.10 v ŠPV) in požarno zaščito (glej poglavje 7.1.1.8 in 7.1.1.9 v ŠPV);**
- **Detekcija prisotnosti plina v kotlovnici; (glej poglavje 7.1.2.5 v ŠPV)**
- **Zadostne količine ustreznih sredstev za gašenje (gasilni aparati); (glej poglavje 7.3.1. v ŠPV)**
- **Zagotavljanju prostih intervencijskih površin za potrebe objekta; (glej poglavje 7.3.2. v ŠPV)**
- **Zadostni nosilnosti konstrukcije za določen čas v primeru požara (glej poglavje 7.1.1.4 v ŠPV) ter**
- **Organizacijski ukrepi** (usposabljanja, prepovedi), redne kontrole in hitra intervencija ter ostali organizacijski ukrepi, ki jih mora vsebovati tudi požarni red (pregledi in kontrole morajo biti s postopki in periodiko pripravljeni tudi v prilogah k požarnemu redu). Predmetna študija požarne varnosti navaja ukrepe, ki jih mora zajemati požarni red (glej poglavje 7.1.3.5 v ŠPV).

Vsi ukrepi so predvideni kot nadgradnja obstoječih požarno varnostnih sistemov, ki so že vgrajeni v obravnavanih prostorih.

5.6 RISBE

▪ Situacija	591/13-5-01
▪ Blok shema postrojenja	591/13-5-02
▪ Situacija – Prestavitev trase zem. plina in kompr. zraka	591/13-5-03
▪ Tloris kotlovnice – kota +0,00m	591/13-5-11
▪ Tloris kotlovnice – kota +5,00m	591/13-5-12
▪ Tloris kotlovnice – kota +14,00m	591/13-5-13
▪ Prerez A-A	591/13-5-20
▪ Prerez B-B	591/13-5-21
▪ Prerez C-C	591/13-5-22
▪ Prerez D-D	591/13-5-23
▪ 3D pogledi 1-5	591/13-5-30