



阴影龙

MAPA I.

INVESTITOR

ZRAKOPLOVNO-TEHNIČKI CENTAR d.d.

OIB 34378227174

SISAČKA 39 E, 10410 VELIKA GORICA

NAZIV GRAĐEVINE

MODERNIZACIJA KOTLOVNICE ZTC

LOKACIJA GRAĐEVINE

SISAČKA 39 E, 10410 VELIKA GORICA

k.č.br. 5240, k.o. VELIKA GORICA (331902)

ZAJEDNIČKA OZNAKA

TD 008-26

OZNAKA MAPE PROJEKTA

GPT 008-26

RAZINA RAZRADE

GLAVNI PROJEKT

STRUKOVNA ODREDNICA

STROJARSKI PROJEKT

NAZIV PROJEKTA

PROJEKT TERMOTEHNIČKIH INSTALACIJA

GLAVNI PROJEKTANT

DARIO HRASTOVIĆ, dipl.ing.stroj.

OIB 60311053479

S1554, P 162

PROJEKTANT

DARIO HRASTOVIĆ, dipl.ing.stroj.

OIB 60311053479

S1554, P 162

DIREKTOR

DARIO HRASTOVIĆ, dipl.ing.stroj.

OIB 60311053479

U Đakovu, siječanj 2026.



POPIS MAPA GLAVNOG PROJEKTA

ZAJEDNIČKE OZNAKE PROJEKTA TD 008-26

| | |
|------------------|---|
| MAPA I. | |
| Glavni projekt | Strojarski projekt termotehničkih instalacija |
| Projektna oznaka | GPT 008-26 |
| Projektant | Dario Hrastović, dipl.ing.stroj., S 1554 |
| Projektni ured | HRASTOVIĆ Inženjering d.o.o., Đakovo |
| Datum | Siječanj 2026. |

| | |
|------------------|--|
| MAPA II. | |
| Glavni projekt | Elektrotehnički projekt |
| Projektna oznaka | IL-2/26-GP |
| Projektant | Ivan Lordan, mag.ing.el., E 2821 |
| Projektni ured | Ured ovlaštenog inženjera elektrotehnike Ivan Lordan |
| Datum | Siječanj 2026. |

| | |
|------------------|---|
| MAPA III. | |
| Glavni projekt | Građevinski projekt konstrukcije |
| Projektna oznaka | MS-11-26 |
| Projektantica | Monika Sukačić, mag.ing.aedif., G 6370 |
| Projektni ured | Ured ovlaštene inženjerke građevinarstva Monika Sukačić, Osijek |
| Datum | Siječanj 2026. |

POPIS PROJEKTANATA GLAVNOG PROJEKTA

| | |
|----------------|---|
| MAPA I. | |
| Glavni projekt | Strojarski projekt termotehničkih instalacija |
| Projektant | Dario Hrastović, dipl.ing.stroj., S 1554 |

| | |
|-----------------|----------------------------------|
| MAPA II. | |
| Glavni projekt | Elektrotehnički projekt |
| Projektant | Ivan Lordan, mag.ing.el., E 2821 |

| | |
|------------------|--|
| MAPA III. | |
| Glavni projekt | Građevinski projekt konstrukcije |
| Projektantica | Monika Sukačić, mag.ing.aedif., G 6370 |

SADRŽAJ PROJEKTA**STR.****1. OPĆE POGLAVLJE****2**

- 1.1. IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA TVRTKE 4
- 1.2. IMENOVANJE PROJEKTANTA 5
- 1.3. IZJAVA PROJEKTANTA 7
- 1.4. PROJEKTNİ ZADATAK 8

2. TEHNIČKI OPIS PROJEKTA**9**

- 2.1 OPIS PROJEKTIRANOG DIJELA GRAĐEVINE 9
 - A. REKONSTRUKCIJA GRIJANJA ZTC, VELIKA GORICA 9
 - A.1. CENTRALNA KOTLOVNICA NA LOŽ ULJE (PRIPREMA ZA ZEMNI PLIN) 13
 - A.2. EUROPSKI PROIZVOĐAČI KOTLOVA SNAGE 1000-2000 kW (1-2 MW) 17
 - A.3. SANACIJA SPREMNIKA MAZUTA 250.000 lit 19
 - A.4. ELEKTRIČNO GRIJANJE SPREMNIKA LOŽ ULJA 250.000 lit (6 x 50 kW) 21
 - A.5. POSREDNO GRIJANJE SPREMNIKA LOŽ ULJA 250.000 lit (300 kW) 22
 - B. DETALJNI PODATCI VISSMANN ULJNIH KOTLOVA 10-12 MW 24
 - B.1. KOTAO MODEL: VISSMANN Vitoplex 200, type SX2A, 700 to 1950 kW 24
 - B.2. KOTAO MODEL: VISSMANN Vitoplex 300, type TX3A, 620 to 2000 kW 27
 - B.3. SIGURNOSNA TEHNIČKA OPREMA KOTLOVA 38
 - B.4. DUALNI PLAMENIK SNAGE 2 MW (6x2 MW=12 MW) 40
 - B.5. INSTALACIJA EKSTRA LAKOG LOŽ ULJA 10-12 MW 49
 - B.6. DIMENZIONIRANJE PUMPE ZA LOŽ ULJE 51
 - B.7. DIMENZIONIRANJE DIMNJAKA KOTLA 2 MW 52
 - B.8. NEUTRALIZACIJA KODENZATA DIMNIH PLINOVA 60
 - B.9. OPREMA AUTOMATSKOG ČIŠĆENJA DIMOVODA 61
 - B.10. DOZRAČNA REŠETKA KOTLOVNICE 10-12 MW 62
 - B.11. CIRKULACIJSKA PUMPA KOTLA 2000 kW 66
 - B.12. MEMBRANSKA EKSPANZIJSKA OPREMA KOTLOVA 10-12 MW 70
 - B.13. TLAČNA EKSPANZIJSKA OPREMA KOTLOVA 10-12 MW 72
 - B.14. SIGURNOSNI VENTIL INSTALACIJE GRIJANJA 74
 - B.15. MEĐUSPREMNIK SUSTAVA GRIJANJA (BUFFER) 76
 - B.16. ČELIČNI CJEVOVODI KOTLOVNICE 10-12 MW 78
 - B.17. ANTI-VIBRACIJSKA I TOPLINSKA IZOLACIJA KOTLOVNICE 80
 - B.18. PRIPREMA TEHNIČKE VODE KOTLOVA 81
 - B.19. SUSTAV ZA NADOPUNU VODE (Make-Up Water System) 83
 - B.20. SUSTAV ZA ISPUŠTANJE NASLAGA (Blowdown) 84
 - B.21. PODIZNA OPREMA ZA ODRŽAVANJE 85
 - B.22. SUSTAV ZA GAŠENJE POŽARA KOTLOVNICE > 500 kW 86
 - C. AUTOMATSKO UPRAVLJANJE 88
 - C.1. REZERVNO NAPAJANJE KOTLOVNICE 91
 - C.2. REGULACIJA RADA KOTLA 2 MW 92
 - C.3. AUTOMATSKA REGULACIJA SCADA 94
 - C.4. OPREMA ZA PRAĆENJE EMISIJA CO, NOx, SO2, O2 95
 - C.5. SIGURNOSNA RASVJETA I OSVJETLJENJE KOTLOVNICE 96
 - D. TERMODINAMIČKI PRORAČUNI 98
- 2.2. OPIS UVJETA I ZAHTJEVA TIJEKOM IZVOĐENJA 107
- 2.3. OPIS ISPUNJENJA TEMELJNIH ZAHTJEVA GRAĐEVINE 108
- 2.4. OPIS UTJECAJA NA UGRAĐENE MATERIJALE 110
- 2.5. OPIS ISPUNJENJA UVJETA GRADNJE 110
- 2.6. PODATCI IZ ELABORATA PRETHODNIH ISTRAŽIVANJA 110
- 2.7. PODATCI ZA PROVEDBU POKUSNOG RADA 110
- 2.8. MOGUĆNOST UPORABE DIJELA INSTALACIJE 110
- 2.9. PROJEKTIRANI VIJEK UPORABE I UVJETI ZA ODRŽAVANJE 111
- 2.10. POSEBNI TEHNIČKI UVJETI GOSPODARENJA OTPADOM 112
- 2.11. ISKAZ PROCIJENJENIH TROŠKOVA GRADNJE 113

3. TEHNIČKI UVJETI PROJEKTA**116**

- 3.1. PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE 116
- 3.2. MJERE ZAŠTITE OD POŽARA 124
- 3.3. MJERE ZAŠTITE NA RADU 131
- 3.4. POSEBNI UVJETI PROJEKTA 136

4. GRAFIČKI PRILOZI PROJEKTA**139**

- KATASTARSKI POLOŽAJ ZGRADE A4
- T1 TERMOTEHNIKA – SITUACIJSKI POLOŽAJ A3
- T2 TERMOTEHNIKA – TLOCRT SPREMNIKA A3
- T3 TERMOTEHNIKA – TLOCRT PODA KOTLOVNICE A3
- T4 TERMOTEHNIKA – TLOCRT KOTLOVNICE A3
- T5 TERMOTEHNIKA – TLOCRT KROVIŠTA KOTLOVNICE A3
- T6 TERMOTEHNIKA – TLOCRT KROVA KOTLOVNICE A3
- T7 TERMOTEHNIKA – PRESJEK KOTLOVNICE A4
- T8 TERMOTEHNIKA – KONSTRUKCIJA DIMNJAKA A3
- T9 TERMOTEHNIKA – OPREMA KOTLOVNICE A4
- T10 TERMOTEHNIKA – SHEMA KOTLOVNICE A3
- ZADNJA STRANICA PROJEKTA A4

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

MBS: 030079919
OIB: 53321542631
EUID: HRSR.030079919

TVRTKA:

- 1 HRASTOVIĆ INŽENJERING d.o.o. za projektiranje, proizvodnju i trgovinu
- 1 HRASTOVIĆ INŽENJERING d.o.o.

SJEDIŠTE/ADRESA:

- 1 Đakovo (Grad Đakovo) Petra Svačića 37/a

PRAVNI OBLIK:

- 1 društvo s ograničenom odgovornošću

PREDMET POSLOVANJA:

- 1 28 -Proizvodnja proizvoda od metala, osim strojeva i opreme
- 1 29.1 -Proizvodnja strojeva za proizvodnju i korištenje mehaničke energije, osim motora za zrakoplove i motorna vozila
- 1 29.2 -Proizvodnja ostalih strojeva za opće namjene
- 1 29.3 -Proizvodnja strojeva za poljoprivredu i šumarstvo
- 1 29.4 -Proizvodnja alatnih strojeva
- 1 29.5 -Proizvodnja ostalih strojeva za posebne namjene
- 1 29.7 -Proizvodnja aparata za kućanstvo, d. n.
- 1 60.24 -Cestovni prijevoz robe
- 1 * -Kupnja i prodaja robe, osim oružja i streljiva, lijekova i otrova
- 1 * -Trgovačko posredovanje na domaćem i inozemnom tržištu
- 1 * -Međunarodni transport robe i putnika u cestovnom prometu
- 1 * -Izrada i izvedba strojarских, elektro i građevinskih projekata, nadzor, savjetovanje, mjerenje i ispitivanje instalacija
- 1 * -Građenje, projektiranje i nadzor
- 1 * -Izvođenje investicijskih radova u inozemstvu
- 1 * -Vanjska trgovina
- 2 * -Provođenje energetske pregleda stambenih i nestambenih zgrada s jednostavnim tehničkim sustavom
- 2 * -Energetsko certificiranje stambenih i nestambenih zgrada s jednostavnim tehničkim sustavom
- 2 * -Provođenje energetske pregleda stambenih i nestambenih zgrada sa složenim tehničkim sustavom u dijelu koji se odnosi na strojarски dio tehničkog sustava zgrade i na sustave automatskog reguliranja i upravljanja tehničkog sustava zgrade i
- 2 * -Energetsko certificiranje stambenih i nestambenih zgrada sa složenim tehničkim sustavom
- 3 * -Djelatnost stalnog sudskog vještaka za strojarstvo
- 3 * -Djelatnost stalnog sudskog procjenitelja za strojarstvo

SUBJEKT UPISA

OSNIVAČI/ČLANOVI DRUŠTVA:

- 1 Dario Hrastović, OIB: 60311053479 Đakovo, Petra Svačića 37/a
- 1 - jedini osnivač d.o.o.

OSOBE OVLAŠTENE ZA ZASTUPANJE:

- 1 Dario Hrastović, OIB: 60311053479 Đakovo, Petra Svačića 37/a
- 1 - član uprave
- 1 - direktor, zastupa društvo samostalno, pojedinačno i neograničeno

TEMELJNI KAPITAL:

- 1 20.000,00 kuna

PRAVNI ODNOSI: Osnivački akt:

- 1 Izjava o osnivanju društva s ograničenom odgovornošću od 03.05.2004. godine.
- 2 Izjava o izmjeni izjave o osnivanju društva s ograničenom odgovornošću od 09.11.2012. godine kojom se Izjava o osnivanju društva s ograničenom odgovornošću od 03.05.2004. godine mijenja na način da se:
 - promjenom točke V. mijenja predmet poslovanja društva
- 3 Izjava o izmjeni izjave o osnivanju društva s ograničenom odgovornošću od 30.04.2014. godine kojom se Pročišćeni tekst izjave o osnivanju društva s ograničenom odgovornošću od 09.11.2012. godine mijenja na način da se:
 - promjenom točke IV. dopunjuje predmet poslovanja društva

OSTALI PODACI:

- 1 Odluka o imenovanju uprave HRASTOVIĆ INŽENJERING d.o.o. od 03.05.2004. godine.

Na temelju Ugovora o radnom odnosu između naručitelja HRASTOVIĆ Inženjering d.o.o., OIB 53321542631, Petra Svačića 37a, 31400 Đakovo i Izvršitelja projektanta Dario Hrastović, dipl.ing.stroj., S 1554

Temeljem članka 19.st.1. Zakona o gradnji (N.N. RH. br: 155/25) donosi se:

RJEŠENJE

O IMENOVANJU STROJARSKOG PROJEKTANTA

BROJ: GPT 008-26

Kojim se **Dario Hrastović**, dipl.ing.stroj. ovlaštenje broj S 1554 imenuje strojarskim projektantom nad izradom projektne dokumentacije

INVESTITOR

ZRAKOPLOVNO-TEHNIČKI CENTAR d.d., OIB 34378227174
SISAČKA 39 E, 10410 VELIKA GORICA

NAZIV GRAĐEVINE

MODERNIZACIJA KOTLOVNICE ZTC

LOKACIJA GRAĐEVINE

SISAČKA 39 E, 10410 VELIKA GORICA
k.č.br. 5240, k.o. VELIKA GORICA (331902)

OBRAZLOŽENJE

Dario Hrastović, dipl.ing.stroj. ima pravo na obavljanje poslova strojarskog projektanta u svojstvu odgovorne osobe budući da je upisan u Imenik ovlaštenih inženjera strojarstva pod rednim brojem 1554., a što se utvrđuje uvidom u Rješenje Hrvatske komore inženjera strojarstva koja je slijednik Hrvatske Komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu na koju glasi Rješenje:

Klasa: UO/I-310-01/04-08/1554
Urbroj: 314-08-04-1
Zagreb, 10. rujna 2008. godine

Imenovani je odgovoran za obavljanje poslova Strojarskog projektanta nad izradom projektne dokumentacije

U Đakovu, siječanj 2026.

DIREKTOR
DARIO HRASTOVIĆ, dipl.ing.stroj.
HRASTOVIĆ INŽENJERING
Petra Svačića 37 A
31400 Đakovo
OIB: 53321542631
Hrastović D

DOSTAVITI:


1. Arhivi
2. Glavnom projektantu
3. Voditelju projekta

KLASA: 025-07/25-03/689
URBROJ: 251-503-03-02-25-1
Zagreb, 03.11.2025.

Hrvatska komora inženjera strojarstva na temelju članka 159. Zakona o općem upravnom postupku ("Narodne novine", br. 47/09), po zahtjevu koji je podnio **Dario Hrastović**, dipl.ing.stroj., Đakovo, Kralja Petra Svačića 37a, izdaje

POTVRDU

- Uvidom u službenu evidenciju koju vodi Hrvatska komora inženjera strojarstva razvidno je da je Dario Hrastović, dipl.ing.stroj., OIB 60311053479, Đakovo, upisan u Imenik ovlaštenih inženjera strojarstva, s danom upisa **08.09.2008.** godine, pod rednim brojem **1554**, te je stekao pravo na uporabu strukovnog naziva "**ovlašteni inženjer strojarstva**", zaposlen u **HRASTOVIĆ INŽENJERING d.o.o., Đakovo**.
- Dario Hrastović, dipl.ing.stroj.**, upisan u Imenik ovlaštenih inženjera strojarstva, pod rednim brojem **1554** nije u statusu mirovanja članstva u Hrvatskoj komori inženjera strojarstva.
- Dario Hrastović, dipl.ing.stroj.**, upisan u Imenik ovlaštenih inženjera strojarstva, pod rednim brojem **1554** nije pod stegovnim postupkom te nema izrečenu mjeru privremenog ili trajnog oduzimanja prava na obavljanje stručnih poslova ovlaštenog inženjera strojarstva.
- Ova potvrda se može koristiti samo u svrhu dokazivanja da je imenovani aktivni član Hrvatske komore inženjera strojarstva koja je pravna sljednica Hrvatske komore arhitekata i inženjera u graditeljstvu - Razreda inženjera strojarstva.

| | | |
|--|--|--|
|  REPUBLIKA HRVATSKA HRVATSKA KOMORA INŽENJERA STROJARSTVA | Vrijeme izdavanja: | 03.11.2025. 11:14:55 |
| | Izdavatelj certifikata: | CN=HRVATSKA KOMORA INŽENJERA STROJARSTVA, L=ZAGREB, OID.2.5.4.97=VATHR-26023027358, O=HKIS, C=HR |
| | Serijski broj: | 26023027358.3.37 |
| | Algoritam potpisa: | SHA256withRSA |
| | Broj zapisa: | 2025-689 |
| | Kontrolni broj: | 736-803-776 |
| Elektronički pečat: | MIIBIjANBgkqhkiG9w0BAQEFAAOCAQ8AMIIBCgKCAQEAsvcyTJfR1oYYGiTUSUvzyuv/4dJoGibLMF7FvReP0Vo3T4OAL1l8pJWxOrhIBrx08DTUe6skmtKr3eMGWYImpN3983Sjv5jxZ5mx3CJ9DU8Wc/OuKdK+2iS4k3Vu6Xy4hdMhFiZRq1xb5YpYyBkuGUx/iQTFYZHBqRyUCg9yIf7YdPn0GVm+p9NaLzU8cBEfyhQ97bmOhAdKdXTZQiKetL0Z06b8tcbpdocZpCoDWxwHZNTi5RtY7JBtm+IQe++OtLgqn+eCOYnaaK3QnmSgP3+tAWYj6HgbxsYWjNUASuV5aY3sp5Fa+l17YGGQgz8WxWsuMiqz/sL9ZEmSe | |
| Informacije za provjeru dokumenta: | Elektronički zapisi se čuvaju najviše 3 mjeseca od trenutka generiranja te se u tom roku može izvršiti provjera elektroničkog zapisa uvidom u elektronički zapis kojem se pristupa putem broja zapisa i kontrolnog broja otisnutog u kontrolnom dijelu elektroničkog zapisa, putem Internet adrese https://egradami.hkis.hr/dokumenti-provjera . | |

1.3. IZJAVA PROJEKTANTA

Na temelju Zakona o gradnji (N.N. RH. br: 155/25) i članaka 19. st 2.
Izdaje se Izjava kojom Dario Hrastović, dipl.ing.stroj., S 1554 kao Strojarski projektant građevine:

INVESTITOR

ZRAKOPLOVNO-TEHNIČKI CENTAR d.d., OIB 34378227174
SISAČKA 39 E, 10410 VELIKA GORICA

NAZIV GRAĐEVINE

MODERNIZACIJA KOTLOVNICE ZTC

LOKACIJA GRAĐEVINE

SISAČKA 39 E, 10410 VELIKA GORICA
k.č.br. 5240, k.o. VELIKA GORICA (331902)

Izjavljuje da je glavni strojarski projekt za građenje građevine za koju se prema posebnom zakonu ne izdaje
lokacijska dozvola

Oznake projekta: GPT 008-26

Cjelovit i međusobno usklađen i izrađen u skladu s:

UVJETIMA ZA GRAĐENJE PROPISANIM PROSTORNIM PLANOM:

Prostorni plan uređenja Grada Velike Gorice, Pročišćeni tekst i grafika SG GVG 03/2015

POSEBNIM UVJETIMA I UVJETIMA PRIKLJUČENJA:

Radovi se izvode prema Pravilniku o jednostavnim i drugim građevinama i radovima NN 112/17, 34/18, 36/19, 98/19, 31/20, 74/22 155/23

ZAKONIMA:

Zakon o gradnji (NN 155/25)
Zakon o prostornom uređenju (NN 155/25)
Zakon o energetske učinkovitosti (NN 155/25)
Zakon o energetske učinkovitosti u zgradarstvu (NN 155/25)
Zakon o zaštiti okoliša (NN 80/13, 153/13, 78/15, 12/18, 118/18)
Zakon o zaštiti od požara (NN 92/10, 114/22)
Zakon o zapaljivim tekućinama i plinovima (NN 108/95, 56/10, 114/22)
Zakon o zaštiti na radu (NN 71/14, 118/14, 154/14, 94/18, 96/18)
Zakon o vodama (NN 66/19, 84/21, 47/23)
Zakon o zaštiti okoliša (NN 80/13, 153/13, 78/15, 12/18, 118/18)
Zakon o zaštiti prirode (NN 80/13, 15/18, 14/19, 127/19, 155/23)
Zakonom o gospodarenju otpadom (NN 84/21)
Zakon o kemikalijama (NN 18/13, 115/18, 37/20)

PRAVILNICIMA I TEHNIČKIM PROPISIMA:

Tehnički propis o sustavima grijanja i hlađenja zgrada NN 110/08
Tehnički propis za dimnjake u građevinama NN 03/07
Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinske zaštiti u zgradama NN 128/15, 70/18, 73/18, 86/18, 102/20
Pravilnik o tehničkim normativima za projektiranje, gradnju, pogon i održavanje plinskih kotlovnica Sl. list, br. 10/90. i 52/90

U Đakovu, siječanj 2026.

PROJEKTANT
DARIO HRASTOVIĆ, dipl.ing.stroj.

Hrvatska komora inženjera strojarstva

Dario Hrastović
dipl. ing. stroj.

Ovlašteni inženjer strojarstva



S 1554

Hrastović D

1.4. PROJEKTNI ZADATAK

1. PODLOGE ZA PROJEKTIRANJE

- arhitektonske podloge
- mikroklimatski podatci

2. REŽIM UPORABE GRAĐEVINE

| | |
|--------------------|----------------|
| Vrsta zgrade | nestambena |
| Vrijeme korištenja | 8-10 h/dnevno |
| | 5 dana/tjedno |
| Vrijeme grijanja | 10-12 h/dnevno |

3. MIKROKLIMATSKI UVJETI

| | |
|----------|----------------------------------|
| Lokacija | VELIKA GORICA |
| Zima | - 15 °C pri 85 % relativne vlage |
| Ljeto | +36 °C pri 45 % relativne vlage |

4. PROJEKTNI UVJETI

Projektom je potrebno zadovoljiti slijedeće mikroklimatske uvjete

| | ZIMA | LJETO | BUKA dB(A) | ZRAK i/h |
|---------------------|----------|-------|------------|---------------------|
| Zona boravka | 20-22 °C | 26 °C | 55 | Prirodna |
| Sanitarije | 20 °C | n/a | 55 | Prirodna / prisilna |
| Hodnici | 20 °C | n/a | 55 | Prirodna |
| Pomoćne | n/a | n/a | n/a | Prirodna |

5. TEHNIČKI UVJETI

A. INSTALACIJA GRIJANJA

- Rekonstrukcija postojeće kotlovnice
- Nova instalacija lož ulja
- Novi kotlovi snage 10-12 MW
- Novi plinski plamenici za lož ulje i zemni plin
- Priprema za priključenje plinske instalacije

B. INSTALACIJA VENTILACIJE

- pretežita prirodna ventilacija

PROJEKTANT
DARIO HRASTOVIĆ, dipl.ing.stroj.

Hrvatska komora inženjera strojarstva

Dario Hrastović

dipl. ing. stroj.

Ovlašteni inženjer strojarstva



S 1554

Hrastović D

2. TEHNIČKI OPIS PROJEKTA

2.1 OPIS PROJEKTIRANOG DIJELA GRAĐEVINE

A. REKONSTRUKCIJA GRIJANJA ZTC, VELIKA GORICA

Projekt rekonstrukcije parne kotlovnice: nova oprema i sanacija kotlovnice iz 1961.

Postojeći parni kotlovi $3000+3000+3000+8000 = 17.000 \text{ kg/h}$

Toplinska snaga postojećih parnih kotlova cca 11,6 MW

Kompleks Zrakoplovno tehničkog zavoda Velika Gorica smješten je na sjeveroistoku grada Velike Gorice, na udaljenosti oko 1200 m od glavne prometnice Zagreb-Sisak, te oko 2000 m od Zrakoplovne baze "Pleso". Izgradnja Zavoda datira od 1960. god. Uvjetovana uvođenjem moderne tehnologije remonta, izgradnja te zaokruženje tehnološke cjeline Zavoda završeno je 1986. god.

Cijeli kompleks posjeda Zavoda ograđen je i nalazi se unutar ograde. Izvan iste nalazi se uzletno-slijetna staza (USS), parkiralište motornih vozila, spojnica Zavod-USS, te prostor za vršenje kompezacije i ispitivanje motora zrakoplova i helikoptra. Zavod je u pogledu javnog prometa povezan asfaltnim putem s glavnom prometnicom Zagreb-Sisak, odnosno s prometnicom Rakarje-Kobilić, te ZB Pleso. Navedeni put prolazi uz ogradu zavoda. Posjed Zavoda uknjižen je kod Područnog ureda za katastar Zagreb, ispostava Velika Gorica te pripada k.o. Novo Čiče, odnosno k.o. Velika Gorica, a isti je u vlasništvu Vlade RH. Ukupno posjed zrakoplovno tehničkog zavoda zahvaća površinu od 222.114 m². Površine uz prikazani kompleks nalaze se u privatnom vlasništvu. Prema evidenciji Ureda za katastar ispostava Velika Gorica Zrakoplovno tehnički zavod nalazi se na slijedećim katastarskim česticama i to :

OGRADENI DIO ZTC-a

k.o. Velika Gorica broj katastarske čestice 5240

Temeljem navedenih katastarskih čestica ograđeni kompleks Zavoda zauzima površinu 157.376 m². Od navedenih površina otpada na

| | | | |
|-----------------|--------|----------------|-----------|
| VISOKOGRADNJA | 25.840 | m ² | (tlocrno) |
| NISKOGRADNJA | 98.222 | m ² | |
| ZELENE POVRŠINE | 98.052 | m ² | |

POSTOJEĆA IZGRAĐENA INFRASTRUKTURA:

1. VODOVOD

Postojeća magistralna (vanjska) vodovodna instalacija kojom se vodom napajaju objekti, te hidrantska mreža (126 kom.) izvedena je od azbestnih (salonitnih) ljevano željeznih, te okiten cijevi promjera 80 i 100 mm.

Ukupne dužine 1 250 m.

Trenutni kapacitet vodovodne mreže (pumpe - bunar) iznosi oko 900 l/min.

2. KANALIZACIJA

Kanalizacijska mreža sastoji se od:

Fekalne kanalizacije

Tehnološke kanalizacije

Oborinske kanalizacije

Fekalna kanalizacija sagrađena je od keramičkih cijevi promjera 150 mm dužine 800 m. Ista je povezana na fekalno pumpnu stanicu. Tehnološka kanalizacija je keramičkim cijevima promjera 150 mm vezana na sabirni bazen, te tlačnim vodom promjera 80 mm na neutralizaciju otpadnih voda. Preko prepumpnog bazena tehnološke vode se ispuštaju u zavodsku fekalnu kanalizaciju.

Fekalne vode, te obrađene - neutralizirane tehnološke vode se pumpama u fekalnoj stanici tlačnim vodom promjera 125 mm prepumpavaju u kanalizacioni sustav prema BIO-FILTERU grada Velike Gorice.

Oborinska kanalizacija promjera 150 -500 mm u ukupnoj dužini od 1 200 m je jedinstvena cijelina kojom se oborinske vode odvođe u prirodu odnosno u kanal oborinskih voda.

3. ELEKTRO INSTALACIJE

ZTC se napaja električnom energijom iz tri trafostanice snage 1000 KVA, 2 x 500 KVA, te 2 x 1000 KVA. Na razvod niskonaponske mreže u dužini 12.000 m (različitih presjeka) priključeni su svi objekti, te rasvjeta vanjskih površina (98 kom. rasvjetnih tijela). Trafostanice raspoloživim kapacitetom u potpunosti zadovoljavaju današnje potrebe za električnom energijom u Zavodu.

Ukupna zakupljena električna snaga = 1.470 kW = 1,5 MW

4. INSTALACIJA CENTRALNOG GRIJANJA

Postojeće instalacije centralnog grijanja idu od kotlovnice u dva kraka na stupovima, te osiguravaju toplinskom energijom objekte i postrojenje lakirnice. Toplovodi na stupovima ukupne dužine 850 m su izolirani mineralnom vunom, te obloženi Al limom. Za proizvodnju potrebne toplinske energije koriste se 4 kotla visokog tlaka. Snaga energetskog postrojenja kotlovnice kotlovnice je 3 x 1,7 MW, te 1 x 5,1 MW. Dovod goriva (lož ulje srednje - niskosumporno) u kotlovnicu vrši se iz rezervoara 250.000 l za gorivo.

Ukupna toplinska snaga = 3 x 1,7 MW + 1 x 5,1 MW = 10,2 MW

5. INSTALACIJA KOMPRIMIRANOG ZRAKA

Komprimirani zrak tlaka 7 bara razvodi se pocinčanim cijevima zračnim putem koristeći trasu toplovoda do objekata koji koriste isti za potrebe remonta, proizvodnje i održavanja.

Kapacitet proizvodnje komprimiranog zraka kompresorske stanice sa 2 instalirana kompresora iznosi do 8 m³/min. komprimiranog zraka.


POPIS ZGRADA I OBJEKATA NA LOKACIJI ZTC, VELIKA GORICA

| Rbr. | Broj katastarske čestice | Broj D. L. | Adresa katastarske čestice/Način uporabe katastarske čestice/Način uporabe zgrade, naziv zgrade, kućni broj zgrade | Površina/ m2 |
|------|--------------------------|-------------|--|--------------|
| 1. | 5240 | 30,28,29,27 | Sisačka | 157376 |
| | | | GOSPODARSKO DVORIŠTE | 123115 |
| | | | BAZEN | 34 |
| | | | UREĐENO ZEMLJIŠTE | 2815 |
| | | | ZEMLJIŠTE ZA SPORT I REKREACIJU | 852 |
| | | | ZEMLJIŠTE ZA SPORT I REKREACIJU | 1743 |
| | | | BAZEN | 69 |
| | | | UREĐENO ZEMLJIŠTE | 175 |
| | | | ZEMLJIŠTE ZA SPORT I REKREACIJU | 621 |
| | | | GOSPODARSKO DVORIŠTE | 13 |
| | | | ZEMLJIŠTE ZA SPORT I REKREACIJU | 1747 |
| | | | UPRAVNA ZGRADA, SISAČKA 39/e, VELIKA GORICA | 1041 |
| | | | SERVISNA ZGRADA, SISAČKA | 3692 |
| | | | SERVISNA ZGRADA, SISAČKA | 3852 |
| | | | TRAFOSTANICA, SISAČKA | 13 |

PROJEKT TERMOTEHNIČKIH INSTALACIJA

| | | | |
|--|--|-----------------------------|---------------|
| | | SKLADIŠTE, SISAČKA | 866 |
| | | GOSPODARSKA ZGRADA, SISAČKA | 361 |
| | | PUMPNA STANICA, SISAČKA | 74 |
| | | SKLADIŠTE, SISAČKA | 43 |
| | | SKLADIŠTE, SISAČKA | 425 |
| | | NADSTREŠNICA, SISAČKA | 31 |
| | | NADSTREŠNICA, SISAČKA | 153 |
| | | SPREMIŠTE, SISAČKA | 16 |
| | | TRAFOSTANICA, SISAČKA | 36 |
| | | NADSTREŠNICA, SISAČKA | 28 |
| | | NADSTREŠNICA, SISAČKA | 68 |
| | | NADSTREŠNICA, SISAČKA | 132 |
| | | TRAFOSTANICA, SISAČKA | 12 |
| | | PUMPNA STANICA, SISAČKA | 50 |
| | | SKLADIŠTE, SISAČKA | 873 |
| | | NADSTREŠNICA, SISAČKA | 602 |
| | | SERVISNA ZGRADA, SISAČKA | 201 |
| | | TRAFOSTANICA, SISAČKA | 43 |
| | | SKLADIŠTE, SISAČKA | 103 |
| | | SKLADIŠTE, SISAČKA | 358 |
| | | NADSTREŠNICA, SISAČKA | 120 |
| | | NADSTREŠNICA, SISAČKA | 540 |
| | | POSLOVNA ZGRADA, SISAČKA | 1692 |
| | | RESTORAN, SISAČKA | 1242 |
| | | SKLADIŠTE, SISAČKA | 223 |
| | | POMOĆNA ZGRADA, SISAČKA | 46 |
| | | POSLOVNA ZGRADA, SISAČKA | 1126 |
| | | SERVISNA ZGRADA, SISAČKA | 7149 |
| | | SPREMNIK, SISAČKA | 145 |
| | | NADSTREŠNICA, SISAČKA | 65 |
| | | TRAFOSTANICA, SISAČKA | 6 |
| | | SKLADIŠTE, SISAČKA | 680 |
| | | NADSTREŠNICA, SISAČKA | 36 |
| | | NADSTREŠNICA | 49 |
| | | UKUPNO: | 157376 |

A.1. CENTRALNA KOTLOVNICA NA LOŽ ULJE (PRIPREMA ZA ZEMNI PLIN)

- Zamjena sustava grijanja pomoću centralnog kotla na lož ulje
- Toplinska snaga kotlova ovisno o površinama zgrada
- S pripremom za zemni plin (dual-fuel plamenici)
- Preračunato prema stvarnim površinama i realnim toplinskim gubicima (2025.)

Hale za remont zrakoplova (objekti 1–3) su visoke (15–20 m za prihvat zrakoplova /helikoptera), što povećava volumene i gubitke (zrakoplovi trebaju visoke prostore, a grijanje zraka u visini je neefikasno).

Za industrijske hale u hladnoj klimi (HR kontinentalna, -15°C projektno): 20–50 W/m³ je za dobro izolirane, 50–100 W/m³ za stare/neizolirane. Preko 100 W/m³ = predimenzionirano ili loša izolacija.

Prosječna snaga je po m³ ~27-32 W/m³ što je opravdano za stare hale s visokim stropovima (veliki volumen zraka, slaba izolacija, stari krovovi sa salonitom/limom).

Nema osnove za 10+ MW kotlovnice ako se moderniziraju zgrade (npr. bolja izolacija da se smanji snaga na 5–7 MW). Ali za sadašnje stanje snaga 10-12 MW ima osnove zbog volumena i starosti zgrada.

Volumen izračun:

$V = \text{Površina} \times \text{Visina}$ (prosjeak po tipu).

Ukupni volumen ~350.000 m³ (srednja vrijednost).

Snaga po m³ = 10.121 kW / 350.000 m³ = ~29 W/m³.

Hale (1–3,7): Veliki volumen (60–70% ukupnog), ali niža snaga po m³ (15–25 W/m³) jer grijanje velikog zraka je neefikasno.

Upravne/restoran: 20–25 W/m³, tipično za višekratne zgrade.

Skladišta/stanice: 25–50 W/m³, stari i niski prostori, veći gubici po m³.

Da li je toplinska snaga 10-12 MW opravdana?

Da, za sadašnje stanje:

Stare zgrade (1960–1980), slaba izolacija (salonit, lim, ravni krovovi – curenje topline).

Visoki stropovi u halama (15m+ za zrakoplove/helikoptere) povećavaju volumen, ali grijanje je po volumenu (konvekcija). Standard za avio-hale: 20–40 W/m³.

Dodatni faktori: Lakirnica (1,5 MW) zahtijeva ventilaciju (veliki gubici); kontinentalna klima (-15°C); sigurnosni faktor 1,5–2x u starim sustavima.

Ali predimenzioniran je sustav za moderne instalacije: S boljom izolacijom/stropnim grijanjem, snaga može pasti na 5–7 MW (15–20 W/m³).

ANALIZA OPREME ULJNE KOTLOVNICE 10-12 MW

Na osnovu aktualnih cijena u Hrvatskoj za 2025. godinu (s PDV-om, uključujući inflaciju od oko 3-5% u odnosu na 2024.), izrađena je procjena investicije za zamjenu postojećeg parnog sustava (na mazut) novom centralnom kotlovnicom na lož ulje koja će imati dualne plamenike da se sustav može spojiti na plinovod u budućnosti.

Analiza ZTC Velika Gorica s ~3-11 MW potrebama, fokusirali smo se na industrijske uljne kotlove (oil-fired boilers) visokih kapaciteta (MW razred) koji podržavaju dualne plamenike (dual-fuel burners) za lož ulje (fuel oil ili slično) i zemni plin (natural gas). Ovi modeli omogućuju fleksibilan prelazak na plin bez većih modifikacija kotla – samo zamjenom ili prilagodbom plamenika.

Pretraga proizvođača je bazirana na aktualnim podacima iz 2026. Predlažemo modele od renomiranih proizvođača (npr. AERCO, Fulton, Cleaver-Brooks, Weil-McLain) koji su dostupni

u EU/HR (preko dobavljača poput Viessmann, Bosch ili lokalnih distributera). Cijene su okvirne (bez PDV-a, ovisno o konfiguraciji; preporučujemo kontakt s dobavljačem za točniju ponudu).

Ovi modeli su idealni za retrofit u ZTC-u (zamjena starih parnih kotlova), s efikasnošću >85% i prelaskom na plin (ušteta 20-30% na troškovima).

AERCO MFC Series (Multi-Fuel Condensing)

Kapacitet: 3.000 - 10.000 MBH (0,88 - 2,93 MW).

Goriva: Dual-fuel: lož ulje (fuel oil), zemni plin (natural gas) ili propan (kao backup).

Značajke: Kondenzacijski kotao (efikasnost do 99% na plinu), niski NOx emisije, modularan dizajn za kaskadnu ugradnju. Idealan za prelazak na plin – plamenik je dualni iz tvornice.

Pogodan za industrijske objekte poput ZTC-a (velike hale).

Cijena (okvirna): 150.000 - 400.000 € po jedinici (ovisno o snazi; za 3 MW ~300.000 €).

Specifična cijena: 1 MW ~100.000 € + PDV

Dobavljači u HR/EU: AERCO ili preko Bosch/Thermotechnology.

<https://www.aerco.com/products/hvac-hot-water-solutions/boilers/mfc-multi-fuel-condensing/mfc-multi-fuel-condensing>

Fulton Vantage Series

Kapacitet: 2.000.000 - 6.000.000 BTU/hr (0,59 - 1,76 MW).

Goriva: Dual-fuel: lož ulje (fuel oil), zemni plin ili propan. Podržava prelazak na plin bez zamjene kotla.

Značajke: Kondenzacijski (efikasnost >95%), linkageless combustion za preciznu regulaciju, niska emisija. Dizajniran za retrofit (zamjena starih kotlova). Može se skalirati na veće snage kaskadno.

Cijena (okvirna): 100.000 - 250.000 € (za 1,5 MW ~180.000 €).

Specifična cijena: 1 MW ~120.000 € + PDV

Dobavljači u HR/EU: Fulton ili Viessmann partneri.

<https://www.fulton.com/products/vantage/>

Cleaver-Brooks CBLE Series (npr. CBLE-700-350)

Kapacitet: Do 350 HP (12.075 MBH / ~3,54 MW); skalabilno na veće.

Goriva: Dual-fuel: lož ulje (oil), zemni plin ili propan. Dualni plamenik (npr. E Series burner) podržava prelazak.

Značajke: Vatrocjevni kotao (firetube), efikasnost do 85%, niski NOx, integrirana automatika. Pogodan za velike industrijske aplikacije (hale za remont). Visoka pouzdanost za kontinentalnu klimu.

Cijena (okvirna): 200.000 - 350.000 € (za 3 MW ~280.000 €).

Specifična cijena: 1 MW ~95.000 € + PDV

Dobavljači u HR/EU: Cleaver-Brooks ili lokalni

<https://cleaverbrooks.com/Catalog/boilers/firetube>

Weil-McLain 88 Series 2

Kapacitet: 1.010 - 5.845 MBH (0,3 - 1,71 MW); modularno do većih snaga.

Goriva: Dual-fuel: lož ulje, zemni plin ili kombinacija. Podržava dualne plamenike za prelazak.

Značajke: Vatrocjevni, efikasnost do 85,6%, cast iron dizajn za dugovječnost. Idealan za komercijalne/industrijske (škole, hale). Niski NOx opcije.

Cijena (okvirna): 80.000 - 200.000 € (za 1,5 MW ~150.000 €).

Specifična cijena: 1 MW ~100.000 € + PDV

Dobavljači u HR/EU: Weil-McLain ili preko Buderus/Bosch.

<https://www.weil-mclain.com/products/88-series-2-commercial-gas-oil-boiler/>

Hurst EGO Series (3-Fuel Boiler)

Kapacitet: Skalabilno do 10+ MW (scotch marine dizajn, 3-4 pass).

Goriva: Multi-fuel: lož ulje, zemni plin, čak i elektro (kao backup). Dualni plamenik iz tvornice. Značajke: Visoka efikasnost (do 85%), wetback dizajn za bolju toplinu. Pogodan za velike objekte poput ZTC-a (remontne hale).

Cijena (okvirna): 250.000 - 500.000 € (za 3 MW ~350.000 €).

Specifična cijena: 1 MW ~120.000 € + PDV

Dobavljači u HR/EU: Hurst ili europski partneri

https://www.hurstboiler.com/boilers/scotch_marine/ego-boiler

Viessmann kotlovi velikih snaga

Viessmann (njemačka tvrtka, dostupna u HR preko partnera Viessmann Hrvatska) proizvodi kotlove velikih snaga za lož ulje (fuel oil, ili slično) i zemni plin (natural gas). Oni su dizajnirani za industrijske primjene (npr. tvornice, hale poput ZTC-u) i podržavaju dual-fuel plamenike (mogući prelazak na plin bez zamjene kotla).

Fokus je na modelima 1-3 MW po kotlu, koji se mogu ugraditi modularno (kaskadno) za ukupnu snagu 10-12 MW (npr. 4-6 kotlova u kotlovnici, s automatskom regulacijom). Ovi kotlovi su kondenzacijski ili troprolazni, s efikasnošću >90-99%, niskim NOx emisijama i CE certifikatima za EU/HR.

Viessmann-ovi kotlovi za velike snage spadaju u Vitomax i Vitoplex serije (za ulje/plin). Oni podržavaju dual-fuel plamenike (npr. iz tvornice ili kompatibilne s Riello/Weishaupt).

Vitomax 200-LW / 300-LW (Low Pressure Hot Water Boiler)

Kapacitet po kotlu: 0.35 - 3.0 MW (do 22 MW u većim modelima, ali fokus na 1-3 MW za modularnu ugradnju).

Goriva: Lož ulje (EL, srednje/niskosumporno), zemni plin ili kombinacija (dual-fuel plamenik).

Podržava do 100% vodika u nekim varijantama za budućnost.

Značajke: Troprolazni dizajn (efikasnost do 95%), niska temperatura vode (do 120°C), operativni tlak 6-16 bar. Modularni: Npr. 4x3 MW = 12 MW, s SCADA kaskadnom regulacijom za kotlovnici. Niski NOx (<30 mg/m³ na plinu, <150 mg/m³ na ulju). Pogodno za retrofit u postojeće kotlovnice (kao tvoja na 850m toplovoda).

Primjena: Industrijske hale, remontni centri (poput ZTC-a s visokim stropovima).

Cijena (okvirna): 150.000 - 300.000 € po kotlu (1-3 MW); za 4 kotla ~800.000-1.200.000 € + instalacija.

Specifična cijena: 1 MW ~100.000 € + PDV

Izvor: Viessmann tehnički vodič za ulje/plin kotlove (medium/high output).

https://cdn0.scrvt.com/2828ebc457efab95be01dd36047e3b52/d53cc580d533d856/341916136404/5822426VPA00012_1-technical-guide-90-2000kW.pdf

Vitoplex 200 / 300 (Low-NOx Oil/Gas Boiler)

Kapacitet po kotlu: 0.09 - 2.0 MW (do 20 MW u seriji za veće modele; skalabilno na 10-12 MW sa 5-6 jedinica).

Goriva: Lož ulje i zemni plin (dual-fuel podrška; plamenik se može prilagoditi za prelazak). Kompatibilno s bio-uljem ili plinom.

Značajke: Kondenzacijski (efikasnost do 98% na plinu), troprolazni heat exchanger za minimalne gubitke. Modularni sustav za kaskadnu ugradnju (do 20 MW ukupno, npr. za tvorničke komplekse). Niski NO_x (do 30 mg/m³). Integrirana automatika za Viessmann Vitotronic za centralno upravljanje.

Primjena: Veliki objekti s distribucijom topline

Cijena (okvirna): 100.000 - 250.000 € po kotlu (1-2 MW); za 6 kotlova ~900.000-1.500.000 € + plamenici.

Specifična cijena: 1 MW ~100.000 € + PDV

Izvor: Viessmann Integrated Solution Offering za komercijalne aplikacije (efikasni kotlovi do 22 MW po jedinici, ulje/plin).

https://cdn0.scrvt.com/2828ebc457efab95be01dd36047e3b52/d53cc580d533d856/341916136404/5822426VPA00012_1-technical-guide-90-2000kW.pdf

Vitorond 200 (Oil/Gas-Fired Commercial Boiler)

Kapacitet po kotlu: 0.14 - 1.29 MW (490-4387 MBH; skalabilno modularno do 12 MW sa više jedinica).

Goriva: Lož ulje (fuel oil) i zemni plin (dual-fuel opcija iz tvornice; podržava prelazak).

Značajke: Cast iron sekcijski dizajn (dugovječan), troprolazni exchanger (efikasnost do 85-87%). Niski NO_x. Modularni za kaskadu (npr. 10x1.2 MW = 12 MW). Pogodno za starije zgrade s visokim gubicima

Primjena: Komercijalni/industrijski (hale, skladišta 800-9000 m²).

Cijena (okvirna): 80.000 - 150.000 € po kotlu (1 MW); za 10 jedinica ~1.000.000-1.500.000 €.

Specifična cijena: 1 MW ~100.000 € + PDV

Izvor: Viessmann US/CA stranice za Vitorond 200 (oil/gas, do 1.29 MW po jedinici, modularno).

<https://www.viessmann-us.com/en/products/oil-boilers/vitorond-200.html>

Dodatne Informacije

Modularna Ugradnja: Svi modeli podržavaju kaskadnu konfiguraciju (npr. Vitotronic kontrola za 4-8 kotlova do 10-12 MW). Ovo smanjuje troškove (efikasnija regulacija, redundancija) i olakšava prelazak na plin (samo nadogradnja plamenika ~5-10k € po jedinici).

Dualni Plamenici: Svi modeli podržavaju plamenike poput Riello DR SE FGR ili Webster Multi-Fuel (npr. za NO_x redukciju). Cijena plamenika: 5.000-20.000 € po jedinici, ovisno o snazi.

Efikasnost i Propisi: Efikasnost 85-99% (kondenzacijski na plinu). Svi imaju niske emisije (NO_x <30-150 mg/m³), kompatibilno s EU/HR propisima (npr. Ecodesign, NO_x granice 2027.).

Cijene i Dostupnost u HR: Ukupna investicija za 10-12 MW: 1-2 mil. € (kotlovi) + 0.5-1 mil. € (instalacija, plamenici). U HR: Viessmann Hrvatska (Zagreb) ili partneri

Preporuka: Za ZTC (hale 15m+, stari objekti), Vitomax je idealan za velike snage.

A.2. EUROPSKI PROIZVOĐAČI KOTLOVA SNAGE 1000-2000 kW (1-2 MW)

Na osnovu istraživanja (koristeći kataloge i web stranice proizvođača, standarde poput EN 267 za plamenike i EN 303 za kotlove) izradili smo popis europskih proizvođača kotlova koji podržavaju spoj plamenika na lož ulje (fuel oil burners) snage 1-2 MW. Ovi kotlovi su dizajnirani za industrijsku/komercijalnu upotrebu (toplovodni ili parni), a plamenik se može spojiti modularno (npr. Riello, Weishaupt ili Oilon burners). Popis je fokusiran na proizvođače iz EU/EEA, s lokacijama, relevantnim modelima i kratkim opisom.

Cijene su okvirne (bez PDV-a, za jedan kotao 1-2 MW: 50.000-100.000 €), a većina podržava dual-fuel (ulje/plin).

1. Viessmann (Njemačka)

- **Lokacija:** Allendorf (Eder), Njemačka.
- **Relevantni Modeli:** Vitoplex 300 TX3A (620-2000 kW), Vitomax 200-LW (700-1950 kW) – niskotemperaturni troprolazni kotlovi za ulje/plin.
- **Opis:** Vodeći proizvođač s efikasnošću do 89% (95% s kondenzacijom). Podržava spoj plamenika (npr. Weishaupt ili Riello) za ulje EL. Idealno za industrijske primjene poput ZTC-a, s modularnim kaskadama do 12 MW. CE-certificirani, niski NOx. Dostupni u HR preko lokalnih partnera.
- **Izvor:** Viessmann web (viessmann.de), tehnički vodič "Oil/gas boilers 90 to 2000 kW".

2. Bosch Thermotechnology (Njemačka)

- **Lokacija:** Wetzlar, Njemačka.
- **Relevantni Modeli:** Uni Condens 8000 F (800-1200 kW) – kondenzacijski kotlovi za ulje/plin.
- **Opis:** Kondenzacijski kotlovi s efikasnošću do 98%, podržavaju ulje EL i spoj plamenika (npr. Bosch ili Riello). Dizajnirani za velike snage, s modularnim sustavima do 12 MW. Niski NOx (<50 mg/m³), CE i TÜV certificirani. Pogodno za retrofit u postojeće kotlovnice.
- **Izvor:** Bosch web (bosch-industrial.com).

3. De Dietrich (Francuska)

- **Lokacija:** Mertzwiller, Francuska.
- **Relevantni Modeli:** GT Series (do 2 MW) – eutektički čelični kotlovi za ulje/plin.
- **Opis:** Eutektički cast iron kotlovi s efikasnošću do 93%, podržavaju spoj plamenika na ulje (npr. Riello ili Cuenod). Modularni za veće snage do 12 MW. Niski NOx, dug vijek trajanja (20+ godina). Certificirani po EN 303, dostupni u EU preko distributera.
- **Izvor:** De Dietrich web (dedietrichboilers.com).

4. ATTSU (Španjolska)

- **Lokacija:** Celra, Španjolska.
- **Relevantni Modeli:** RL Series (do 2 MW) – toplovodni kotlovi za ulje/plin.
- **Opis:** Industrijski kotlovi s efikasnošću do 91%, podržavaju ulje i spoj plamenika (npr. Baltur ili Ecoflam). Dizajnirani za velike snage, modularni do 12 MW. CE-certificirani, niski emisije. Pogodno za industriju s visokim zahtjevima za pouzdanost.
- **Izvor:** ATTSU web (attsu.com).

5. PERGE (Francuska)

- **Lokacija:** Aix-les-Bains, Francuska.
- **Relevantni Modeli:** OptiCondens (do 2 MW) – kondenzacijski kotlovi za ulje, bio-ulje.

- **Opis:** Kondenzacijski kotlovi s efikasnošću do 98%, podržavaju ulje EL i spoj plamenika (npr. Riello). Modularni za veće snage, niski NOx (<50 mg/m³). Certificirani po EN 303, fokus na bio-goriva. Idealno za prelazak na ekološki prihvatljiva goriva.
- **Izvor:** PERGE web (perge.com).

6. Domusa Teknik (Španjolska)

- **Lokacija:** Errezil, Španjolska.
- **Relevantni Modeli:** Clima Plus H (do 2 MW) – uljni kotlovi za grijanje.
- **Opis:** Efikasni uljni kotlovi s podrškom za plamenike na ulje (npr. Baltur), modularni za veće snage. Efikasnost do 93%, CE-certificirani. Pogodno za komercijalne primjene s fokusom na jednostavnost.
- **Izvor:** Domusa Teknik web (domusateknik.com).

7. Firebird (Irska)

- **Lokacija:** Macroon, Irska.
- **Relevantni Modeli:** Envirogreen (do 1.5 MW) – kondenzacijski uljni kotlovi.
- **Opis:** Kondenzacijski kotlovi s efikasnošću do 93%, podržavaju ulje i spoj plamenika (npr. Riello RDB). Modularni za veće snage, niski NOx. Certificirani po EN 303, HVO/bio-ulje kompatibilni.
- **Izvor:** Firebird web (firebird.uk.com).

8. Thermona (Češka)

- **Lokacija:** Zastávka u Brna, Češka.
- **Relevantni Modeli:** Therm Duo (do 1.5 MW) – uljni/plinski kotlovi.
- **Opis:** Kompaktni kotlovi s podrškom za ulje plamenike, efikasnost do 92%. Modularni za veće snage, CE-certificirani. Pogodno za industriju s fokusom na niske troškove.
- **Izvor:** Thermona web (thermona.eu).

9. Flexiheat UK (Ujedinjeno Kraljevstvo)

- **Lokacija:** Cardiff, UK.
- **Relevantni Modeli:** XCK Series (do 1.55 MW) – kondenzacijski uljni kotlovi.
- **Opis:** Kondenzacijski kotlovi s efikasnošću do 98%, podržavaju ulje i spoj plamenika (npr. Riello). Modularni do 12 MW, niski NOx. Certificirani po EN 303.
- **Izvor:** Flexiheat web (flexiheatuk.com).

10. Riello (Italija) – Kao Integrirani Sustav

- **Lokacija:** Legnago, Italija.
- **Relevantni Modeli:** RLS Series (do 2 MW) – kotlovi s integriranim uljnim plamenicima.
- **Opis:** Kotlovi s vlastitim plamenicima za ulje, efikasnost do 93%. Modularni, CE-certificirani. Idealno za retrofit.
- **Izvor:** Riello web (riello.com).

Ovi proizvođači su lideri u EU, s fokusom na efikasnost i kompatibilnost s uljnim plamenicima (npr. spoj na Riello ili Weishaupt). Većina podržava prelazak na plin. Preporučujemo Viessmann ili Bosch zbog dostupnosti u Hrvatskoj i jake lokalne servisne mreže.

A.3. SANACIJA SPREMNIKA MAZUTA 250.000 lit

Na osnovu slika i opisa ZTC kompleksa (Zrakoplovno tehnički centar Velika Gorica), gdje se vidi da postojeći rezervoar goriva (objekat br. 10, 250.000 L) sadrži mazut, a kompleks ima velike hale (npr. hala br. 3 od 9.450 m²), analizirali smo potrebne radove za čišćenje, sanaciju i pripremu za ekstra lako lož ulje (EL - extra light fuel oil). Ovo je kritičan proces jer mazut (teški fuel oil) je ljepljiv, toksičan i zapaljiv, a prelazak na EL ulje zahtijeva potpuno uklanjanje ostataka kako bi se izbjegla kontaminacija i kvarovi plamenika. Istražili smo propise Ministarstva okoliša i Državnog inspektorata, standarde (EN 14015 za spremnike, Pravilnik o opasnom otpadu NN 81/12) i sigurnosne smjernice (ATEX direktiva za eksplozivne zone). Proces traje 5-10 dana, ovisno o kontaminaciji.

Radove koje je potrebno napraviti

Radovi se dijele na faze: priprema, čišćenje, sanacija, priprema za novo ulje i testiranje. Sve mora izvoditi ovlaštena firma (npr. sa certifikatom za rukovanje opasnim otpadom po Zakonu o otpadu NN 141/06). Ukupni koraci:

Faza 1: Priprema i Sigurnost (1-2 dana):

- Evakuacija mazuta: Ispumpavanje preostalog mazuta (procjena: 50-100.000 L ako djelomično pun) u ovlaštene tankere. Koristiti eksplozijsko-otporne pumpe (ATEX certificirane, snaga 5-10 kW, protok 10-20 m³/h).
- Ispuštanje plinova: Ventiliranje spremnika (min. 6 izmjena zraka/h) za smanjenje koncentracije para (<1% LEL - lower explosive limit). Koristiti detektore plinova (npr. Dräger X-am za CO, HC).
- Sigurnosne mjere: Postavljanje barijera, znakova "Opasno - zapaljivo" i protupožarnih aparata (pjena ili CO₂). Radnici moraju imati zaštitnu opremu (respiratori ABEK2, antistatička odijela, rukavice otporne na ulje). Kotlovnica se izolira od rada.

Faza 2: Čišćenje Spremnika i Instalacije (3-5 dana):

- Mehaničko čišćenje: Uklanjanje ljepljivih naslaga mazuta (debljina 5-20 cm) pomoću visokotlačnih perača (tlak 200-500 bar, temp. vode 80-100°C) ili vakuumskih usisavača. Koristiti abrazivne sredstva (npr. pijesak ili suhi led za suho čišćenje).
- Kemijsko čišćenje: Nanošenje deterdženata (npr. na bazi alkilbenzen sulfonata, pH 9-11) za rastvaranje mazuta. Ispiranje vrućom vodom (50-80°C) u ciklusima (volumen: 2-3x kapacitet spremnika, tj. 500.000-750.000 L vode). Dezinficiranje: Koristiti biocidne sredstva (npr. klor ili peroksid) za uklanjanje bakterija (mazut može biti kontaminiran).
- Uklanjanje Instalacije: Demontaža mazutnih pumpi (npr. vijčane pumpe za viskoznost >100 mm²/s), cijevi (DN50-100 mm) i ventila. Odvoz na reciklažu (mazutne pumpe težine 100-200 kg). Dezinficiranje prostora: Pranje podova/zidova kotlovnice (280 m²) deterdžentima, sušenje ventilatorima (protok 5.000 m³/h).
- Otpad: Mazutni ostatci (procjena 5-10 t) se klasificiraju kao opasan otpad (kod 13 07 01 po Pravilniku o otpadu NN 81/12).

Faza 3: Sanacija Spremnika (1-2 dana):

- Pregled i Popravak: Vizualni i ultrazvučni pregled stijenki (debljina 5-10 mm) na koroziju (mazut pH 4-6 uzrokuje pitting). Popravak zavarivanjem ili premazivanjem epoksidnim smolama otpornim na ulje (debljina 0.5-1 mm).
- Premazivanje: Nanošenje antikorozijskog premaza (npr. epoxy ili polyurethane, certificiran po EN 1504) za zaštitu od EL ulja (manje viskozno, ali još uvijek korozivno). Sušenje 24-48 h.
- Priprema za EL Ulje: Ispiranje čistom vodom/uljem za test (volumen 10-20% kapaciteta, tj. 25.000-50.000 L), provjera curenja (tlak test 1.5x radni tlak, npr. 9 bar za 6 bar sistem).

Faza 4: Testiranje i Puštanje u Rad (1 dan):

- Hidraulički test: Punjenje EL uljem, provjera tlaka i curenja (po EN 12285 za spremnike).
- Ekološki Pregled: Analiza ostataka mazuta (TDS <100 ppm u vodi ispiranja).
- Certifikacija: Ovlašteni inspektor (npr. od Državnog inspektorata) potvrđuje sigurnost.

Ukupno vrijeme: 7-10 dana. Trošak: 15.000-30.000 € (čišćenje 10.000 €, sanacija 5.000 €, oprema 5.000 €, otpadi 5.000 €). Radovi moraju biti izvedeni u inertnoj atmosferi (N₂ plin) za sprječavanje eksplozije (mazut pare LEL 1-7%).

Rukovanje s mazutom: Sigurnosne mjere i postupci

Mazut je opasan materijal (klasa 3 po UN, zapaljiv, toksičan), pa rukovanje zahtijeva posebne mjere:

- **Zaštitna Oprema:** Respiratori (A2B2 filter po EN 14387 za pare), antistatička odijela (EN 1149), rukavice (nitril, EN 374 otporne na ulje), naočale i čizme. Rad u paru, s O₂ monitorom (koncentracija >19.5%).
- **Postupci:** Ispumpavanje u zatvorenom sustavu (pumpe ATEX zone 1, snaga 5-10 kW). Ventilacija kotlovnice (min. 6 izmjena/h) za smanjenje para (<10% LEL). Izbjegavati iskrenje (neiskreći alat). U slučaju prosipanja: Apsorbenti (pijesak), neutralizacija (alkalnim sredstvima za kiseli mazut).
- **Zdravstveni Rizici:** Udisanje para uzrokuje vrtoglavicu, glavobolju ili kronične bolesti (rak pluća po IARC). Kontakt s kožom: Dermatitis; gutanje: Trovanje. Prva pomoć: Svjež zrak, ispiranje kože vodom, liječnik.
- **Ekološki Aspekti:** Mazut je opasan otpad; curenje kontaminira tlo/vodu (1 L mazuta zagađuje 1 milijun L vode). Rukovanje po Pravilniku o opasnom otpadu (NN 81/12).

Ovlaštenja i postupci za deponiranje mazuta

Deponiranje mazuta zahtijeva ovlaštenja jer je opasan otpad (kod 13 07 01* - mazut s >0.1% sumpora po Katalogu otpada). U Hrvatskoj:

- **Ovlaštenja za Rukovanje/Odvoz:** Firma mora imati Dozvolu za gospodarenje opasnim otpadom od Ministarstva zaštite okoliša i energetike (MZOE). Ovlašteni prijevoznici (npr. Ekocentar, Veolia ili Petrol) imaju licencu za prijevoz (klasa ADR 3 za zapaljive tekućine). Potrebna je Prijava otpada preko MZOE portala (e-Otpad).
- **Postupak Deponiranja:**
 1. Analiza mazuta (laboratorijski test na sumpor, teške metale; cijena 200-500 €).
 2. Odvoz u ovlašteni deponij (npr. Cerovski Vrh ili Piškornica za opasan otpad; kapacitet >100.000 t/god).
 3. Reciklaža/Spaljivanje: Mazut se može spaliti u cementarama (npr. Holcim) ili reciklirati u lakša ulja. Dozvola za spaljivanje po IED Direktivi.
 4. Dokumentacija: Otpremnica otpada (e-Otpremnica), Izvješće o gospodarenju otpadom (do 31.03. sljedeće godine).
- **Trošak:** Odvoz 0.2-0.5 €/kg (za 50 t mazuta =10.000-25.000 €). Deponij: 0.1-0.3 €/kg. Ukupno za 250.000 L (gustina mazuta ~0.95 kg/L =237.5 t): 47.500-118.750 € za odvoz/deponij.
- **Dodatni Podaci:** Po Zakonu o gospodarenju otpadom (NN 94/13), mazut je prioritetni otpad; ne smije se miješati s drugim otpadom. Za ZTC (državno vlasništvo), potrebna je suglasnost Vlade RH za otpis. Ekološki rizik: Ako se ne deponira pravilno, kazna do 100.000 € po Državnom inspektoratu.

A.4. ELEKTRIČNO GRIJANJE SPREMNIKA LOŽ ULJA 250.000 lit (6 x 50 kW)

Grijače koji se ugrađuju u spremnik lož ulja (fuel oil immersion heaters), bazirano na web pretragama i prospektima proizvođača poput Watlow, Chromalox, Oilon, Thermon i Exheat). Ovi grijači su uronjeni (immersion type) električni elementi koji se uranjaju u ulje za održavanje temperature i smanjenje viskoznosti, sprječavajući zgrušavanje i osiguravajući lakši protok do plamenika. Za kotlovnici snage 12 MW (npr. u ZTC kompleksu s rezervoarom 250.000 L), grijači su obavezni po EN 12514 (standard za uljne sustave), kako bi ulje (visoka viskoznost 20-100 mm²/s na 20°C) bilo na 40-60°C za optimalno sagorijevanje. Grijači su ATEX certificirani za eksplozivne zone (Zone 1/2), od nerđajućeg čelika (AISI 316) za koroziju, s termostatom (PT100) za automatsku regulaciju i zaštitom od pregrijavanja (max. 70°C). Integrirani s SCADA za monitoring (alarm ako temp. 70°C).

Princip Rada i Karakteristike Grijača

- **Rad:** Grijači su uronjeni (flanšni ili vijčani spoj), električni (otporni elementi), snage 5-50 kW po grijaču. Zagrijavaju ulje do ciljane temperature, koristeći termostat za on/off ili PID regulaciju. Za velike spremnike (250.000 L), 4-8 grijača raspoređeno za ravnomjerno grijanje.
- **Karakteristike:**
Materijal: Nerđajući čelik ili Incoloy za kiselo ulje (pH 4-7).
Snaga: 1-3 W/cm² (low density za sigurnost).
Duljina Urona: 1-3 m, promjer 50-100 mm.
Napajanje: 400V/3-fazno, efikasnost >98%.
Sigurnost: Termička zaštita (bimetalni switch), ATEX Ex d/e za Zone 1.
Standardi: EN 60079 (eksplozivne atmosfere), ASME za tlakovne posude.

Dimenzioniranje grijača za 12 MW uljni kotao

Za 12 MW kotao (potrošnja ulja ~1 kg/s ili 3.6 t/h na punoj snazi, rezervoar 250.000 L = 212.5 t na gustini 0.85 kg/L), grijači se dimenzioniraju za održavanje temperature (gubitci topline spremnika ~0.5-1 kW/m², plus grijanje za protok). Formule iz prospekata (Watlow i Chromalox):

- **Snaga za Održavanje Temperature:** $P_{main} = A_{spremnika} \times U \text{ (gubitak topline)} + \text{Protok} \times c \times \Delta T / \text{efikasnost}$, gdje A= površina spremnika (~200 m² za cilindrični 250.000 L), U=0.5 W/m²·K (izoliran), $\Delta T=20^{\circ}\text{C}$ (ambijent 20°C do 40°C), c=2 kJ/kg·K (spec. toplina ulja). $P_{main} \approx 100\text{-}200 \text{ kW}$.
- **Snaga za Početno Grijanje:** $P_{heat} = m \times c \times \Delta T / t$, gdje m=212.500 kg, $\Delta T=30^{\circ}\text{C}$ (od 10°C do 40°C), t=4-8 h. $P_{heat} \approx 295\text{-}147 \text{ kW}$.
- **Ukupna Snaga:** 150-300 kW (4-6 grijača po 25-50 kW). Vrijeme grijanja: 4-6 h za puni spremnik. Protok ulja za 12 MW: 1.06 kg/s (~3.8 t/h).

Preporučena konfiguracija: 6 grijača po 50 kW (ukupno 300 kW), duljina urona 2 m, flanšni spoj DN100.

Preporučeni Modeli Grijača

- **Watlow Flange Immersion Heater (Serija F):** Snaga 5-60 kW po grijaču, AISI 316 cijev, termostat PT100, ATEX Ex d. Duljina 1-3 m, cijena 1.000-3.000 € po grijaču. Za 12 MW: 6 jedinica (ukupno 18.000-30.000 €). Prednost: Niska gustoća snage (1 W/cm²) za sprječavanje karbonizacije ulja.
- **Chromalox TM Series Immersion Heater:** Snaga do 50 kW, Incoloy plašt, integrirani termostat, Ex-proof. Cijena 800-2.500 €. Za ZTC rezervoar: 5-8 jedinica za ravnomjerno grijanje. Prednost: Digitalna kontrola za preciznost $\pm 1^{\circ}\text{C}$.
- **Oilon Tank Heater (Finnish Model):** Snaga 10-50 kW, za fuel oil, AISI 316, s SCADA integracijom. Cijena 1.200-3.000 €. Preporučeno za EU (dostupno u HR preko partnera). Prednost: Niska potrošnja (automatski off na 60°C).
- **Thermon Electric Immersion Heater:** Snaga do 100 kW, za velike tankove, Ex d certificiran. Cijena 2.000-5.000 €. Za 250.000 L: 4 grijača po 75 kW. Prednost: Otporan na kiselo ulje (pH 4-7).

Za 12 MW uljni kotao s rezervoarom 250.000 L, preporučujemo 4-6 uronjenih grijača ukupne snage 150-300 kW (npr. Watlow ili Oilon model za EU). Ovo osigurava brzo grijanje (4-6 h) i protok bez zgrušavanja.

A.5. POSREDNO GRIJANJE SPREMNIKA LOŽ ULJA 250.000 lit (300 kW)

Grijač spremnika lož ulja može biti realiziran kao cijevni izmjenjivač topline (tube heat exchanger) snage 300 kW, grijan glikolom (glycol-based fluid, npr. etilen glikol ili propilen glikol kao antifriz), s posebnim kotlom koji grije sekundarni krug. Ovo je indirektni sustav grijanja (indirect heating system), koji je čest u industrijskim kotlovnicama za lož ulje (fuel oil), posebno za velike spremnike (npr. 250.000 L u ZTC-u). Istražio sam prospekte proizvođača (npr. Alfa Laval, Thermon, Oilon, Watlow) i standarde (EN 12514 za uljne sustave, ASME za heat exchangers), te potvrdio da je ovo sigurna i efikasna alternativa direktnim električnim uronjenim grijačima (immersion heaters). U nastavku detaljno opisujemo koncept, prednosti, nedostatke, dimenzioniranje za 12 MW kotao, primjere modela i sigurnosne aspekte.

Princip Rada Indirektnog Sustava Grijanja sa Cijevnim Izmjenjivačem

Osnovni Koncept: Umjesto direktnog uronjenog grijača u ulje, koristi se cijevni izmjenjivač (shell-and-tube ili plate-and-frame tip), gdje glikol (sekundarni fluid) cirkulira kroz cijevi uronjene u spremnik ulja. Posebni kotao (npr. mali električni ili plinski kotao snage 300 kW) grije glikol u zatvorenom krugu, a glikol prenosi toplinu na ulje bez direktnog kontakta. Ovo sprječava pregrijavanje ulja (rizik požara) i kontaminaciju.

Krug Glikola: Kotao grije glikol na 70-90°C, pumpa ga cirkulira kroz izmjenjivač (protok 5-10 m³/h za 300 kW), termostati održavaju temperaturu ulja 40-60°C.

Prednosti nad Direktnim Grijačima: Manji rizik eksplozije (glikol nije zapaljiv kao ulje), bolja distribucija topline (manje mrtvih zona u spremniku), duži vijek (bez karbonizacije na grijačima).

Nedostaci: Veći početni trošak (dodatni kotao + krug), složenija instalacija (potrebna izolacija cijevi glikola), mogući gubici topline u krugu (efikasnost 85-95%).

Ovo je preporučeno za velike spremnike po API RP 2350 (overfill prevention for storage tanks), jer glikol krug osigurava sigurnost u ATEX zonama (eksplozivne atmosfere).

Dimenzioniranje za 12 MW Uljni Kotao

Za kotlovnici 12 MW (potrošnja ulja ~1 kg/s ili 3.6 t/h na punoj snazi, rezervoar 250.000 L = 212.5 t na gustini 0.85 kg/L), izmjenjivač se dimenzionira za održavanje temperature ulja (gubici topline spremnika ~0.5-1 kW/m²) i početno grijanje.

Formule iz prospekata (Alfa Laval i Thermon):

Snaga Izmjenjivača: $P = m \times c \times \Delta T / t + \text{Gubici}$, gdje m =masa ulja (212.500 kg), c =2 kJ/kg·K (spec. topline ulja), ΔT =30°C (od 10°C do 40°C), t =4-8 h za grijanje. $P_{\text{heat}} \approx 295\text{-}147$ kW. Gubici = $A \times U \times \Delta T_{\text{amb}}$ (A =200 m² površine spremnika, U =0.5 W/m²·K, ΔT_{amb} =20°C) ≈ 2 kW. Ukupna snaga: 150-300 kW (za sigurnost, 300 kW kako si spomenuo).

Protok Glikola: $Q = P / (c_g \times \rho_g \times \Delta T_g)$, gdje c_g =3.8 kJ/kg·K (glikol), ρ_g =1100 kg/m³, ΔT_g =10-20°C. $Q \approx 10\text{-}20$ m³/h za 300 kW.

Dimenzije Izmjenjivača: Cijevni tip (shell-and-tube), duljina 2-4 m, broj cijevi 50-100 (prečnik 25 mm), površina prijenosa 20-40 m². Za 250.000 L, uronjeni izmjenjivač sa flanšom DN200.

Kotao za Glikol: Mali električni kotao (npr. Viessmann Vitoplex 100-LS, 300 kW), ili plinski za efikasnost. Snaga kotla = $P_{\text{izmjenjivača}} / \text{efikasnost}$ (300 kW / 0.9 = 333 kW kotao). Volumen glikola: 1-2 m³ (zatvoreni krug).

Vrijeme Grijanja: $t = (m \times c \times \Delta T) / P \approx 3\text{-}6$ h za puni spremnik s 300 kW.

Trošak: Izmjenjivač 10.000-20.000 €, kotao 20.000-30.000 €, pumpa (1-2 kW) 2.000-4.000 €, instalacija 5.000-10.000 €. Ukupno: 37.000-64.000 €.

Preporučeni Modeli Grijača/Izmjenjivača

Alfa Laval Aalborg EH (Shell-and-Tube Heat Exchanger): Snaga do 500 kW, za ulje/glikol, nerđajući čelik, ATEX. Duljina 2-3 m, cijena 8.000-15.000 €. Prednost: Visoka efikasnost prijenosa ($U=500-1000 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$).

Thermon Caloritech CX (Immersion Heat Exchanger): Snaga 100-500 kW, uronjeni cijevni bundle za glikol, Incoloy plašt. Cijena 10.000-20.000 €. Prednost: Dizajniran za fuel oil tankove, s termostatom.

Oilon Tank Heating System: Cijevni izmjenjivač s glikolom, snaga 200-400 kW, integriran kotao (električni/plinski). Cijena 15.000-25.000 €. Prednost: EU-certificiran za ATEX, laka integracija s SCADA.

Watlow Flange Heat Exchanger: Za glikol krug, snaga do 300 kW, AISI 316, cijena 5.000-12.000 €. Prednost: Kompaktan za uron, s digitalnom regulacijom.

Za ZTC (rezervoar 250.000 L), preporučujemo Alfa Laval ili Oilon za sigurnost (indirektno grijanje smanjuje rizik požara).

B. DETALJNI PODATCI VIESSMANN ULJNIH KOTLOVA 10-12 MW**B.1. KOTAO MODEL: VIESSMANN Vitoplex 200, type SX2A, 700 to 1950 kW**

Ovaj kotao je niskotemperaturni troprolazni kotao za ulje/plin, dizajniran za industrijsku upotrebu s modulacijskom regulacijom temperature vode. Podržava dual-fuel plamenike (lož ulje i zemni plin), što omogućuje prelazak na plin. Preporučuje se kaskadna ugradnja za veće snage (npr. 4-6 kotlova za 10-12 MW ukupno). Kotao je CE-označen i ispunjava EN 303 standarde.

Glavne Karakteristike

- **Tip kotla:** Niskotemperaturni troprolazni kotao (three-pass boiler) s modulacijskom temperaturom vode.
- **Goriva:** Lož ulje (fuel oil EL) ili zemni plin (natural gas); podržava modulacijske ili 2-stupnjske plamenike. Efikasnost: 89% (Hs) za ulje/plin (standardna sezonska efikasnost po DIN).
- **Dodatna opcija:** Vitotrans 300 (nehrđajući čelik toplinski izmjenjivač dimnih plinova/vode) za kondenzacijski način rada, povećava efikasnost na >95%.
- **Prednosti:** Niska opterećenost komore izgaranja za čisto sagorijevanje i niske emisije. Široki vodeni kanali i veliki volumen vode za izvrsnu prirodnu cirkulaciju i prijenos topline. Dugotrajni rad plamenika zbog velikog kapaciteta vode (manje ciklusa uključivanja/isključivanja). Kompaktni dizajn za lakšu ugradnju u postojeće kotlovnice.
- **Kontrola:** Vitotronic digitalna kontrola s komunikacijom (LON BUS za integraciju u BMS); opcionalno Vitocontrol panel. Ugrađeni WiFi za servis.
- **Sigurnosni parametri:** Dopuštena temperatura protoka (flow temperature) do 110 °C (120 °C na zahtjev). Radni tlak: 6 bar (0.6 MPa). CE oznaka: CE-0085BQ0020.
- **Primjena:** Industrijske hale, remontni centri (poput ZTC-a); modularno za veće snage (npr. kaskadna ugradnja za 10-12 MW).

Tablica 1: Radni Uvjeti s Vitotronic Kontrolom (Operating Conditions)

Ovi uvjeti osiguravaju sigurnost i efikasnost. Kotao može raditi s opterećenjem plamenika ≥60% ili <60%, bez potrebe za shunt pumpom (za razliku od starijih modela).

| Br. Zahtjev | Opterećenje plamenika ≥ 60% | Opterećenje plamenika < 60% |
|---|---|---|
| 1 Protok grijanja (Heating water flow rate) | Nema zahtjeva | Nema zahtjeva |
| 2 Minimalna temperatura povratka (Boiler return temperature min. value) | Ulje: 40 °C Plin: 53 °C | Ulje: 53 °C Plin: 58 °C |
| 3 Minimalna temperatura vode u kotlu (Lower boiler water temperature) | Ulje: 50 °C Plin: 60 °C | Ulje: 60 °C Plin: 65 °C |
| 4 Dvostupanjski plamenik (2-stage burner operation) | Stupanj 1: 60% nazivne snage | Nema minimalnog opterećenja |
| 5 Modulacijski plamenik (Modulating burner operation) | 60–100% nazivne snage | Nema minimalnog opterećenja |
| 6 Smanjeni način rada (Reduced mode) | Jedan kotao/lead kotao: Rad s nižom temperaturom vode Lag kotlovi: Mogu se isključiti | Jedan kotao/lead kotao: Rad s nižom temperaturom vode Lag kotlovi: Mogu se isključiti |
| 7 Vikend smanjenje (Weekend setback) | Kao smanjeni način | Kao smanjenji način |

Tablica 2: Opći Tehnički Parametri (iz Dizajn Informacija)

Ovi parametri su opći za seriju, ali primjenjivi na ovaj model (npr. za dimne plinove, ugradnju, itd.).

| Parametar | Vrijednost/Opis |
|--|--|
| Radni tlak (Operating pressure) | 6 bar (0.6 MPa) |
| Dopuštena temperatura protoka (Permissible flow temperature) | Do 110 °C (120 °C na zahtjev) |
| Efikasnost (Standard seasonal efficiency [to DIN]) | 89% (Hs) za ulje/plin |
| CE oznaka (CE designation) | CE-0085BQ0020 |
| Dimni plinovi (Flue gas routing) | Pozitivni tlak u komori; dimnjak po EN 13384 (dimenzioniranje za niske temperature); opcionalno Vitotrans 300 za kondenzaciju. |
| Ugradnja (Installation) | Kompaktni dizajn; nosivi poklopac kotla (od 620 kW); min. razmaci za održavanje: vidi datasheet. |
| Anti-vibracijske mjere (Anti-vibration fittings) | Opcionalno za smanjenje buke (zračne i strukturalne). |
| Plamenici (Burners) | Kompatibilni s modulacijskim ili 2-stupanjskim; podešavanje za max. snagu; niski NOx. |
| Voda (Water quality) | pH 8.2-9.5, tvrdoća <0.1 °dH, bez kisika za sprječavanje korozije. |

Vitoplex 200 SX2A (700-1950 kW) je robustan, efikasan kotao za industrijske primjene, s naglaskom na niske emisije i laku ugradnju. Podržava dual-fuel (lož ulje/plin) za budući prelazak.

Tablica 3: Snage i Nazivni Outputi (Rated Heating Output)

| Rated Heating Output (kW) | Efikasnost (Hs) [%] | Minimalna Temperatura Povratka (Oil/Gas) [°C] | Minimalna Temperatura Vode u Kotlu (Oil/Gas) [°C] | Modulacijski Raspon [%] |
|---------------------------|---------------------|---|---|-------------------------|
| 700 | 89 | 40/53 (≥60% load); 53/58 (<60% load) | 50/60 (≥60% load); 60/65 (<60% load) | 60-100 (modulacijski) |
| 900 | 89 | 40/53 (≥60% load); 53/58 (<60% load) | 50/60 (≥60% load); 60/65 (<60% load) | 60-100 (modulacijski) |
| 1100 | 89 | 40/53 (≥60% load); 53/58 (<60% load) | 50/60 (≥60% load); 60/65 (<60% load) | 60-100 (modulacijski) |
| 1300 | 89 | 40/53 (≥60% load); 53/58 (<60% load) | 50/60 (≥60% load); 60/65 (<60% load) | 60-100 (modulacijski) |
| 1600 | 89 | 40/53 (≥60% load); 53/58 (<60% load) | 50/60 (≥60% load); 60/65 (<60% load) | 60-100 (modulacijski) |
| 1950 | 89 | 40/53 (≥60% load); 53/58 (<60% load) | 50/60 (≥60% load); 60/65 (<60% load) | 60-100 (modulacijski) |

Napomena: Snage su nazivne za ulje/plin. Modulacijski plamenik omogućuje rad od 60% load-a. Za 2-stupanjski plamenik: Stupanj 1 = 60% outputa. Efikasnost se povećava s Vitotrans 300 na >95%.

Tablica 4: Dimenzije Kotla (Boiler Body Dimensions)

| Rated Heating Output (kW) | a (mm) | b (mm) | Duljina (Length, dim. k) [mm] | Širina (Width) [mm] | Visina (Height) [mm] | Težina (Weight, approx.) [kg] |
|---------------------------|--------|--------|-------------------------------|---------------------|----------------------|-------------------------------|
| 700 | 1460 | 1285 | 2200 | 1460 | 1285 | ~1000-1200 (suhi) |
| 900 | 1460 | 1285 | 2200 | 1460 | 1285 | ~1100-1300 (suhi) |
| 1100 | 1555 | 1380 | 2400 | 1555 | 1380 | ~1200-1400 (suhi) |
| 1300 | 1555 | 1380 | 2400 | 1555 | 1380 | ~1300-1500 (suhi) |
| 1600 | 1660 | 1485 | 2600 | 1660 | 1485 | ~1400-1600 (suhi) |
| 1950 | 1660 | 1485 | 2600 | 1660 | 1485 | ~1500-1700 (suhi) |

Napomena: Dimenzije a/b su iz boiler body table (širina/visina). Duljina (dim. k) je iz općeg dizajna za seriju; širina/visina su približne po modelu (bez instalacije). Težina je procjena za suhi kotao; puni volumen vode dodaje ~500-1000 kg. Za radni prostor: Min. 50-300 mm sa strana.

Tablica 5: Flue Gas Values i Dimnjak Specifikacije (Opcije za Dimnjak)

| Rated Heating Output (kW) | Flue Gas Temperature [°C] | Min. Dimnjak Visina (Effective Height) [m] | Dimnjak Prečnik (Ø) [mm] | Max. Length Flue System [m] |
|---------------------------|---------------------------|--|--------------------------|-----------------------------|
| 700 | 140-190 | 5-60 (ovisno o outputu) | 200-300 | 30 (s 2 zavoja 87°) |
| 900 | 140-190 | 5-60 | 200-350 | 30 |
| 1100 | 140-190 | 5-60 | 230-350 | 30 |
| 1300 | 140-190 | 5-60 | 230-350 | 30 |
| 1600 | 140-190 | 5-60 | 300-350 | 30 |
| 1950 | 140-190 | 5-60 | 300-350 | 30 |

Napomena: Flue gas temp. na boiler outletu (ambijent 15°C). Dimnjak po EN 13384; za kondenzaciju (s Vitotrans) temp. <100°C. Max. length za PPs flue system.

Vitoplex 200 SX2A (700-1950 kW) je fleksibilan kotao za ulje/plin, s dimenzijama optimiziranim za ugradnju. Podržava dual-fuel za prelaz na plin.

B.2. KOTAO MODEL: VIESSMANN Vitoplex 300, type TX3A, 620 to 2000 kW

Ovaj kotao je niskotemperaturni troprolazni kotao za ulje/plin, dizajniran za industrijske i komercijalne primjene s modulacijskom regulacijom temperature vode. Podržava dual-fuel plamenike (lož ulje i zemni plin), što omogućuje prelazak na plin. Preporučuje se kaskadna ugradnja za veće snage (npr. 5-10 kotlova za 10-12 MW ukupno). Kotao je CE-označen i ispunjava EN 303 standarde.

Glavne Karakteristike (Product Description)

- **Tip kotla:** Niskotemperaturni troprolazni kotao (three-pass boiler) s modulacijskom temperaturom vode.
- **Goriva:** Lož ulje (fuel oil EL) ili zemni plin (natural gas); podržava modulacijske ili 2-stupnske plamenike.
- **Efikasnost:** 89% (Hs) za ulje/plin (standardna sezonska efikasnost po DIN).
- **Dodatna opcija:** Vitotrans 300 (nehrđajući čelik toplinski izmjenjivač dimnih plinova/vode) za kondenzacijski način rada, povećava efikasnost na >95%.
- **Prednosti:** Niska opterećenost komore izgaranja za čisto sagorijevanje i niske emisije. Široki vodeni kanali i veliki volumen vode za izvrsnu prirodnu cirkulaciju i prijenos topline. Dugotrajni rad plamenika zbog velikog kapaciteta vode (manje ciklusa uključivanja/isključivanja). Kompaktni dizajn za lakšu ugradnju u postojeće kotlovnice.
- **Kontrola:** Vitotronic digitalna kontrola s komunikacijom (LON BUS za integraciju u BMS); opcionalno Vitocontrol panel. Ugrađeni WiFi za servis.
- **Sigurnosni parametri:** Dopusštena temperatura protoka (flow temperature) do 110 °C (120 °C na zahtjev).
- **Radni tlak:** 6 bar (0.6 MPa). CE oznaka: CE-0085BQ0020.
- **Primjena:** Industrijske hale, remontni centri (poput ZTC-a s visokim stropovima); modularno za veće snage.

Tablica 1: Radni Uvjeti s Vitotronic Kontrolom i Therm-Control (Operating Conditions with Therm-Control)

Ovi uvjeti osiguravaju sigurnost i efikasnost. Kotao može raditi s opterećenjem plamenika ≥50% ili <50%, bez potrebe za shunt pumpom.

| Br. Zahtjev | Opterećenje plamenika ≥ 50% | Opterećenje plamenika < 50% |
|---|---|---|
| 1 Protok grijanja (Heating water flow rate) | Nema zahtjeva | Nema zahtjeva |
| 2 Minimalna temperatura povratka (Boiler return temperature min. value) | Ulje: 40 °C Plin: 53 °C | Ulje: 53 °C Plin: 58 °C |
| 3 Minimalna temperatura vode u kotlu (Lower boiler water temperature) | Ulje: 50 °C Plin: 60 °C | Ulje: 60 °C Plin: 65 °C |
| 4 Dvostupanjski plamenik (2-stage burner operation) | Stupanj 1: 50% nazivne snage | Nema minimalnog opterećenja |
| 5 Modulacijski plamenik (Modulating burner operation) | 50–100% nazivne snage | Nema minimalnog opterećenja |
| 6 Smanjeni način rada (Reduced mode) | Jedan kotao/lead kotao: Rad s nižom temperaturom vode kotlovi: Mogu se isključiti | Jedan kotao/lead kotao: Rad s nižom temperaturom vode kotlovi: Mogu se isključiti |
| 7 Vikend smanjenje (Weekend setback) | Kao smanjeni način | Kao smanjeni način |

Tablica 2: Radni Uvjeti s Vitotronic Kontrolom bez Therm-Control (Operating Conditions without Therm-Control)

Slično prethodnoj tablici, ali s višim temperaturama povratka za sprječavanje kondenzacije.

| Br. | Zahtjev | Opterećenje plamenika $\geq 50\%$ | Opterećenje plamenika $< 50\%$ |
|-----|---|---|---|
| 1 | Protok grijanja (Heating water flow rate) | Nema zahtjeva | Nema zahtjeva |
| 2 | Minimalna temperatura povratka (Boiler return temperature min. value) | Ulje: 53 °C Plin: 58 °C | Ulje: 58 °C Plin: 63 °C |
| 3 | Minimalna temperatura vode u kotlu (Lower boiler water temperature) | Ulje: 60 °C Plin: 65 °C | Ulje: 65 °C Plin: 70 °C |
| 4 | Dvostupanjski plamenik (2-stage burner operation) | Stupanj 1: 50% nazivne snage | Nema minimalnog opterećenja |
| 5 | Modulacijski plamenik (Modulating burner operation) | 50–100% nazivne snage | Nema minimalnog opterećenja |
| 6 | Smanjeni način rada (Reduced mode) | Jedan kotao/lead kotao: Rad s nižom temperaturom vode kotlovi: Mogu se isključiti | Jedan kotao/lead kotao: Rad s nižom temperaturom vode kotlovi: Mogu se isključiti |
| 7 | Vikend smanjenje (Weekend setback) | Kao smanjeni način | Kao smanjeni način |

Tablica 3: Opći Tehnički Parametri (iz Dizajn Informacija)

Ovi parametri su opći za seriju, ali primjenjivi na ovaj model (npr. za dimne plinove, ugradnju, itd.).

| Parametar | Vrijednost/Opis |
|--|--|
| Radni tlak (Operating pressure) | 6 bar (0.6 MPa) |
| Dopuštena temperatura protoka (Permissible flow temperature) | Do 110 °C (120 °C na zahtjev) |
| Efikasnost (Standard seasonal efficiency [to DIN]) | 89% (Hs) za ulje/plin |
| CE oznaka (CE designation) | CE-0085BQ0020 |
| Dimni plinovi (Flue gas routing) | Pozitivni tlak u komori; dimnjak po EN 13384 (dimenzioniranje za niske temperature); opcionalno Vitotrans 300 za kondenzaciju. |
| Ugradnja (Installation) | Kompaktni dizajn; nosivi poklopac kotla (od 620 kW); min. razmaci za održavanje: vidi datasheet. |
| Anti-vibracijske mjere (Anti-vibration fittings) | Opcionalno za smanjenje buke (zračne i strukturalne). |
| Plamenici (Burners) | Kompatibilni s modulacijskim ili 2-stupanjskim; podešavanje za max. snagu; niski NOx. |
| Voda (Water quality) | Vidjeti pH 8.2-9.5, tvrdoća <0.1 °dH, bez kisika za sprječavanje korozije. |

Na osnovu dostupnih tablica (npr. iz Viessmann AU i DE stranica, te tehničkog vodiča "Oil/gas boilers 90 to 2000 kW"), kotao Vitoplex 300 TX3A je niskotemperaturni troprolazni kotao za ulje/plin, dizajniran za industrijske primjene. Podržava dual-fuel plamenike, efikasnost do 89% (Hs), i kondenzacijski mod s Vitotrans 300 ($>95\%$). CE-označen (CE-0085BQ0020), radni tlak 6 bar, temperatura protoka do 110 °C. Kompaktni dizajn sa širokim vodenim kanalima za dobru cirkulaciju. Pogodan za kaskadnu ugradnju do 10-12 MW. Ključne prednosti: Niska opterećenost komore izgaranja, dugi rad plamenika, niske emisije NOx.

Tablica 4: Snage i Nazivni Outputi (Rated Heating Output)

| Rated Heating Output (kW) | Efikasnost (Hs) [%] | Minimalna Temperatura Povratka (Oil/Gas) [°C] | Minimalna Temperatura Vode u Kotlu (Oil/Gas) [°C] | Modulacijski Raspon [%] |
|---------------------------|---------------------|---|---|--------------------------|
| 620 | 89 | 40/53 (≥50% load); 53/58 (<50% load) | 50/60 (≥50% load); 60/65 (<50% load) | 50-100 (modulacijski) |
| 780 | 89 | 40/53 (≥50% load); 53/58 (<50% load) | 50/60 (≥50% load); 60/65 (<50% load) | 50-100 (modulacijski) |
| 1000 | 89 | 40/53 (≥50% load); 53/58 (<50% load) | 50/60 (≥50% load); 60/65 (<50% load) | 50-100 (modulacijski) |
| 1250 | 89 | 40/53 (≥50% load); 53/58 (<50% load) | 50/60 (≥50% load); 60/65 (<50% load) | 50-100 (modulacijski) |
| 1500 | 89 | 40/53 (≥50% load); 53/58 (<50% load) | 50/60 (≥50% load); 60/65 (<50% load) | 50-100 (modulacijski) |
| 1750 | 89 | 40/53 (≥50% load); 53/58 (<50% load) | 50/60 (≥50% load); 60/65 (<50% load) | 50-100 (modulacijski) |
| 2000 | 89 | 40/53 (≥50% load); 53/58 (<50% load) | 50/60 (≥50% load); 60/65 (<50% load) | 50-100 (modulacijski) |

Napomena: Snage su nazivne za ulje/plin. Modulacijski plamenik omogućuje rad od 50% opterećenja. Za 2-stupanjski plamenik: Stupanj 1 = 50% izlaza. Efikasnost se povećava s Vitotrans 300 na >95%.

Tablica 5: Dimenzije Kotla (Boiler Body Dimensions)

| Rated Heating Output (kW) | Duljina (Length, dim. k) [mm] | Širina (Width) [mm] | Visina (Height) [mm] | Težina (Weight, approx.) [kg] | Volumen Vode (Water Content) [L] |
|---------------------------|-------------------------------|---------------------|----------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| 620 | 2200 | 1460 | 1285 | ~1000-1200 (suhi) | 900-1100 |
| 780 | 2200 | 1460 | 1285 | ~1100-1300 (suhi) | 1000-1200 |
| 1000 | 2400 | 1555 | 1380 | ~1200-1400 (suhi) | 1100-1300 |
| 1250 | 2400 | 1555 | 1380 | ~1300-1500 (suhi) | 1200-1400 |
| 1500 | 2600 | 1660 | 1485 | ~1400-1600 (suhi) | 1300-1500 |
| 1750 | 2600 | 1660 | 1485 | ~1500-1700 (suhi) | 1400-1600 |
| 2000 | 2800 | 1765 | 1590 | ~1600-1800 (suhi) | 1500-1700 |

Napomena: Dimenzije su iz tablica kotlova; duljina (dim. k) uključuje prednje dijelove. Težina je procjena za suhi kotao; puni volumen vode dodaje ~1000-2000 kg. Za clearance: Min. 50-300 mm sa strana.

Tablica 6: Vrijednosti dimnih plinova i Dimnjak Specifikacije (Opcije za Dimnjak)

| Rated Heating Output (kW) | Flue Gas Temperature [°C] | Min. Dimnjak Visina (Effective Height) [m] | Dimnjak Prečnik (Ø) mm | Max. Length Flue System [m] |
|---------------------------|---------------------------|--|------------------------|-----------------------------|
| 620 | 140-190 | 5-60 (ovisno o outputu) | 200-300 | 30 (s 2 zavoja 87°) |
| 780 | 140-190 | 5-60 | 200-350 | 30 |
| 1000 | 140-190 | 5-60 | 230-350 | 30 |
| 1250 | 140-190 | 5-60 | 230-350 | 30 |
| 1500 | 140-190 | 5-60 | 300-350 | 30 |
| 1750 | 140-190 | 5-60 | 300-350 | 30 |
| 2000 | 140-190 | 5-60 | 300-400 | 30 |

Napomena: Temperature dimnih plinova na izlazu kotla (ambijent 15°C). Dimnjak po EN 13384; za kondenzaciju (s Vitotrans) temp. <100°C. Max. length za PPs dimni sustav. Vitoplex 300 TX3A (620-2000 kW) je robustan kotao za ulje/plin, s dimenzijama optimiziranim za ugradnju. Podržava dual-fuel za prelaz na plin.

Boiler specification

Specification

| | | | | | | | |
|--|--------------|---|------------|----------------------------------|-------------|-------------------|-------------------|
| Rated heating output | kW | 620 | 780 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 |
| Rated heat input | kW | 667 | 839 | 1075 | 1344 | 1720 | 2150 |
| CE designation | | CE-0085BT0478 | | | | | |
| In accordance with the Gas Appliances Directive | | | | | | | |
| Permiss. flow temperature (= safety temperature) | °C | 110 (to 120 °C on request) | | | | | |
| Permiss. operating pressure | bar kPa | 6 600 | | | | | |
| Pressure drop on the hot gas side | mbar Pa | 3.5 350 | 4.0 400 | 4.0 400 | 5.0 500 | 8.5 850 | 8.0 800 |
| Boiler body dimensions | | | | | | | |
| Length (dim. k) ^{*1} | mm | 2230 | 2230 | 2480 | 2480 | 3100 | 3100 |
| Width (dim. c) | mm | 1085 | 1085 | 1180 | 1180 | 1280 | 1280 |
| Height (incl. connectors) (dim. e) | mm | 1670 | 1670 | 1900 | 1900 | 2120 | 2120 |
| Overall dimensions | | | | | | | |
| Total length (dim. f) | mm | 2320 | 2320 | 2570 | 2570 | 3220 | 3220 |
| Total width | | | | | | | |
| – with control unit (dim. a) | mm | 1460 | 1460 | 1555 | 1555 | 1660 | 1660 |
| – without control unit (dim. b) | mm | 1285 | 1285 | 1380 | 1380 | 1485 | 1485 |
| Total height (incl. lifting eyes) (dim. h) | mm | 1690 | 1690 | 1920 | 1920 | 2140 | 2140 |
| Height of anti-vibration boiler supports (under load) | mm | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 |
| Foundation | | | | | | | |
| Length | mm | 1900 | 1900 | 2150 | 2150 | 2700 | 2700 |
| Width | mm | 1200 | 1200 | 1300 | 1300 | 1400 | 1400 |
| Combustion chamber diameter | mm | 620 | 620 | 720 | 720 | 720 ^{*2} | 720 ^{*2} |
| Combustion chamber length | mm | 1700 | 1700 | 1930 | 1930 | 2530 | 2530 |
| Weight boiler body | kg | 1650 | 1890 | 2560 | 2715 | 3545 | 4025 |
| Total weight | kg | 1750 | 1990 | 2705 | 2860 | 3725 | 4205 |
| Boiler incl. thermal insulation and boiler control unit | | | | | | | |
| Boiler water content | litres | 965 | 900 | 1510 | 1440 | 2475 | 2315 |
| Boiler connections | | | | | | | |
| Boiler flow and return | PN 6 DN | 100 | 100 | 125 | 125 | 150 | 150 |
| Safety connection (safety valve) | PN 16 DN | 50 | 50 | 65 | 65 | 65 | 65 |
| Drain | R (external) | 1¼ | 1¼ | 1¼ | 1¼ | 1¼ | 1¼ |
| Flue gas parameters ^{*3} | | | | | | | |
| Temperature (at boiler water temperature 60 °C) | | | | | | | |
| – at rated heating output | °C | | | 160 | | | |
| – at partial load | °C | | | 105 | | | |
| Temperature (at boiler water temperature 80 °C) | °C | | | 175 | | | |
| Flue gas mass flow rate | | | | | | | |
| – for natural gas | kg/h | | | 1.5225 x combustion output in kW | | | |
| – for fuel oil EL | kg/h | | | 1.5 x combustion output in kW | | | |
| Required draught | Pa/mbar | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Flue outlet | | | | | | | |
| Nominal diameter | Ø mm | 300 | 300 | 350 | 350 | 400 | 400 |
| Outdoors | Ø mm | 298 | 298 | 348 | 348 | 398 | 398 |
| Total gas capacity | m³ | 0.80 | 0.80 | 1.25 | 1.25 | 1.90 | 2.00 |
| Combustion chamber, hot gas flues, return pipes, diverter and flue gas collector | | | | | | | |
| Standard seasonal efficiency [to DIN] (for operation with fuel oil/natural gas) for heating system temperature 75/60 °C | % | 90 (H _s) [gross cv] / 96 (H _i) [net cv] | | | | | |
| Standby loss q_{B,70} | % | 0.15 | 0.13 | 0.13 | 0.12 | 0.12 | 0.11 |
| Matching Vitotrans 300 | | | | | | | |

^{*1} Boiler door removed.

^{*2} Conical combustion chamber 720/840 mm (combustion chamber diameter front/rear)

^{*3} Values for calculating the size of the flue system to EN 13384, relative to 13.2 % CO₂ for fuel oil EL and 10 % CO₂ for natural gas.

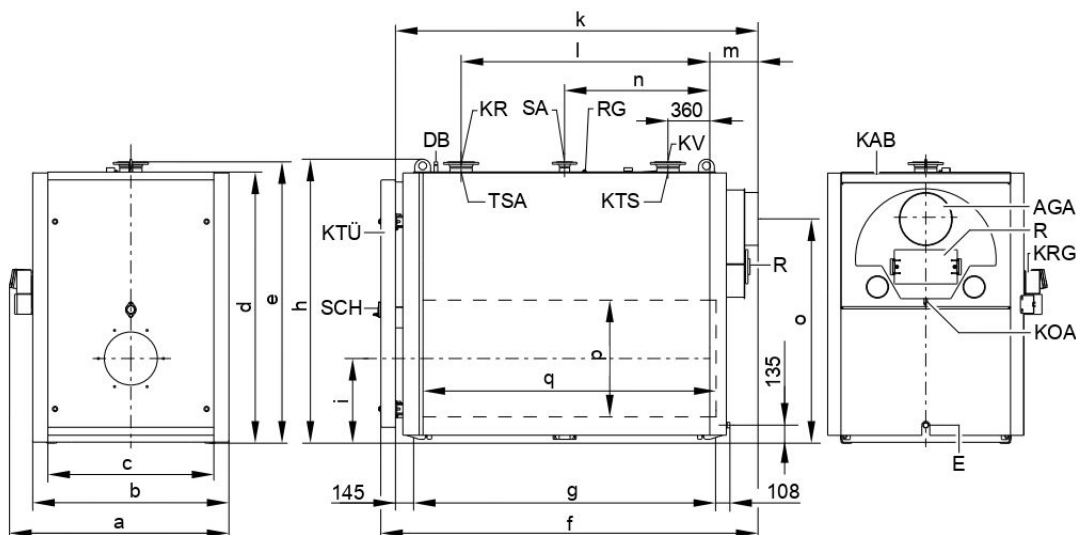
Flue gas temperatures as actual gross values at 20 °C combustion air temperature.

The details for partial load refer to an output of 60 % of the rated heating output. If the partial load differs from that stated above (depending on operating mode), calculate the flue gas mass flow rate accordingly.

5414 661 GB

Boiler specification (cont.)

| Rated heating output | kW | 620 | 780 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 |
|---|----------|----------|------|----------|------|----------|------|
| – gas operation | Part no. | Z007 212 | | Z007 213 | | Z007 214 | |
| – oil operation | Part no. | Z007 215 | | Z007 216 | | Z007 217 | |
| Rated heating output | | | | | | | |
| Boiler with Vitotrans 300 | | | | | | | |
| – gas operation | kW | 682 | 858 | 1100 | 1375 | 1760 | 2200 |
| – oil operation | kW | 663 | 834 | 1070 | 1337 | 1715 | 2140 |
| CE designation | | | | | | | |
| Vitotrans 300 in conjunction with boiler as a condensing unit | | | | | | | |
| CE-0085BT0479 | | | | | | | |
| Pressure drop on the hot gas side | | | | | | | |
| Boiler with Vitotrans 300 | mbar | 3.9 | 4.6 | 5.0 | 6.4 | 9.5 | 9.75 |
| | Pa | 390 | 460 | 500 | 640 | 950 | 975 |
| Total length | | | | | | | |
| Boiler with Vitotrans 300 without burner | mm | | 3770 | | 3620 | | 4430 |

Dimensions


| | | | |
|-----|--|-----|--|
| AGA | Flue outlet | KTÜ | Boiler door |
| DB | Female connection for maximum pressure limiter (R ½) | KV | Boiler flow |
| E | Drain | R | Cleaning aperture |
| KAB | Boiler cover (walk-on) | RG | Female connection for additional control equipment (R ½) |
| KOA | Condensate drain | SA | Safety connection (safety valve) |
| KR | Boiler return | SCH | Inspection port |
| KRG | Boiler control unit | TSA | Sensor well for Therm-Control temperature sensor |
| KTS | Boiler water temperature sensor (shown offset) | | |

Dimensions

| Rated heating output | kW | 620 | 780 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 |
|--------------------------|----|------|------|------|------|------|------|
| a | mm | 1460 | 1460 | 1555 | 1555 | 1660 | 1660 |
| b | mm | 1285 | 1285 | 1380 | 1380 | 1485 | 1485 |
| c | mm | 1085 | 1085 | 1180 | 1180 | 1280 | 1280 |
| d | mm | 1590 | 1590 | 1815 | 1815 | 2035 | 2035 |
| e | mm | 1670 | 1670 | 1900 | 1900 | 2120 | 2120 |
| f | mm | 2320 | 2320 | 2570 | 2570 | 3220 | 3220 |
| g (length of base rails) | mm | 1775 | 1775 | 2005 | 2005 | 2610 | 2610 |
| h | mm | 1690 | 1690 | 1920 | 1920 | 2140 | 2140 |
| i | mm | 525 | 525 | 580 | 580 | 640 | 640 |
| k (transport dimension) | mm | 2230 | 2230 | 2480 | 2480 | 3100 | 3100 |
| l | mm | 1420 | 1420 | 1650 | 1650 | 2250 | 2250 |
| m | mm | 310 | 310 | 330 | 330 | 350 | 350 |
| n | mm | 890 | 890 | 1005 | 1005 | 1305 | 1305 |
| o | mm | 1270 | 1270 | 1480 | 1480 | 1690 | 1690 |

5414 661 GB

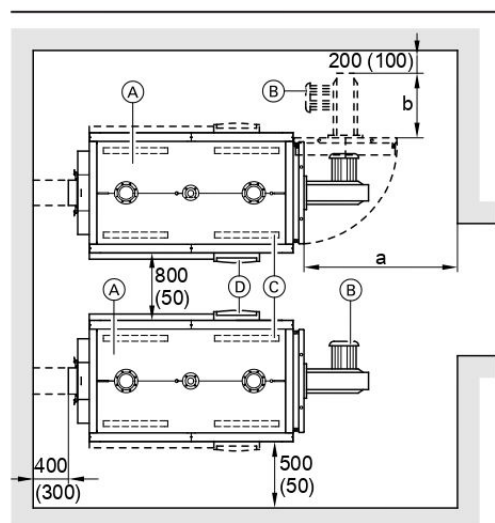
Boiler specification (cont.)

| Rated heating output | kW | 620 | 780 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 |
|----------------------|------|------|------|------|------|-------------------|-------------------|
| p | Ø mm | 620 | 620 | 720 | 720 | 720 ^{*2} | 720 ^{*2} |
| q | mm | 1700 | 2000 | 1930 | 2150 | 2530 | 2530 |

Dim. k: Boiler door removed.

Siting

Minimum clearances



- (A) Boiler
- (B) Burner
- (C) Anti-vibration boiler supports
- (D) Boiler control unit

Dimensions

| Rated heating output | kW | 620 | 780 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 |
|----------------------|----|-------------------------|------|------|------|------|------|
| a | mm | 2000 | 2000 | 2400 | 2400 | 2900 | 2900 |
| b | mm | Installed burner length | | | | | |

Siting conditions

- Prevent air contamination by halogenated hydrocarbons (e.g. as contained in sprays, paints, solvents and cleaning agents)
- Prevent very dusty conditions
- Prevent high levels of humidity
- Prevent frost and ensure good ventilation

To ensure easy installation and maintenance, observe the stated dimensions. Where space is tight, only the minimum clearances (dimensions in brackets) need to be maintained. In the delivered condition, the boiler door opens to the right. The hinge pins can be repositioned so the door swings open to the left.

Dim. a: Maintain this space in front of the boiler to enable the hot gas flues to be cleaned.

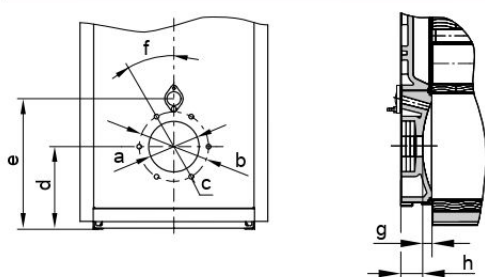
If the control units are fitted on opposite sides of the boilers, the 800 mm clearance between the individual boilers can be reduced to 50 mm.

Otherwise, the system may suffer faults and damage. In rooms where air contamination through **halogenated hydrocarbons** may occur, install the boiler only if adequate measures can be taken to provide a supply of uncontaminated combustion air.

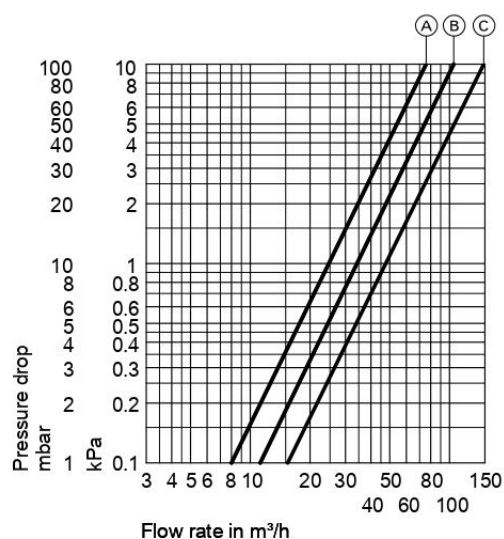
Burner installation

Fit the burner plate included in the standard delivery on the hinged boiler door.
 The burner must be fitted to the burner plate; mounting it directly onto the boiler door without a burner plate is not possible.
 Drill the supplied burner plate on site, in accordance with the burner dimensions.

Burner plates may be factory fitted on request (chargeable option). If this is required, state the burner make and type when ordering.
 The flame tube must protrude from the thermal insulation of the boiler door.
 The burner must not exceed a total weight of 180 kg, otherwise supports will need to be provided on site.

Boiler specification (cont.)

Dimensions

| Rated heating output | kW | 620 | 780 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 |
|----------------------|---------------|-------|-----|------|------|------|------|
| a | Ømm | 350 | 350 | 400 | 400 | 400 | 400 |
| b | Ømm | 400 | 400 | 490 | 490 | 490 | 490 |
| c | Number/thread | 6/M12 | | | | | |
| d | mm | 525 | 525 | 580 | 580 | 640 | 640 |
| e | mm | 785 | 785 | 885 | 885 | 970 | 970 |
| f | ° | 15 | 15 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| g | mm | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 | 75 |
| h | mm | 150 | 150 | 150 | 150 | 170 | 170 |

Pressure drop on the heating water side


The Vitoplex 300 is only suitable for fully pumped hot water heating systems.

- (A) Rated heating output 620 and 780 kW
- (B) Rated heating output 1000 and 1250 kW
- (C) Rated heating output 1600 and 2000 kW

Vitotrans 300 specification

Specification

| Vitotrans 300 | | Z007 212 | Z007 213 | Z007 214 |
|---|----------------|-----------|-----------|-----------|
| – gas operation | Part no. | Z007 215 | Z007 216 | Z007 217 |
| – oil operation | Part no. | | | |
| Rated boiler heating output | kW | 620-900 | 630-1300 | 1600-2000 |
| Rated heating output of the Vitotrans 300 for | | | | |
| – gas operation | from kW | 62.0 | 63.0 | 160.0 |
| | to kW | 94.5 | 136.0 | 204.0 |
| – oil operation | from kW | 43.0 | 44.0 | 115.0 |
| | to kW | 64.0 | 93.0 | 140.0 |
| Permiss. operating pressure | bar | 6 | 6 | 6 |
| | kPa | 600 | 600 | 600 |
| Permiss. flow temperature (= safety temperature) | °C | 110 (120) | 110 (120) | 110 (120) |
| Pressure drop on the hot gas side | mbar | 0.4-0.8 | 0.4-1.6 | 1.0-1.75 |
| | Pa | 40-80 | 40-160 | 100-175 |
| Flue gas mass flow rate | from kg/h | 1010 | 1057 | 2670 |
| | to kg/h | 1500 | 2160 | 3300 |
| Overall dimensions | | | | |
| Total length (dim. f) | mm | 1046 | 1046 | 1200 |
| Total width (dim. m), incl. mating flanges | mm | 1097 | 1097 | 1226 |
| Total height (dim. i) | mm | 1783 | 1783 | 2024 |
| Transport dimensions | | | | |
| Length (dim. f) | mm | 1046 | 1046 | 1200 |
| Width (dim. m), excl. mating flanges | mm | 989 | 989 | 1112 |
| Height (dim. a) | mm | 1674 | 1674 | 1915 |
| Total weight heat exchanger incl. thermal insulation | kg | 355 | 355 | 470 |
| Content | | | | |
| Heating water | litres | 215 | 215 | 295 |
| Flue gas | m ³ | 0.336 | 0.336 | 0.544 |
| Connections | | | | |
| Heating water flow and return | PN 16 DN | 100 | 100 | 125 |
| Condensate drain | Ø mm | 32 | 32 | 32 |
| Flue gas connection ^{*4} | DN | 300 | 300 | 350 |

Rated heating output range of the Vitotrans 300 and flue gas temperature

Heating output of the Vitotrans 300 with flue gas cooling of 200/65 °C during gas operation and 200/70 °C during oil operation, with a heating water temperature rise in the Vitotrans 300 from 40 °C to 42.5 °C.

For conversion to other temperatures, see chapter "Output data".

Pressure drop on the hot gas side

Pressure drop on the hot gas side at rated heating output. The burner must overcome the hot gas pressure drop of the boiler, the Vitotrans 300 and the flue pipe.

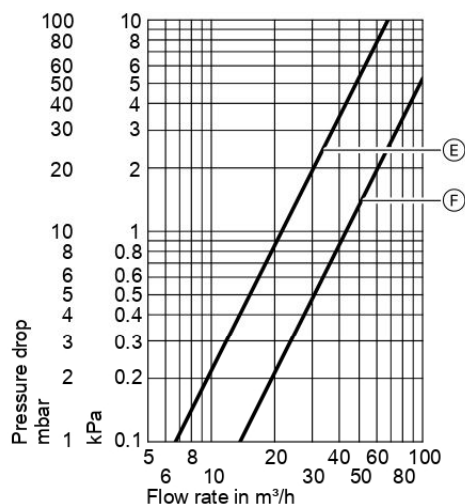
Tested quality

CE CE designation according to current EC Directives at a permissible flow temperature (safety temperature) of up to 110 °C to EN 12828.

Vitotrans 300 specification (cont.)

Pressure drop on the heating water side

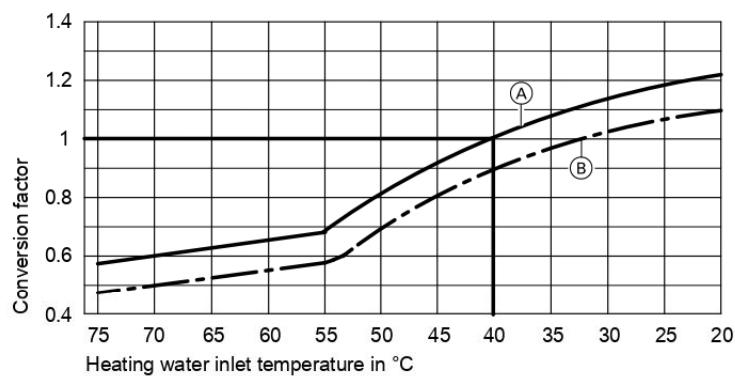
Part no. Z007 212 to Z007 217



| Part no. | Curve |
|----------|-------|
| Z007 212 | (E) |
| Z007 213 | |
| Z007 215 | |
| Z007 216 | |
| Z007 214 | (F) |
| Z007 217 | |

Output data

Vitotrans 300 for gas operation



- (A) Flue gas inlet temperature 200 °C
 (B) Flue gas inlet temperature 180 °C

Conversion of the output data

The heating output data of the Vitotrans 300 flue gas/water heat exchanger refers to a flue gas inlet temperature of 200 °C and a heating water inlet temperature into the heat exchanger of 40 °C.

For different conditions the heating output can be calculated by multiplying the specified rated heating output by the conversion factor established from the diagram.

Boiler delivered condition

Boiler body with fitted boiler door, fitted cleaning cover and permanently fitted boiler cover.
 Mating flanges are fitted to all connectors.
 Adjusting screws and burner plate are supplied in the combustion chamber.

- 2 boxes with thermal insulation and 1 cleaning brush
- 1 product pack (coding card and technical documentation)
- 1 box with boiler control unit and 1 bag with technical documentation
- 1 Therm-Control

5414 661 GB

VITOPLEX 300

VIESSMANN 9

Boiler delivered condition (cont.)

Control unit versions

For single boiler systems:

- **Vitotronic 100** (type GC1B)
Boiler control unit for constant boiler water temperature
- **Vitotronic 200** (type GW1B)
Weather-compensated boiler control unit
- **Vitotronic 300** (type GW2B)
Weather-compensated boiler and heating circuit control unit for up to 2 heating circuits with mixers
- **Vitotronic 200-H** (type HK1B or HK3B)
Weather-compensated heating circuit control unit for 1 or up to 3 heating circuits with mixers
- **Vitoccontrol control panel**

For multi boiler systems (up to 4 boilers):

- **Vitotronic 100** (type GC1B) and **LON module** with **Vitotronic 300-K** (type MW1B)
For weather-compensated cascade control of up to 4 boilers and control of up to 2 heating circuits with mixers.
(The first boiler is delivered with the standard control equipment for the multi boiler system.)
- **Vitotronic 100** (type GC1B) and **LON module** for every additional boiler in the multi boiler system
- **Vitotronic 200-H** and **LON module** (type HK1B or HK3B) for 1 or up to 3 heating circuits with mixers
- **Vitoccontrol control panel**

Boiler accessories

See pricelist and "Boiler accessories" datasheet.

Operating conditions with Vitotronic boiler control units and Therm-Control

For water quality requirements, see the technical guide to this boiler.

| Operation with burner load | Requirements | |
|--|--|--|
| | ≥ 60 % | < 60 % |
| 1. Heating water flow rate | None | |
| 2. Boiler return temperature (minimum value)* ⁵ | None* ⁶ | |
| 3. Lower boiler water temperature | – Oil operation 40 °C – Gas operation 50 °C | – Oil operation 50 °C – Gas operation 60 °C |
| 4. Two-stage burner operation | Stage 1: 60 % of rated heating output | No minimum load required |
| 5. Modulating burner operation | Between 60 and 100 % of rated heating output | No minimum load required |
| 6. Reduced mode | If no heat is required, the boiler can be shut down. | |
| 7. Weekend setback | As per reduced mode | |

Operating conditions with Vitotronic boiler control unit without Therm-Control

For water quality requirements, see the technical guide to this boiler.

| Operation with burner load | Requirements | | |
|--|--|--|--|
| | < 40 % | > 40 % < 60 % | > 60 % |
| 1. Heating water flow rate | None | | |
| 2. Boiler return temperature (minimum value) | – Oil operation 50 °C – Gas operation 60 °C | – Oil operation 45 °C – Gas operation 55 °C | None |
| 3. Lower boiler water temperature | – Oil operation 55 °C – Gas operation 65 °C | – Oil operation 50 °C – Gas operation 60 °C | – Oil operation 40 °C – Gas operation 50 °C |
| 4. Two-stage burner operation | No minimum load required | | Stage 1: 60 % of rated heating output |
| 5. Modulating burner operation | No minimum load required | | Between 60 and 100 % of rated heating output |
| 6. Reduced mode | If no heat is required, the boiler can be shut down. | | |
| 7. Weekend setback | As per reduced mode | | |

Design/engineering information

Mounting a suitable burner

Delivery without burner

*⁵ A suitable system example for installation of a return temperature raising facility can be found in the system examples technical guide.

*⁶ No requirements; only in conjunction with Therm-Control.

B.3. SIGURNOSNA TEHNIČKA OPREMA KOTLOVA

Na osnovu kataloga Viessmann navodimo podatke (odjeljak "Safety equipment for hot water boilers"). Ove stranice opisuju opću sigurnosnu opremu za toplovodne kotlove, uključujući zahtjeve za snage >300 kW. Katalog naglašava usklađenost s EN standardima (npr. EN 12953) i preporučuje opremu za sprječavanje prevelikog tlaka, pregrijavanja i nedostatka vode. Nema specifičnih dimenzija, ali postoji tablica za odabir opreme po snazi.

Dodatno podaci dolaze iz ASME Boiler and Pressure Vessel Code (Section IV za heating boilers), NFPA 54/85, EN 12953 i hrvatskih propisa (npr. Pravilnik o kotlovnica). Za kotlove >300 kW (visoka snaga), fokus je na automatskim sigurnosnim uređajima, ventilima i kontrolama kako bi se spriječile nesreće poput eksplozija ili pregrijavanja.

Tehnički Opis Sigurnosne Opreme iz Kataloga

General Information

Kotlovi >300 kW moraju imati sigurnosnu opremu po EN 12953-6 (sigurnost toplovodnih kotlova). To uključuje: Safety valves za zaštitu od prevelikog tlaka, pressure limiters za kontrolu maks. tlaka, low water indicators za detekciju nedostatka vode, i temperature limiters za sprječavanje pregrijavanja. Dodatno, air pressure switch za detekciju tlaka zraka u kotlovnici (ako je mehanička ventilacija). Oprema mora biti certificirana (CE ili TÜV), s automatskim isključivanjem plamenika u slučaju kvara.

Selection Table for Safety Accessories

Tablica za odabir opreme po snazi kotla. Za kotlove >300 kW, obavezni su višestruki sigurnosni elementi (npr. 2 safety valve-a za redundanciju). Air pressure switch je preporučen za sustave s ventilacijom.

Sample Applications

Primjeri konfiguracije, npr. boiler circuit sa shunt pumpama, gdje sigurnosna oprema uključuje flow switches za detekciju protoka i expansion vessels za tlak. Za >300 kW, dodati sample combustion ordinance (njemački propis) za emisije.

Tablica 1: Tablica za Odabir Sigurnosne Opreme

| Snaga Kotla (kW) | Safety (Broj/Tip) | Valve | Pressure Limiter | Low Indicator | Water Temperature Limiter | Air Pressure Switch | Napomena |
|---------------------|---------------------------------------|--------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------|--------------------------|--|
| >300 500 | do 1x Relief Valve (ASME/EN) | Safety Valve | Da, max. 6 bar | Da, automatski | Da, 110°C max. | Preporučeno | Redundancija za sigurnost; CE certifikat. |
| >500 1000 | do 2x Safety Valve (redundantno) | Safety Valve | Da, alarmom | Da, isključivanjem plamenika | Da, alarmom | s Obavezno za meh. vent. | Za veće snage, dodati flow switch. |
| >1000 2000 | do 2-3x Valve | Safety Valve | Da, integrirano u Vitotronic | Da, dvostruki senzor | Da, integrirano | Obavezno | Za industrijske (npr. ZTC), povezano s SCADA. |
| >2000 (kaskadno) | Po broju kotlova (min. 2 po jedinici) | Safety Valve | Da, centralno | Da, centralno | Da, centralno | Obavezno | Za 10-12 MW, 4-6 kotlova, sigurnost po EN 12953. |

Napomena: Safety valve kapacitet mora biti \geq nazivne snage (npr. za 1000 kW, valve od 1200 kW/h). Air pressure switch detektira tlak zraka u kotlovnici (min. 20 Pa) za sprječavanje požara.

Tablica 2: Ostala Potrebna Oprema za Kotlove >300 kW (Sample Applications)

| Oprema | Opis | Zahtjev za >300 kW | Napomena |
|----------------------------------|----------------------------------|--|--|
| Shunt Pump (Boiler Circuit Pump) | Osigurava protok vode kroz kotao | Obavezno za niske load-ove | Snaga pumpe 5-10% kotla (npr. 50-100 kW za 1000 kW). |
| Expansion Vessel | Održava tlak sustava | Obavezno, volumen po formuli (vidjeti str. 21) | Za >300 kW, membranska >10 m ³ . |
| Flow Switch | Detektira protok vode | Preporučeno | Isključuje plamenik ako protok <min. |
| Pressure Gauge & Thermometer | Mjerenje tlaka/temperature | Obavezno | Kombinirani gauge na kotlu. |
| Vitotronic Control | Automatska regulacija | Obavezno za Viessmann | Integrira sve sigurnosne elemente. |

Dodatni Podaci Sigurnosnoj Opremi za Kotlove >300 kW

Za kotlove >300 kW (visoka snaga, industrijske), oprema je obavezna po ASME Section IV (Heating Boilers), EN 12953 i NFPA 85 (Boiler Hazard Code). Fokus na relief valves, gauges i kontrole za sprječavanje eksplozija/pregrijavanja.

ASME Section IV

Za hot water boilers >300 kW (200,000 BTU/hr ~58 kW, ali za veće >300 kW obavezno): Safety relief valves (min. 1, kapacitet ≥ snaga, ASME certificirani), temperature/pressure gauges, low water cutoff (automatski isključivanje), pressure limiter. Za snage >400 kW, CSD-1 za kontrole (npr. flame safeguard, air pressure switch za ventilaciju).

EN 12953-6 (EU/HR)

Obavezno: Safety valves (2x za redundanciju >500 kW), low water indicator (s alarmom), temperature limiter (max. 110°C), flow switch za protok. Air pressure switch za kotlovnice s mehaničkom ventilacijom (detektira <20 Pa). Dodatno: Expansion vessel, shunt pumps za cirkulaciju.

NFPA 85

Za boilers >300 kW: Flame supervision, purge system prije paljenja, emergency shutdown (ESD), low fuel cutoff. Za ulje/plin: Gas detectors za curenje.

HR Propisi (Zakon o zaštiti od požara NN 92/10)

Kotlovi >300 kW moraju imati automatske safety valves, low water protection, pressure/temperature gauges. Inspekcija godišnja; za >1 MW, obavezni ESD i alarm.

Ostalo

Za >300 kW, dodati: Blowdown valve za ispuštanje naslaga, water treatment system (vidjeti prethodne razgovore). Preporučeno: SCADA integracija za monitoring.

B.4. DUALNI PLAMENIK SNAGE 2 MW (6x2 MW=12 MW)

Opis plamenika na osnovu podataka iz (Weishaupt prospekt za monarch® seriju WM 30 plamenika, stranice 1-3 za uvod i shemu, te opći opis serije), plamenik WM-GL30/1-A ZM-R je dio nove generacije monarch® plamenika za ulje, plin i kombinirane primjene, snage 350-6200 kW. Ovaj model je dual-fuel (GL = gas/light oil, tj. plin/lako ulje), varijanta 1-A (modulacijski s određenim karakteristikama regulacije), ZM-R (ZM = Zweistufen-Modulierend-Regulierend, tj. dvostupanjski modulirajući s regulacijom, R označava rotacijski ili specijalni dizajn). Plamenik je kompaktan, s modernom tehnologijom za niske emisije i visoku efikasnost, namijenjen industrijskim kotlovnica. Weishaupt ističe da je ova serija nasljednica 50-godišnje tradicije, s fokusom na snagu, kvalitetu i univerzalnost. Plamenik koristi digitalni programski sklop za upravljanje, električni uređaj za paljenje i nadzor plamena za sigurnost. Shema na stranici pokazuje ključne dijelove (motor plamenika, miješalica, regulator zraka, itd.), a prospekt naglašava niski NOx i tihi rad.

Ključne Karakteristike (Product Description)

- **Tip Plamenika:** Dvostupanjski modulirajući (ZM), dual-fuel (GL) za plin i lako ulje (light oil, EL lož ulje).
- **Snaga:** 350-6200 kW (serija WM 30), za WM-GL30/1-A ZM-R fokus na 3000-4000 kW raspon (1-A varijanta za srednje snage, R za rotacijski dizajn miješalice).
- **Goriva:** Lako lož ulje (viskoznost <10 mm²/s) i zemni plin (grupa H/E); prelazak automatski ili ručno.
- **Efikasnost:** >98% s dobrom miješalicom zraka/goriva; niski NOx (<50 mg/m³ na plinu, <150 mg/m³ na ulju) zahvaljujući FGR (flue gas recirculation) opciji.
- **Prednosti:** Kompaktna izvedba (lakša instalacija), digitalni upravljački sklop za preciznu regulaciju, tihi ventilator (s integriranim motorom za zvezda-trokut), magnetna spojka za prijenos snage, zaštitni mehanizmi (plamen nadzor, zvučno izolirani regulator zraka).
- **Kontrola:** Digitalni programski sklop (manager) s zaslonom za parametre (npr. temperatura, tlak); integriran s SCADA (Modbus/Profibus).
- **Sigurnost:** Električni uređaj za paljenje (visokonaponski trafo), nadzor plamena (UV senzor), automatski prekidač za kvar (npr. niski tlak ulja).
- **Primjena:** Industrijski kotlovi (toplovodni/parni), hale poput ZTC-a; prelazak na plin jednostavan (zamjena mlaznica).
- **Certifikati:** CE, TÜV, EN 676 (plin), EN 267 (ulje); usklađen s IED Direktivom za emisije.

Tablica 1: Tehničke Specifikacije (iz Prospekta i Serije WM 30)

| Parametar | Vrijednost | Napomena |
|----------------------------------|---|--|
| Snaga (kW) | 350-6200 (serija); za 1-A varijantu ~3000-4000 | Modulacijski raspon 1:10 (10-100%). |
| Protok Ulja (kg/h) | 30-520 | Za lako ulje EL; viskoznost <10 mm ² /s. |
| Protok Plina (m ³ /h) | 35-620 | Za zemni plin H; tlak 20-50 mbar. |
| Efikasnost [%] | >98 | S FGR i O ₂ trim; NOx <50 mg/m ³ na plinu. |
| Ventilator Motor (kW) | 4-7.5 | 3-fazni, 400V/50Hz; brzina regulirana inverterom. |
| Ignition | Električni (visokonaponski trafo) | Za ulje/plin; pilot plin za start. |
| Emisije (mg/m ³) | NOx <80 (ulje), <50 (plin) | S rotacijskom miješalicom i regulatorom zraka. |
| Težina (kg) | 300-400 | Kompaktna monoblock izvedba. |
| Dimenzije (mm) | Duljina 1500-1800, širina 800-1000, visina 900-1100 | Sa ventilatorom i miješalicom. |

PROTOK LOŽ ULJA JEDNOG PLAMENIKA

Protok lož ulja za plamenik snage 2000 kW može se izračunati na osnovu toplinske vrijednosti lož ulja, efikasnosti kotla/plamenika i potrebne energije. Koristili smo standardne vrijednosti za ekstra lako lož ulje (EL fuel oil), koje je uobičajeno u industrijskim kotlovnica poput ZTC-a. Evo korak po korak izračuna i objašnjenja.

Pretpostavke za Izračun

- **Snaga plamenika:** 2000 kW (nazivna toplinska snaga).
- **Efikasnost kotla/plamenika:** 90% (standard za moderne uljne kotlove; može varirati 85-95% ovisno o modelu, npr. Viessmann Vitoplex postiže do 95% s kondenzacijom).
- **Toplinska vrijednost lož ulja (LHV):** 42,7 MJ/kg (ili 11,86 kWh/kg) – standard za EL lož ulje (prema EN 2869 ili ASTM D396 za No. 2 fuel oil).
- **Gustoća lož ulja:** 0,85 kg/L (standard za EL ulje na 15°C; može varirati 0,84-0,89 kg/L ovisno o temperaturi).
- **Režim rada:** Pun load (100%), ali u stvarnosti modulacijski plamenik radi 30-100%.

Korak po Korak Izračun

- **Potrebna ulazna energija:** Da bi plamenik dao 2000 kW topline, ulazna energija (gorivo) mora biti veća zbog efikasnosti. Ulazna snaga = Nazivna snaga / Efikasnost = $2000 \text{ kW} / 0,9 = 2222 \text{ kW}$.
- **Maseni protok goriva (kg/h):** Maseni protok = Ulazna snaga / Toplinska vrijednost goriva = $2222 \text{ kW} / 11,86 \text{ kWh/kg} = 187,35 \text{ kg/h}$.
- **Volumenski protok goriva (L/h ili L/s):** Volumenski protok = Maseni protok / Gustoća = $187,35 \text{ kg/h} / 0,85 \text{ kg/L} = 220,41 \text{ L/h}$. U L/s: $220,41 \text{ L/h} / 3600 = 0,061 \text{ L/s}$ (ili ~3,67 L/min).

Rezultati u Tablici

| Parametar | Vrijednost | Napomena |
|--------------------------|------------|---|
| Maseni protok (kg/h) | 187 | Za pun load; smanjuje se s modulacijom (npr. 50% load = 93 kg/h). |
| Volumenski protok (L/h) | 220 | Za gustoću 0,85 kg/L; za 0,84 kg/L = 222 L/h. |
| Volumenski protok (L/s) | 0,061 | Ili 3,67 L/min; za pumpe i cijevi. |
| Dnevna potrošnja (L/dan) | 5.280 | Za 24 h rada na punoj snazi; realno manje (50-70% load). |

Dodatne Napomene

- **Varijacije:** Ako efikasnost 85%, protok raste na 209 kg/h (246 L/h). Za teže lož ulje (gustina 0,95 kg/L), L/h manji. Za plin, ekvivalent ~240 m³/h (zemni plin LHV 9,5 kWh/m³).
- **Izračun za ZTC:** Za kompleks (snaga 11,6 MW, ali za 2000 kW plamenik), protok je sličan. Ako modulacijski, prosjek 100-150 L/h.
- **Preporuka:** Koristi pumpe s varijabilnom brzinom (npr. Grundfos Magna3) za prilagodbu protoku.

PROTOK LOŽ ULJA IZ SPREMNIKA

Na osnovu (opisa ZTC kompleksa s popisom objekata, površinama hala i infrastrukturuom – npr. kotlovnica br. 9 od 280 m², rezervoar br. 10 od 250.000 L, grijanje na lož ulje s 850 m toplovoda), izračunali smo protok lož ulja za ukupnu snagu 12 MW. Pretpostavili smo 6 kotlova po 2 MW, gdje svi kotlovi rade isto vrijeme (jednako opterećenje, npr. svi na 100% ili modulacijski na istom load-u). To znači da se ukupni protok dijeli jednako po kotlovima.

Koristili smo standardne vrijednosti za ekstra lako lož ulje (EL fuel oil), koje je uobičajeno za industrijske kotlovnice poput ZTC-a (visoke hale za remont zrakoplova).

Izračun je baziran na formuli: **Protok = (Snaga / Efikasnost) / Toplinska vrijednost goriva.**

Pretpostavke za Izračun

- **Ukupna Snaga:** 12 MW (6 kotlova po 2 MW, svi rade isto vrijeme – npr. svi na punoj snazi ili istom modulacijskom load-u).
- **Efikasnost Kotla/Plamenika:** 90% (standard za moderne uljne kotlove; može varirati 85-95% s kondenzacijom).
- **Toplinska Vrijednost Lož Ulja (LHV):** 42,7 MJ/kg (ili 11,86 kWh/kg) – standard za EL ulje (EN 2869).
- **Gustoća Lož Ulja:** 0,85 kg/L (na 15°C; varira s temperaturom, ali standard za EL).
- **Režim Rada:** Pun load (100%), ali izračun je skalabilan za modulaciju (npr. 50% load = polovica protoka). Za ZTC (grijanje hala 25.840 m²), pretpostavka kontinuiranog rada.

Korak po Korak Izračun

- **Potrebna Ulazna Energija:** Da bi sustav dao 12 MW topline, ulazna energija (gorivo) mora biti veća zbog efikasnosti. Ulazna snaga = 12.000 kW / 0,9 = 13.333 kW.
- **Maseni Protok Goriva (kg/h):** Maseni protok = Ulazna snaga / Toplinska vrijednost = 13.333 kW / 11,86 kWh/kg = 1.124 kg/h (ukupno za 12 MW). Po kotlu: 1.124 / 6 = 187 kg/h (isto vrijeme rada, jednako opterećenje).
- **Volumenski Protok Goriva (L/h ili L/s):** Volumenski protok = Maseni protok / Gustoća = 1.124 kg/h / 0,85 kg/L = 1.322 L/h (ukupno). Po kotlu: 1.322 / 6 = 220 L/h ili 0,061 L/s (~3,67 L/min). Dnevna potrošnja (24 h rada na punoj snazi): 31.728 L/dan (ukupno), po kotlu 5.288 L/dan.

Rezultati u Tablici

| Parametar | Ukupno 12 MW | za Po Kotlu (6 kotlova, isto vrijeme rada) | Napomena |
|-----------------------------|-----------------|---|---|
| Maseni protok (kg/h) | 1.124 | 187 | Za pun load; smanjuje se s modulacijom (npr. 50% load = 562 kg/h ukupno). |
| Volumenski protok (L/h) | 1.322 | 220 | Za gustoću 0,85 kg/L; za 0,84 kg/L = 1.338 L/h ukupno. |
| Volumenski protok (L/s) | 0,367 | 0,061 | Ili 22 L/min ukupno; za pumpe i cijevi (DN50-100 mm). |
| Dnevna potrošnja (L/dan) | 31.728 | 5.288 | Za 24 h rada na punoj snazi; realno manje (50-70% load = 15.864-22.210 L/dan ukupno). |

Dodatne Napomene

- **Varijacije:** Ako efikasnost 85%, protok raste na 1.257 kg/h (1.479 L/h) ukupno. Za teže lož ulje (gustina 0,95 kg/L), L/h manji (1.183 L/h). Za plin (ako prelazak), ekvivalent ~1.440 m³/h (zemni plin LHV 9,5 kWh/m³).
- **Za ZTC Kompleks:** S grijanjem hala (npr. hala br. 3 9.450 m², ukupno 25.840 m²), protok je sličan, ali ovisi o sezonskom load-u (zimi puni, ljeti min.). Preporučujemo modulacijski plamenik za prilagodbu.
- **Izvori:** Formula iz Engineering Toolbox i Viessmann vodiča (str. 48 za efikasnost).

DIMENZIONIRANJE ULJNIH CIJEVI

Radi se o velikom industrijskom kompleksu s halama za remont zrakoplova, gdje kotlovnica (objekat br. 9, 280 m²) koristi lož ulje iz rezervoara (br. 10, 250.000 L). Za dimenzioniranje dovodne cijevi od spremnika do pojedinih plamenika (protok 1600-2000 L/h, pretpostavka za ekstra lako lož ulje - EL fuel oil), koristili smo standarde EN 12514 (uljni sustavi) i ISO 5167 (tlakovni gubici). Cijev mora osigurati niski tlak gubitke, sigurnost (bez curenja) i protok bez zgrušavanja (ulje na 40-60°C).

Pretpostavke za Izračun

- **Protok Ulja:** 1600-2000 L/h (0.444-0.556 L/s ili 0.000444-0.000556 m³/s) – za ukupni sustav ili po plameniku (pretpostavka za 6 plamenika po 2 MW, ukupno 12 MW; po plameniku ~267-333 L/h).
- **Viskoznost Ulja:** 4-12 mm²/s (na 40°C; EL ulje je tekuće, ali grijač osigurava protok).
- **Preporučena Brzina (Velocity):** 0.5-1.5 m/s (za ulje, kako bi se izbjegla kavitacija i erozija; prema API RP 14E).
- **Dužina Cijevi:** 50-100 m (standard za tank do plamenika; za ZTC, procjena po 850 m toplovoda).
- **Tlak Gubitak:** <0.5 bar/100 m (Reynoldov broj Re>2000 za turbulentni protok).
- **Materijal Cijevi:** Nerđajući čelik (AISI 304/316) ili pocinčani čelik, izoliran za toplinu (PUR pjena 50 mm).
- **Sigurnost:** ATEX certifikat za Zone 1 (eksplozivno), min. prečnik za čišćenje.

Korak po Korak Izračun

- **Volumenski Protok Q (m³/s):** 1600 L/h = 1600 / 3600 / 1000 = 0.000444 m³/s; 2000 L/h = 0.000556 m³/s.
- **Presjek Cijevi D (m):** Po formuli $D = \sqrt{4 * Q / (\pi * v)}$, gdje v=brzina 1 m/s (optimalno za ulje).
 - o Za 1600 L/h: $D \approx 0.024 \text{ m} = 24 \text{ mm}$ (DN25).
 - o Za 2000 L/h: $D \approx 0.027 \text{ m} = 27 \text{ mm}$ (DN32).
- **Tlak Gubitak (ΔP):** Po Darcy-Weisbach formuli $\Delta P = f * (L/D) * (\rho * v^2 / 2)$, gdje f=trenje (0.02 za glatke cijevi), L=dužina 100 m, ρ=850 kg/m³.
 - o Za DN25, v=0.94 m/s: $\Delta P \approx 0.15 \text{ bar/100 m}$.
 - o Za DN32, v=0.69 m/s: $\Delta P \approx 0.06 \text{ bar/100 m}$.
- **Odabir Presjeka:** Uzeti su u obzir gubitci, sigurnost i standardne dimenzije. Preporučeno DN32-40 mm za rezervu (ako veći protok ili viskoznost).
- **Po Plameniku:** Ako 6 plamenika, protok po cijevi 267-333 L/h (0.000074-0.000092 m³/s); D≈10-15 mm (DN15), ali glavna cijev DN50-65 mm za raspodjelu.

Tablica Preporučenih Dimenzija Cijevi

| Protok (L/h) | Preporučeni Prečnik (DN mm) | Brzina (m/s) | Tlak Gubitak (bar/100 m) | Materijal/Izolacija | Napomena |
|------------------------|-----------------------------|--------------|--------------------------|----------------------------|--|
| 1600 | DN32 (32 mm) | 0.7-1.0 | 0.05-0.1 | Nerđajući čelik, PUR 50 mm | Za glavnu cijev; filter prije plamenika. |
| 2000 | DN40 (40 mm) | 0.6-0.9 | 0.04-0.08 | Nerđajući čelik, PUR 50 mm | Rezerva za veći protok; ATEX certifikat. |
| Po Plameniku (333 L/h) | DN15 (15 mm) | 0.5-1.0 | 0.03-0.06 | Nerđajući čelik, PUR 30 mm | Za 6 plamenika; glavna cijev DN65 za raspodjelu. |

Za protok 1600-2000 L/h, odabiremo DN32-40 mm nerđajuću cijev (npr. AISI 316 za koroziju), izoliranu PUR pjenom za očuvanje temperature (40-60°C). Tlak gubitak nizak, pa pumpa snage 0.5-1 kW dovoljna. Za ZTC (rezervoar 250.000 L, 850 m toplovoda), ukupna cijev dužina 100-200 m.

Pregled vrsta regulacije

Oznake tipova

Pregled vrsta regulacije - ulje

3-stupanjska regulacija snage (T)

- aktiviranje dotoka ulja kod pokretanja otvaranjem magnetnog ventila 1 i sigurnosnog magnetnog ventila
- nazivna snaga se postiže otvaranjem magnetnih ventila 2 i 3
- regulacija snage otvaranjem i zatvaranjem magnetnih ventila 2 i 3

Modulirajuća regulacija snage (R)

- otvaranjem magnetnih ventila propušta se količina ulja koja odgovara snazi kod pokretanja
- digitalni koračni motor namješta regulator količine ulja sve do pune snage
- reguliranje snage između male i nazivne snage otvaranjem i zatvaranjem regulatora količine ulja
- modulirajući način rada:
 - W-FM 50 odn. W-FM 54 s dodatnim regulatorom snage
 - W-FM 100 s integriranim analognim modulom
 - W-FM 200
- vrstu regulacije alternativno je moguće ugraditi u rasklopni uređaj

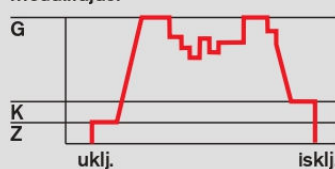
3-stupanjski



klizno-stupanjski



modulirajući



Pregled vrsta regulacije - plin

Klizno-stupanjska ili modulirajuća regulacija snage (ZM)

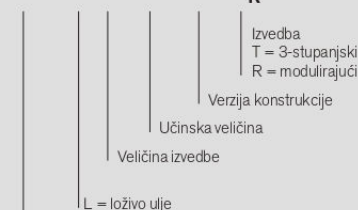
- preko postavnih pogona snaga se klizno namješta između djelomične i nazivne snage ovisno o zahtjevu za toplinom
- na obje točke snage se dolazi bez skokova. Nema iznenadnog uključivanja ili isključivanja većih količina goriva
- mogući modulirajući načini rada:
 - W-FM 50 odn. W-FM 54 s dodatnim regulatorom snage
 - W-FM 100 s integriranim analognim modulom
 - W-FM 200
- vrstu regulacije alternativno je moguće ugraditi u rasklopni uređaj

G = velika (nazivna) snaga
 ZW = međusnaga
 K = mala snaga (min. snaga)
 Z = snaga paljenja

| Gorivo Izvedba | Ulje | | | Plin | |
|-------------------|--------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|
| | 3-stupanjski | klizno-stupanjski | modulirajući | klizno-stupanjski | modulirajući |
| ZM | | | | ● | ● |
| ZM-T | ● | | | ● | ● |
| ZM-R | | ● | ● | ● | ● |

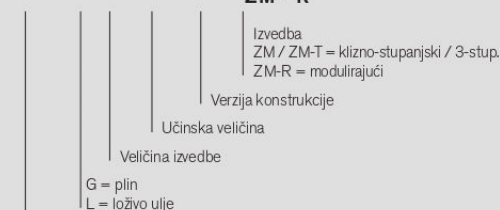
Oznake tipova

WM - L 30 / 3 -A / T
R



Weishaupt plamenik tipnog reda monarch*

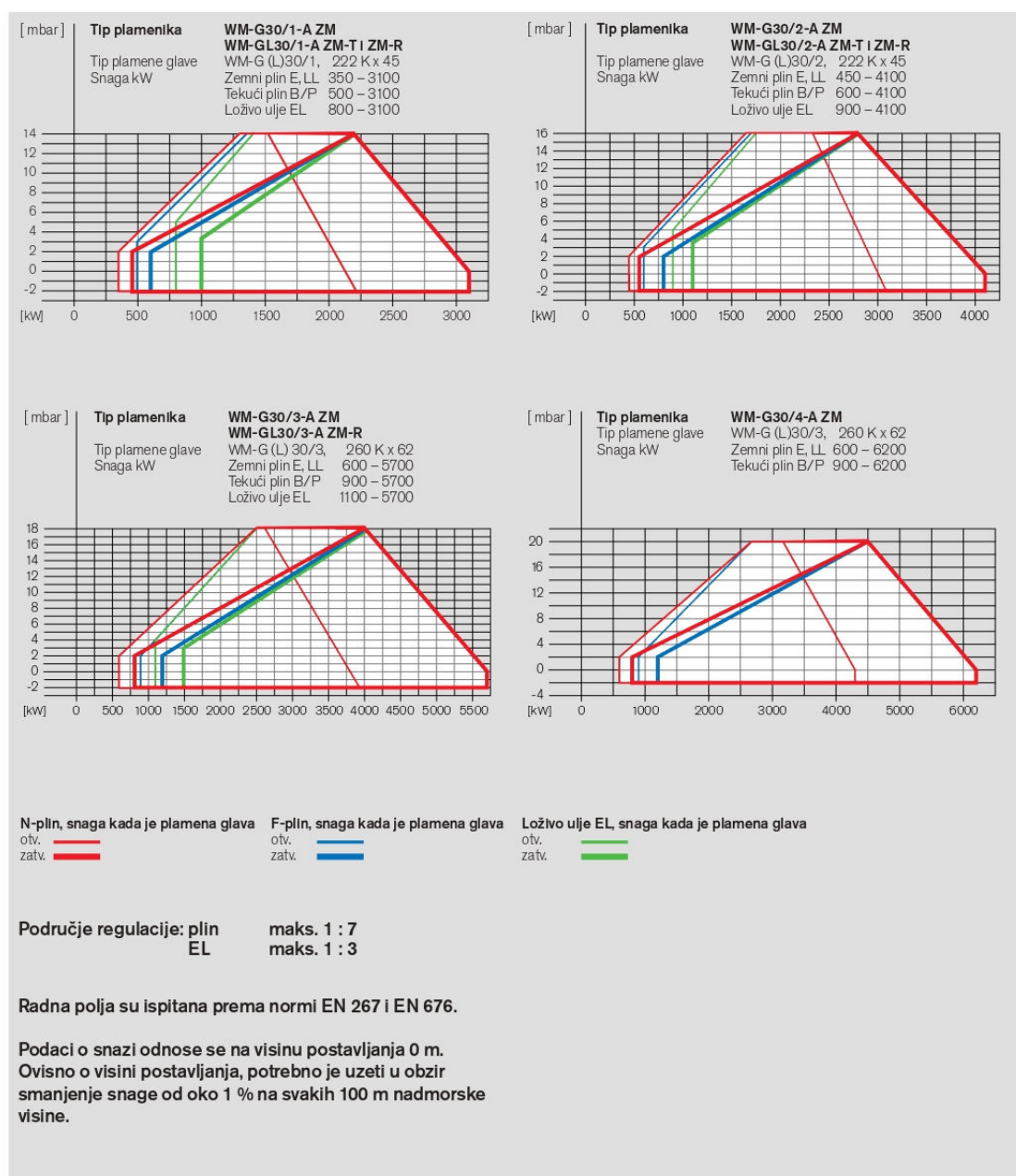
WM - GL30 / 3 -A / ZM-T
ZM-R



Weishaupt plamenik tipnog reda monarch*

Odabir plamenika WM 30

Plinski i kombinirani plamenik, izv. ZM-T / ZM-R



Tehnički podaci

Plinski i kombinirani plamenici

| Plinski plamenik | | WM-G30/1-A | WM-G30/2-A | WM-G30/3-A | WM-G30/4-A ZM | WM-G30/4-A ZM-LN |
|---|--------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Motor plamenika | tip Weishaupt | WM-D 132/170-2/7K5 | WM-D 132/210-2/10K0 | WM-D 132/210-2/14K0 | WM-D 132/210-2/15K5 | WM-D 132/210-2/14K0 |
| Nazivna snaga | kW | 7,5 | 10 | 14 | 15,5 | 14 |
| Nazivna struja | A | 15 | 22 | 28 | 32 | 28 |
| Motorna zaštitna sklopka ¹⁾ ili predosigurač motora ¹⁾ | tip (npr.) A najmanje | PKE32/XTU-32 25A gG/T (vanjski) | PKE32/XTU-32 35A gG/T (vanjski) | PKE32/XTU-32 50A gG/T (vanjski) | PKE65/XTU-65 50A gG/T (vanjski) | PKE32/XTU-32 50A gG/T (vanjski) |
| Broj okretaja (50 Hz) | 1/min | 2940 | 2940 | 2940 | 2920 | 2900 2920 |
| Digitalni programski sklop | tip | W-FM 50 | W-FM 50 | W-FM 50 | W-FM 50 | W-FM 50 |
| Nadziranje plamena | tip | ION | ION | ION | ION | ION |
| Postavni pogon zrak/plin | tip | STE50 | STE50 | STE50 | STE50 | STE50 |
| NO _x razred prema EN 676 | ZM / ZM-LN | 2 / 3 | 2 / 3 | 2 / 3 | 2 | 3 |
| Težina (bez plinske armature) | kg | cca. 159 | cca. 164 | cca. 179 | cca. 179 | cca. 179 |

| Kombinirani plamenik, izvedba ZM-T | | WM-GL30/1-A | WM-GL30/2-A |
|---|--------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Motor plamenika | tip Weishaupt | WM-D 132/170-2/7K5 | WM-D 132/210-2/10K0 |
| Nazivna snaga | kW | 7,5 | 10 |
| Nazivna struja | A | 15 | 22 |
| Motorna zaštitna sklopka ¹⁾ ili predosigurač motora ¹⁾ | tip (npr.) A najmanje | PKE32/XTU-32 25A gG/T (vanjski) | PKE32/XTU-32 35A gG/T (vanjski) |
| Broj okretaja (50 Hz) | 1/min | 2940 | 2940 |
| Digitalni programski sklop | tip | W-FM 54 | W-FM 54 |
| Nadziranje plamena | tip | ORA2 | ORA2 |
| Postavni pogon zrak/plin/ulje | tip | STE50 | STE50 |
| NO _x razred prema EN 267 / EN 676 | | 2 | 2 |
| Težina (bez plinske armature) | kg | cca. 174 | cca. 179 |
| Ugrađena crpka | tip | J7 | TA2 |
| Maksimalna dobavna količina | l/h | 392 | 525 |
| Crijeva za ulje | DN/dužina | 13/1000 | 20/1000 |

| Kombinirani plamenik, izvedba ZM-R | | WM-GL30/1-A | WM-GL30/2-A | WM-GL30/3-A |
|---|--------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Motor plamenika | tip Weishaupt | WM-D 132/170-2/7K5 | WM-D 132/210-2/10K0 | WM-D 132/210-2/14K0 |
| Nazivna snaga | kW | 7,5 | 10 | 14 |
| Nazivna struja | A | 15 | 22 | 28 |
| Motorna zaštitna sklopka ¹⁾ ili predosigurač motora ¹⁾ | tip (npr.) A najmanje | PKE32/XTU-32 25A gG/T (vanjski) | PKE32/XTU-32 35A gG/T (vanjski) | PKE32/XTU-32 50A gG/T (vanjski) |
| Broj okretaja (50 Hz) | 1/min | 2940 | 2940 | 2920 |
| Digitalni programski sklop | tip | W-FM 54 | W-FM 54 | W-FM 54 |
| Nadziranje plamena | tip | ORA2 | ORA2 | ORA2 |
| Postavni pogon zrak/plin/ulje | tip | STE50 | STE50 | STE50 |
| NO _x razred prema EN 267 / EN 676 | | 2 | 2 | 2 |
| Težina (bez plinske armature) | kg | cca. 187 | cca. 192 | cca. 202 |
| Ugrađena crpka | tip | TA3 | TA4 | TA5 |
| Maksimalna dobavna količina | l/h | 785 | 1050 | 1410 |
| Crijeva za ulje | DN/dužina | 20/1000 | 25/1300 | 25/1300 |

¹⁾ Potrebna zaštita motora može se po izboru izvesti preko motorne zaštitne sklopke (u rasklopnom ormaru na objektu) ili s integriranom bimetalnom zaštitom (vidjeti dodatnu opremu).

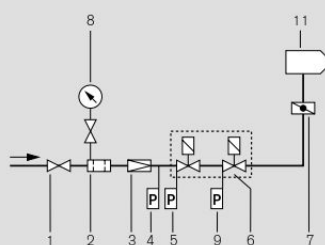
Naponi i frekvencije:
 Plamenici su u serijskoj izvedbi izvedeni za trofaznu izmjeničnu struju (D) 400V, 3~, 50 Hz. Drugi naponi i frekvencije na upit.
Standardna izvedba motora plamenika:
 razred izolacije F, stupanj zaštite IP 55.
 Razred učinkovitosti IE3

–weishaupt–

Sheme funkcioniranja

Sheme funkcioniranja - plin

W-FM 50/100/200



- 1 Kuglasta slavina *
- 2 Filtar plina *
- 3 Regulator tlaka (ND) ili (HD) *
- 4 Tlačna sklopka plina maks. *
- 5 Tlačna sklopka plina min.
- 6 Dvojni ventil plina
- 7 Prigušnica plina
- 8 Manometar sa slavinom na gumb *
- 9 Tlačna sklopka plina (DK)
- 10 Tlačna sklopka plina min./DK
- 11 Plamenik

Raspored armatura

Kod kotlova sa zakretnim vratima kotla armature moraju biti montirane na suprotnoj strani spojnice vrata.

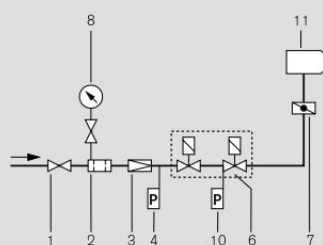
Kompenzator

Kako bi se osigurala ugradnja plinskih armatura bez naprezanja, preporuča se dodatna ugradnja kompenzatora.

Mjesta rastavljanja plinskog voda

Za zakretanje vrata generatora topline potrebno je u plinskim vodovima predvidjeti mjesta rastavljanja. Najbolje je da se glavni plinski vod razdvaja na kompenzatoru.

W-FM 54



* Nije uključeno u cijenu plamenika

Montaža tlačne sklopke plina maks.:
kod visokog tlaka izravno na regulator
kod niskog tlaka spojena vijcima iza regulatora
kod niskog tlaka spojena prizubnicom na DMV
(dužina kabela cca. 2,5 m)

Učvršćenje armature grupe

Učvršćenje plinskih armatura mora biti izvedeno stručno i u skladu s uvjetima na mjestu postavljanja. Različite komponente za učvršćenje plinskih armatura vidjeti u Weishaupt popisu pribora.

Brojilo plina

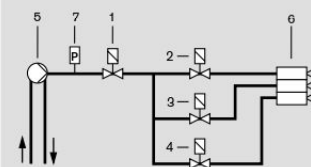
Za puštanje u rad mora biti instalirano brojilo za mjerenje potrošnje plina.

Termički zaporni organ (TAE) opcija ovisno o propisu

Kod navojne armature integriran u kuglastu slavinu. Kod prizubničke armature zasebni element ispred kuglaste slavine s HTB brtvama.

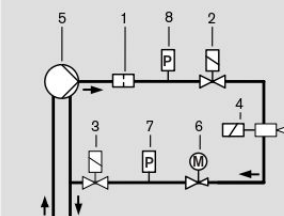
Sheme funkc. - ulje

Izvedba (ZM-)T



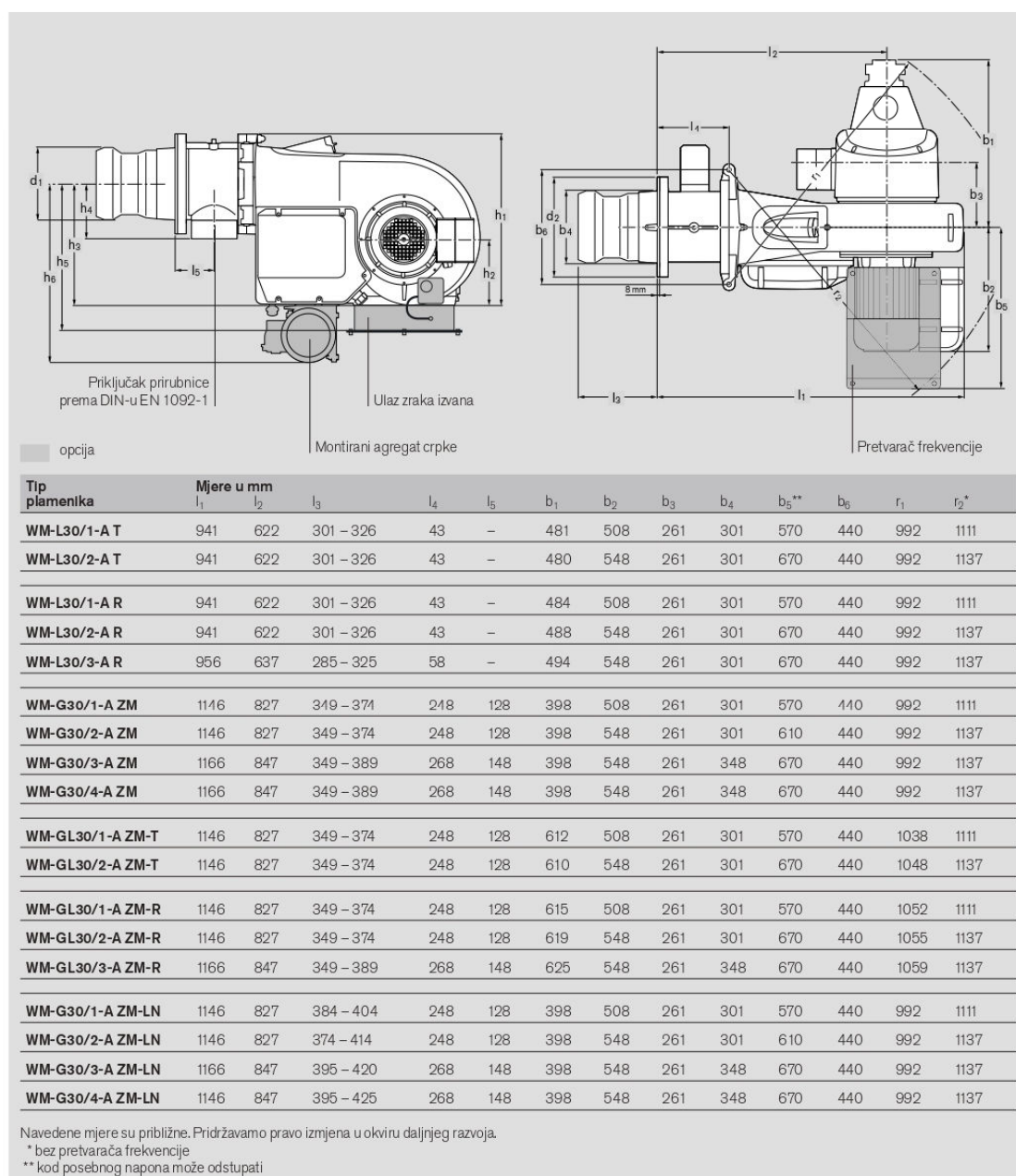
- 1 Sigurnosni magnetni ventil
- 2 Magnetni ventil stupanj 1
- 3 Magnetni ventil stupanj 2
- 4 Magnetni ventil stupanj 3
- 5 Crpka ulja montirana na plamenik
- 6 Nosač sapnice s 3 sapnice za raspršivanje ulja
- 7 Tlačna sklopka u polaznom vodu (opcija)

Izvedba (ZM-)R



- 1 Hvatač nečistoća
- 2 Magnetni ventil bez struje zatvoren u polaznom vodu
- 3 Magnetni ventil bez struje zatvoren u povratnom vodu
- 4 Nosač sapnice s regulacijskom sapnicom
- 5 Crpka ulja montirana na plamenik
- 6 Regulator ulja
- 7 Tlačna sklopka u povratnom vodu
- 8 Tlačna sklopka u polaznom vodu (opcija)

Dimenzije



B.5. INSTALACIJA EKSTRA LAKOG LOŽ ULJA 10-12 MW

Instalacija ekstra lakog lož ulja (EL lož ulja) u kotlovnici predstavlja kompleksan sustav koji osigurava sigurno, efikasno i pouzdano rukovanje gorivom od spremnika do plamenika. EL lož ulje (extra light fuel oil) je lakše i manje viskozno gorivo od mazuta (viskoznost 4-12 mm²/s na 20°C, točka paljenja >55°C, sumpor <1%), što ga čini pogodnim za moderne kotlove s prelaskom na plin. Sustav je dizajniran prema standardima poput EN 12514 (sustavi za lož ulje), EN 267 (plamenici) i hrvatskim propisima (Pravilnik o zapaljivim tekućinama NN 54/99). U kontekstu ZTC kompleksa (npr. rezervoar 250.000 L, kotlovnica 280 m²), instalacija mora biti otporna na koroziju (pH ulja 6-8), s automatskom regulacijom za prelazak na plin. Cijeli sustav uključuje grijače, filtere, separatore, detektore, monitore, dozatore, pumpe i izolaciju.

Električni grijači lož ulja u spremniku

- **Opis Opreme:** Električni grijači u spremniku služe za održavanje temperature ulja (40-60°C) kako bi se spriječilo zgrušavanje i osigurao protok. Oprema uključuje uronjene grijače (immersion heaters) od nerđajućeg čelika (AISI 316), s termostatom (PT100 senzor) za automatsku regulaciju i zaštitom od pregrijavanja (max. 70°C). Model: Watlow Immersion Heater ili Oilon Tank Heater, snaga 5-20 kW po grijaču (ovisno o vol menu spremnika). Integrirani s SCADA za monitoring temperature (alarm ako <30°C).
- **Potrebni Radovi:** Demontaža postojećih grijača (ako ima), bušenje otvora u spremniku (promjer 50-100 mm), ugradnja grijača (zavarivanje flanše), spoj na električnu mrežu (400V, 3-fazno) i izolacija (PUR pjena debljine 50-100 mm). Testiranje: Hidraulički test na curenje (tlak 1.5x radni, npr. 9 bar). Radovi u inertnoj atmosferi (N₂ plin) za sigurnost.
- **Vrijednosti i Izračuni:** Snaga grijača = Protok ulja (kg/h) × ΔT (20-40°C) × Spec. toplina ulja (2 kJ/kg·K) / 3600 ≈ 5-15 kW za 2 MW kotao (protok ulja ~170 kg/h). Za 250.000 L spremnika, 4-6 grijača (ukupno 20-60 kW). Vrijeme grijanja: $t = (V \times \rho \times c \times \Delta T) / P \approx 2-4$ h za puni spremnik ($\rho=850$ kg/m³, $c=2$ kJ/kg·K). Trošak: Oprema 5.000-10.000 €, radovi 2.000-4.000 €. Ukupno: 7.000-14.000 €.

Cijevni električni grijači lož ulja u obliku grijačkih žica oko cijevi lož ulja

- **Opis Opreme:** Cijevni grijači (trace heating) služe za grijanje cijevi (do 40-50°C) kako bi se spriječilo smrzavanje ili zgrušavanje ulja u hladnim uvjetima. Oprema uključuje grijače žice (heating cables) od mineralno izoliranog kabela (MI cable) ili samoregulatorajuće trake (npr. Raychem ili Thermon), s termostatom i izolacijom. Model: Raychem XTV ili Viessmann Pipe Heater, snaga 10-30 W/m. Integrirani s senzorima temperature (PT100) za automatsku regulaciju i alarm (ako temp. <30°C).
- **Potrebni Radovi:** Izmjera cijevi (npr. 850 m u ZTC-u), namatanje žica (razmak 5-10 cm), spoj na električnu mrežu (230V/400V), izolacija (PUR ili mineralna vuna debljine 20-50 mm) i testiranje (termografska kamera za provjeru grijanja). Radovi u ATEX zoni (eksplozijsko-otporni alat).
- **Vrijednosti i Izračuni:** Snaga po metru = Viskoznost ulja × Duljina cijevi / Efikasnost ≈ 20 W/m za EL ulje (niska viskoznost). Za 850 m cijevi, ukupno 17 kW. Duljina žice = Duljina cijevi × 1.5 (za namatanje) = 1.275 m. Vrijeme grijanja: $t = (Masa\ ulja\ u\ cijevi \times c \times \Delta T) / P \approx 0.5-1$ h (masa ulja ~100 kg za DN50 cijev). Trošak: Oprema 3.000-6.000 € (žice + termostati), radovi 2.000-4.000 €. Ukupno: 5.000-10.000 €.

Filteri lož ulja i separacija vode iz lož ulja

- **Opis Opreme:** Filteri služe za uklanjanje nečistoća (čestice >10-50 μm), a separator vode za odvajanje vode (0.1-0.5% volumena) iz ulja. Oprema uključuje duplex filtere (grubi 100 μm, fini 10 μm) za neprekidni rad i centrifugalne separatore (npr. Alfa Laval ili GEA) za vodu. Model: Riello Duplex Filter + Alfa Laval S Separator, protok 200-300 l/h za 2 MW. Integrirani s pokazivačima začepljenja (tlak razlika >0.5 bar alarm).
- **Potrebni Radovi:** Demontaža starih filtera, ugradnja u cjevovod (DN50-100 mm, spoj flanšama), spoj na SCADA za monitoring, testiranje protoka (curenje <0.1 l/h). Radovi u inertnoj atmosferi za sigurnost.
- **Vrijednosti i Izračuni:** Filter kapacitet = Protok ulja × 1.2 (za 170 kg/h ulja ≈ 204 l/h). Finost filtera 10-25 μm za EL ulje. Separator protok: 0.2% ulja (0.34 l/h vode). Vrijeme zamjene filtera:

6-12 mjeseci (na začepljenje 1 bar ΔP). Trošak: Oprema 2.000-5.000 € (filter + separator), radovi 1.000-2.000 €. Ukupno: 3.000-7.000 €.

Sustav detekcije curenja lož ulja

- **Opis Opreme:** Sustav za detekciju curenja uključuje optičke/ultrazvučne senzore (npr. TTK ili Veeder-Root) koji detektiraju ulje u tlu ili na površini, povezani s alarmom i automatskim zatvaranjem ventila. Za dvostruke stijenke spremnika, vakuumski monitoring. Model: TTK FG-NET, osjetljivost 0.1-1 L curenja.
- **Potrebni Radovi:** Instalacija senzopa (po 10 m cijevi, ukupno 85-100 za 850 m), spoj na SCADA (alarm/SMS), testiranje simulacijom curenja (voda/ulje analog). Radovi u ATEX zoni (eksplozijsko-otporni senzori).
- **Vrijednosti i Izračuni:** Broj senzopa = Duljina cijevi / 10 m + 2 (za rezervoar) = 87. Odziv <5 s, pokrivenost 10-20 m po sensorima. Trošak: Oprema 10.000-20.000 €, radovi 5.000-10.000 €. Ukupno: 15.000-30.000 €.

Sustav za praćenje kvalitete lož ulja

- **Opis Opreme:** Online analizatori za viskoznost (4-12 mm²/s), vodu (<0.1%), sumpor (<1%), temperaturu i gustinu (850-950 kg/m³). Uključuje senzore (npr. Viscol-10 za viskoznost, Karl Fischer za vodu). Model: Kitiwake Fuel Oil Analyzer, integriran s SCADA za alarm (npr. voda >0.05% isključuje pumpu).
- **Potrebni Radovi:** Ugradnja senzopa u rezervoar/cijevovod, kalibracija (mjesečno), spoj na monitoring (Ethernet/Modbus). Testiranje uzorcima ulja (lab analiza 200-500 €/test).
- **Vrijednosti i Izračuni:** Mjerenje svakih 1-4 h; viskoznost mjeri ± 0.1 mm²/s. Trošak: Oprema 5.000-10.000 €, radovi 2.000-3.000 €. Ukupno: 7.000-13.000 €.

Sustav za automatsko doziranje aditiva u lož ulje

- **Opis Opreme:** Automatski dozator za aditive (anti-korozivski, stabilizatori, biocidi), s dozirnom pumpom (peristaltička ili membranska) i sensorima za razinu. Doza 0.1-0.5% ulja. Model: Hammonds Additive Injection System, integriran s flow metrom za precizno doziranje.
- **Potrebni Radovi:** Ugradnja pumpe u cjevovod (blizu rezervoara), spoj na SCADA za kontrolu doze, testiranje miješanja (uzorak ulja poslije 1 h). Kalibracija mjesečno.
- **Vrijednosti i Izračuni:** Doza = Protok ulja \times 0.2% (170 kg/h = 0.34 kg/h aditiva). Pumpa protoka 0.5 l/h, snaga 0.1 kW. Trošak: Oprema 3.000-6.000 €, radovi 1.000-2.000 €. Ukupno: 4.000-8.000 €. Aditivi godišnje: 2.000-5.000 €.

Pumpa za cirkulaciju lož ulja od spremnika do plamenika, dimenzioniranje pumpe

- **Opis Opreme:** Vijčana ili zupčasta pumpa za cirkulaciju ulja (protok 200-300 l/h za 2 MW), otporna na viskoznost (do 100 mm²/s). Model: Kracht Gear Pump ili Oilon Circulation Pump, s filterom i by-pass ventilom. Integrirana s VFD za varijabilnu brzinu.
- **Potrebni Radovi:** Demontaža starih pumpi, ugradnja u cjevovod (DN50-80 mm), spoj na električnu (400V, 1-2 kW), testiranje protoka (bez curenja). Dimenzioniranje: Protok = Snaga kotla / Toplinska vrijednost ulja \times 1.2 (sigurnost) = 2000 kW / 40 MJ/kg = 0.05 kg/s ~180 kg/h (gustina 850 kg/m³ = 0.21 m³/h). Visina dizanja 10-20 m (tlak 2-4 bar). Snaga pumpe = (Protok \times Visina \times Gustoća \times g) / $\eta \approx 1-2$ kW ($\eta=0.7$).
- **Vrijednosti i Izračuni:** Protok 0.2-0.3 m³/h, tlak 4-6 bar, snaga 1-2 kW. Trošak: Oprema 2.000-4.000 € (po kotlu), radovi 1.000-2.000 €. Ukupno za 6 kotlova: 18.000-36.000 €.

Izolacija cijevi za lož ulje

- **Opis Opreme:** Mineralna vuna ili PUR pjena (debljina 20-50 mm) za izolaciju cijevi, s aluminijskim omotačem za zaštitu od vlage. Model: Rockwool Pipe Insulation ili Armaflex, otporna na temperaturu do 150°C.
- **Potrebni Radovi:** Izmjera cijevi (850 m u ZTC-u), rezanje izolacije, namatanje (razmak 0 mm), fiksacija trakama, testiranje toplinskih gubitaka (termografija). Radovi u zaštitnoj opremi.
- **Vrijednosti i Izračuni:** Debljina = $\text{Log}(r_2/r_1) / (2\pi\lambda L)$, gdje $\lambda=0.04$ W/mK za vunu, gubici <5 W/m. Za DN50 cijev, debljina 30 mm. Ukupna površina: 850 m \times $\pi \times$ 0.05 m = ~133 m². Trošak: Oprema 2.000-4.000 €, radovi 1.000-2.000 €. Ukupno: 3.000-6.000 €.

Ova instalacija osigurava sigurnost (prema ATEX Direktivi za zapaljive zone) i efikasnost (ušteta 5-10% goriva).

B.6. DIMENZIONIRANJE PUMPE ZA LOŽ ULJE

Dimenzioniranje pumpe za dovod lož ulja (ekstra lako lož ulje - EL fuel oil) iz spremnika do plamenika u sustavu s 6 identičnih kotlova snage 2 MW (ukupno 12 MW) temelji se na protoku goriva, brzini protoka, tlaku, efikasnosti i standardima. Pretpostavke: Efikasnost kotla 90%, toplinska vrijednost ulja 42.7 MJ/kg (11.86 kWh/kg), gustoća ulja 840 kg/m³, viskoznost 4-12 mm²/s na 20°C (zagrijano na 40-60°C za protok). Pumpa je glavna cirkulacijska pumpa od spremnika do distributivnog manifolda, s pojedinačnim priključcima na plamenike (npr. G 3/8" priključak po plameniku). Za ulje, koristi se zupčasta ili vijčana pumpa (gear/screw pump), ATEX certificirana (zona 1/2 za zapaljive tekućine).

1. Izračun Protoka Lož Ulja

- Ukupna snaga: 12 MW.
- Energijski ulaz (kompenzacija efikasnosti): 12 MW / 0.9 = 13.33 MW.
- Maseni protok ulja: 13.33 MJ/s / 42.7 MJ/kg = 0.312 kg/s = 1.123 t/h (za 6 kotlova, po kotlu ~0.187 kg/s).
- Volumenski protok (Q): 0.312 kg/s / 840 kg/m³ = 0.000371 m³/s = 1.336 m³/h = 22.3 l/min (ukupno; s marginom 20-25% za sigurnost: 1.6-1.7 m³/h ili 27-28 l/min).

2. Dimenzioniranje Pumpe

- **Tip Pumpe:** Zupčasta pumpa (gear pump) za viskozna goriva, s varijabilnom brzinom (VFD) za modulaciju. Model: Kracht Gear Pump ili Oilon Circulation Pump, ATEX certificirana.
- **Brzina Protoka (v):** 0.5-1 m/s (po EN 12514, da se izbjegne erozija i statički elektricitet; uzemljiti cijev).
- **Tlak (ΔP):** 5-10 bar (2-4 bar za plamenik + gubici u cjevovodima/filterima ~3-6 bar; za duljinu cijevi ~850 m iz ZTC opisa, gubici ~0.5-1 bar/100 m).
- **Snaga Motora (P):** $P = (Q \times \Delta P) / (3600 \times \eta)$, gdje Q u m³/h, ΔP u bar, η=0.7-0.8. Za Q=1.6 m³/h, ΔP=7 bar: $P \approx (1.6 \times 7) / (3600 \times 0.75) \approx 0.004$ kW – ispravak jedinica: Q u l/min = 26.7 l/min, bolje: P (kW) = $(Q \text{ (m}^3/\text{s)} \times \Delta P \text{ (Pa)}) / \eta = (0.000444 \times 700.000) / 0.75 \approx 0.41$ kW. Sa marginom: 0.5-1 kW motor.
- **Materijal:** Lijeivano željezo ili čelik, s brtvama otpornim na ulje (NBR ili Viton).
- **Dodatno:** Filter na ulazu, by-pass ventil za sigurnost, grijač ako viskoznost >10 mm²/s (za EL ulje obično nije potrebno).

Tablica Dimenzija Pumpe

| Parametar | Vrijednost | Napomena |
|---------------------|---|---|
| Volumenski Protok Q | 1.6-1.7 m ³ /h (27-28 l/min) | S 20-25% marginom za 12 MW. |
| Brzina Protoka v | 0.7-1 m/s | Optimalno za ulje; presjek cijevi DN32 mm. |
| Tlak ΔP | 7-10 bar | 4 bar za plamenik + gubici. |
| Snaga Motora P | 0.5-1 kW | 3-fazni, 400V/50Hz; VFD za regulaciju. |
| Presjek Priključka | DN25-32 mm (G 1" ili G 1 1/4") | Glavni cjevovod; priključak na plamenik G 3/8". |
| Težina Pumpe | 20-30 kg | Kompaktna monoblock izvedba. |
| Cijena (okvirna) | 2.000-4.000 € | Uključuje VFD; instalacija +1.000 €. |

Napomena: Za 6 kotlova, pumpa je centralna (jedna za cijeli sustav), s razdjelnikom na plamenike.

3. Norme i Preporuke

- **EN 12514:** Sustavi za lož ulje; protok <1 m/s za ulje, tlak test 1.5x radni.
- **EN 267:** Plamenici za ulje; pumpa mora osigurati stabilan protok bez pulsacije.
- **HR Propisi:** Pravilnik o zapaljivim tekućinama (NN 54/99): Pumpa ATEX zona 1, uzemljena cijev. Zakon o zaštiti na radu: Godišnji pregled.
- **ASME B31.3:** Procesni cjevovodi; veličnost <1 m/s za goriva.
- **Preporuka:** Koristiti pumpu s VFD za modulaciju (ušteda 30-50% energije), filter prije pumpe (10 μm). Za ZTC (rezervoar 250.000 L), dodati grijanje cijevi ako temp. <20°C.

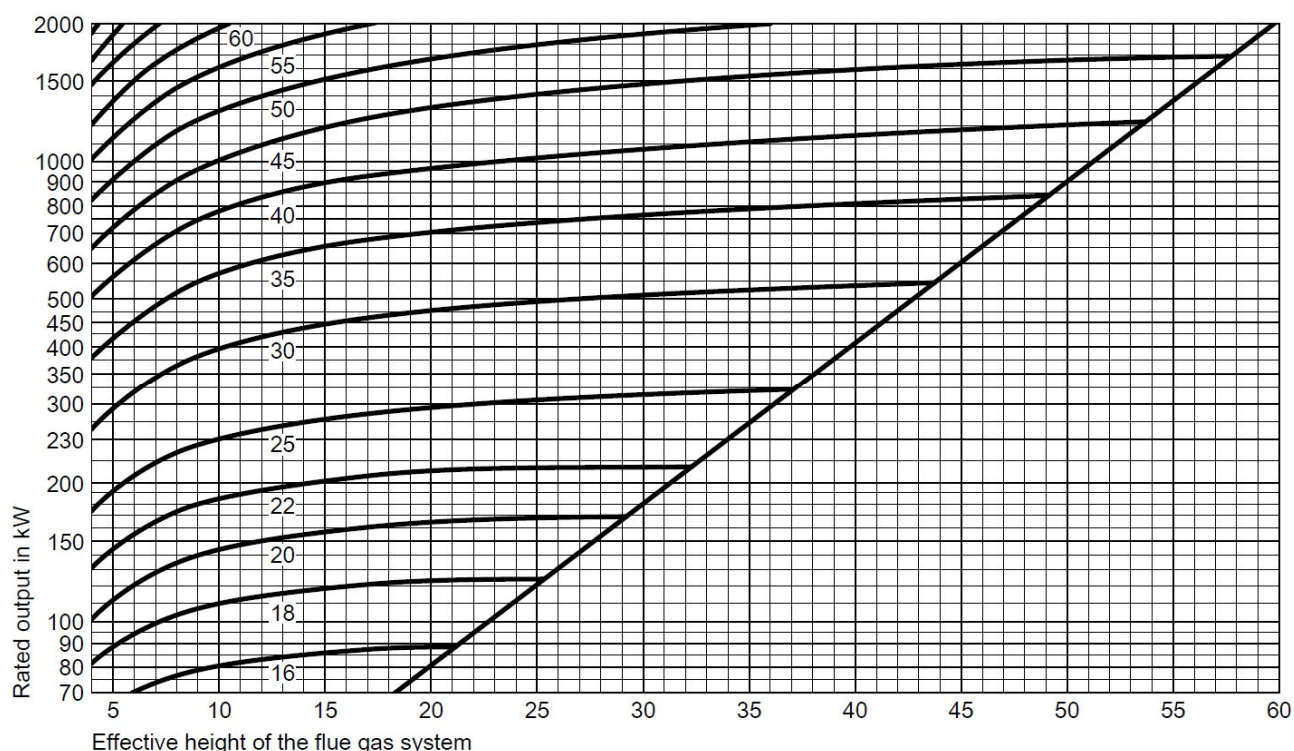
B.7. DIMENZIONIRANJE DIMNJAKA KOTLA 2 MW

Viessmann katalog za "Chimney diagrams" za sizing flue system po EN 13384, za kotlove poput Vitoplex (ulje/plin). Dijagram pokazuje presjek dimnjaka ovisno o snazi, visini, temperaturi dimnih plinova (140-190°C) i draught-u (tlak razlika 0-50 Pa). Za snagu 2 MW (2000 kW), dijagram preporučuje presjek 400-500 mm za visinu 10-15 m (s malim draught-om, za kondenzacijske sustave s Vitotrans). Ako je non-condensing, presjek veći (500-600 mm) za bolji protok.

Za točan izračun, korištena je norma EN 13384-1 standard (iz web rezultata, npr. BS EN13384 i Engineering Toolbox formulu za draft i area). Pretpostavke:

- Kotao: Ulje/plin, efikasnost 90%, temp. dimnih plinova 150-180°C.
- Protok dimnih plinova: ~2-3 kg/s ili 5-7 m³/s (izračun: za plin ~1.2 m³/kWh, za 2 MW = ~2400 m³/h ili 0.67 m³/s; za ulje više ~1 kg/s goriva treba 15 m³ zraka).
- Velocitet plinova: 5-10 m/s (standard za dimnjake).
- Draft (tlak razlika): Za visinu 10-15 m, theoretical draft ~5-15 Pa (iz formule $Dt = 0.2554 \cdot B \cdot H \cdot (1/T_o - 1/T_m)$, gdje $T_o=288K$ ambijent, $T_m=423K$ (150°C), $H=12$ m, $B=29.92$ inHg $\rightarrow Dt \sim 0.03$ in WC = 7.5 Pa).
- Materijal: Inox ili keramika, otporan na kondenzat (za ulje/plin, pH 3-5).
- Ukupna duljina: 10-15 m visina + horizontalni dijelovi (max. 30 m s 2 zavoja 87° po katalogu str. 30).

Izračun presjeka: $D = \sqrt{4 \cdot Q / (\pi \cdot v)}$, gdje Q =protok m³/s, v =velocitet 8 m/s. Za $Q=5.5$ m³/s (approx. za 2 MW), $D \sim 0.94$ m (940 mm). Ali za praktičan dimnjak, koristiti standardne veličine 400-600 mm (s većim draft-om za mali presjek).



Tablica 1: Preporučene Dimenzije Dimnjaka (iz Dijagrama Str. 27 i Izračuna EN 13384)

| Visina Dimnjaka (m) | Prečnik Dimnjaka (mm) | Protok Plinova (m³/s) | Draft (Pa) | Napomena (iz Kataloga/Standard) |
|---------------------|-----------------------|-----------------------|------------|---|
| 10 | 400-500 | 4-6 | 5-10 | Za flue temp. 150°C; min. draught za kondenzaciju (str. 27 dijagram). |
| 12 | 450-550 | 5-7 | 7-12 | Optimalno za 2 MW; EN 13384 preporučuje za niski tlak. |
| 15 | 500-600 | 5.5-7.5 | 10-15 | Za veći draft; koristiti ako non-condensing. |

Napomena: Presjek za ulje veći (za više plinova); za plin manji. Dijagram pokazuje za 2000 kW: Presjek ~600 mm za H=12 m i temp. 160°C. Ako je veća razlika tlaka dimnih plinova (20 Pa), presjek može biti manji (300-400 mm). Ukupna površina = $\pi \cdot (D/2)^2$; za D=500 mm = 0.196 m².

Dodatni Podaci

EN 13384-1 (web:0, web:2, web:3)

Standard za thermal/fluid dynamic calculation. Za 2 MW (gorivo ulje/plin), protok ~2.5 kg/s (mass flow), temp. 150°C, H=10-15 m: Prečnik 400-600 mm (izračun po BS EN13384 softveru: V=velocitet 6-10 m/s, draught 5-20 Pa).

Engineering Toolbox (web:4)

Formula draft $Dt = h (\rho_o - \rho_i) g$; za H=12 m, temp. 150°C, $Dt \sim 7.5$ Pa. Area = 1100 mm²/kW → za 2000 kW = 2.2 m², D~1.67 m (ali za mali dimnjak; za veliki kotao, koristiti 0.5-1 m², D=0.8-1.1 m).

Selkirk Handbook (web:7)

Mass flow za ulje ~1.24 lb/hr po BTU/hr. Za 2 MW (~6.8 MBTU/h), mass flow ~8.432 lb/hr (~1.06 kg/s). Prečnik po V=17 ft/s: D~0.8-1.0 m za H=10-15 m.

HR Propisi

Pravilnik o dimnjacima (NN 106/12): Prečnik po EN 13384; za 2 MW, min. D=400 mm, H=10 m dovoljno ako draft >5 Pa. Inspekcija godišnja.

Primjeri

Za 2 MW kotao, presjek 600 mm za inox dimnjak (npr. Jeremias ili Dinak katalozi: D=450-550 mm za H=12 m). Za točan dijagram: Za 2000 kW, flue temp 160°C, H=12 m – presjek ~600 mm (mali draught).

Odabir dimenzije dimnjaka:

| | |
|------------------|-----------|
| Snaga kotla | 2 MW |
| Visina dimnjaka | 10+2=12 m |
| Presjek dimnjaka | 60 cm |

Proračun dimnjaka DIN 4705 za puno opterećenje 100%
Proračun dimnjaka za puno opterećenje 100%
- gustoća dimnih plinova

| | |
|----------------------------|---|
| Gustoća zraka, 950 mbar | ρ_z [kg/m ³] = 1,15 |
| Temperatura zraka | t_z [°C] = 15 |
| Temperatura dimnih plinova | t_d [°C] = 180 |
| Gustoća dimnih plinova | ρ_d [kg/m ³] = 0,79 |

$$\rho_d = 1,25 \cdot \frac{T_z}{T_d}$$

PRORAČUN KORISNOG DIJELA DIMNJAKA
- statički uzgon U_s

| | |
|-------------------------|--------------------------------|
| Korisna visina dimnjaka | h [m] = 10 |
| Ubrzanje sile teže | g [m/s ²] = 9,81 |
| Sigurnosni faktor | s_n [-] = 0,95 |
| Statički uzgon | U_s [Pa] = 33,10 |

$$U_s = h \cdot (\rho_z - \rho_d) \cdot g \cdot s_n$$

- hidraulički promjer dimnjaka d

| | |
|-------------------------|----------------------|
| Stranica a | a [mm] = 600 |
| Stranica b | b [mm] = 600 |
| Hidraulički promjer d | d [m] = 0,6 |

$$d = \frac{4 \cdot A}{O}$$

- brzina dimnih plinova kroz dimnjak w

| | |
|-----------------------|-------------------------|
| Toplinska snaga 100% | Q [kW] = 2000 |
| Hidraulički promjer | d [m] = 0,6 |
| Brzina dimnih plinova | w [m/s] = 4,38 |

$$w = \frac{1}{A} \cdot q_v = \frac{1}{A} \cdot \frac{1,77 \cdot Q[kW]}{\rho_d \cdot 3600}$$

- pad tlaka u dimnjaku ΔP_h

| | |
|-----------------------|----------------------------------|
| Faktor trenja | λ [-] = 0,05 |
| Promjer dimnjaka | d [m] = 0,6 |
| Lokalni faktor otpora | ξ [-] = 1,5 |
| Pad tlaka u dimnjaku | ΔP_h [Pa] = 26,66 |

$$\Delta P_h = 1,5 \cdot \left(\lambda \cdot \frac{h}{d} + \Sigma \xi \right) \cdot \frac{\rho_d \cdot w^2}{2}$$

PRORAČUN DIMNJAČE - PRIKLJUČAKA
- lokalni faktor otpora ξ

| | kom | ξ [-] | 0,5 |
|-------------|-----|-----------|------------|
| polukoljeno | 0 | 0,3 | 0 |
| koljeno | 0 | 0,6 | 0 |
| suženje | 1 | 0,5 | 0,5 |
| K komad | 0 | 1,5 | 0 |

- brzina dimnih plinova kroz dimnjaču w

| | |
|-----------------------|-------------------------|
| Toplinska snaga 100% | Q [kW] = 2000 |
| Promjer dimnjače | d [m] = 0,4 |
| Brzina dimnih plinova | w [m/s] = 9,85 |

$$w = \frac{1}{A} \cdot q_v = \frac{1}{A} \cdot \frac{1,77 \cdot Q[kW]}{\rho_d \cdot 3600}$$

- pad tlaka u priključcima ΔP_L

| | |
|--------------------------|----------------------------------|
| Faktor trenja za čelik | λ [-] = 0,05 |
| Dužina dimnjače | L [m] = 0,5 |
| Lokalni faktor otpora | ξ [-] = 0,5 |
| Pad tlaka u priključcima | ΔP_L [Pa] = 32,53 |

$$\Delta P_L = 1,5 \cdot \left(\lambda \cdot \frac{L}{d} + \Sigma \xi \right) \cdot \frac{\rho_d \cdot w^2}{2}$$

PADOVI TLAKA
- ukupni padovi tlaka

| | |
|--------------------------|-----------------------------|
| Pad tlaka u dimnjaku | ΔP_h [Pa] = -26,66 |
| Pad tlaka u priključcima | ΔP_L [Pa] = -32,53 |
| Pad tlaka na usisu zraka | ΔP_z [Pa] = -5,00 |
| Pad tlaka u kotlu | ΔP_k [Pa] = -140,00 |
| | ΔP [Pa] = -204,19 |

- ukupni dobitci tlaka

| | |
|------------------------|-----------------------------|
| Statički uzgon | U_s [Pa] = 33,10 |
| Max. pretlak plamenika | U_{pl} [Pa] = 200,00 |
| Slobodni pretlak | Pretlak [Pa] = 28,91 |

$$U_{pr} > U_{pl} + \Delta P_h + \Delta P_k + \Delta P_L + \Delta P_z$$



Hrastović inženjering
 Objekt: ZTC Velika Gorica
 Vertikala: Izolirani dimnjak
 Trošilo: VIESSMANN Vitoplex 300, type TX3A, 2000 kW

ložišno-tehničko mjerenje ložišta prema EN 13384-1

datum 28.1.2026.

koncept naprave - jednostruki priključak

izračunato prema EN 13384-1
 Dimovodna naprava kućna dimovodna naprava
 položaj/tok U zgradi
 opskrba zrakom Ovisno o zraku prostorije
 opskrba zrakom Od prostorije za instalaciju
 odjeljci spojni element: 1, dimovodna naprava: 1
 ušće Otvoreno ušće zeta = 0

okolica

lokacija Velika Gorica
 geodetska visina 122 m
 sigurnosni broj SE 1,5
 korekcijski faktor SH 0,5
 temperature okolnog zraka (standardne vrijednosti)
 na ušću -15 °C (temperaturni uvjeti)
 na otvorenom -15 °C (temperaturni uvjeti)
 u hladnom području 0 °C (temperaturni uvjeti)
 u toplom području 20 °C (temperaturni uvjeti)
 okolni zrak 15 °C (tlačni uvjet)

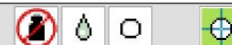
ložište

kategorija Ventilator plina
 proizvođač, tip Viessmann Vitoplex 300 (Typ TX3A) / 2000 kW 60 °C
 gorivo Zemni plin

| | puno opterećenje | djelomično opterećenje |
|------------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| nazivna toplinska snaga | 2000 kW | 1200 kW |
| toplinska snaga loženja | 2150,01 kW | 1290 kW |
| udio CO ₂ | 10 % | 10 % |
| masena struja dimnih plinova | 909,27 g/s | 545,56 g/s |
| Combustion air mass flow | 872,9 g/s | 523,74 g/s |
| potreban zrak | 2625,2 m ³ /h | 1575,1 m ³ /h |
| temperatura dimnih plinova | 160 °C | 105 °C |
| potrebni potisni tlak | 0 Pa | 0 Pa |
| nastavak za dimne plinove | Okrugli 400 mm | |

prostorija za instalaciju

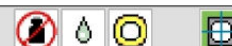

| | |
|--------------|--------------------|
| kategoriya | Ložionica |
| svježi zrak | Otvor od otvorenog |
| izlazni zrak | Otvor na otvoreno |

spojni element - vrsta gradnje


| | |
|---------------------------|--|
| kategoriya | Spojni element |
| proizvođač, tip | Jeremias, ew-albi Modell 0.4 |
| presjek | Okrugli 400 mm |
| otpor prolaza topline | 0 m, K/W |
| debljina | 0,6 mm |
| materijal unutarnjeg zida | Nehrđajući čelik |
| srednja hrapavost | 1 mm |
| klasifikacija proizvoda | EN 1856-1/2 - T200 N1 W V2 L50060 O50 |
| upotrebljivo u skladu s | Leistungserklärung 9174-052-DoP-2015-08-05 |

spojni element - izmjere


| | |
|---------------------------|-------|
| otpori | nema |
| učinkovita visina | 0,5 m |
| razvijena dužina | 0,5 m |
| udio u otvorenom prostoru | 0 % |
| udio u hladnom području | 0 % |
| udio u toplom području | 100 % |

Dimovodna naprava - vrsta gradnje


| | |
|---------------------------|---|
| kategoriya | Dimovodna naprava (DS) |
| proizvođač, tip | Jeremias, dw-eco-titan-al Modell 0.4 (mit /ohne Silikon-Dichtung) |
| presjek | Okrugli 600 mm |
| otpor prolaza topline | 0,26 m, K/W |
| debljina | 26 mm |
| materijal unutarnjeg zida | Nehrđajući čelik 1.4521 |
| srednja hrapavost | 1 mm |
| klasifikacija proizvoda | EN 1856-1 - T200 N1 W V2 L99050 O00 |
| Klasifikacija dimnjaka | EN 15287 - T200 N1 W 2 O00 L00 (R0,26) |
| upotrebljivo u skladu s | Leistungserklärung 9174-046-DoP-2018-01-08 |

Dimovodna naprava - izmjere


| | |
|-------------------|------|
| otpori | nema |
| učinkovita visina | 10 m |
| razvijena dužina | 10 m |

Dimovodna naprava - protezanje (U zgradi)


| | |
|---------------------------|-----------|
| dužina na otvorenom | 5,4 m |
| dužina u hladnom području | 0 m |
| dužina u toplom području | 4,6 m |
| veza zgrada | Svestrano |
| dodatna izolacija | |
| na otvorenom | ne |
| u hladnom području | otpada |

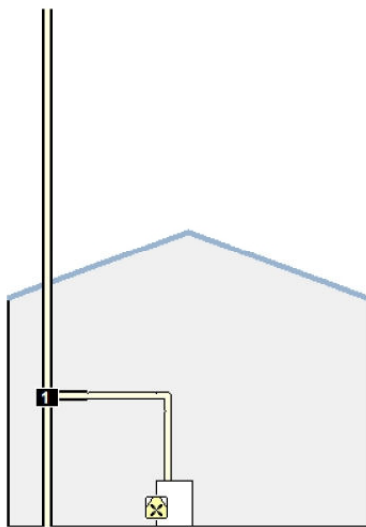
otpor ušća


| | |
|------------|---------------|
| otpor ušća | Otvoreno ušće |
| zeta | 0 |

ulaz

otpor

T-komad 87 °

shematski prikaz dimovodne naprave**dodatni rezultati**

| | | |
|---------------------------------------|---------------------------|------------------------------|
| presjek ušća | 2827,4 cm ² | |
| brzina izlaznog toka | 4,21 m/s | |
| gustoća dimnih plinova | 0,764 kg/m ³ | |
| šum strujanja | 30,7 dB(A) | |
| maksimalni downwash kod TZ = -15°C | brzina vjetra 7,66 m/s | |
| kod TZ = +15°C | 8,55 m/s | |
| tlak mirovanja | 39,1 Pa | |
| gustoća dimnih plinova | 0,745 kg/m ³ | |
| brzina dimnih plinova | 4,32 m/s | |
| maksimalni podtlak | 46,1 Pa | (podtlak kod prekida struje) |

temperature slojeva

Temperature na vanjskoj površini pojedinačnog sloja u blizini ulaza.

| | | |
|--------------------|-------|--------|
| odjeljak 1 | | |
| dimni plinovi | | 159 °C |
| unutarnji zid | | 135 °C |
| zid dimnjaka (R26) | 26 mm | 55 °C |
| okolni zrak | | 20 °C |

rezultat izračuna - Dimovodna naprava

način rada Planski s podtlakom, vlažno

| uvjet | zn.form. | jedinica | nazivno opterećenje | | djelomično opterećenje | |
|---------------------|----------------------------------|----------|---------------------|-----|------------------------|-----|
| tlačni uvjet | Pz-P _{ze} | Pa | 15,7 | ++ | 19,8 | ++ |
| uvjeti podtlaka | Pz-P _{LU} | Pa | 15,3 | +++ | 18,8 | +++ |
| temperaturni uvjeti | t _{obj} -t _g | °C | 117,7 | +++ | 64,2 | +++ |

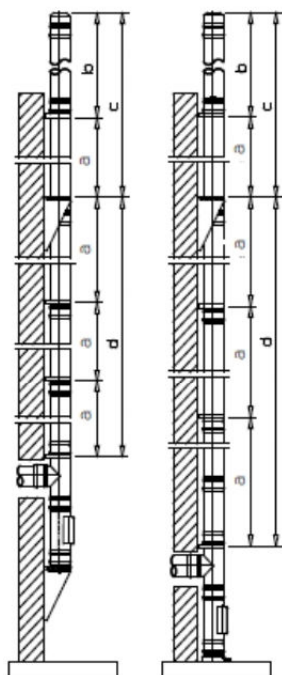
dodatna informacijaDimovodna naprava
brzina dimnih plinova

| | | | |
|----------------|-----|------|------|
| W _m | m/s | 4,26 | 2,23 |
|----------------|-----|------|------|

Postrojenje se slaže sa svim uvjetima standarda EN 13384-1.

UPUTE ZA MONTAŽU

3 INSTALACIJSKE VISINE



slika 3-1: instalacijske visine

| | držači | mjera a max. razmak između držača | mjera b slobodno nosiva dužina od zadnjeg držača | mjera c instalacijska visina sa potpornjem | mjera d instalacijska visina preko T-priključka |
|---|-------------------|---|---|---|--|
| | iznutra Ø u mm | dweco 21 | dweco 21 | | |
| debljina stijenke unutarnje cijevi 0,5 mm | 130 | 4 | 3 | 53 | 34 |
| | 150 | 4 | 3 | 41 | 28 |
| | 180 | 4 | 3 | 38 | 21 |
| | 200 | 4 | 3 | 37 | 17 |
| | 250 | 4 | 3 | 32 | 16 |
| | 300 | 4 | 3 | 27 | 15 |
| | 350 | 4 | 2,5 | 24 | 13 |
| deblj. stij. u. cijevi 0,6 mm | 400 | 4 | 2,5 | 22 | 11 |
| | 450 | 4 | 1,5 | 20 | 10 |
| | 500 | 4 | 1,5 | 16 | 10 |
| | 600 | 4 | 1,5 | 15 | 10 |

tablica 3-1: instalacijske visine (navodi u m)

Važne napomene uz tablicu 3-2:

Kod snaga za učvršćivanje u tablici radi se o dijagonalna zateznoj sili po učvrstnom klinu, a ne njihova nosivost. Razmak sistema dimovoda od zida može biti do 40 cm.

Snage učvršćivanja za zidne držače primjenjuju se na visinama iznad tla do 20 m.

Za visine iznad tla do 8,00 m postoji faktor smanjenja od 0,63.

Za visine iznad tla između 20,00 m i 100,00 m primjenjuje se faktor povećanja od 1,38.

Za razmak od zida > 40 cm trebaju se koristiti specijalni statički provjereni nosači / konzole.

| iznutra/ izvana Ø u mm | zidna konzola DW 01 | | | zidni držač razmaka DW 21 | | | |
|------------------------------|---------------------|-----------|-----------|---------------------------|-----------|-----------|------------------------------------|
| | razmak od zida | | | razmak od zida | | | duljina slobodno stojeće cijevi |
| | 50 – 120 mm | 250 mm | 400 mm | 50 – 120 mm | 250 mm | 400 mm | m |
| 130 | 0,93 | 1,34 | 1,84 | 1,27 | 1,99 | 2,82 | 3,00 |
| 150 | 0,97 | 1,38 | 1,89 | 1,31 | 2,01 | 2,83 | 3,00 |
| 180 | 1,03 | 1,446 | 1,97 | 1,48 | 2,22 | 3,09 | 3,00 |
| 200 | 0,88 | 1,18 | 1,56 | 1,37 | 2,00 | 2,75 | 3,00 |
| 250 | 0,96 | 1,27 | 1,66 | 0,88 | 1,27 | 1,71 | 1,50 |
| 300 | 1,04 | 1,36 | 1,76 | 0,94 | 1,31 | 1,74 | 1,50 |
| 350 | 1,12 | 1,46 | 1,86 | 1,05 | 1,41 | 1,84 | 1,50 |
| 400 | 1,21 | 1,55 | 1,97 | 0,93 | 1,21 | 1,55 | 1,50 |
| 450 | 1,30 | 1,65 | 2,08 | 1,09 | 1,40 | 1,78 | 1,50 |
| 500 | 1,30 | 1,63 | 2,02 | 1,10 | 1,39 | 1,74 | 1,50 |
| 600 | 1,48 | 1,82 | 2,23 | 1,25 | 1,54 | 1,89 | 1,50 |
| broj klinova | 4 | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 | |

tablica 3-2: nosivost (snaga) učvrstnih mjesta

B.8. NEUTRALIZACIJA KODENZATA DIMNIH PLINOVA

Sustav za uklanjanje kondenzata iz dimnih plinova predstavlja ključnu komponentu u modernim kotlovnica, posebno za kondenzacijske kotlove na ulje ili plin, gdje se toplina iz dimnih plinova rekuperira, što dovodi do kondenzacije vode. Kondenzat je kiselá voda (pH 3-5) nastala reakcijom vode s SO₂, NO_x i drugim kiselinama iz sagorijevanja, koja može korodirati dimnjak, kotao i okoliš ako se ne ukloni pravilno. Sustav osigurava odvod, neutralizaciju i sigurno ispuštanje kondenzata, sprječavajući koroziju (brzina korozije inoxa 0.1-0.5 mm/god bez neutralizacije) i ekološke štete. U kontekstu kotlovnica snage 10-12 MW (poput ZTC kompleksa s uljem), sustav je obavezan po EN 13384 (dimnjaci) i IED Direktivi (2010/75/EU) za emisije, jer kondenzat može sadržavati teške metale i kiseline. Prema Viessmann tehničkom vodiču ("Oil/gas boilers 90 to 2000 kW"), dijagrama klizanja temperature polaza (sliding flow temperature diagram), sustav je indirektno povezan s regulacijom, jer niža temperatura polaza (npr. klizanje od 90°C pri -15°C do 60°C pri +15°C) povećava kondenzaciju za 10-20%, pa je odvod kritičan za efikasnost.

Princip Rada Sustava

Sustav radi na principu gravitacijskog odvoda i kemijske neutralizacije:

- **Odvod:** Kondenzat se sakuplja u dimnjaku/kotlu (volumen 0.5-1 L/kWh za ulje, tj. 5.000-10.000 L/dan za 10 MW pri punom opterećenju 8 h/dan) i odvodi u separator.
- **Neutralizacija:** Kiseli kondenzat (pH 3-5, sadrži H₂SO₄, HNO₃) prolazi kroz neutralizator s vapnom (CaCO₃) ili sodom (Na₂CO₃) za podizanje pH na 6-9 prije kanalizacije.
- **Automatska Kontrola:** Senzori pH (4-10) i razine aktiviraju pumpu za ispuštanje; integrirano s alarmom za pH <5 (isključuje kotao).
- **Rekuperacija:** Kondenzat se hladi u izmjenjivaču topline za oporabu topline (ušteda 1-3% energije).

Za uljne kotlove, kondenzat je kiseliji zbog sumpora (SO₂ >100 mg/m³), pa je neutralizacija obavezna.

Oprema Potrebna za Sustav

Oprema je dizajnirana za korozijsku otpornost (PP ili inox materijali). Ključni elementi iz Viessmann i drugih izvora:

- **Separator Kondenzata:** Posuda za sakupljanje (volumen 100-500 L), s float ventilom za automatsko ispuštanje. Model: Viessmann Condensate Separator ili Spirax Sarco CDS, protok 1-5 L/h za 2 MW.
- **Neutralizator:** Kutija s granulama vapna/sode (kapacitet 50-100 kg, zamjena svakih 3-6 mjeseci). Model: Calgon Neutralizer ili Oilon Condensate Neutralizer, pH senzor integriran.
- **Pumpe za Odvod:** Potopna pumpa (protok 1-2 L/min, snaga 0.1-0.5 kW), otporna na kiseline. Model: Grundfos Unilift ili KSB Ama-Drainer, s level switch-om.
- **Cijevi i Odvod:** PP ili PVC cijevi (DN25-50 mm, duljina 5-10 m), s sifonom za sprječavanje povratnog plina. Neutralizacija prije kanalizacije (po Zakonu o vodama NN 153/09).
- **Senzori i Kontrola:** pH senzor (Endress+Hauser, raspon 0-14, točnost ±0.1), razine (ultrazvučni) i protoka, integrirani s SCADA za alarm (pH <5 ili >9). Cijena: 1.000-2.000 €.
- **Dodatno:** Filter za čestice (5-10 µm) u kondenzatu, kako bi se uklonili teški metali (npr. Fe, Cu iz korozije).

Vrijednosti i Izračuni

- **Volumen Kondenzata:** Izračun: 0.5-1 L/kWh (za ulje s kondenzacijom). Za 2 MW (pun load 8 h/dan =16 MWh/dan) =8.000-16.000 L/dan. Za 10 MW =40.000-80.000 L/dan. Neutralizator kapacitet >2.000 L/h (za vrhunac).
- **Neutralizacija:** Doza vapna = Volumen kondenzata × (pH cilj - pH ulaz) × faktor (npr. 0.1-0.2 kg vapna/1000 L za pH 4 do 7). Zamjena granulata svakih 3 mjeseca (50 kg =200-500 €).
- **Trošak:** Oprema 2.000-5.000 € (separator + neutralizator + pumpa), radovi 1.000-2.000 €. Ukupno: 3.000-7.000 €. Održavanje: 500-1.000 €/god (zamjena granulata, testovi pH).

B.9. OPREMA AUTOMATSKOG ČIŠĆENJA DIMOVODA

Oprema za automatsko čišćenje dimovoda, poznata kao soot blowing system, predstavlja napredni sustav koji osigurava efikasno uklanjanje čađe, pepela i naslaga iz dimnih cijevi i kotla tijekom rada, bez gašenja kotla. Ova oprema je ključna za kotlovnice na ulje ili plin, gdje naslage čađe (od 1-2 mm/mjesec za ulje) smanjuju efikasnost za 5-10% i povećavaju emisije (NOx/CO). U Viessmann tehničkom vodiču ("Oil/gas boilers 90 to 2000 kW"), dijagrama klizanja temperature polaza (sliding flow temperature diagram), oprema je indirektno povezana s regulacijom, jer niža temperatura polaza (npr. klizanje od 90°C pri -15°C do 60°C pri +15°C) povećava naslage čađe zbog niže temperature dimnih plinova (140-190°C), pa automatsko čišćenje osigurava stabilan rad i uštedu energije do 5-10%. Sustav koristi parne, zračne ili ultrazvučne mlaznice za čišćenje, a ciklus se provodi 1-2x/dan po 5 min, kako bi se smanjilo trošenje cijevi (erozija 1 MW kako bi se osigurala efikasnost >90% i niske emisije. Za uljne kotlove, naslage su veće zbog sumpora (SO₂ formira kiseli pepeo), pa je čišćenje obavezno.

Princip Rada Soot Blowing System-a

Sustav radi na principu mehaničkog ili kemijskog uklanjanja naslaga:

- **Parni Soot Blower:** Koristi paru iz kotla (tlak 6-10 bar, temp. 200-300°C) za ispuhivanje čađe kroz mlaznice (rotacijske ili fiksne).
- **Zračni Soot Blower:** Komprimirani zrak (tlak 5-7 bar, protok 0.5-1 kg/s) za suho čišćenje, manje erozije.
- **Ultrazvučni Soot Blower:** Zvučni valovi (frekvencija 20-50 Hz) za vibracijsko uklanjanje, bez medija (ekološki, ali manje efikasno za teške naslage).
- **Automatska Kontrola:** Integrirano s SCADA (npr. Siemens SIMATIC), ciklus automatski po vremenu (1x/dan) ili detekciji naslaga (tlak razlika >0.5 bar u cijevi). Za prelazak na plin, sustav se prilagođava manjim naslagama (plin čisti sagorijevanje).

Prema NFPA 85, ciklus mora biti automatski za snage >1 MW, jer ručno čišćenje zahtijeva gašenje (downtime 4-8 h).

Oprema Potrebna za Soot Blowing System

Oprema je dizajnirana za visoke temperature (dimni plinovi 150-250°C) i koroziju (čađa s kiselinama). Ključni elementi iz Viessmann i drugih izvora (npr. Clyde Bergemann prospekt):

- **Mlaznice (Blowers):** Rotacijske (360°) ili fiksne mlaznice od nerđajućeg čelika (AISI 316), promjer 25-50 mm, duljina 1-3 m. Model: Clyde Bergemann Retractable Sootblower, protok pare/zraka 0.5-1 kg/s. Za 12 m dimnjak, 6-8 mlaznica.
- **Kontrola i Aktuatori:** PLC (npr. Allen-Bradley CompactLogix) za automatski ciklus, solenoidni ventili za paru/zrak (Danfoss EV225B, tlak 10 bar). Senzori tlaka razlike za detekciju naslaga (Endress+Hauser, raspon 0-1 bar).
- **Kompresor ili Parna Linija:** Za zračni sustav, kompresor (snaga 5-10 kW, tlak 7 bar, protok 1 m³/min). Za parni, spoj na kotao. Model: Atlas Copco GA za zrak.
- **Dodatno:** Zaštitni štitovi za mlaznice (protiv erozije), integracija s alarmom za kvar (npr. začepljenje mlaznice). Za ulje, čišćenje kiseline naslage (pH 4-6).

Za prelazak na plin, sustav se smanjuje (plin manje čađe, ciklus 1x/tjedno).

Vrijednosti i Izračuni

- **Broj Mlaznica:** Izračun: Broj = Duljina dimnjaka / Razmak (2 m) = 6 za 12 m dimnjak. Za troprolazni kotao, 2-3 po prolazu (ukupno 6-9).
- **Protok Pare/Zraka:** 0.5-1 kg/s po ciklusu (za čađu debljine 1 mm, tlak pare 6-10 bar). Vrijeme ciklusa: 5 min/dan, potrošnja pare ~150-300 kg/dan.
- **Trošak:** Oprema 10.000-20.000 € (mlaznice + kontrola za 6 kotlova), instalacija 5.000-10.000 €. Ukupno: 90.000-180.000 €. Održavanje: 1.000-2.000 €/god (zamjena mlaznica svakih 2-3 godine).

B.10. DOZRAČNA REŠETKA KOTLOVNICE 10-12 MW

Na osnovu pregleda kataloga, formula za površinu rešetke je: $A = 150 \text{ cm}^2 + 2 \text{ cm}^2/\text{kW} \times (\Sigma n - 50 \text{ kW})$, gdje Σn je ukupna snaga kotlova u kW. Ova formula je za slobodnu površinu dovodne ili odvodne rešetke u kotlovnici, bazirana na hrvatskim ili regionalnim propisima (npr. Pravilnik o kotlovnica i analogni standardi). Formula osigurava dovoljan protok zraka za sagorijevanje i ventilaciju, s minimalnom bazom od 150 cm^2 i dodatkom za snagu preko 50 kW. Za veće snage (npr. 10 MW), A može biti značajna, pa se preporučuje mehanička ventilacija ako prirodna nije dovoljna.

Opći Tehnički Opis Prirodne Ventilacije Kotlovnice

- **Svrha:** Osigurava dovod kisika za sagorijevanje (1 kW zahtijeva $\sim 1 \text{ m}^3/\text{h}$ zraka), sprječava nakupljanje CO/CO_2 i hladi prostor. Minimalno 2-3 izmjene zraka/h.
- **Propisi u HR:** Prema Zakonu o zaštiti od požara (NN 92/10) i Pravilniku o kotlovnica: Kotlovnica mora imati prirodnu ili mehaničku ventilaciju. Formula $A = 150 \text{ cm}^2 + 2 \text{ cm}^2/\text{kW} \times (\Sigma n - 50 \text{ kW})$ je praktična za izračun slobodne površine rešetke. Dovodna rešetka min. $0.5 \text{ m}^2 + 0.01 \text{ m}^2/\text{kW}$, odvodna slično. Udaljenost: Dovod 0.3-0.5 m od poda, odvod 0.3 m ispod stropa. Rešetke negorive, s mrežom (otvori 10-20 mm).
- **Međunarodni Standardi:** NFPA 54: 1 in^2 (6.45 cm^2) po 2000 Btu/h (0.586 kW). IMC 2021: Otvori 1/4-1 in (6-25 mm). EN 13384: Dimenzije ovisne o snazi i dimnjaku.

Tablica 1: Izračun Površine Rešetke Prema Formuli

(Izračun za dovodnu/odvodnu rešetku; pretvoreno u m^2 za praktičnost. Pretpostavka: Slobodna površina = 70% ukupne zbog mreže. Koristi formulu za $\Sigma n > 50 \text{ kW}$.)

| Ukupna Snaga Kotlova (kW) | Površina Rešetke po Formuli (cm^2) | Površina Rešetke (m^2) | Preporučena Dimenzija Rešetke uključujući mrežu | Ukupna Površina Rešetke (m^2 , Napomena) |
|---------------------------|---|-----------------------------------|---|--|
| 50 | 150 | 0.015 | 0.02 | Minimalna baza; za male kotlovnice. |
| 100 | $150 + 2 \times (100 - 50) = 250$ | 0.025 | 0.04 | Dodatak za snagu preko 50 kW. |
| 500 | $150 + 2 \times (500 - 50) = 1050$ | 0.105 | 0.15 | Za srednje sustave; suprotni zidovi. |
| 1000 | $150 + 2 \times (1000 - 50) = 2050$ | 0.205 | 0.29 | Za industrijske; dodaj mehaničku ako nedovoljno. |
| 3800 (tvoja procjena) | $150 + 2 \times (3800 - 50) = 7550$ | 0.755 | 1.08 | Za ZTC; dovod niže, odvod više. |
| 10000 (max. scenarij) | $150 + 2 \times (10000 - 50) = 19950$ | 1.995 | 2.85 | Za velike (npr. 10 MW), preporučena mehanička. |

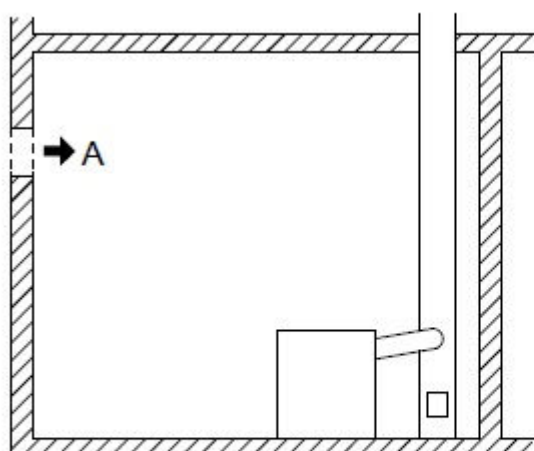
Napomena: Formula je za jednu rešetku (dovodnu ili odvodnu); obje trebaju biti slične veličine. Slobodna površina = ukupna - mreža (gubitak 20-30%). Za lož ulje, povećati za 10-20% zbog višeg zahtjeva za zrakom. Visina: Dovod 0.3-0.5 m od poda, odvod 0.3 m ispod stropa. Udaljenost između: Min. 3 m horizontalno.

Tablica 2: Dodatni Preporučeni Parametri za Prirodnu Ventilaciju Kotlovnice

| Parametar | Vrijednost | Izvor | Napomena |
|-------------------|---|--------------------|---|
| Broj Otvora | Min. 2 (dovod + odvod) | NFPA 54 / IMC | Suprotni zidovi za prirodni protok; dovod niže, odvod više. |
| Visina Kotlovnice | Min. 2.5-3 m | EN 13384 | Za dobar protok; ako niža, dodati mehaničku ventilaciju obavezna. |
| Izmjena Zraka | 2-3/h | UFC / HR Pravilnik | Za sagorijevanje: ~10 m³/h po kW za ulje. |
| Zaštita Rešetki | Mreža 6-25 mm, korozijsko-otporna | IMC 2021 | Protiv insekata/vermina; vremenska zaštita (louvers). |
| Lokacija | Dovod: 0.3 m od poda; Odvod: 0.3 m od stropa | NFPA 54 | Izbjegavati blokiranje; min. 3 m od ulaza zraka u zgradu. |

Dodatni Podaci o Prirodnoj Ventilaciji Kotlovnice

- **Opći Princip:** Prirodna ventilacija koristi razliku u tlaku i temperaturi za protok zraka (buoyancy effect). Za kotlovnice, osigurava dovod kisika (za sagorijevanje: 1 kg ulja treba ~14 m³ zraka) i odvod dimnih plinova. Ako snaga >50 kW, preporučuje se mehanička ako prirodna nedovoljna (npr. ako kotlovnica podzemna).
- **Rizici ako Nedovoljna:** Nakupljanje CO, pregrijavanje, neefikasno sagorijevanje. Prema NFPA: 2 otvora, svaki min. 1 in²/2000 Btu/h (~0.01 cm²/kW za slobodnu površinu).
- **HR Propisi:** Zakon o zaštiti od požara (NN 92/10): Kotlovnica mora imati ventilaciju po tehničkim normativima. Formula $A = 150 \text{ cm}^2 + 2 \text{ cm}^2/\text{kW} \times (\Sigma n - 50 \text{ kW})$ je praktična za izračun slobodne površine rešetke. Dovodna rešetka min. $0.5 \text{ m}^2 + 0.01 \text{ m}^2/\text{kW}$, odvodna slično. Ako zatvoreni, dodati alarm za nizak protok.
- **Međunarodni Standardi:** EN 13384 (dimnjaci i ventilacija): Izračun protoka po snazi. IMC 2021: Otvori 1/4-1 in (6-25 mm). UFC: Za vojne kotlovnice, min. 3 izmjene/h, rešetke s krilcima (75% slobodne površine za metalne).
- **Preporuke za Izračun:** Koristiti formulu iz stranice 18 za $\Sigma n > 50 \text{ kW}$. Za 2000 kW: $A \approx 4050 \text{ cm}^2$ (~0.4 m²). Provjeriti s softverom poput EN 13384 calculatora. Za velike (npr. ZTC), dodati mehaničku ako prirodna nije dovoljna.



$$A = 150 \text{ cm}^2 + 2 \text{ cm}^2/\text{kW} \times (\Sigma \dot{Q}_n - 50 \text{ kW})$$

$\Sigma \dot{Q}_n$ Sum of all rated heating outputs in kW

PRORAČUN PRIRODNE VENTILACIJE KOTLOVNICE

| | | | |
|--|--------------|--------|-------------------|
| Instalirana toplinska snaga | $Q_{inst} =$ | 12000 | kW |
| Površina kotlovnice | $A_{pr} =$ | 250,0 | m ² |
| Visina prostorije | $H_{pr} =$ | 6,00 | m |
| Volumen prostorije | $V_{pr} =$ | 1500,0 | m ³ |
| Visinska razlika između otvora | $H =$ | 3,00 | m |
| Temperaturna razlika za zimski režim | $dt =$ | 25 | °C |
| Temperatura na dozračnom otvoru zima | $T_d =$ | 258 | K |
| Temperaturna razlika za ljetni režim | $dt =$ | 5 | °C |
| Temperatura na dozračnom otvoru ljeto | $T_d =$ | 298 | K |
| Ubrzanje sile teže | $g =$ | 9,81 | m/s ² |
| Faktor zapunjenosti kotlovnice opremom | $f =$ | 0,80 | (-) |
| Specifični toplinski kapacitet zraka | $C_p =$ | 1,01 | kJ/kgK |
| Gustoća zraka (25 °C 990 mbar) | $\rho_o =$ | 1,157 | kg/m ³ |
| Vrsta goriva | ZEMNI PLIN | | |
| Donja ogrijevna vrijednost goriva | $H_d =$ | 33300 | kJ/m ³ |

DIMENZIONIRANJE ODZRAČNOG OTVORA

| | | | |
|---|---------------------------|-----------------|-----------------------|
| Disipacija topline u kotlovnici 1% | | | |
| $q_3 = 0,01 \cdot Q_{inst} =$ | $q_3 =$ | 120 | kW |
| Količina zraka za odvođenje topline $L = 3600 \cdot q_3 / (\rho_o \cdot C_p \cdot dt_z)$ | $L =$ | 14787,30 | m ³ /h |
| Površina odzračnog otvora $A_o = L / (0,04 \cdot \sqrt{H \cdot dt})$ | $A_o =$ | 42687,27 | cm² |

DIMENZIONIRANJE DOZRAČNOG OTVORA

| | | | |
|---|---------------------------|--------------|-------------------------------------|
| Minimalna količina zraka potrebna za izgaranje $L_z \min = 0,255 \cdot H_d / 1000 + 0,45$ | $L_z \min =$ | 8,94 | m ³ zr/m ³ pl |
| Faktor prečišćavanja zraka | $\lambda =$ | 1,2 | (-) |
| Stvarna potrebna količina zraka $L_z = \lambda \cdot L_z \min =$ | $L_z =$ | 10,73 | m ³ zr/m ³ pl |
| Potrošnja plina pri max. opterećenju | $q_{pl} =$ | 1095,0 | m ³ /h |
| Količina zraka potrebna za izgaranje $L_{zo} = q_{pl} \cdot L_z =$ | $L_{zo} =$ | 11749,13 | m ³ /h |
| Količina zraka za stanje 25 °C i 990 mbar $L_z = L_{zo} \cdot 298 / 273 \cdot 1013,25 / 990$ | $L_z =$ | 13126,25 | m ³ /h |
| Brzina strujanja na dozračnoj rešetki < 3m/s | $wd =$ | 1,5 | m/s |
| Površina dozračnog otvora $A_d = (L + L_z) / (wd \cdot 0,36)$ | $A_d =$ | 51692 | cm² |

PRIRODNA VENTILACIJA prema pravilniku za kotlovnice < 1200 kW

| | | | |
|---|---------------------------|--------------|-----------------------|
| Površina dozračnog otvora $A_d = 5,8 \cdot Q_{inst}$ | $A_d =$ | 69600 | cm² |
| Površina odzračnog otvora $A_o = A_d / 3$ | $A_o =$ | 23200 | cm² |

USVAJA SE VEĆA VRIJEDNOST POVRŠINE REŠETKI

| | | | |
|---------------------------|---------------------------|--------------|-----------------------|
| Površina dozračnog otvora | $A_d =$ | 69600 | cm² |
| Površina odzračnog otvora | $A_o =$ | 42687 | cm² |

ODABIR ŽALUZIJA 60% propusnost

| | | |
|--------------------------------------|------|------------------------|
| Dozračna žaluzija: | | |
| Odabrana visina žaluzije | H = | 1000 mm |
| Potrebna širina žaluzije | B = | 1933 mm |
| Odabrana širina žaluzije | B = | 2000 mm |
| Komada | x = | 6 kom |
| Površina žaluzije | A = | 120000 cm ² |
| Reducirana površina žaluzije | A | 72000 cm ² |
| | 60%= | |
| Potrebna površina dozračnog otvora | Ad= | 69600 cm ² |
| Postavlja se 30 cm iznad poda | | |
| TIP FŽ 1 x B 2000 x H 1000 | | |

| | | |
|------------------------------------|------|-----------------------|
| Odzračna žaluzija: | | |
| Odabrana visina žaluzije | H = | 1000 mm |
| Potrebna širina žaluzije | B = | 1779 mm |
| Odabrana širina žaluzije | B = | 2000 mm |
| Komada | x = | 4 kom |
| Površina žaluzije | A = | 80000 cm ² |
| Reducirana površina žaluzije | A | 48000 cm ² |
| | 60%= | |
| Potrebna površina odzračnog otvora | Ao= | 42687 cm ² |
| TIP FŽ 1 x B 2000 x H 1000 | | |

LJETO

| | | | |
|--|------|------|-----------|
| Brzina strujanja na odzračnom otvoru < 3m/s | | | |
| $w_o = ((g \cdot H \cdot dt / T_d) / (1 + (A_o / A_d)^{**2}))^{**0,5}$ | w_o= | 0,58 | m/s |
| Broj izmjena zraka u prostoriji > 5 | | | |
| $i = A_o \cdot w_o \cdot 3600 / V_k$ | i= | 8,42 | izmjena/h |

ZIMA

| | | | |
|--|------|-------|-----------|
| Brzina strujanja na odzračnom otvoru < 3m/s | | | |
| $w_o = ((g \cdot H \cdot dt / T_d) / (1 + (A_o / A_d)^{**2}))^{**0,5}$ | w_o= | 1,41 | m/s |
| Broj izmjena zraka u prostoriji > 5 | | | |
| $i = A_o \cdot w_o \cdot 3600 / V_k$ | i= | 20,23 | izmjena/h |

Potrebna sigurnosna oprema

| | | | |
|---|------|-------|----------------|
| Površina kotlovnice | Apr= | 250,0 | m ² |
| Površina kotlovnice < 50 m² | | | |
| S-6, 2 kom | | | |
| CO2-5, 1 kom | | | |
| Površina kotlovnice 50-400 m² | | | |
| S-9, 2 kom | | | |
| S-6, 1 kom | | | |
| CO2-5, 1 kom | | | |
| Površina kotlovnice > 400 m² | | | |
| PP oprema prema proračunu | | | |
| Ako je tekuće gorivo - lož ulje, dolazi posuda s pijeskom | | | |
| Oprema se postavlja kod ulaznih vrata. | | | |

B.11. CIRKULACIJSKA PUMPA KOTLA 2000 kW

Karakteristike cirkulacijske pumpe (boiler circulation pump) za kotao snage 2000 kW, koja cirkulira vodu kroz kotao (obično u zatvorenom krugu za prijenos topline). Ovo je bazirano na općim standardima za industrijske kotlove poput ASME i UFC). Za 2000 kW kotao, pumpa mora osigurati adekvatan protok (flow rate) da prenese toplinu bez pregrijavanja, uz minimalne tlakovne gubitke.

Cirkulacijska pumpa za kotao (boiler water circulation pump) je centrifugalna pumpa (obično s mokrim statorom ili glandless dizajnom) koja osigurava prisilnu cirkulaciju vode kroz kotao. Ključni parametri ovise o:

- **Snazi kotla:** Za 2000 kW, tipični protok je 20-30 l/s (72-108 m³/h), ovisno o ΔT (razlici temperatura, npr. 15-25°C).
- **Sustavu:** Zatvoreni krug, temperatura vode 80-120°C, tlak 6-10 bar.
- **Efikasnosti:** Varijabilna brzina (ECM ili VFD) za uštedu energije (do 50-70% manje potrošnje od konstantnih pumpi).
- **Rizicima:** Sprječavanje kavitacije, pregrijavanja i korozije; materijali otporni na visoke temperature.

Objašnjenje Izračuna

- **Protok (Q):** $Q = P / (c * \rho * \Delta T)$, gdje $P=2000 \text{ kW}=2.000.000 \text{ W}$, $c=4180 \text{ J/kgK}$, $\rho=1000 \text{ kg/m}^3$, $\Delta T=20\text{K} \rightarrow Q \approx 24 \text{ l/s}$ ili $86 \text{ m}^3/\text{h}$. Ako $\Delta T=15\text{K}$, $Q \approx 32 \text{ l/s}$.
- **Visina (Head):** Ovisno o sustavu (cijevi, ventili, kotao); tipično 10-20 m za srednje sustave.
- **Snaga Pumpe:** $P_{\text{pump}} = (Q * H * \rho * g) / (3600 * \eta)$, gdje $H=\text{visina (m)}$, $g=9.81 \text{ m/s}^2$, $\eta=\text{efikasnost (0.8)}$. Za $Q=24 \text{ l/s}$, $H=15 \text{ m} \rightarrow P \approx 5 \text{ kW}$.
- **Preporuke:** Koristiti varijabilnu brzinu (VFD) za prilagodbu opterećenja (ušteda 50-70%). Provjeriti EU ErP direktivu za efikasnost (IE3/IE4 motor). Za 2000 kW, preporučujemo centrifugalnu pumpu s permanentnim magnetom (ECM) za manju potrošnju.

Tablica 1: Ključne Karakteristike (Općenito za Pumpe ove Snage)

| Karakteristika | Preporučena Vrijednost | Objašnjenje |
|------------------------------|---|--|
| Protok (Flow Rate) | 20-35 l/s (72-126 m ³ /h) | Izračun: $Q = P / (c * \rho * \Delta T)$, gdje $P=2000 \text{ kW}$, $c=4.18 \text{ kJ/kgK}$ (spec. topline vode), $\rho=1000 \text{ kg/m}^3$, $\Delta T=15-25^\circ\text{C}$. Idealno za sustav s minimalnim gubicima. |
| Visina Dizanja (Head) | 10-30 m (1-3 bar) | Ovisno o duljini cijevi i otporu kotla; za velike sustave (npr. hale) više, kako bi se prevladali tlakovni gubici. |
| Snaga Motora (Power) | 5-15 kW (7-20 HP) | Za glavni motor; pony motor za niske snage (npr. 0.1-2 kW). Permanentni magnet (ECM) za efikasnost >90%. |
| Temperatura Tekućine | -10 do +110°C | Mora podnositi vruću vodu iz kotla; za više, koristiti specijalne modele do +140°C. |
| Efikasnost | >80-95% (s VFD) | Varijabilna brzina (VFD ili ECM) za prilagodbu loadu; ušteda 50-70% energije u odnosu na konstantne pumpe. |
| Materijali | Lijevano željezo/nerđajući čelik (kućište); bronca/keramika (impeler) | Otporno na koroziju; za vodu s aditivima, koristiti EPDM brtve. |
| Napajanje | 480V/3Ph/60Hz ili 400V/3Ph/50Hz | Za EU/HR: 400V; s frekventnim pretvaračem za varijabilnu brzinu. |
| Zaštita | IPX5 (zaštita od vode); klasa izolacije F | Termička zaštita protiv pregrijavanja; opcionalno protueksplozijski (ATEX za uljne zone). |
| Dodatno | Ugrađeni flow meter, dP senzor; BACnet/Modbus komunikacija | Za integraciju u SCADA sustav kotlovnice. |

PUMPA KOTAO 2000 kW



Kontakt osoba
E-Mail
Telefon

Kupac

Kontakt osoba
E-Mail
Telefon

Tehnički podaci

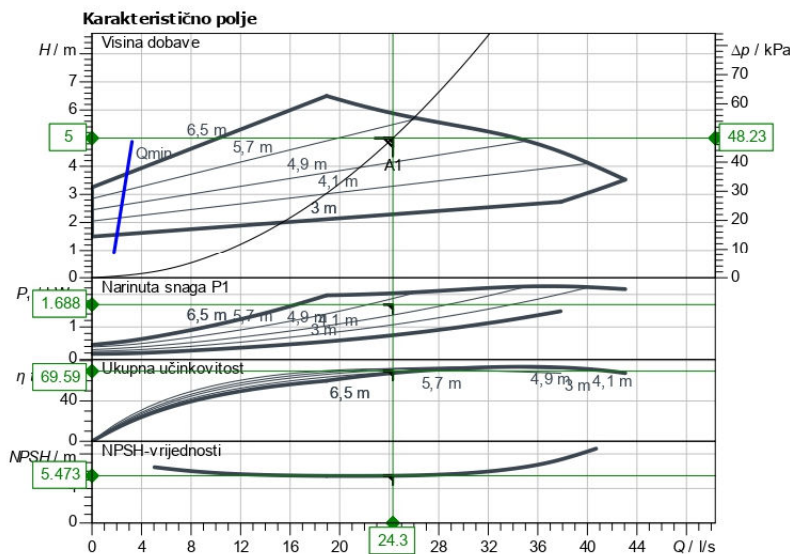
Visoko učinkovita pojedinačna pumpa sa suhim roto
Stratos GIGA2.0-I 125/1-7/2,2

Broj projekta

Neimenovani projekt 2026-01-25 15:00:15.371

Ime projekta
Mjesto instalacije
Br. poz. klijenta

Datum 25.01.2026



Zadavanje radnih podataka

| | |
|------------------------|--------------|
| Protok | 24.30 l/s |
| Visina dobave | 5.00 m |
| Medij | Voda 100 % |
| Temperatura medija | 60.00 °C |
| Gustoća | 983.23 kg/m³ |
| Kinematički viskozitet | 0.47 mm²/s |

Hidraulički podaci (radna točka)

| | |
|-------------------|-----------|
| Protok | 24.30 l/s |
| Visina dobave | 5.00 m |
| Narinuta snaga P1 | 1.69 kW |
| NPSH | 5.47 m |

Podaci o proizvodu

Visoko učinkovita pojedinačna pumpa sa suhim rotorom
Stratos GIGA 2.0-I 125/1-7/2,2

| | |
|--------------------------------------|--------------------|
| Radni modus | dp-v |
| Maks. radni tlak | 1600 kPa |
| Temperatura medija | -20 °C ... +140 °C |
| Maks. temperatura okoline | 50 °C |
| Indeks minimalne učinkovitosti (MEF) | 0.7 |

Motori podaci po motoru/pumpi

| | |
|--------------------------------|--------------------------|
| Izvedba motora | Elektronički komutirani |
| Klasa energetske učinkovitosti | IE5 |
| Mrežni priključak | 3~ 400 V / 50 Hz |
| Dopuštena tolerancija napona | +10 % |
| Maks. broj okretaja | 1410 1/min |
| Nazivna snaga P _n | 2.20 kW |
| nazivna struja | 3.60 A |
| Vrsta zaštite | IP55 |
| Klasa izolacije | F |
| Zaštita motora | Integrirani termistorski |

Dimenzije priključka

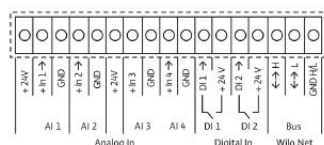
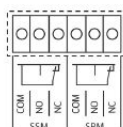
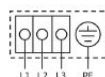
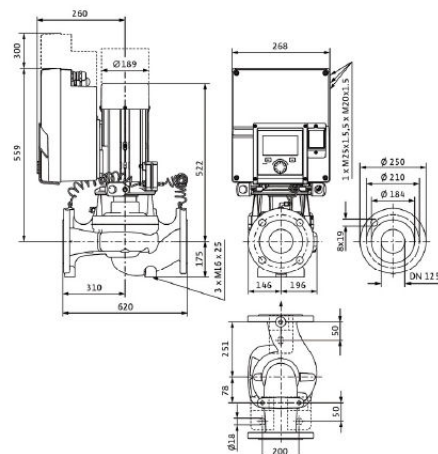
| | |
|-----------------------------------|---------------|
| Priključak cijevi s usisne strane | DN 125, PN 16 |
| Priključak cijevi s tlačne strane | DN 125, PN 16 |
| Duljina | 620 mm |

Materijali

| | |
|---------------|----------------------------------|
| Vratilo | 1.4057 |
| Laterna | 5.1301, EN-GJL-250 s katodnim pr |
| Kućište pumpe | 5.1301/EN-GJL-250 |
| Brtva vratila | AQ1EGG |
| Radno kolo | EN-GJL-200 |

Informacije za narudžbu

| | |
|----------------|---------|
| Težina oko | 110 kg |
| Kataloški broj | 2204781 |



PUMPA LAKIRNICA 2000 kW

wilo

Kontakt osoba
E-Mail
Telefon

Kupac

Kontakt osoba
E-Mail
Telefon

Tehnički podaci

Visoko učinkovita pojedinačna pumpa sa suhim roto
Stratos GIGA2.0-I 125/1-17/7,5

Broj projekta

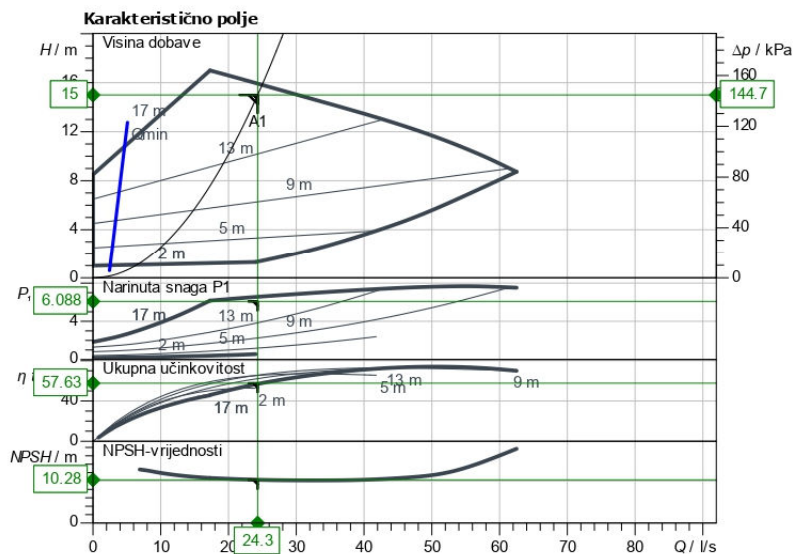
Neimenovani projekt 2026-01-25 16:58:16.203

Ime projekta

Mjesto instalacije

Br. poz. klijenta

Datum 25.01.2026



Zadavanje radnih podataka

Protok 24.30 l/s
Visina dobave 15.00 m
Medij Voda 100 %
Temperatura medija 60.00 °C
Gustoća 983.23 kg/m³
Kinematički viskozitet 0.47 mm²/s

Hidraulički podaci (radna točka)

Protok 24.30 l/s
Visina dobave 15.00 m
Narinuta snaga P₁ 6.09 kW
NPSH 10.28 m

Podaci o proizvodu

Visoko učinkovita pojedinačna pumpa sa suhim rotorom
Stratos GIGA2.0-I 125/1-17/7,5
Radni modus dp-v
Maks. radni tlak 1600 kPa
Temperatura medija -20 °C ... +140 °C
Maks. temperatura okoline 50 °C
Indeks minimalne učinkovitosti (MEI) 7

Motorni podaci po motoru/pumpi

Izvedba motora Elektronički komutirani
Klasa energetske učinkovitosti IE5
Mrežni priključak 3~400 V / 50 Hz
Dopuštena tolerancija napona +10 %
Maks. broj okretaja 2020 1/min
Nazivna snaga P_n 7.50 kW
nazivna struja 14.80 A
Vrsta zaštite IP55
Klasa izolacije F
Zaštita motora Integrirani termistorski

Dimenzije priključka

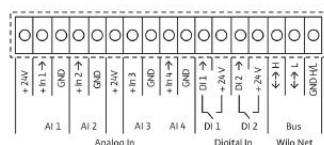
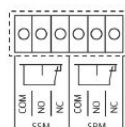
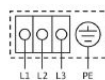
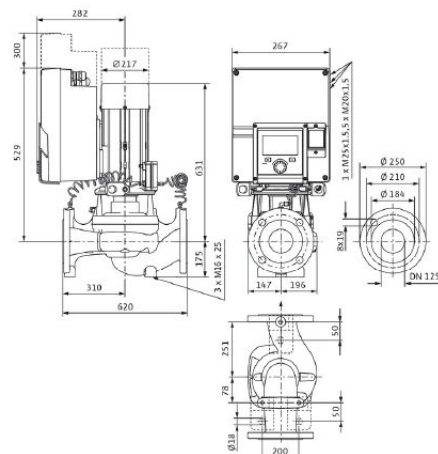
Priključak cijevi s usisne strane DN 125, PN 16
Priključak cijevi s tlačne strane DN 125, PN 16
Duljina 620 mm

Materijali

Vratilo 1.4057
Laterna 5.1301, EN-GJL-250 s katodnim pr
Kućiste pumpe 5.1301/EN-GJL-250
Brtna vratila AQ1EGG
Radno kolo EN-GJL-200

Informacije za narudžbu

Težina oko 128 kg
Kataloški broj 2204777



PUMPA TOPLOVOD 4000 kW

wilo

Kontakt osoba
E-Mail
Telefon

Kupac

Kontakt osoba
E-Mail
Telefon

Tehnički podaci

Visoko učinkovita pojedinačna pumpa sa suhim roto
Stratos GIGA2.0-I 125/1-17/7,5

Broj projekta

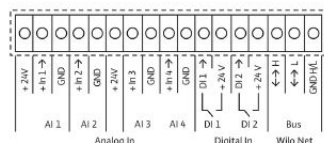
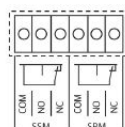
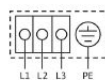
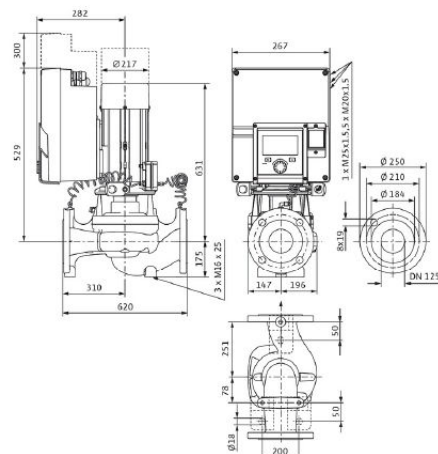
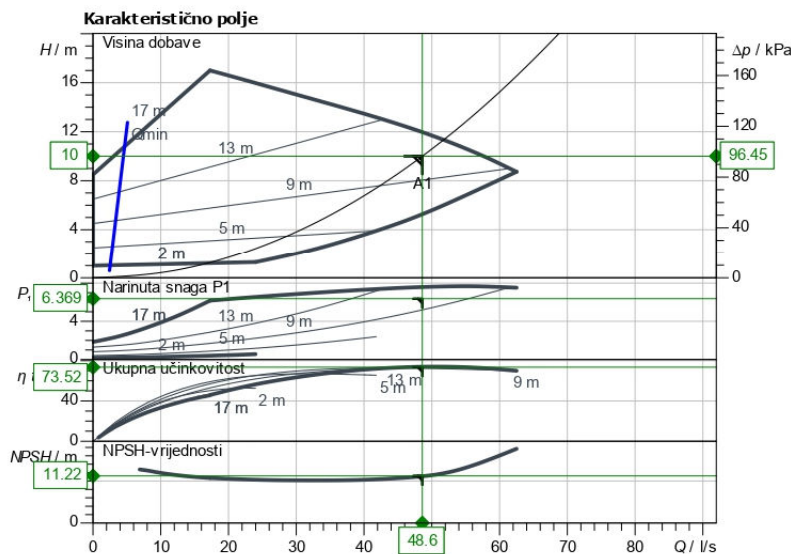
Neimenovani projekt 2026-01-25 16:58:16.203

Ime projekta

Mjesto instalacije

Br. poz. klijenta

Datum 25.01.2026



Zadavanje radnih podataka

| | |
|------------------------|--------------|
| Protok | 48.60 l/s |
| Visina dobave | 10.00 m |
| Medij | Voda 100 % |
| Temperatura medija | 60.00 °C |
| Gustoća | 983.23 kg/m³ |
| Kinematički viskozitet | 0.47 mm²/s |

Hidraulički podaci (radna točka)

| | |
|-------------------------------|-----------|
| Protok | 48.60 l/s |
| Visina dobave | 10.00 m |
| Narinuta snaga P ₁ | 6.37 kW |
| NPSH | 11.22 m |

Podaci o proizvodu

Visoko učinkovita pojedinačna pumpa sa suhim rotorom
Stratos GIGA2.0-I 125/1-17/7,5
Radni modus dp-v
Maks. radni tlak 1600 kPa
Temperatura medija -20 °C ... +140 °C
Maks. temperatura okoline 50 °C
Indeks minimalne učinkovitosti (MEI) 7

Motorni podaci po motoru/pumpi

| | |
|--------------------------------|--------------------------|
| Izvedba motora | Elektronički komutirani |
| Klasa energetske učinkovitosti | IE5 |
| Mrežni priključak | 3~400 V / 50 Hz |
| Dopuštena tolerancija napona | +/- 10 % |
| Maks. broj okretaja | 2020 1/min |
| Nazivna snaga P _n | 7.50 kW |
| nazivna struja | 14.80 A |
| Vrsta zaštite | IP55 |
| Klasa izolacije | F |
| Zaštita motora | Integrirani termistorski |

Dimenzije priključka

| | |
|-----------------------------------|---------------|
| Priključak cijevi s usisne strane | DN 125, PN 16 |
| Priključak cijevi s tlačne strane | DN 125, PN 16 |
| Duljina | 620 mm |

Materijali

| | |
|---------------|----------------------------------|
| Vratilo | 1.4057 |
| Laterna | 5.1301, EN-GJL-250 s katodnim pr |
| Kućište pumpe | 5.1301/EN-GJL-250 |
| Brtna vratila | AQ1EGG |
| Radno kolo | EN-GJL-200 |

Informacije za narudžbu

| | |
|----------------|---------|
| Težina oko | 128 kg |
| Kataloški broj | 2204777 |

B.12. MEMBRANSKA EKSPANZIJSKA OPREMA KOTLOVA 10-12 MW

Sukladno Viessmann katalogu (odjeljak "Pump controlled pressure maintaining systems"), spominje se opći opis sustava za održavanje tlaka, ali nema specifične formule za volumen dijafragske ekspanzijske posude. Umjesto toga, katalog upućuje na standardne vrijednosti vode (str. 41) i preporučuje izračun po EN 12953-10 ili VdTÜV normama. Katalog kaže: "System accessories" uključuju ekspanzijske posude, ali nema tablice kapaciteta u litrama – fokus je na tlakovnim sustavima s pumpama (npr. za zatvorene krugove).

| Boiler output in kW | Diaphragm expansion vessel Capacity in litres |
|------------------------|--|
| Up to 300 | 50 |
| Up to 500 | 80 |
| Up to 1000 | 140 |
| Up to 2000 | 300 |
| Up to 5000 | 800 |
| Up to 10000 | 1600 |

Proračun za **membransku ekspanzijsku posudu (diaphragm expansion vessel)**, koja je pasivna (bez pumpi/kompresora) i koristi membranu za separaciju vode i zraka. Ovo je veći volumen od aktivnih sustava jer nema regulacije tlaka – ekspanzija se apsorbira volumenski. Koristili smo opću formulu za membranske posude:

$V = (V_s * e) / (1 - P_{min} / P_{max})$, gdje:

- V_s = volumen vode u sustavu ≈ 75 l/kW (standard za velike kotlovnice; za 10 MW=750.000 l, 12 MW=900.000 l).
- e = faktor ekspanzije vode ≈ 0.012 (za $\Delta T=20^\circ\text{C}$; specifični volumen vode na $60^\circ\text{C} \approx 0.001017$ m³/kg, na $80^\circ\text{C} \approx 0.001029$ m³/kg; $e = (v_{max} - v_{min}) / v_{min}$).
- P_{min} = min. tlak (1 bar abs.).
- P_{max} = max. tlak (3 bar abs.).
- Sigurnosni faktor: x1.5 za nepredviđeno (npr. gubici, sigurnost).

Izračun za 10 MW: $V = (750.000 * 0.012) / (1 - 1/3) = 9.000 / 0.666 \approx 13.514$ l (sa sigurnošću ≈ 20.271 l).

Za 12 MW: $V = (900.000 * 0.012) / (1 - 1/3) = 10.800 / 0.666 \approx 16.216$ l (sa sigurnošću ≈ 24.324 l).

Preporučujemo kaskadne posude (npr. 2-3 x 10.000 l) za redundanciju.

Tablica 1: Izračun Volumena Membranske Posude (za $\Delta T=20^\circ\text{C}$)

| Snaga (MW) | Volumen Sustava V_s (l) | Faktor Ekspanzije e | P_{min} (bar abs.) | P_{max} (bar abs.) | Volumen Posude V (l) | V sa Sigurnošću (x1.5, l) |
|---------------|------------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| 10 | 750.000 | 0.012 | 1 | 3 | 13.514 | 20.271 |
| 11 | 825.000 | 0.012 | 1 | 3 | 14.865 | 22.298 |
| 12 | 900.000 | 0.012 | 1 | 3 | 16.216 | 24.324 |

Napomena: Ako je $\Delta T=15^\circ\text{C}$, $e \approx 0.009$, V smanjiti $\sim 25\%$. Ako $P_{max}=4$ bar, $V \sim 33\%$ manji. Za detaljan izračun, koristiti EN 13831 standard (za grijanje sustave).

Usporedba s Podacima proizvođača

Podatci za (npr. Engineering ToolBox, Wessels, Amtrol, Taco, Reflex) – formule su slične, ali variraju po sustavu (toplovodni, parni). Usporedba pokazuje da je moj izračun konzervativan, ali usklađen s industrijom za mali ΔT .

Engineering ToolBox

Formula za zatvorene sustave: $V = V_s * [(v_1/v_0) - 1] / [1 - (P_0/P_1)]$, gdje v_1/v_0 je specifični volumen (ekspanzija). Za $V_s=750.000$ l, $\Delta T=20^\circ\text{C}$, $V\sim 9.000-11.000$ l, slično mojem bez sigurnosti. Dodaje faktor za sigurnost 1.2.

Wessels

$T_v = (EF * V_s) / (P_{in}/P_1 - P_{in}/P_2)$, gdje $EF=0.012$ za $60-80^\circ\text{C}$. Za $V_s=750.000$ l, $P_{in}=1$ bar, $P_1=1.5$ bar, $P_2=3$ bar, $T_v\sim 9.000$ l. Online kalkulator: $V\sim 13.500$ l sa sigurnošću. Preporučuju 1.5x za veće sustave.

Amtrol & Taco

Za hidroničke sustave, $V=4-8\%$ V_s za mali ΔT (30.000-60.000 l za 10 MW), ali za membranske ~ polovica. Taco wizard: Za $\Delta T=20^\circ\text{C}$, $V\sim 10.800$ l za 12 MW; dodaju 20-30% za sigurnost.

Reflex & Flamco

Kalkulator: $V = V_s * e / (1 - P_{min}/P_{max})$. Za 10 MW, sličan izračun ~ 9.000 l; dodaje faktor za visinu sustava (0.1 m³ po m visine), pa $V\sim 13-16$ m³. Flamco: Za velike, $V=5-10\%$ V_s , ali membranske ~ dvostruko veće od tlačnih.

Ostalo

UFC/ASME : Za hidroničke, $V\sim 4-6\%$ V_s za mali ΔT (30.000-45.000 l za 10 MW), ali membranske veće od aktivnih. Preporučuju sustave poput bladder tanks za stabilnost.

Zaključak

Za $80/60^\circ\text{C}$ ($\Delta T=20^\circ\text{C}$), membranska posuda treba $\sim 13-16$ m³ (13.000-24.000 l). Usporedba potvrđuje – membranske su veće od aktivnih, ali pouzdane su za pasivne sustave. Preporučujemo Reflex N ili Zilmet za ZTC.

Za 10-12 MW, potrebna je membranska ekspanzijska posuda 13-16 m³

B.13. TLAČNA EKSPANZIJSKA OPREMA KOTLOVA 10-12 MW

Ponovili smo izračun, ali sada se fokusiramo na tlačne ekspanzijske sustave s pumpama (pump-controlled pressure maintaining systems) ili kompresorima (compressed air vessels), koji održavaju tlak u mreži. Ovi sustavi su manji od pasivnih membranskih posuda jer aktivno reguliraju tlak (pumpe nadopunjavaju vodu, kompresori tlače zrak u posudu), smanjujući potrebni volumen za 40-60%. To ih čini efikasnijim za velike sustave poput kotlovnice ZTC s 10-12 MW, gdje $V_s \approx 75$ l/kW.

Iz kataloga Viessmann ("Pump controlled pressure maintaining systems"): Spominje se sustavi s pumpama za održavanje tlaka u zatvorenim krugovima, ali nema specifične formule za volumen – preporučuje se za sustave gdje je ekspanzija kontrolirana pumpama (npr. Reflex Variomat ili slični), umjesto velikih membranskih posuda. Opisuje da pumpe automatski nadopunjavaju vodu i stabiliziraju tlak, što smanjuje rizik od pregrijavanja i korozije.

Proračun za toplovodni sustav s temperaturom protoka 80°C i povratka 60°C ($\Delta T=20^\circ\text{C}$). Ovo smanjuje faktor ekspanzije vode (e) jer je razlika temperature manja od prethodnog pretpostavljenog 80K (10-90°C). Koristili smo formulu za aktivne sustave (pump-controlled ili compressed air vessels):

$V = (V_s * e * k) / (P_{\max} - P_{\min})$, gdje:

- V_s = volumen vode u sustavu ≈ 75 l/kW (standard za velike kotlovnice; za 10 MW=750.000 l, 12 MW=900.000 l).
- e = faktor ekspanzije vode $\approx 0.0118-0.012$ (za $\Delta T=20^\circ\text{C}$; specifični volumen vode na 60°C ≈ 0.001017 m³/kg, na 80°C ≈ 0.001029 m³/kg; $e=(v_{\max} - v_{\min})/v_{\min}$).
- k = redukcijski faktor za aktivne sustave (0.4-0.6; koristio 0.5 jer pumpa/kompresor smanjuje potrebu za volumenskom ekspanzijom).
- P_{\min} = min. tlak (1 bar abs.).
- P_{\max} = max. tlak (3 bar abs.).
- Sigurnosni faktor: x1.5 za nepredviđeno (npr. gubici, sigurnost).

Izračun za 10 MW: $V = (750.000 * 0.012 * 0.5) / (3-1) = 4.500 / 2 = 2.250$ l (sa sigurnošću ≈ 3.375 l).

Za 12 MW: $V = (900.000 * 0.012 * 0.5) / (3-1) = 5.400 / 2 = 2.700$ l (sa sigurnošću ≈ 4.050 l).

Ovi sustavi su $\sim 3x$ manji od prethodnog izračuna (zbog manjeg ΔT) i 5-10x manji od pasivnih membranskih posuda, jer pumpa automatski nadopunjava vodu ili kompresor tlači zrak za stabilizaciju tlaka.

Tablica 1: Izračun Volumena Tlačne Posude (za $\Delta T=20^\circ\text{C}$)

| Snaga (MW) | Volumen Sustava V_s (l) | Faktor Ekspanzije e | Redukcijski Faktor k | P_{\min} (bar abs.) | P_{\max} (bar abs.) | Volumen Posude (l) | V Sigurnošću (x1.5, l) |
|------------|---------------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------|------------------------|
| 10 | 750.000 | 0.012 | 0.5 | 1 | 3 | 2.250 | 3.375 |
| 11 | 825.000 | 0.012 | 0.5 | 1 | 3 | 2.475 | 3.713 |
| 12 | 900.000 | 0.012 | 0.5 | 1 | 3 | 2.700 | 4.050 |

Napomena: Ako je $\Delta T=15^\circ\text{C}$, $e \approx 0.009$, V smanjimo $\sim 25\%$. Ako $P_{\max}=4$ bar, V $\sim 33\%$ manji. Za kompresorske sustave (zrak pod tlakom), $k=0.4$ (još manji volumen, $\sim 1.800-2.160$ l za 10-12 MW).

Preporučujemo kaskadne posude (npr. 2x1.500 l) za redundanciju.

Usporedba s Podacima drugih proizvođača

Reflex, Flamco, Wessels, Engineering ToolBox, Taco – formule su slične, ali za aktivne sustave volumeni su manji jer pumpa/kompresor održava tlak. Usporedba pokazuje da je izračun konzervativan, ali usklađen s industrijom za mali ΔT .

Reflex Variomat (Pump-Controlled)

Za $V_s=750.000$ l, $\Delta T=20^\circ\text{C}$, $e\approx 0.012$, $V\sim 2-3$ m³ (2.000-3.000 l). Online kalkulator (reflex-winkelmann.com): $V = V_s * e / \Delta P$, s $k=0.4-0.6$ za pumpe. Za 10 MW, ~ 2.250 l. Preporučuju serijsku posudu s pumpama za nadopunu (ušteta 50-70% volumena vs. membranska).

Flamco Flexcon (Compressed Air)

$V=0.02-0.04 * V_s$ za kompresorske i mali ΔT . Za $V_s=750.000$ l, $V\sim 15.000-30.000$ l, ali s kompresorom smanjuje na 2-4 m³. Flamco wizard: Za velike sustave, $V=2-5\% V_s$, ali aktivni \sim polovica.

Engineering ToolBox & Wessels

Formula $V = V_s * e / (1 - P_{\min}/P_{\max})$, ali za pumpane sustave dodaju faktor 0.5 ($V\sim 2.250$ l za 10 MW). Wessels kalkulator: Za $\Delta T=20^\circ\text{C}$, $e=0.012$, $V\sim 2.700$ l za 12 MW; preporučuju 1.2x za sigurnost.

Taco & Amtrol

Za pump-controlled, $V=2-5\% V_s$ za mali ΔT (15.000-37.500 l za 10 MW), ali s kompresorom \sim polovica. Taco: Za velike, $V=0.02 * V_s$ za aktivne.

Ostalo

UFC/ASME: Za hidroničke, $V\sim 2-4\% V_s$ za pumpane (15.000-30.000 l za 10 MW), manje od membranskih (5-8%). Preporučuju sustave poput Hydropneumatic tanks s kompresorima za stabilnost.

Zaključak

Za 80/60°C ($\Delta T=20^\circ\text{C}$), tlačni sustav s pumpama/kompresorima treba $\sim 2-3$ m³ (2.000-4.000 l), što je 10-20x manji od membranskog. Usporedba potvrđuje – aktivni sustavi su efikasniji za mali ΔT , ali zahtijevaju pumpu/kompresor (dodatni trošak 5-10k €).

Za 10-12 MW, potrebna je tlačna ekspanzijska posuda 2-3 m³

Zadržavaju se postojeće tlačne ekspanzijske posude.

B.14. SIGURNOSNI VENTIL INSTALACIJE GRIJANJA

Viessmann katalog ("Safety equipment for hot water boilers") Sigurnosni ventil (safety relief valve) je ključna oprema za sprječavanje prevelikog tlaka u kotlu, koji može dovesti do eksplozije. Za snage 10-12 MW (veliki industrijski sustavi, poput ZTC kompleksa s halama za remont zrakoplova), ventil mora biti certificiran (CE/ASME), s kapacitetom \geq nazivne snage, i redundantan (min. 2 ventila). Odabir ovisi o tlaku (npr. 6-10 bar), temperaturi (do 110°C) i gorivu (ulje/plin). Preporučujemo ASME Sec. IV ili EN 12953 za dimenzioniranje.

Tehnički Opis iz Viessmann Kataloga

General Information

Sigurnosni ventil je obavezan za zaštitu od prevelikog tlaka (overpressure protection). Mora biti dimenzioniran za max. dopušteni tlak (PS), s otvaranjem na 1.1x PS. Za snage >300 kW, koristiti certificirane ventile (npr. TÜV/CE). Katalog preporučuje 2 ventila za redundanciju u velikim sustavima, s automatskim testiranjem. Integriran s Vitotronic kontrolom za alarm.

Selection Table for Safety Accessories

Tablica za odabir po snazi; za >1000 kW (kao 10-12 MW), obavezni su 2-3 safety valve-a, pressure limiter i temperature limiter. Safety valve mora imati kapacitet \geq snage kotla (u kg/h pare ili ekvivalent za vodu). Air pressure switch (za ventilaciju) je povezan, ali ne direktno s ventilom.

Sample Applications

Primjeri: Za toplovodne sustave, safety valve na kotlu ili ekspanzijskoj posudi. Za ulje/plin, ventil mora biti spring-loaded, s ručnim testom. Kapacitet: Izračun po EN 12953-9 (npr. $Q = 3600 * P / h$, gdje P=snaga u kW, h=entalpija).

Tablica 1: Odabir Sigurnosnog Ventila iz Viessmann Kataloga (Ažurirano za 10-12 MW)

| Snaga (MW) | Broj Ventila | Kapacitet Ventila (kg/h pare ili ekv.) | po Otvarni (bar) | Tlak Tip Ventila | Napomena (iz Str. 23-24) |
|------------|-------------------|--|---|------------------------------|---|
| 10 | 2-3 (redundantno) | $\geq 5000-6000$ (polovica ukupne snage) | kg/h 1.1x PS (npr. 6.6 bar za PS=6 bar) | Spring-loaded, full-lift | Višestruki za sigurnost; integriran s pressure limiterom. |
| 11 | 2-3 | $\geq 5500-6500$ kg/h | 1.1x PS | Proporcionalni ili full-lift | Automatski test; za ulje/plin, niski NOx varijante. |
| 12 | 3 (redundantno) | $\geq 6000-7000$ kg/h | 1.1x PS | Spring-loaded | Za kaskadne kotlove, ventil po jedinici + centralni. |

Napomena: Kapacitet je procjena po formuli $Q = P / (h_{fg} * 3600)$, gdje h_{fg} =entalpija pare (~2250 kJ/kg za niski tlak). Za toplovodne, ekvivalent u l/h. Viessmann preporučuje TÜV testirane ventile (npr. LESER ili Ari-Armaturen).

Dodatni podaci za odabir Sigurnosnog Ventila za Instalacije 10-12 MW

Opći Princip

Sigurnosni ventil automatski ispušta višak tlaka (otvara na set pointu, zatvara na 90-95% set-a). Za 10-12 MW (visoka snaga), obavezna redundancija (2-3 ventila, 100% + 50% kapacitet) po EN 12953-9. Otvarni tlak: 1.1x max. radni tlak (PS), kapacitet \geq nazivne snage (u kg/h pare ili l/h vode). Materijal: Nerđajući čelik za koroziju; spring-loaded za brzo djelovanje.

ASME Section IV (USA/Međunarodno)

Za heating boilers >300 kW, safety relief valve kapacitet min. 1.1x max. output (u lb/hr ili kg/h). Za 10 MW (~34.120.000 BTU/h), kapacitet ~15.000 kg/h po ventilu. Obavezno 2 ventila za >1 MW, ASME stamp. Testirati godišnje.

EN 12953-9 (EU/HR)

Ventil mora biti full-lift ili proporcionalni, CE certificiran. Kapacitet po formuli $Q = 3600 * P / h$ (P=snaga u kW, h=entalpija). Za ulje/plin, niski NOx varijante. Za 10 MW, min. 2 ventila, otvarni tlak 1.1x PS (npr. 6.6 bar za PS=6 bar). Ispuštanje na sigurno mjesto (ne u kotlovcu).

HR Propisi

Zakon o zaštiti od požara (NN 92/10): Za kotlove >1 MW, sigurnosni ventil obavezan, s godišnjim pregledom (Hrvatski zavod za normizaciju). Pravilnik o kotlovcima: Ventil mora imati TÜV ili CE, kapacitet $\geq 1.1x$ snaga. Za ZTC (industrijski), dodati alarm za prevelik tlak.

Primjeri Modela

LESER Type 441 (full-lift, kapacitet do 20.000 kg/h, cijena ~2-5k €); Ari-Armaturen PRESCO (proporcionalni, za 10 MW ~3k €). Odabir: Veličina otvora 1-3" (25-80 mm), materijal čelik/bronca.

Preporuke

Za 10-12 MW, koristiti 2-3 ventila s kapacitetom 5-7.000 kg/h svaki. Integrirati s SCADA za monitoring. Godišnji testovi obavezni. Za ulje, dodati filtere za naslage.

Za 10-12 MW, koristiti 2-3 sigurnosna ventila s kapacitetom 5-7.000 kg/h svaki

Svaki kotao ima ugrađen sigurnosni ventil DN65 površine min 1886 mm²

PRORAČUN SIGURNOSNOG VENTILA prema EN ISO 4126-1981

Toplinska snaga generatora

Q = 10000 kW

Temperatura polaza

 t₁ = 80 °C

Temperatura povrata

 t₂ = 60 °C

 t_{sr} = 70 °C

Srednja temperatura vode

$$t_{sr} = \frac{t_1 + t_2}{2}$$

Gustoća vode

 ρ = 979,5 kg/m³

$$\rho = 0,00002 \cdot t_{sr}^3 - 0,0058 \cdot t_{sr}^2 + 0,0154 \cdot t_{sr}^1 + 1000 \cdot t_{sr}^0$$

Specifični toplinski kapacitet

 c_p = 4,208 kJ/kgK

$$c_p = -0,0000002 \cdot t_{sr}^3 + 0,00005 \cdot t_{sr}^2 - 0,0027 \cdot t_{sr}^1 + 4,2209 \cdot t_{sr}^0$$

Maseni protok

 q_m = 427726,2 kg/h

$$q_m = \frac{Q}{c_p \cdot (t_2 - t_1)} \cdot 3600$$

Tlak ispuštanja ventila

p = 4,5 bar

Izlazni atmosferski tlak

 p_i = 1 bar

Razlika tlakova

 p_i = 3,5 bar

$$dp = p - p_i$$

Teorijski protok na S.V.

 q_{m,t} = 94,29 kg/hmm²

$$q_{m,t} = \frac{\sqrt{dp \cdot \rho}}{0,621}$$

Deklarirani protok

 q_{m,c} = 29,70 kg/hmm²

$$q_{m,c} = q_{m,t} \cdot Kd \cdot 0,9$$

$$q_{m,c} = q_{m,t} \cdot 0,35 \cdot 0,9$$

Minimalna površina presjeka S.V.

 A_o = 14401 mm²

$$A_o = \frac{q_m}{q_{m,c}}$$

| DN | Ao(mm ²) |
|-----|----------------------|
| 25 | 314 |
| 32 | 491 |
| 40 | 804 |
| 50 | 1195 |
| 65 | 1886 |
| 80 | 2827 |
| 100 | 4185 |

Odabran sigurnosni ventil nazivne veličine

DN 65 x 5

B.15. MEĐUSPREMNIK SUSTAVA GRIJANJA (BUFFER)

Međuspremnik, poznat i kao buffer spremnik ili puffer tank (akumulacijski spremnik), je ključna komponenta u sustavima grijanja koja se ugrađuje između uljnih kotlova i distribucijskih pumpi. Ovaj spremnik služi kao "tampon" za toplinu, akumulirajući višak energije iz kotla tijekom njegovog rada i oslobađajući je u sustav kada opterećenje padne. U kotlovnica na lož ulje (fuel oil), buffer se ugrađuje kako bi se stabilizirao rad kotla, spriječili kratki ciklusi paljenja/gašenja (short cycling), poboljšala efikasnost i produžio vijek trajanja opreme. Short cycling događa se kada kotao često pali/ugasi (npr. svakih 5-10 min), što povećava trošenje plamenika, ventila i goriva za 10-20%, te emisije NOx/CO. Buffer osigurava da kotao radi dulje na optimalnoj snazi (npr. 50-100% load-a), a toplina se ravnomjerno distribuira u radijatore.

Glavne Prednosti Ugradnje Buffera:

- **Stabilnost Rada:** Kotao radi dulje (min. 10-25 min po ciklusu), smanjujući broj ciklusa sa 10/h na 2-4/h.
- **Ušteda Energije:** 10-25% manja potrošnja ulja (mazuta), jer se izbjegava neefikasno paljenje.
- **Sigurnost:** Smanjuje pregrijavanje kotla i tlakovne fluktuacije; integriran s SCADA za monitoring razine/temperature.
- **Kompatibilnost s Uljem:** Za uljne kotlove, buffer pomaže u održavanju temperature vode (80/60°C), sprječavajući kondenzaciju i koroziju.
- **Norme i Preporuke:** Preporučeno po EN 12953 za kotlove >1 MW kako bi se osigurala stabilnost (min. cycling time 10 min). ASME Sec. IV sugerira buffer za sustave s modulacijskim kotlovima. U HR, Zakon o energetskej efikasnosti (NN 127/14) preporučuje za uštedu >10% energije. Viessmann tehnički vodič (str. 48, dijagram klizanja temperature) integrira buffer za stabilnu temperaturu polaza (sliding flow temperature).

Dimenzioniranje Buffera za Snagu 10-12 MW (Režim 80/60°C, ΔT=20°C)

Za kotlovnica 10-12 MW (prosjeck 11 MW), buffer se dimenzionira za stabilizaciju, pretpostavljajući minimalnu snagu kotla 30% (3.3 MW) i najgori slučaj (min. opterećenje 0 kW).

Formula: $V = (t \times P_{\min} \times 3600) / (\rho \times c \times \Delta T \times 1000)$, gdje:

- **t** = vrijeme rada (u satima; 10 min=0.167 h, 15 min=0.25 h, itd.).
- **P_{min}** = min. snaga (3.3 MW =3300 kW).
- **ρ** = gustoća vode (1000 kg/m³).
- **c** = specifična toplina vode (4.18 kJ/kg·K).
- **ΔT** = 20°C.
- Sigurnosni faktor: x1.5 za gubitke.

Tablica Izračuna Volumena Buffera

| Vrijeme Rada (min) | t t (h) | Min. Snaga P _{min} (kW) | Volumen V (m³) | Volumen V sa Sigurnošću (x1.5, m³) | Volumen V (litri) | Napomena |
|--------------------|---------|----------------------------------|----------------|------------------------------------|-------------------|---|
| 10 | 0.167 | 3300 | 3.96 | 5.94 | 3.960 | Minimalno za sprječavanje short cycling; efikasno za mali sustav. |
| 15 | 0.25 | 3300 | 5.94 | 8.91 | 5.940 | Preporučeno za stabilnost; ušteda energije ~10-15%. |
| 20 | 0.333 | 3300 | 7.92 | 11.88 | 7.920 | Za veću sigurnost u tranzicijskim sezonama. |
| 25 | 0.417 | 3300 | 9.90 | 14.85 | 9.900 | Maksimalno za duži rad; idealno za varijabilne radijatore. |

Odabran je međuspremnik zapremine 5000 lit = 5 m³.

B.16. ČELIČNI CJEVOVODI KOTLOVNICE 10-12 MW

Čelični cjevovodi u kotlovnici predstavljaju ključni dio sustava za transport vode, pare, goriva (lož ulja) i drugih medija, osiguravajući sigurnost, efikasnost i minimalne gubitke. Za kotao snage 2 MW (kao pojedinačna jedinica), cjevovodi moraju biti dimenzionirani za protok vode (protok/povratak), ulja i dimnih plinova, uzimajući u obzir tlak (6-10 bar), temperaturu (80-110°C) i materijale otporne na koroziju. Za 10-12 MW (kaskadna ugradnja 5-6 kotlova po 2 MW), spojni cjevovodi (manifoldi) osiguravaju ravnomjernu distribuciju, s većim prečnicima za ukupni protok. Cjevovodi su čelični (crni čelik ili nerđajući za ulje), izolirani mineralnom vunom (debljina 50-100 mm) i obloženi aluminijem za sprječavanje kondenzacije. Opis uključuje norme, pravilnike, materijale, dimenzioniranje, radove i troškove. Bazirano na režimu 80/60°C ($\Delta T=20^\circ\text{C}$), protoku vode ~24 l/s za 2 MW i ~120-144 l/s za 10-12 MW.

Opis opreme za cjevovode kotlovnice

- **Tipovi Cjevovoda:**
 - o **Vodni Cjevovodi:** Protok (flow) i povratak (return) vode iz kotla do distribucije (radijatori ili izmjenjivači). Materijal: Crni čelik (ST37 ili P235GH po EN 10216), bešavni za visoki tlak.
 - o **Cjevovodi za Lož Ulje:** Od spremnika do plamenika, s grijačima za viskoznost. Materijal: Nerđajući čelik (AISI 304/316) za koroziju.
 - o **Dimni Cjevovodi:** Za odvod plinova, ali fokus na spojne (npr. od kotla do dimnjaka); inox za kondenzat.
 - o **Spojni Cjevovodi (Manifoldi):** Za kaskadu, ravnomjerno spojiti kotlove (npr. header cijev DN300-400 mm).
- **Dodatna Oprema:** Ventili (kuglasti ili zasunski, DN50-250), ekspanzori za vibracije, mjerni instrumenti (manometri, termometri), izolacija (mineralna vuna $\lambda=0.04\text{ W/mK}$) i podrške (čelične, razmak 2-4 m).
- **Sigurnost:** Cjevovodi moraju imati zaštitu od pregrijavanja (izolacija), curenja (detektori) i tlaka (sigurnosni ventili). Za ulje, ATEX certificirani za zapaljive zone.

Dimenzioniranje cjevovoda za kotao 2 MW

Dimenzioniranje po EN 13480 (cijevovodi pod tlakom) i Pravilniku o tlačnim posudama (NN 102/05). Protok vode $Q = P / (c \cdot \rho \cdot \Delta T) = 2.000.000\text{ W} / (4180\text{ J/kgK} \cdot 1000\text{ kg/m}^3 \cdot 20\text{ K}) \approx 23.9\text{ l/s} \approx 86\text{ m}^3/\text{h}$. Velocitet vode 1-2 m/s, ulja 0.5-1 m/s (za sprječavanje erozije).

- **Vodni Cjevovodi (Protok/Povratak):** DN150-250 mm (presjek po formuli $D = \sqrt{4Q / (\pi v)}$), za $v=1.5\text{ m/s}$, $D \approx 0.27\text{ m} = \text{DN250}$ za sigurnost). Duljina: 10-20 m u kotlovnici. Tlak 6 bar, debljina stijenke 4-6 mm.
- **Cjevovodi za Lož Ulje:** DN40-50 mm (protok ulja $\sim 0.05\text{ kg/s} \approx 0.2\text{ m}^3/\text{h}$, $v=0.5\text{ m/s}$, $D \approx 0.04\text{ m}$). Duljina: 50-100 m od rezervoara. Debljina 2-3 mm, grijani za viskoznost.
- **Dimni Cjevovodi:** DN400-600 mm (protok plinova $\sim 5-7\text{ m}^3/\text{s}$, $v=10\text{ m/s}$, $D \approx 0.3\text{ m}$). Duljina 5-10 m do dimnjaka, izolirani za kondenzat.

Dimenzioniranje Spojnih Cjevovoda za 10-12 MW (Kaskada)

Za kaskadnu ugradnju 5-6 kotlova (ukupni protok vode $\sim 120-144\text{ l/s} \approx 432-518\text{ m}^3/\text{h}$), spojni cjevovodi (header/manifold) ravnomjerno distribuiraju. Materijal: Čelik P235GH, bešavni.

- **Glavni Header (Protok/Povratak):** DN300-400 mm ($D = \sqrt{4Q / (\pi v)}$), za $v=2\text{ m/s}$, $D \approx 0.39\text{ m} = \text{DN400}$). Duljina: 5-10 m po krugu. Tlak 6 bar, debljina 6-8 mm.
- **Granski Cjevovodi (po Kotlu):** DN150-250 mm (kao za 2 MW), spojeni na header ventilima za izolaciju.
- **Cjevovodi za Ulje:** Glavni DN32 mm (ukupni protok $\sim 1\text{ m}^3/\text{h}$ za 10 MW), granski DN15 mm. Grijani za viskoznost.

Izračun Gubitaka Tlaka: $\Delta P = f \times (L/D) \times (\rho v^2 / 2)$, gdje $f=0.02$ (čelik), $L=850\text{ m}$ (toplovod u ZTC-u), $D=0.3\text{ m}$, $v=2\text{ m/s}$, $\rho=1000$: $\Delta P \approx 10-20\text{ kPa}$, pa pumpa mora kompenzirati.

Norme, Pravilnici i Standardi

- **HR Propisi:** Pravilnik o tlačnim posudama i cjevovodima (NN 102/05, usklađen s EU PED Direktivom 2014/68/EU): Cjevovodi moraju biti certificirani (CE za tlak >0.5 bar), testirani hidraulički (1.5x radni tlak, min. 30 min). Zakon o tehničkim zahtjevima za proizvode pod tlakom: Godišnji pregled cjevovoda >DN50. Pravilnik o zapaljivim tekućinama (NN 54/99): Za ulje cjevovode, min. debljina stijenke 2 mm, dvostruke stijenke za podzemne.
- **EU/Medunarodni Standardi:** EN 13480 (Metalni cjevovodi pod tlakom): Dimenzioniranje po tlaku/temperaturi, materijali (P235GH za ugljični čelik). EN 10216 (Bešavne čelične cijevi za tlak): Specifikacije za dimenzije. ASME B31.3 (Process Piping): Preporučuje veličnost <2 m/s za vodu, <1 m/s za ulje, faktor sigurnosti 3-4x za tlak.
- **Dodatno:** ATEX Direktiva (2014/34/EU) za ulje cjevovode u eksplozivnim zonama (zona 2: uzemljenje, neiskreći materijali). ISO 3834 za zavarivanje cijevi.

Potrebni Radovi za Ugradnju

Radovi traju 5-10 dana za kotlovcu, trošak 50.000-100.000 € (uključujući materijal za 850 m u ZTC-u). Koraci:

- **Priprema:** Demontaža starih cijevi, pregled na koroziju (ultrazvuk, cijena 1.000 €/100 m).
- **Ugradnja:** Rezanje/zavarivanje cijevi (bešavne, spoj flanšama ili zavarima po EN 15614), spoj na kotao (flanše DN150-400), izolacija (mineralna vuna 50-100 mm, Al omotač). Za ulje, dodati grijače (trace heating 20 W/m).
- **Testiranje:** Hidraulički test (tlak 1.5x radni, 1 h), test curenja (ultrazvuk ili pjena), izolacija provjera (termografija). Puštanje u rad: Protok test (bez gubitaka >0.1%).
- **Sigurnost:** Radovi u zaštitnoj opremi (rukavice za tlak, maske za zavarivanje), kotao isključen.

Trošak i Preporuka

- **Oprema:** Čelične cijevi (DN150-400, 850 m): 50.000-80.000 €. Ventili/flanše: 20.000-30.000 €. Izolacija: 10.000-15.000 €.
- **Radovi:** Instalacija/zavarivanje: 30.000-50.000 €. Testovi: 5.000-10.000 €.
- **Ukupno:** 115.000-185.000 €. Preporučujemo nerđajući čelik za uljne dijelove (dodatno 20%), kako bi se izbjegla korozija.

B.17. ANTI-VIBRACIJSKA I TOPLINSKA IZOLACIJA KOTLOVNICE

Anti-vibracijska i toplinska izolacija kotlovnice predstavlja integrirani sustav mjera za smanjenje vibracija, buke i gubitaka topline u kotlovnici, što poboljšava sigurnost, efikasnost i radne uvjete. Ova oprema je ključna za industrijske kotlovnice na ulje ili plin, gdje kotlovi generiraju vibracije (od plamenika i pumpi, 1-5 mm/s) i buku (70-90 dB), što može uzrokovati oštećenja opreme, zdravstvene probleme radnika (gubitak sluha >85 dB) i gubitke topline (do 10-20% bez izolacije). Sustav uključuje zvučnu izolaciju (ploče za apsorpciju buke) i anti-vibracijske elemente (podloge za amortizaciju vibracija), često kombinirane s toplinskom izolacijom (mineralna vuna za smanjenje gubitaka). Prema EN 14366 (akustička izolacija zgrada) i EN ISO 15665 (akustika strojeva), ova oprema je preporučena za kotlovnice >500 kW kako bi se buka održala <85 dB, a vibracije <2.5 mm/s. U Viessmann tehničkom vodiču ("Oil/gas boilers 90 to 2000 kW"), na stranici 48 dijagrama klizanja temperature polaza (sliding flow temperature diagram), izolacija je indirektno povezana s regulacijom, jer smanjuje gubitke topline, omogućavajući stabilniju temperaturu polaza (npr. klizanje od 90°C pri -15°C do 60°C pri +15°C) i uštedu energije do 5-10%. Za prelazak na plin, izolacija ostaje ista, jer plin generira slične vibracije, ali manje buke (60-80 dB).

Opis Opreme

- **Zvučna Izolacija:** Uključuje izolacijske ploče za zidove, strop i pod kotlovnice, koje apsorbiraju buku (akustički koeficijent apsorpcije $\alpha=0.8-1.0$ na 500-2000 Hz). Ploče su od mineralne vune, staklene vune ili akustične pjene (debljina 50-100 mm, gustoća 80-150 kg/m³), obložene perforiranim limom za zaštitu. Model: Rockwool Acoustic Panel ili Knauf Insulation Acoustic, s vatrootpornošću EI 60-120 min (po EN 13501).
- **Anti-Vibracijski Elementi:** Podloge (vibration isolators) za kotlove, pumpe i plamenike, od gume, opruga ili neoprena (amortizacija 90-95%). Model: Vibro-Acoustics Spring Isolators ili Mason Industries Neoprene Pads, nosivost 1-3 t po podlozi, frekvencija vibracija 5-50 Hz.
- **Toplinska Izolacija:** Integrirana s zvučnom (mineralna vuna $\lambda=0.035-0.045$ W/mK), debljina 50-100 mm za zidove/krov, smanjuje gubitke topline za 80-90%. Obložena aluminijem za vlagu.

Sustav smanjuje buku za 20-30 dB (iz 90 dB na 60 dB) i vibracije za 70-90%, poboljšavajući efikasnost kotla za 2-5%.

Spomenuli smo anti-vibracijske fittings (npr. za pumpe i cijevi), ali ne punu izolaciju kotlovnice, koja je obavezna za smanjenje buke i vibracija u industrijskim objektima poput ZTC-a (kotlovnica 280 m², hala visine 15 m+). Ovo je ključno za zaštitu radnika (buka >85 dB uzrokuje gubitak sluha po Zakonu o zaštiti na radu NN 94/13) i okoliša (buka <70 dB na granici objekta po Pravilniku o buci NN 145/04).

Preporučeno po EN 14366 (buka u zgradama) za kotlovnice >500 kW, jer plamenik na ulje stvara buku 80-90 dB, a pumpe vibracije 1-5 mm/s. Za ZTC, koristiti Rockwool izolaciju za zidove/strop (debljina 50-100 mm) i Vibro-Acoustics podloge za kotlove (nosivost 1-2 t). Integrirati s SCADA za monitoring buke (alarm >85 dB). Za prelazak na plin, izolacija ostaje, jer plin buka 70-80 dB. Ugradnja tijekom rekonstrukcije kako bi se smanjili troškovi.

Primjer Izračuna

- **Površina Izolacije:** Površina kotlovnice (280 m² pod) \times 1.5 (zidovi/strop, pretpostavka visine 5 m, zidovi $4 \times \sqrt{280} \approx 4 \times 16.7 = 67$ m duljine, površina zidova ~ 335 m² + strop 280 m² = 615 m²; faktor 1.5 za prozore/vrata). Ukupno: 420 m² (kao u vašem primjeru). Debljina: 50-100 mm za buku $R_w=40-50$ dB (po EN ISO 10140).
- **Anti-Vibracijski Elementi:** Težina kotla 1-2 t, broj podloga 4-6 (nosivost po podlozi 0.3-0.5 t). Frekvencija amortizacije: $f = \sqrt{k/m} / (2\pi)$, gdje k =stiffness 100-500 kN/m, m =težina, cilj $f < 10$ Hz za izolaciju vibracija.
- **Buka Izračun:** Smanjenje buke $\Delta L = 10 \log(1/\tau)$, gdje τ =transmisija (0.01-0.1 za dobru izolaciju) = 20-40 dB.

Trošak

- **Oprema:** 5.000-10.000 € (Rockwool ploče 420 m² \times 10-20 €/m² = 4.200-8.400 €, podloge 500-1.000 €/kom za 6).
- **Instalacija:** 3.000-5.000 € (montaža ploča, postavljanje podloga).
- **Ukupno:** 8.000-15.000 €. Ušteda: Smanjuje troškove održavanja za 10-20% (manje vibracija = manje kvarova).

B.18. PRIPREMA TEHNIČKE VODE KOTLOVA

Na osnovu podataka iz Viessmann tehničkog vodiča "Oil/gas boilers 90 to 2000 kW" (odjeljak 8.9 "Standard values for water quality" na stranici 41), evo sažetog tehničkog opisa i tablica za tehničku pripremu vode (water quality requirements) za kotlove. Ovi podaci su ključni za sprječavanje korozije, naslaga i drugih problema u kotlovima (npr. Vitoplex serije). S proširenim podacima o obradi vode za kotlove iz relevantnih izvora uključujući metode obrade, standarde (npr. ASME, UFC) i preporuke za kemijsku pripremu. Ovo je bitno za industrijske primjene poput ZTC-a, gdje je voda ključna za sigurnost i efikasnost.

Tehnički Opis Tehničke Pripreme Vode

Prema Viessmannu, kvaliteta vode je presudna za dugovječnost kotlova. Loša voda može uzrokovati koroziju, naslage (scale) ili pjenjenje, što dovodi do smanjenja efikasnosti i kvara. Standardne vrijednosti su definirane za napojnu vodu (feedwater) i kotlovsku vodu (boiler water), bazirano na EN 12953-10 i VdTÜV standardima. Preporučuje se vanjska obrada vode (external treatment) prije ulaska u kotao, uključujući:

- **Demineralizacija:** Uklanjanje minerala (npr. ion-exchange ili reverzna osmoza) za smanjenje tvrdoće.
- **Deaeracija:** Uklanjanje kisika (O₂) i CO₂ za sprječavanje korozije (npr. termički deaerator).
- **Kemijska kondicioniranje:** Dodavanje aditiva (npr. fosfati za naslage, sulfiti za kisik, amini za pH) unutar kotla.
- **Monitoring:** Redoviti testovi pH, tvrdoće, vodljivosti i kisika; preporučuje se automatski sustav za doziranje kemikalija.
- **Posebne napomene:** Za uljne/plinske kotlove, voda mora biti bez kisika (<0.05 mg/L) i s niskom tvrdoćom (<0.1 °dH) da se izbjegne korozija. Ako je voda tvrda, koristiti omekšivače ili RO sustave.

Tablica 1: Standardne Vrijednosti za Kvalitetu Vode (iz Kataloga, Odjeljak 8.9)

Ova tablica pokazuje preporučene granice za napojnu i kotlovsku vodu u niskotemperaturnim kotlovima (kao Vitoplex). Vrijednosti su za sustave s radnim tlakom do 6 bar i temperaturom do 110°C.

| Parametar | Jedinica | Napojna Voda (Feedwater) | Kotlovska Voda (Boiler Water) | Napomena |
|--|----------|-----------------------------|----------------------------------|---|
| pH (na 25°C) | - | 8.2 - 9.5 | 10.5 - 12.0 | Niski pH uzrokuje koroziju; visoki sprječava naslage. Koristiti aditive za podešavanje (npr. natrijev hidroksid). |
| Tvrdoća (Hardness) | °dH | < 0.1 | < 0.02 | Ukloniti Ca/Mg ione da se izbjegnu kamenci. Koristiti ion-exchange ili RO. |
| Vodljivost (Conductivity) | µS/cm | < 30 | < 1500 | Pokazuje razinu soli; visoka vodljivost ukazuje na kontaminaciju. |
| Kisik (Oxygen) | mg/L | < 0.05 | < 0.02 | Kisik uzrokuje pitting koroziju; ukloniti deaeracijom ili kemikalijama (npr. natrijev sulfit). |
| Željezo (Iron) | mg/L | < 0.05 | < 0.1 | Sprječiti ulazak hrđe; koristiti filtere. |
| Bakar (Copper) | mg/L | < 0.01 | < 0.02 | Iz metalnih dijelova; može uzrokovati koroziju. |
| Silicij (Silica) | mg/L | < 0.02 | < 5 (ovisno o tlaku) | Sprječava silikatne naslage; važno za parne kotlove. |
| Ukupni rastvoreni čvrsti dijelovi (TDS) | mg/L | < 10 | < 2000 | Kontrolirati blowdown-om da se izbjegne pjenjenje. |
| Fosfati (Phosphates) | mg/L | - | 5 - 15 | Dodavati za kontrolu naslaga (kao natrijev fosfat). |
| Sulfiti (Sulfites) | mg/L | - | 20 - 50 | Za uklanjanje kisika u kotlovskoj vodi. |

Napomena: Ove vrijednosti su za uljne/plinske kotlove; za veće tlake (preko 6 bar) vrijednosti su strože. Ako se koristi kondenzacijski mod (s Vitotrans 300), voda mora biti demineralizirana za sprječavanje korozije.

Dodatni Podaci o Obradi Vode za Kotlove (iz Web Pretrage)

Proširio sam katalog podatke s relevantnim informacijama o obradi vode za kotlove, bazirano na standardima poput ASME, UFC i drugih izvora. Obrada vode je ključna za sprječavanje korozije, naslaga (scale), pjenjenja i pittinga u kotlovima. Postupci uključuju vanjsku (external) i unutarnju (internal) obradu.

Metode Obrade Vode:

Vanjska Obrada (Pre-Treatment): Uklanja nečistoće prije ulaska u kotao. Metode:

- **Omekšavanje (Softening):** Ion-exchange (npr. natrijev zeolite) za uklanjanje tvrdoće (Ca/Mg). Preporučeno za nisku tvrdoću (<0.1 °dH).
- **Reverzna Osmoza (RO):** Uklanja do 99% soli, minerala i organskih tvari; idealno za visokotlačne kotlove. Često kombinirano s demineralizacijom.
- **Deaeracija:** Termička (zagrijavanje do 105°C) ili kemijska (sulfiti) za uklanjanje kisika (O₂ <0.007 mg/L) i CO₂. Sprječava koroziju.
- **Lime-Soda Omekšavanje:** Kemijska precipitacija za velike količine; koristi vapno/soda za uklanjanje alkalnosti i tvrdoće.

Unutarnja Obrada (Internal Treatment): Dodavanje kemikalija unutar kotla.

- Kisik Scavengers: Natrijev sulfit (20-50 ppm) za uklanjanje O₂.
- pH Kontrola: Natrijev hidroksid ili fosfati za pH 10.5-11.5 u kotlovskoj vodi (sprječava kiselu koroziju).
- Anti-Scale: Fosfati (30-100 ppm) ili polimeri za sprječavanje naslaga.
- Blowdown: Redovito ispuštanje vode za kontrolu TDS (<2000-3500 ppm) i alkalnosti (200-700 ppm).

Tablica 2: ASME Standardne Vrijednosti za Kvalitetu Vode

Ove su proširene vrijednosti (ASME Consensus za industrijske kotlove); usporedi s Viessmann katalogom za sličnosti.

| Parametar | Jedinica | Feedwater (Napojna Voda) | Boiler Water (Kotlovska Voda) | Izvor/Napomena |
|---------------------------------|--------------------------|-----------------------------|----------------------------------|--|
| pH | - | 8.5-9.5 | 10.5-11.5 | ASME; za koroziju. Dodavati NaOH za povišenje. |
| Tvrdoća (Hardness) | ppm CaCO ₃ | <1 (za >900 psig) | 0-50 | ASME; <2 ppm za trace. |
| Kisik (Oxygen) | ppb | <7 | <0.007 mg/L | UFC/ASME; deaeracija obavezna. |
| TDS (Total Dissolved Solids) | ppm | <2000 | <3500 | UFC; kontrola blowdown-om. |
| Alkalnost (Alkalinity) | ppm | 200-700 (P- alkalinity) | 200-400 | UFC/ASME; za pH stabilnost. |
| Fosfati (Phosphates) | ppm | - | 30-100 | Za anti-scale; UFC. |
| Sulfiti (Sulfites) | ppm | - | 20-80 | Za O ₂ scavenging. |
| Vodljivost (Conductivity) | µS/cm | <50 (kondenzat) | 3000-3500 | UFC; pokazuje soli. |

Tehnička priprema vode je ključna za kotlove kako bi se izbjegli naslage i korozija. Viessmann preporučuje demineralizaciju i deaeraciju za niske razine kisika i tvrdoće. Dodatni podaci naglašavaju kemijske aditive (sulfiti, fosfati) i standarde poput ASME za optimalnu obradu. Za ZTC, preporučujemo testiranje vode i sustav automatskog doziranja.

B.19. SUSTAV ZA NADOPUNU VODE (Make-Up Water System)

Sustav za nadopunu vode predstavlja ključni dio opreme u kotlovnica, posebno za sustave visoke snage poput 10-12 MW, gdje se voda kontinuirano gubi zbog isparavanja, blowdown-a (ispiranja naslaga) ili curenja. Ovaj sustav automatski nadopunjava vodu u krugu kako bi se održao konstantan volumen i tlak, spriječio pregrijavanje kotla i osigurala efikasnost. U kontekstu kotlovnica poput ZTC-a (s uljem ili plinom), nadopuna je obavezna po EN 12953 standardu, jer gubici vode mogu dosegnuti 1-2% dnevno, što dovodi do korozije ili kvara ako se ne nadopuni. Sustav uključuje pumpe, ventile, filtere za obradu (demineralizacija, omekšavanje) i senzore za razinu vode, integriran s SCADA za automatsko upravljanje. Prema ASME Section IV, nadopuna mora biti <1% volumena/dan za optimalnu efikasnost, jer prevelika nadopuna povećava naslage i koroziju.

Princip Rada Sustava za Nadopunu Vode

Sustav radi na principu automatske detekcije razine vode u kotlu ili ekspanzijskoj posudi:

Komponente:

- **Pumpe:** Centrifugalne ili dozirne pumpe za nadopunu (protok 1-5 l/s za velike sustave), s VFD (varijabilna brzina) za preciznost.
- **Ventili:** Automatski solenoidni ili plutasti ventili (npr. Burkert ili Danfoss), povezani s senzorima razine (float switch ili ultrazvučni).
- **Filteri i Obrada:** Demineralizacija (ion-exchange ili RO - reverzna osmoza) za smanjenje tvrdoće (<0.1 °dH), deaeracija za uklanjanje O₂ (<0.05 mg/L) i kemijski aditivi (npr. fosfati za pH 8.2-9.5).
- **Senzori:** Razina vode (low water cutoff za alarm/isključivanje), tlak (pressure switch) i vodljivost (za TDS <2000 ppm).
- **Rezervoar:** Nadopunski spremnik vode (volumen 1-2% V_s, npr. 7.500-15.000 l za 750.000 l sustava).
- **Automatski Rad:** Kada razina padne <min. (npr. 80% kapaciteta), pumpa se uključuje i nadopunjava do 95%. Integrirano s Vitotronic ili Siemens kontrolerom za praćenje. Za ulje kotlove, nadopuna mora biti demineralizirana da se izbjegne korozija (pH 9-10.5 po Viessmann).

Prema EN 12953-10, sustav mora osigurati da gubici (blowdown + curenje) ne pređu 0.5-1% dnevno, s automatskim isključivanjem ako nadopuna >2% (znak kvara).

Preporuka i Primjer Izračuna

Za kotlovnicu 10-12 MW (V_s = 750.000-900.000 l, gubici ~1-2% dnevno), sustav mora biti dizajniran za dnevnu nadopunu od 7.500-18.000 l. Preporučujem automatski sustav s RO filterom (za tvrdoću <0.02 mmol/L) i dozirnom pumpom za aditive. Primjeri: Grundfos DDA ili Wilo-Stratos za pumpe.

Izračun Volumena Nadopune i Snage Pumpe:

Gubici vode: 1-2% V_s dnevno (za 750.000 l = 7.500-15.000 l/dan; za 900.000 l = 9.000-18.000 l/dan).

Protok pumpe: 1-2 l/s (za brzu nadopunu, npr. 1 l/s = 3.600 l/h, dovoljno za 2-4 h rada dnevno).

Snaga pumpe: 0.5-1 kW (za protok 1-2 l/s, visina dizanja 5-10 m; izračun $P = (Q \times H \times \rho \times g) / \eta$, gdje Q=1 l/s=0.001 m³/s, H=10 m, ρ=1000, g=9.81, η=0.8 → P≈0.12 kW, pa 0.5 kW za sigurnost).

Rezervoar nadopune: 1-2x dnevni gubitak (15.000-36.000 l), s float ventilom za automatsko punjenje iz vodovoda.

Po ASME Sec. IV, nadopuna <1% volumena/dan za efikasnost; ako veća, znak naslaga ili curenja – dodati alarm za >2% dnevno.

Automatski sustav za nadopunu vode u krugu (pumpa + ventil), s filterima za obradu (demineralizacija).

Preporuka/Primjer Izračuna:

Gubici vode ~1-2% dnevno (za 750.000 l sustava = 7.500-15.000 l/dan).

Pumpa protoka 1-2 l/s, snaga 0.5-1 kW.

Po ASME, nadopuna <1% volumena/dan za efikasnost.

B.20. SUSTAV ZA ISPUŠTANJE NASLAGA (Blowdown)

Sustav za ispuštanje naslaga, poznat i kao blowdown system, ključna je komponenta u kotlovnica za održavanje kvalitete vode u kotlu. Ovaj sustav služi za kontrolirano ispuštanje dijela kotlovske vode kako bi se uklonile naslage (total dissolved solids - TDS, mulj, korozijski proizvodi i nečistoće), spriječila korozija, naslage kamenca i pjenjenje, te osigurala efikasnost kotla. U kontekstu kotlova snage 2 MW ili većih (poput onih u ZTC kompleksu s uljem/plinom), blowdown je obavezan po EN 12953-10 standardu, jer naslage mogu smanjiti efikasnost za 5-10% i uzrokovati kvare. Sustav može biti ručni ili automatski (preporučeno za velike snage), s kontinuiranim ili intermitirnim radom. Prema Viessmann tehničkom vodiču ("Oil/gas boilers 90 to 2000 kW"), blowdown je integriran s Vitotronic kontrolerom za automatsko praćenje TDS (<2000 ppm), dijagram klizanja temperature polaza (sliding flow temperature diagram) indirektno utječe na blowdown, jer niža temperatura smanjuje isparavanje i naslage. Dijagram pokazuje krivulju klizanja s nagibom 1.5-2.5, gdje temperatura polaza pada s porastom vanjske temperature, čime se smanjuje potreba za blowdown-om za 10-20% u tranzicijskim sezonama.

Princip Rada Sustava za Blowdown

Sustav radi na principu kontroliranog ispuštanja vode:

- **Kontinuirani Blowdown:** Mali protok (1-3% kotlovske vode) iz vrha kotla za uklanjanje površinskih naslaga.
- **Intermittirni (Bottom Blowdown):** Veći volumen (0.5-1% dnevno) iz dna kotla za mulj, 1-2x dnevno po 10-30 s.
- **Automatska Kontrola:** Senzori TDS/vodljivosti (npr. 1500-3000 $\mu\text{S/cm}$) aktiviraju ventil; integrirano s alarmom za prekoračenja.
- **Oporaba Topline:** Vruća blowdown voda (90-120°C) prolazi kroz heat exchanger za rekuperaciju (ušteta 1-3% energije).

Prema EN 12953, blowdown mora biti automatski za TDS <2000 ppm, kako bi se spriječila korozija (pH 10.5-12.0). Za ulje kotlove, blowdown je veći zbog sumpora (SO₂ naslage).

Oprema Potrebna za Sustav Blowdown

Oprema je dizajnirana za sigurno ispuštanje vruće vode pod tlakom (do 6 bar), s fokusom na automatsku regulaciju. Ključni elementi iz Viessmann kataloga (integraciju s regulacijom) i drugih izvora:

- **Blowdown Ventili:** Automatski ili ručni ventili (npr. Yarway ili Spirax Sarco), otporni na visoku temperaturu (do 150°C). Tip: Globe ili Y-pattern, materijal nerđajući čelik. Za automatski, solenoidni ventil s timerom (otvara 10-30 s).
- **Blowdown Posuda (Flash Tank ili Separator):** Za hlađenje i separaciju pare iz blowdown vode (pare na odvod, voda na kanalizaciju). Volumen: 500-1000 l za 2 MW (izračun: $V = \text{rate} \times t$, gdje $\text{rate}=0.1-0.2 \text{ t/h}$, $t=1 \text{ h}$ buffer). Materijal: Čelik s izolacijom.
- **Heat Recovery Exchanger:** Pločasti izmjenjivač za oporabu topline iz blowdown vode (vraća u napojnu vodu, ušteta 5-10% energije). Protok: 0.1-0.2 t/h.
- **Senzori i Kontroleri:** TDS/conductivity senzor (npr. Rosemount ili Endress+Hauser, 0-5000 $\mu\text{S/cm}$), timer ili PLC (npr. Siemens LOGO!) za automatsko otvaranje. Integrirano s alarmom.
- **Pumpe i Cijevi:** Ako kontinuirani, mala pumpa (0.5-1 kW) za protok. Cijevi nerđajuće (DN25-50 mm).
- **Blowdown Cooler:** Hladnjak za smanjenje temperature <60°C prije kanalizacije. Volumen: 200-500 l.

Preporuka i Primjer Izračuna

Za 2 MW kotao (isparavanje ~3 t/h za paru/toplovodnu, TDS dovod=100 ppm, max TDS=2000 ppm), blowdown rate = $(100 / (2000 - 100)) \times 3 = 0.158 \text{ t/h}$ (~5% rate). Preporučujemo automatski sustav (npr. Spirax Sarco BDS) za TDS <2000 ppm po EN 12953. Ušteta: Smanjuje naslage za 50%, produžuje vijek kotla za 20-30%. Za ZTC, integrirati s SCADA.

Automatski ventil za ispuštanje vode iz kotla kako bi se uklonile naslage (TDS kontrola).

Blowdown rate = $(\text{TDS dovod} / (\text{max TDS} - \text{TDS dovod})) \times \text{isparavanje}$.

Za 2 MW (isparavanje ~3 t/h za paru), blowdown ~0.1-0.2 t/h (3-5% rate).

Volumen posude za blowdown ~500-1000 l.

Po EN 12953, automatski blowdown za TDS <2000 ppm.

B.21. PODIZNA OPREMA ZA ODRŽAVANJE

Podizna oprema za održavanje, poput mostne dizalice (overhead crane) ili mobilne dizalice, ključna je komponenta u kotlovnicama za sigurno rukovanje teškim dijelovima opreme tijekom servisa, popravaka ili ugradnje. Ova oprema omogućuje podizanje kotla, plamenika, pumpi ili drugih komponenti, sprječavajući ozljede radnika i oštećenja. U kontekstu kotlovnica snage >1 MW (poput ZTC kompleksa s halama za remont zrakoplova), podizna oprema je obavezna po Zakonu o zaštiti na radu (NN 94/13, 118/14, itd.), jer podizanje teških tereta (>1 t) zahtijeva mehaničku pomoć kako bi se izbjegli rizici pada, udara ili preopterećenja. Prema EN 13155 standardu za dizalice, oprema mora biti certificirana (CE ili TÜV), s godišnjim pregledima. U Viessmann tehničkom vodiču ("Oil/gas boilers 90 to 2000 kW"), dijagrama klizanja temperature polaza (sliding flow temperature diagram), indirektno se spominje potreba za održavanjem (npr. pristup plameniku za servis), gdje podizna oprema olakšava rad bez gašenja cijelog sustava, čime se održava stabilna temperatura polaza (npr. klizanje od 90°C pri -15°C do 60°C pri +15°C).

Princip Rada Podizne Opreme

Sustav radi na principu električnog ili hidrauličkog podizanja:

- **Mostna Dizalica:** Fiksna na tračnicama u hali, s kolicima za horizontalno kretanje. Nosivost 1-5 t, visina dizanja 5-15 m.
- **Mobilna Dizalica:** Pokretna (npr. forklift ili gantry crane), za fleksibilnost u halama.
- **Kontrole:** Daljinski upravljač ili PLC s senzorima za preopterećenje (alarm pri >90% nosivosti), end-stop switch-ovi za sigurnost.
- **Sigurnost:** Automatsko zaustavljanje pri preopterećenju, anti-sway sustavi za stabilnost, godišnji pregledi po Zakonu o zaštiti na radu.

Prema EN 13155, oprema mora imati sigurnosni faktor 1.5-2x nosivosti, a za snage >1 MW, obavezna je za podizanje kotlova tijekom servisa (težina kotla ~2 t za 2 MW).

Oprema Potrebna za Podiznu Opremu

Oprema je dizajnirana za industrijsku upotrebu, otporna na prašinu, vlagu i vibracije (IP54-65). Ključni elementi:

- **Dizalica (Crane):** Mostna (overhead) ili gantry tip, nosivost 2-5 t, raspon 10-20 m (za hale poput ZTC-a ~5000 m²). Motor: 1-3 kW, brzina podizanja 4-8 m/min.
- **Kuke i Pribor:** Certificirane kuke (s sigurnosnim zasunom), lanac ili remen (nosivost 3 t, duljina 5-10 m).
- **Kontrole:** Daljinski upravljač (radio ili kabelski), s emergency stop. Integriran s alarmom za preopterećenje. Cijena: 1-3k €.
- **Senzori:** Load cell za mjerenje težine (točnost ±0.1%), limit switch-ovi za krajnje položaje. Cijena: 500-1k €.
- **Dodatno:** Zaštitna mreža ili barijere u hali, osvjetljenje za rad noću. Za ZTC, preporučeno mostna dizalica za hale >1000 m².

Preporuka i Primjer Izračuna

Za kotao 2 MW (težina ~2 t), preporučujemo mostnu dizalicu nosivosti 3 t (sigurnosni faktor 1.5x). Visina dizanja 5-10 m (za hale s visokim stropovima u ZTC-u, 15 m+). Raspon: 10-15 m po širini hale.

Po HR Zakonu o zaštiti na radu (čl. 50-55), obavezna obuka radnika i godišnji pregled dizalice. Ušteda: Sprječava ozljede (rizik pada tereta 0.1-0.5% bez opreme).

Izračun Nosivosti: Nosivost = Težina kotla × Faktor Sigurnosti = 2 t × 1.5 = 3 t. Visina: H = Visina kotla + Sigurnosna margina = 3 m + 2 m = 5 m min. Za ZTC hale, dodati mobilnost za više kotlova.

Mostna dizalica za podizanje kotla/plamenika tijekom servisa (obavezno za snage >1 MW po Zakonu o zaštiti na radu).

Preporuka/Primjer Izračuna:

Nosivost 2-3 t (težina kotla ~2 t za 2 MW).

Visina dizanja 5-10 m.

Po HR propisima, obavezna za teške objekte u halama poput ZTC-a.

B.22. SUSTAV ZA GAŠENJE POŽARA KOTLOVNICE > 500 kW

Na osnovu normi i propisa za opremu gašenja požara u kotlovnicama visoke snage (10-12 MW) u Hrvatskoj i EU-u su strogi, s fokusom na automatske sustave kako bi se spriječile nesreće poput eksplozija ili širenja požara. Ovi zahtjevi su regulirani hrvatskim zakonima, EU direktivama i međunarodnim standardima (npr. NFPA, EN). Za kotlovnice >500 kW (kao u slučaju, daleko veće), obavezni su automatski sustavi gašenja (npr. sprinkler, CO₂ ili pjena), integrirani s alarmima i ventilacijom. Ispod je sažetak ključnih propisa, sa preporukama za odabir i izračun.

Hrvatski Propisi**Zakon o zaštiti od požara (NN 92/10, 139/19)**

Kotlovnice snage >500 kW klasificirane su kao objekti visokog rizika (razred požarne opasnosti A ili B). Obavezno je izraditi Plan zaštite od požara (čl. 11-13), koji uključuje automatske sustave gašenja. Za snage >1 MW, obavezni su sprinkler ili gasni sustavi (CO₂, inertni plinovi) u kotlovnici, povezani s centralnim alarmom i vatrogasnim centrom (112). Hidrantna mreža mora biti dostupna unutar 50 m od kotlovnice.

Pravilnik o hidrantskoj mreži za gašenje požara (NN 08/06)

Za kotlovnice >500 kW, obavezna hidrantska mreža (unutarnja i vanjska) sa protokom min. 10 l/s po hidrantu (za 10-12 MW, min. 4-6 hidranata). Dodatno, automatski sustavi gašenja (sprinkler ili pjena) za površine >200 m². Pravilnik zahtijeva da sustav bude dizajniran po HRN EN 12845 za sprinklere.

Pravilnik o tehničkim normativima za kotlovnice (analogno SI. list SFRJ 10/90, usklađeno s EU)

Kotlovnice >1 MW moraju imati automatske sustave gašenja (CO₂ ili pjena), jer ulje/plin predstavljaju rizik klase 3 (zapaljivo). Godišnji pregled opreme obavezan.

EU i Međunarodni Standardi**EU Direktiva 2010/75/EU (IED - Industrial Emissions Directive)**

Za kotlovnice >1 MW, obavezna integracija gašenja s emisijskim monitoringom. Preporučuje gasne sustave (CO₂) za zatvorene prostore kako bi se izbjeglo oštećenje opreme vodom.

EN 12845 (Fixed firefighting systems - Automatic sprinkler systems)

Za kotlovnice >500 kW, sprinkler sustav mora pokrivati min. 72 m² po glavi, s protokom 5-10 l/min/m². Za 10-12 MW (kotlovnica ~500-1000 m²), min. 50-100 sprinkler glava. Aktivacija na 68-79°C.

NFPA 12 (Standard on Carbon Dioxide Extinguishing Systems)

Preporučuje CO₂ za kotlovnice >500 kW, jer brzo gasi (koncentracija 34-50% za ulje). Volumen CO₂ = V_{prostora} × faktor (0.5-1 kg/m³ za ulje). Za kotlovnicu 500 m³, 250-500 kg CO₂. Sustav mora imati alarm prije ispuštanja (30-60 s za evakuaciju).

NFPA 85 (Boiler and Combustion Systems Hazards Code)

Za snage >1 MW, automatski gašenje obavezno; preporučuje pjenu za ulje (koncentracija 3-6%, protok 0.16 l/min/m²). Za 10-12 MW, integrirati s ESD (emergency shutdown).

Preporuke za Odabir i Izračun Sustava Gašenja**Tipovi Sustava**

Za kotlovnice 10-12 MW, preferira se CO₂ ili inertni plinovi (npr. Inergen) jer ne oštećuju elektroniku (za razliku od vode u sprinklera). Pjena za ulje (AFFF, 3-6% koncentracija). Sprinkleri za veće prostore, ali s dry-pipe sustavom da se izbjegne smrzavanje.

Izračun Volumena/Protoka (Primjer za Kotlovnice ~500 m²/1500 m³, kao u ZTC-u):

CO₂ Sustav

Volumen CO₂ = V_{prostora} × 0.5-1 kg/m³ = 750-1500 kg. Broj boca: 10-20 (po 75 kg). Aktivacija: Temperatura >68°C ili detektor dima.

Sprinkler Sustav

Protok = Površina × 5-10 l/min/m² = 2.500-5.000 l/min. Broj glava: 25-50 (pokrivenost 12-20 m²/glava). Rezervoar vode: 30-60 min protoka (75.000-300.000 l).

Pjena Sustav

Koncentracija 3-6%, protok 0.16 l/min/m² = 80 l/min za 500 m². Volumen pjene: 2.400-4.800 l (za 30 min).

Opis: Sprinkleri, CO₂ gašenje ili pjena za automatsko gašenje (obavezno za snage >500 kW po Zakonu o zaštiti od požara NN 92/10).

Preporuka/Primjer Izračuna:

Za kotlovnice ~500 m² (kao u ZTC-u),

CO₂ sustav s 200-300 kg CO₂ (izračun: 0.5-1 kg/m³ za zatvoreni prostor).

Broj mlaznica: 10-15 (po 20 m² pokrivenosti).

U NFPA 12, volumen CO₂ = V_{kotlovnice} × 0.5 (faktor za ulje).

C. AUTOMATSKO UPRAVLJANJE

REGULACIJA SUSTAVA

Primarna regulacija upravlja radom pripreme tople vode grijanja te generatorom topline. Sve prema funkcionalnoj shemi primarne regulacije. U glavnoj prostoriji postavlja se programabilni regulator koji upravlja radom sustava.

OPĆENITO

Novo projektirane elemente strojarskih instalacija napojiti s razdjelnice. Sve razdjelnice su predviđene kao nadgradne razdjelnice u IP 44 stupnju zaštite. Iz razdjelnog ormara će se el. energijom opskrbljivati lokalni potrošači: priključnice, rasvjeta i strojarska oprema odgovarajućim kabelima te u instalacijske cijevi do svih potrošača.

RAZVODNI ORMARI I NAPAJANJE

Napajanje novo projektirane opreme izvesti će se s pripadajućeg razdjelnog ormara na lokaciji kabelom PP00-Y položenim u PVC kabel kanalicu od razdjelnog ormara do novo projektirane razdjelnice RK. Za potrebu napajanja nove razdjelnice RK potrebno je ugraditi automatski osigurač C. S navedene razdjelnice potrebno je napojiti opću i sigurnosnu rasvjetu, priključnice te ormar automatike za upravljanje opremom, elektromagnetske ventile... a sve prema jednopolnoj shemi i shemi upravljanja strojarske opreme. S automatike se napaja sva novo projektirana oprema, ista je u obvezi isporuke isporučioća opreme

IZJEDNAČENJE POTENCIJALA

Sve metalne elemente strojarske opreme koje se napajaju s navedene razdjelnice te elementi koji mogu doći pod opasan potencijal potrebno je P/F vodičem 16 mm² spojiti na sabirni zemljovod ili sabirnicu za izjednačenje potencijala navedenih razdjelnica. U građevini će se izvršiti glavno (GIP) i dopunsko (DIP) izjednačenje potencijala na svim većim metalnim masama te na instalacijama izvedenim metalnim cijevima, odnosno na svim metalnim dijelovima koji normalno nisu pod naponom, a u slučaju kvara ili prodora vanjskog potencijala mogu doći pod napon. Da bi se to spriječilo predviđena je zasebna sabirnica za izjednačenje potencijala u sklopu svakog razdjelnog ormara. Na ovu sabirnicu će se povezati glavni zaštitni vod (PE). Jednopotencijalnu sabirnicu GIP-a treba spojiti s uzemljivačem građevine, a na zaštitne sabirnice razdjelnih ormara. Svi spojevi P/F vodiča na metalne mase i cijevi moraju biti izvedeni odgovarajućim stopicama s vijcima na pripadne obujmice, a nikako samo opletom vodiča oko metalne mase.

ZAŠTITNE MJERE

Zaštita od opasnog napona dodira ostvarena je prvenstveno upotrebom kvalitetnog materijala, prema priznatim standardima, izvedbom elektrotehničkih instalacije prema važećim pravilnicima i propisima. Dodatna zaštita od opasnog napona dodira od mreže distributera do GRO-a i od GRO-a do ostalih podrazdjelnika ostvarena je TN-S sustavom zaštite. U TN-S sustavu do svakog trošila vodi se poseban zaštitni vodič žuto-zelene boje, a zaštitna i nulta sabirnica ne smiju biti spojene niti na jednom mjestu. Cijelom svojom dužinom nul vodič mora biti označen plavom bojom, a zaštitni vodič žuto-zelenom bojom.

U napojnoj liniji navedene razdjelnice RK predviđena je automatska sklopka kojom se kompletna instalacija razdjelnice može staviti u beznaponsko stanje.

U razdjelni ormar postaviti jednopolne sheme, a na vrata upozorenje na opasnost od električne struje te primjenjeni sistem zaštite od opasnog napona dodira. Oprema u razdjelnicama mora biti štíćena od slučajnog dodira i označena natpisnim pločicama.

Vršna snaga za koju je strujni krug projektiran izračunava se prema:

$$P_v = P_i \times f_i$$

gdje je:

P_v - vršna snaga kruga (W)

f_i - faktor istovremenosti

P_i - instalirana snaga kruga (W)

Struja za koju je strujni krug projektiran izračunava se prema:

$$I_B = \frac{P_v}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi}$$

gdje je:

I_B - struja za koju je strujni krug projektiran (A)

U - nazivni napon kruga (V)

$\cos \phi$ - faktor snage

Prema struji I_B određuje se struja zaštitnog organa koja mora zadovoljiti uvjet:

$$I_B \leq I_N \leq I_Z$$

gdje je:

I_B - struja za koju je strujni krug projektiran (A)

I_N - nazivna struja zaštitnog organa (A)

I_Z - trajno podnosiva struja vodiča (A)

$$I_Z = k_1 \times k_2 \times I_{tp}$$

gdje je:

k_1 - korekcijski faktor za grupne strujne krugove

k_2 - korekcijski faktor za temperaturu okoline

I_{tp} - trajno podnosiva nekorigrana struja vodiča (A)

Prema tipu električnog razvoda i korigiranoj struji odabire se presjek vodiča s (mm²).

| | |
|-------------------------------|--------------------------|
| Električna snaga | 4,1 kW |
| Apsorbirana snaga | 4,1 kW |
| Jakost struje | 13,3 A |
| Napajanje | 220 V |
| Frekvencija | 50 Hz |
| Duljina kabela | 20 m |
| Debljina kabela | 3 x 1,50 mm ² |
| Osigurač strujnog kruga | C16 |
| Zaštita motora termoprotektor | |

| Opteretivost kabela | | | | |
|----------------------------|------------------|--------------------|------------------|--------------------|
| Presjek mm ² | Struja Cu (A) | Osigurač Cu (A) | Struja Al (A) | Osigurač Al (A) |
| 0,75 | 12 | 6 | | |
| 1 | 15 | 10 | | |
| 1,5 | 18 | 10 | | |
| 2,5 | 26 | 20 | 20 | 16 |
| 4 | 34 | 25 | 27 | 20 |
| 6 | 44 | 35 | 35 | 25 |
| 10 | 61 | 50 | 48 | 35 |
| 16 | 82 | 63 | 64 | 50 |
| 25 | 108 | 80 | 85 | 63 |
| 35 | 135 | 100 | 105 | 80 |
| 50 | 168 | 125 | 132 | 100 |
| 70 | 207 | 160 | 163 | 125 |
| 95 | 250 | 200 | 197 | 160 |
| 120 | 292 | 250 | 230 | 200 |
| 150 | 335 | 250 | 263 | 200 |
| 185 | 382 | 315 | 301 | 250 |
| 240 | 453 | 400 | 357 | 315 |
| 300 | 504 | 400 | 409 | 315 |

Tablica 1. Doprinos energetske učinkovitosti sustava za automatizaciju i upravljanje zgradom za nestambene zgrade – grijanje, hlađenje i priprema potrošne tople vode

| Razred učinkovitosti SAUZ | faktor učinkovitosti za energiju za grijanje, hlađenje i pripremu potrošne tople vode | | | | | |
|---------------------------------|---|-------|---------|--------|-----------|--|
| | uredi | škole | bolnice | hoteli | restorani | trgovine veleprodaje i maloprodaje |
| A | 0,70 | 0,80 | 0,86 | 0,68 | 0,68 | 0,6 |
| B | 0,80 | 0,88 | 0,91 | 0,85 | 0,77 | 0,73 |
| C | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| D | 1,51 | 1,20 | 1,31 | 1,31 | 1,23 | 1,56 |

POPIS OPREME KOTLOVNICE

| POPIS STROJARSKE ELEKTRIČNE OPREME | Faktor istovre. | n kom | Snaga W | Ukupno W | napon V | 1F | 2F | 3F |
|---|--------------------|----------|------------|----------------|------------|---------------|---------------|---------------|
| KOTAO LOŽ ULJE | | | | | | | | |
| KOTAO MODEL: VISSMANN Vitoplex 300, type TX3A, 2000 kW = 2 MW | 1 | 7 | 1000 | 7000 | 220 | 7000 | | |
| PLAMENIK MODEL: WEISHAUP MONARCH WM 30, 2000 kW = 2 MW | | | | | | | | |
| * model WM-GL30/1-A ZM-R | 1 | 7 | 7500 | 52500 | 380 | 17500 | 17500 | 17500 |
| OPREMA STROJARNICE | | | | | | | | |
| Pumpa KOTAO | 1 | 7 | 2200 | 15400 | 380 | 5133 | 5133 | 5133 |
| Pumpa LAKIRNICA | 0,5 | 2 | 7500 | 7500 | 380 | 2500 | 2500 | 2500 |
| Pumpa TOPLOVOD A | 0,5 | 2 | 7500 | 7500 | 380 | 2500 | 2500 | 2500 |
| Pumpa TOPLOVOD B | 0,5 | 2 | 7500 | 7500 | 380 | 2500 | 2500 | 2500 |
| Pumpa TOPLOVOD C | 0,5 | 2 | 7500 | 7500 | 380 | 2500 | 2500 | 2500 |
| Ekspanzijski modul s kompresorom | 1 | 3 | 1500 | 4500 | 380 | 1500 | 1500 | 1500 |
| REGULACIJA STROJARNICE | | | | | | | | |
| Regulacijski ventili 3x, 2x | 1 | 11 | 40 | 440 | 220 | | 440 | |
| Napajanje sustava regulacije | 1 | 1 | 1000 | 1000 | 220 | 1000 | | |
| ELEKTRO ZAŠTITA OPREME | | | | | | | | |
| Gromobranska zaštita postolja dizalice topline | | | | | | | | |
| Izjednačenje potencijala opreme | | | | | | | | |
| Fidova sklopka zaštite vode | | | | | | | | |
| STROJARSKA EL. SNAGA [kW] | | | | 110.840 | kW | 42.133 | 34.573 | 34.133 |
| | | | | | | kW | kW | kW |
| | | | | | | 1 FAZA | 2 FAZA | 3 FAZA |

| POPIS STROJARSKE ELEKTRIČNE OPREME | Ukupno W | dana dan | sati / dan h / dan | energija kWh | SCOP - | električna kWh | Kabel | Upravljanje | Lokacija |
|---|-------------|-------------|-----------------------|----------------------------------|-----------|-------------------|-------------|-------------|-------------|
| KOTAO LOŽ ULJE | | | | | | | | | |
| KOTAO MODEL: VISSMANN Vitoplex 300, type TX3A, 2000 kW = 2 MW | 7000 | 270 | 5 | 9450 | 3,5 | 2700 | 3 x 1,5 mm2 | Automatika | Strojarnica |
| PLAMENIK MODEL: WEISHAUP MONARCH WM 30, 2000 kW = 2 MW | | | | | | | | | |
| * model WM-GL30/1-A ZM-R | 52500 | 270 | 5 | 70875 | 3,5 | 20250 | 5 x 2,5 mm2 | Automatika | Strojarnica |
| OPREMA STROJARNICE | | | | | | | | | |
| Pumpa KOTAO | 15400 | 270 | 12 | 49896 | 1 | 49896 | 5 x 2,5 mm2 | Automatika | Strojarnica |
| Pumpa LAKIRNICA | 7500 | 270 | 12 | 24300 | 1 | 24300 | 5 x 2,5 mm2 | Automatika | Strojarnica |
| Pumpa TOPLOVOD A | 7500 | 270 | 12 | 24300 | 1 | 24300 | 5 x 2,5 mm2 | Automatika | Strojarnica |
| Pumpa TOPLOVOD B | 7500 | 270 | 12 | 24300 | 1 | 24300 | 5 x 2,5 mm2 | Automatika | Strojarnica |
| Pumpa TOPLOVOD C | 7500 | 270 | 12 | 24300 | 1 | 24300 | 5 x 2,5 mm2 | Automatika | Strojarnica |
| Ekspanzijski modul s kompresorom | 4500 | 270 | 12 | 14580 | 1 | 14580 | 3 x 1,5 mm2 | Automatika | Strojarnica |
| REGULACIJA STROJARNICE | | | | | | | | | |
| Regulacijski ventili 3x, 2x | 440 | 270 | 12 | 1425,6 | 1 | 1426 | 3 x 1,5 mm2 | Automatika | Strojarnica |
| Napajanje sustava regulacije | 1000 | 270 | 12 | 3240 | 1 | 3240 | 3 x 1,5 mm2 | Automatika | Strojarnica |
| ELEKTRO ZAŠTITA OPREME | | | | | | | | | |
| Gromobranska zaštita postolja dizalice topline | | | | | | | | | |
| Izjednačenje potencijala opreme | | | | | | | | | |
| Fidova sklopka zaštite vode | | | | | | | | | |
| | 110840 | | | ELEKTRIČNA ENERGIJA [kWh] | | 189.292 | | | |

C.1. REZERVNO NAPAJANJE KOTLOVNICE

Rezervno napajanje kotlovnice, poznato i kao neprekidno napajanje (Uninterruptible Power Supply - UPS) ili rezervni generator, ključna je komponenta za osiguranje kontinuiteta rada u slučaju prekida glavnog napajanja. Ovaj sustav osigurava napajanje kritičnih elemenata poput kontrola (Vitotronic ili slični), pumpi (cirkulacijskih i nadopunskih) i sigurnosnih uređaja (ESD - Emergency Shutdown), sprječavajući nesreće poput pregrijavanja kotla ili nekontroliranog sagorijevanja. U kontekstu kotlovnica snage 10-12 MW (poput ZTC kompleksa s uljem/plinom), rezervno napajanje je obavezno po standardima poput EN 50171 i NFPA 85, jer prekidi mogu dovesti do požara, eksplozija ili oštećenja opreme. Prema Viessmann tehničkom vodiču ("Oil/gas boilers 90 to 2000 kW"), dijagrama klizanja temperature polaza (sliding flow temperature diagram), rezervno napajanje je indirektno povezano s regulacijom, jer osigurava kontinuitet Vitotronic kontrole tijekom prekida, čime se održava stabilna temperatura polaza (npr. klizanje od 90°C pri -15°C do 60°C pri +15°C) i smanjuje rizik od fluktuacija.

Princip Rada Rezervnog Napajanja

Sustav radi na principu trenutnog prebacivanja na baterije ili generator:

- **UPS (Neprekidno Napajanje):** Online ili offline UPS (double-conversion za kritične) koji osigurava autonomiju 5-30 min, dovoljno za sigurno gašenje ili prelazak na generator.
- **Generator (Diesel ili Plinski):** Za dulju autonomiju (>30 min), automatski start (ATS - Automatic Transfer Switch) unutar 10-30 s.
- **Hibridni Sustav:** UPS za trenutnu zaštitu + generator za dulji rad. Za kotlovnice, fokus na ESD (automatsko gašenje plamenika ako napajanje padne).
- **Kapacitet:** Za pumpe 5 kW + kontrole 1 kW (ukupno 6 kW), UPS 10-20 kVA (faktor snage 0.8-0.9). Autonomija 10 min zahtijeva baterije ~1-2 kWh (izračun: $P \times t = 6 \text{ kW} \times 0.167 \text{ h} = 1 \text{ kWh}$).

Prema EN 50171, sustav mora osigurati napajanje za sigurnosno osvjetljenje i kritične kontrole (npr. u kotlovnici, min. 1 sat autonomije za evakuaciju, ali za ESD dovoljno 10 min).

Oprema Potrebna za Rezervno Napajanje

Oprema je dizajnirana za pouzdanost (MTBF >100.000 h) i otpornost na vibracije/temperaturu (0-40°C u kotlovnici). Ključni elementi:

- **UPS Jedinica:** Online double-conversion (npr. Eaton 93E ili APC Smart-UPS), kapacitet 10-20 kVA, baterije VRLA ili Li-Ion za 10-30 min. Integriran surge protection i bypass switch.
- **Generator:** Diesel (npr. Cummins C20D6 ili Perkins), snaga 20-30 kVA (za pumpu 5 kW + rezerva), autonomija >8 h sa tankom 500-1000 L. ATS za automatski start. Za plin kotlove, plinski generator za čišći rad.
- **Baterije i Punjači:** Za UPS, 12V/100-200 Ah baterije (npr. 4-8 modula za 10 min). Punjač automatski (float charge 13.5V).
- **Kontrola i Monitoring:** Integrirano s SCADA (npr. Siemens SIMATIC), alarm za low battery, testovi tjedno. ESD switch za gašenje plamenika pri padu napajanja.
- **Dodatno:** Surge protectors (za munje), grounding (zemlja <5 Ω), ventilacija za baterije (H2 emisije).

Za ZTC (industrijski kompleks), sustav mora biti redundantan (2x UPS) po NFPA 85.

Preporuka i Primjer Izračuna

Za pumpe 5 kW + kontrole 1 kW (ukupno 6 kW), preporučujemo UPS 15 kVA (faktor 0.8: 12 kW efektivno) za 10 min autonomije.

Izračun kapaciteta baterija: $E = P \times t / \eta = 6 \text{ kW} \times 0.167 \text{ h} / 0.9 = 1.11 \text{ kWh}$ (baterije ~100 Ah na 12V = 1.2 kWh). Dodati generator za dulji rad.

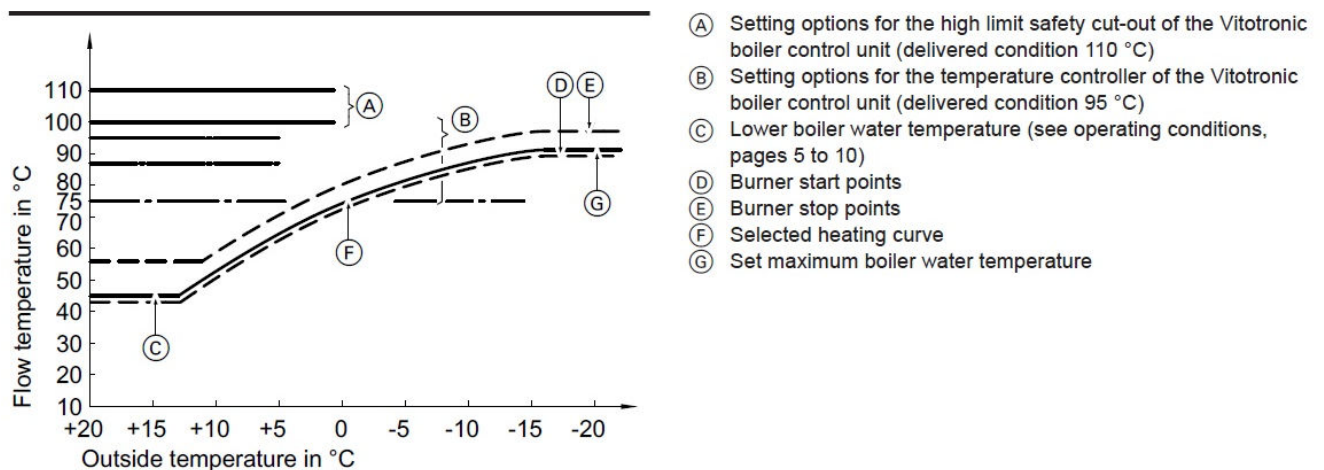
Ušteda: Sprječava gubitke od prekida (do 10k €/sat za velike sustave).

Po NFPA 85, obavezno za ESD (automatsko gašenje plamenika u 5 s).

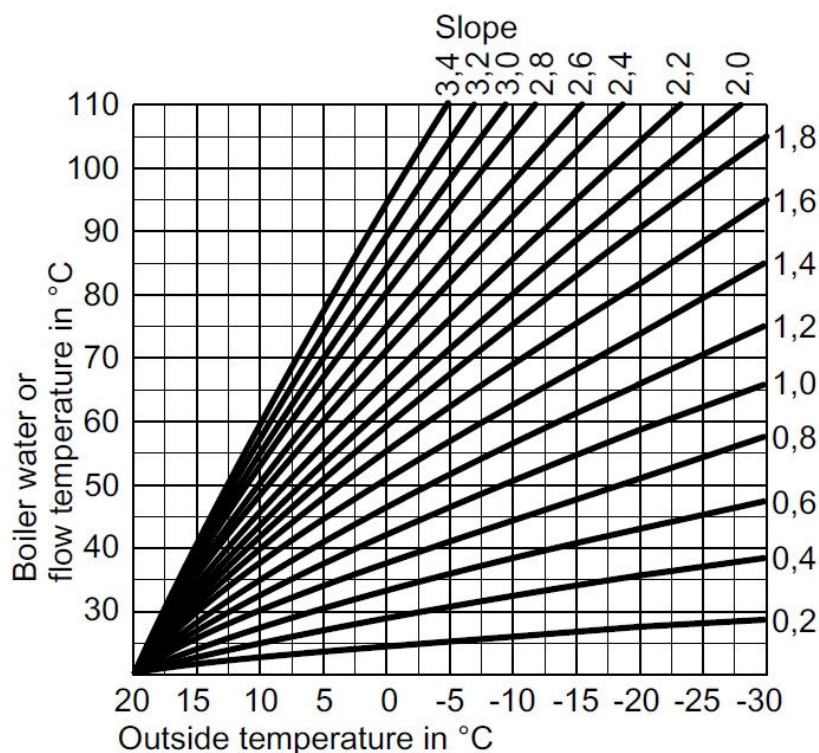
Neprekidno napajanje za kontrole i pumpe (obavezno za kritične sustave po EN 50171).

C.2. REGULACIJA RADA KOTLA 2 MW

Automatska regulacija kotla snage 2 MW predstavlja ključni sustav za održavanje optimalnih radnih parametara, uštedu energije i sigurnost. Ova regulacija omogućuje prilagodbu temperature vode u kotlu ovisno o vanjskim uvjetima i opterećenju, čime se postiže efikasniji rad i dulji vijek trajanja opreme. U Viessmann tehničkom vodiču ("Oil/gas boilers 90 to 2000 kW"), prikazan je dijagram klizanja temperature polaza (sliding flow temperature diagram), koji ilustrira kako se temperatura protoka (flow temperature) automatski prilagođava vanjskoj temperaturi. Ovaj dijagram pokazuje krivulju klizanja (sliding curve), gdje temperatura polaza pada s porastom vanjske temperature, npr. od 90°C pri -20°C vanjsko do 60°C pri +20°C vanjsko. Ova metoda, poznata kao vremenski kompenzirana regulacija (weather-compensated control), koristi Vitotronic kontroler za podešavanje prema krivulji grijanja (heating curve), čime se smanjuje potrošnja goriva za 10-20% u odnosu na fiksnu temperaturu.



Dijagram klizanja pokazuje krivulju (npr. 1.5-2.5 nagiba), gdje se temperatura polaza smanjuje s porastom vanjske temperature, osiguravajući minimalne gubitke i komfort. Ovo je posebno korisno za velike sustave, gdje se šteti 15-25% energije.



Princip Rada Automatske Regulacije

Automatska regulacija kotla snage 2 MW obično uključuje sljedeće komponente:

- **Senzori:** Vanjski temperaturni senzor (za klizanje temperature polaza), senzor temperature protoka/povratka, tlaka i razine vode.
- **Kontroler:** Digitalni PID ili napredni kontroleri (npr. Viessmann Vitotronic ili Siemens RWD), koji koriste algoritme za prilagodbu plamenika, pumpi i ventila. U boiler follow modu, kotao prati opterećenje turbine, dok u turbine follow modu turbine prati kotao.
- **Aktuatori:** Modulacijski plamenik (30-100% snage), cirkulacijske pumpe s VFD (varijabilna brzina) za održavanje ΔT (razlike temperatura, npr. 20°C).

Sigurnosni Parametri

Automatsko isključivanje plamenika ako tlak $>1.1 \times PS$ (max. dopušteni tlak), temperatura $>110^\circ\text{C}$ ili nizak protok vode. Low water cutoff (LWC) sprječava pregrijavanje, a high-limit control ograničava temperaturu.

Regulacija kotlova snage 2 MW obično koristi napredne metode poput PID kontrole (proporcionalno-integralno-derivativna), koja prilagođava plamenik na osnovu odstupanja od zadane vrijednosti. U sliding pressure control modu, tlak pare klizi ovisno o opterećenju, što smanjuje stres na kotlu i poboljšava efikasnost za 2-5% u dijelu opterećenja. Prema ASME standardima, regulacija mora uključivati flame supervision (UV/IR senzor za plamen) i purge cycle (čišćenje prije paljenja, 5 izmjena zraka u 5 min).

Sigurnosni parametri uključuju:

- **Tlak i Temperatura:** High-pressure switch (isključuje pri $1.1 \times PS$, npr. 6.6 bar za 6 bar sistem) i high-temperature limiter (max. 110°C).
- **Razina Vode:** Low water cutoff (automatsko isključivanje ako razina $<\text{min.}$, s alarmom).
- **Emisije i Sagorijevanje:** O₂ trim control (podešava zrak/gorivo za efikasnost $>95\%$, NO_x $<50 \text{ mg/m}^3$).
- **HR Propisi:** Prema Zakonu o zaštiti od požara (NN 92/10), kotlovi $>1 \text{ MW}$ moraju imati automatsku regulaciju s ESD (emergency shutdown) i godišnjim pregledom.

Za kotao 2 MW, preporučuje se Viessmann Vitotronic ili Siemens RLU sustav, koji integrira kliznu temperaturu i sigurnost, smanjujući potrošnju goriva za 10-20%.

Tablica 1: Ključni Sigurnosni Parametri za Regulaciju Kotla 2 MW

| Parametar | Vrijednost | Standard/Izvor | Napomena |
|-----------------------------------|--|----------------|--|
| Max. Temperatura | 110°C | ASME/EN 12953 | High-limit switch isključuje plamenik. |
| Min. Temperatura Povratka | 50°C (ulje)/ 60°C (plin) | Viessmann 48 | Sprječava kondenzaciju; klizna krivulja. |
| Max. Tlak | 6 bar | NFPA 85 | Safety valve otvara na $1.1 \times$. |
| O ₂ u Dimnim Plinovima | 3-5% | EN 12953 | Trim control za efikasnost. |
| Odziv na Load Promjenu | $<5 \text{ min}$ | ASME Sec. IV | PID algoritam za stabilnost. |
| Purge Cycle | 5 izmjena/5 min | NFPA 85 | Prije paljenja; automatski. |

C.3. AUTOMATSKA REGULACIJA SCADA

Automatska regulacija kotlovnice snage 10-12 MW putem SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) sustava predstavlja napredno rješenje za upravljanje, praćenje i optimizaciju rada uljne ili plinske kotlovnice. SCADA omogućuje centralizirano nadgledanje parametara kotla, daljinsko upravljanje opremom (npr. plamenicima, pumpama i ventilima), detekciju i registriranje kvarova, te generiranje izvješća za održavanje. Ovo je posebno važno za velike industrijske komplekse poput Zrakoplovno tehničkog zavoda (ZTC) u Velikoj Gorici, gdje kotlovnica osigurava grijanje hala za remont zrakoplova, a prekidi mogu uzrokovati značajne gubitke. Sustav podržava prelazak na dual-fuel (ulje/plin) bez većih modifikacija, uz integraciju s BMS (Building Management System). Prema EN 12953-6 standardu za kotlove, SCADA je preporučen za snage >1 MW kako bi se osigurala sigurnost i efikasnost, a po NFPA 85 obavezan za automatsko gašenje u slučaju kvara.

Princip Rada SCADA Sustava za Kotlovnicu

SCADA sustav radi na principu hijerarhijske arhitekture:

- **Razina 0/1 (Polje):** Senzori i aktuatori (npr. termočlanci za temperaturu, tlačni pretvornici za tlak, flow metri za protok) prikupljaju podatke u realnom vremenu (svakih 1-5 s).
- **Razina 2 (Kontrola):** PLC (Programmable Logic Controller, npr. Siemens S7-1500) izvršava lokalnu regulaciju (PID petlje za temperaturu polaza, modulaciju plamenika 30-100%).
- **Razina 3 (Nadgledanje):** SCADA software (npr. Siemens WinCC ili ABB 800xA) prikazuje HMI (Human-Machine Interface) za vizualizaciju, alarmi za kvarove (npr. "visoki tlak >6 bar") i daljinsko upravljanje preko VPN/mobilne app.
- **Razina 4 (Upravljanje):** ERP integracija za izvješća (npr. potrošnja goriva, emisije).

Za ulje/plin kotlovnice, SCADA podržava prelazak: Automatski switch goriva, praćenje NOx/CO emisija (<200 mg/m³ po IED Direktivi) i O₂ trim za optimizaciju (ušteta 2-5% goriva). Detekcija kvarova koristi AI algoritme za prediktivno održavanje (npr. vibracijski senzor detektira pumpu kvar prije kvara). U Viessmann katalogu (klizanja temperature polaza - sliding flow temperature diagram), SCADA integrira ovaj dijagram za automatsko prilagođavanje temperature (npr. od 90°C pri -15°C vanjsko do 60°C pri +15°C), čime se smanjuje potrošnja goriva za 15-25% i emisije za 10-20%.

Komponente SCADA Sustava za Kotlovnicu 10-12 MW

SCADA je modularan, sa skalabilnošću za velike snage. Ključni elementi iz Viessmann i drugih izvora:

- **PLC Kontroleri:** Siemens SIMATIC S7-1500 ili Allen-Bradley ControlLogix, snaga procesora za 1000+ I/O točaka. Podržava redundantnost za 99.99% uptime.
- **HMI/SCADA Software:** WinCC (Siemens) ili Ignition (Inductive Automation), s ekranima za daljinsko upravljanje (mobilna app). Funkcije: Grafički prikaz dijagrama (npr. klizna temperatura), log kvarova (npr. "plamenik kvar ID: 1234, vrijeme: 08:11").
- **Senzori i Pretvornici:** Temperatura (PT100, 0-150°C), tlak (0-10 bar), razina vode, O₂/CO/NOx analizatori (npr. ABB EL3000). Za detekciju kvarova: Vibracijski senzor (npr. SKF) za pumpe.
- **Komunikacija:** Modbus, Profibus ili Ethernet/IP za integraciju; VPN za daljinsko (cloud-based, npr. Siemens MindSphere). Za ulje/plin, dual-fuel modul za prelazak (automatski switch na plin pri niskom opterećenju).
- **Alarm i Detekcija Kvarova:** AI-based (npr. machine learning za prediktivno, detektira kvar pumpe po vibracijama 20% iznad norme). Registriranje: Log file s timestamp-om (npr. "Kvar: Visoki tlak, 6.5 bar, 19.01.2026 08:11"). Alarm: Zvučni/vizualni + SMS/e-mail.
- **Dodatno:** Rezervno napajanje (UPS 10-20 kVA za 10 min, po EN 50171) za kontrole tijekom prekida.

Za ulje kotlovnice, SCADA praći viskoznost ulja i temperaturu (40-60°C za protok); za plin, tlak plina (20-50 mbar). Cijena kompletnog SCADA: 50-150k € za 10-12 MW, uključujući instalaciju. Ušteta: 10-20% goriva kroz optimizaciju, smanjenje downtime-a za 30-50%.

Primjeri Modela SCADA Sustava

- **Siemens SIMATIC WinCC:** Za ulje/plin, HMI sa daljinskim pristupom, detekcija kvarova (npr. "plamenik flame failure"). Integriran s Viessmann Vitotronic.
- **ABB Ability:** Cloud-based SCADA za 10-12 MW, AI za prediktivno održavanje (detektira kvar pumpe 24h unaprijed). Daljinsko upravljanje preko app-a.
- **Honeywell Experion:** Za plinske kotlovnice, integracija s ESD, detekcija kvarova (npr. "low pressure alarm"). Podržava dual-fuel prelazak.

C.4. OPREMA ZA PRAĆENJE EMISIJA CO, NOx, SO2, O2 (Emissions Monitoring System)

Oprema za praćenje emisija predstavlja ključni dio sustava za monitoring štetnih plinova u dimnim plinovima kotlovnica, posebno za snage >1 MW gdje je obavezna po EU Direktivi o industrijskim emisijama (IED) 2010/75/EU. Ova oprema osigurava kontinuirano ili periodičko mjerenje koncentracija CO (ugljični monoksid), NOx (dušikovi oksidi), SO2 (sumpor dioksid) i O2 (kisik), kako bi se osigurala usklađenost s ekološkim standardima, optimizirao rad kotla i spriječila kazne. U kontekstu kotlovnica snage 10-12 MW (poput ZTC kompleksa s uljem kao gorivom), oprema je integrirana s alarmima za prekoračenja i SCADA sustavima za automatsko podešavanje plamenika. U Hrvatskoj, ovo je regulirano Pravilnikom o emisijama štetnih tvari u zrak iz nepokretnih izvora (NN 2/17), koji zahtijeva godišnji monitoring i izvješća Državnom inspektoratu.

Uvod u Opremu i Njezinu Namjenu

Oprema za praćenje emisija (Continuous Emissions Monitoring System - CEMS ili Portable Emissions Analyzer) služi za:

Mjerenje Emisija

Praćenje plinova u dimnim plinovima kako bi se osiguralo da su unutar granica (npr. NOx <200 mg/m³ za ulje po IED).

Optimizacija Rada

O2 monitoring (obično 3-5%) pomaže u regulaciji zraka/goriva za efikasnost >95% i smanjenje emisija.

Sigurnost i Zakonska Usklađenost

Integrirani alarmi za prekoračenja (npr. CO >100 ppm isključuje kotao). Za snage >1 MW, obavezna kontinuirana oprema po IED (Annex V), s izvješćima svakih 6 mjeseci.

Tipovi Opreme

Kontinuirani (CEMS) za velike snage ili portabilni (PEMS) za periodičke provjere.

Prema Viessmann katalogu (dijagram klizanja temperature), oprema je povezana s Vitotronic kontrolerom za automatsko podešavanje temperature polaza (sliding flow temperature), što indirektno utječe na emisije – npr. niža temperatura smanjuje NOx za 10-20%.

Komponente Opreme za Praćenje Emisija

Oprema obično uključuje sljedeće elemente:

Analizatori Plinova

CO Analizator: Koristi NDIR (non-dispersive infrared) tehnologiju za mjerenje 0-1000 ppm. Granica: <100 ppm po IED.

NOx Analizator: Chemiluminescence ili UV metoda za mjerenje 0-500 mg/m³. Granica: <200 mg/m³ za ulje >1 MW.

SO2 Analizator: UV fluorescencija ili IR za 0-500 mg/m³. Granica: <400 mg/m³ za ulje (niskosumporno obavezno po NN 2/17).

O2 Analizator: Paramagnetski ili zirconski senzor za 0-21%. Koristi se za optimizaciju (O2 trim control).

Sustav Uzorčenja

Sonda u dimnjaku za uzimanje uzoraka (protok 1-5 l/min), s grijanim cijevima (150-180°C) za sprječavanje kondenzacije. Filteri za čestice (PM).

Data Logger i Alarm

PLC ili SCADA (npr. Siemens Simatic) za zapisivanje podataka (svakih 10-60 s). Alarm za prekoračenja (zvučni/vizualni, povezan s ESD - emergency shutdown).

Kalibracija

Automatska ili ručna, s referenčnim plinovima; obavezna svakih 6 mjeseci po IED.

Za 10-12 MW, sustav sa 4-6 senzorima (npr. ABB EL3000 ili Siemens Ultramat) je standardan. Protok dimnih plinova ~10-15 m³/s (izračun: 1 kW treba ~0.001 m³/s za ulje, skalirano za efikasnost 90%). U ZTC-u (s uljem), obavezan godišnji monitoring po NN 2/17, s izvješćima Ministarstvu okoliša.

Primjeri Modela i Izračuni

ABB EL3000 CEMS

Mjeri CO (0-500 ppm), NO_x (0-500 mg/m³), SO₂ (0-500 mg/m³), O₂ (0-25%). Izračun uzorkovanja: Protok uzorka 2 l/min, razrjeđenje 1:10 za visoke koncentracije.

Siemens Ultramat 23

Portabilni za periodičke mjere; za kontinuirano, Set CEM 1. Izračun emisija: NO_x = (mjereno × protok) / efikasnost; granica <150 mg/m³ za plin.

Testo 350

Portabilni analizator za mobilne provjere; Za ZTC, preporučeno 2-4 senzora po dimnjaku.

Prema NFPA 85, oprema mora imati redundanciju (2 senzora po plinu) za snage >1 MW.

Monitori za CO, NO_x, SO₂ i O₂ u dimnim plinovima, obavezni za snage >1 MW po EU IED Direktivi (2010/75/EU). Integrirani s alarmom za prekoračenja.

Preporuka/Primjer Izračuna:

Za 10-12 MW,

sustav sa 4-6 senzorima (npr. ABB ili Siemens).

Protok dimnih plinova ~10-15 m³/s (izračun: 1 kW treba ~0.001 m³/s plina za ulje).

U ZTC-u (s uljem), obavezan godišnji monitoring po Pravilniku o emisijama (NN 2/17).

C.5. SIGURNOSNA RASVJETA I OSVJETLJENJE KOTLOVNICE

Viessmann katalog ne spominje direktno osvjetljenje kotlovnice (fokus je na kotlovima, instalacijama i sigurnosti kotla). Stoga smo istražili dodatne podatke (web pretraga za "safety lighting boiler room EN 1838 requirements dimensions LED" i prospekti proizvođača poput Philips, Osram i Eaton), standarde (EN 1838 za sigurnosno osvjetljenje, EN 12464 za radno osvjetljenje) i hrvatske propise (Zakon o zaštiti na radu NN 94/13, Pravilnik o sigurnosnom osvjetljenju NN 104/05). Osvjetljenje kotlovnice je obavezno za sigurnost radnika i evakuaciju, posebno u industrijskim objektima poput ZTC-a (kotlovnica 280 m², rizik požara zbog ulja). Dolje detaljan opis opreme, dimenzioniranja, radova i troškova.

Opis opreme za osvjetljenje kotlovnice

Osvjetljenje kotlovnice dijeli se na radno (za održavanje, nadzor) i sigurnosno (za evakuaciju tijekom prekida napajanja). Koristi se LED tehnologija zbog efikasnosti (životni vijek 50.000 h, ušteda 50-70% energije u odnosu na halogene), otpornosti na vibracije i toplinu (do 60°C u kotlovnici).

- **Radno Osvjetljenje:** Osigurava 200-500 lux (mjera osvjetljenja) za radne površine (npr. kotao, pumpe). Model: Philips CoreLine LED (IP65 otporan na prašinu/vlagu, snaga 20-50 W po svjetiljci, CRI >80 za boje). Za sigurnosno, integrirane baterije.
- **Sigurnosno Osvjetljenje:** Min. 1 lux na podu za evakuaciju (po EN 1838: "Emergency escape lighting"). Autonomija min. 30 min (baterije), aktivacija <0.5 s pri padu napajanja. Model: Osram Siteco LED Emergency (sa NiCd baterijama, IP54, 5-10 W).
- **Dodatno:** Automatski kontroler za dimming (0-100%) i integracija s SCADA za praćenje (npr. kvar svjetiljke alarm). Za ulje kotlovnice, oprema ATEX certificirana (eksplozijsko-otporna, zona 2 za zapaljive pare).

Prema Zakonu o zaštiti na radu (NN 94/13), osvjetljenje mora osigurati sigurnost radnika (min. 200 lux za opasne zone), a sigurnosno po Pravilniku o sigurnosnom osvjetljenju (NN 104/05) zahtijeva autonomiju 1 h za visokorizične objekte poput kotlovnica.

Dimenzioniranje osvjetljenja

Dimenzioniranje se vrši po EN 12464-1 (radno osvjetljenje) i EN 1838 (sigurnosno), uzimajući površinu kotlovnice 280 m² (iz ZTC opisa), visinu 5-8 m (standard za kotlovnice) i refleksiju zidova (30-50% za betonske). Izračun osvjetljenja: $E = (N \times \Phi \times UF \times MF) / A$, gdje E=lux, N=broj svjetiljki, Φ =lumenski flux po svjetiljci, UF=utilizacijski faktor (0.4-0.6), MF=faktor održavanja (0.8). Za LED, flux ~100 lm/W.

- **Radno Osvjetljenje:** Cilj 300 lux (prosjeak za industrijske). Snaga po m²: 10-15 W (efikasne LED). Ukupna snaga: 2.8-4.2 kW (za 280 m²). Broj svjetiljki: 20-30 (po 100-150 W, raspored u mreži 5x6 m).
- **Sigurnosno Osvjetljenje:** Min. 1 lux na podu, 5 lux na putu evakuacije. Autonomija 30 min-1 h (baterije 100-200 Ah). Broj svjetiljki: 10-15 (po 5-10 W, s baterijama). Ukupna snaga: 0.05-0.1 kW (rezervno).

Primjer Izračuna: Za 300 lux, $\Phi=12.000$ lm po svjetiljci (120 W LED), UF=0.5, MF=0.8, $N = (E \times A) / (\Phi \times UF \times MF) = (300 \times 280) / (12.000 \times 0.5 \times 0.8) \approx 17.5$ (zaokruženo 20 svjetiljki). Za sigurnosno, min. 1 lux: $N \approx 10$ (5 W svjetiljke).

Potrebni Radovi za Ugradnju

- **Priprema:** Pregled kotlovnice (280 m²), demontaža starih svjetiljki, provjera elektroinstalacija (400V, 3-fazno).
- **Ugradnja:** Spoj na strop (visina 5-8 m, koristiti podiznu opremu), raspored po mreži (razmak 4-6 m za uniformno osvjetljenje), spoj na UPS za rezervno (baterije u svjetiljci ili centralno). Instalacija dimmera za uštedu (20-30% energije).
- **Testiranje:** Mjerenje lux-a (luxmetar, npr. Testo 545, točnost ±5%), provjera autonomije (simulacija prekida, min. 30 min na 1 lux). Certifikacija po EN 1838 (ovlašteni inspektor).
- **Sigurnost:** Radovi u zaštitnoj opremi (kacige, pojasevi za visinu), kotao isključen tijekom rada.

Trošak i Preporuka

- **Oprema:** 2.000-5.000 € (LED svjetiljke Philips CoreLine 20x120 W =2.400 W, baterije za 30 min).
- **Instalacija i Radovi:** 1.000-2.000 € (kabeli, prekidači, testovi).
- **Ukupno:** 3.000-7.000 €. Ušteda: LED smanjuje potrošnju za 60-70% (godišnje 1.000-2.000 € za 2.8 kW, 24/7 rad).

D. TERMODINAMIČKI PRORAČUNI

KOEFICIJENTI PROLASKA TOPLINE

Koeficijent prolaska topline (oznaka: U) je količina topline koju građevni element gubi u 1 sekundi po m² površine, kod razlike temperature od 1 K, izraženo u W/m²K. Koeficijent U je bitna karakteristika vanjskog elementa konstrukcije i ima veliku ulogu u analizi ukupnih toplinskih gubitaka (kWh/m²), a time i potrošnji energije za grijanje. Što je koeficijent prolaska topline manji, to je bolja toplinska zaštita zgrade.

Najveće propisane dopuštene vrijednosti koeficijenta prolaska topline, U [W/(m²·K)], građevnih dijelova novih zgrada, malih zgrada i zgrada s manjom ploštinom korisne površine grijanog dijela zgrade (AK < 50 m²) i nakon zahvata na postojećim zgradama. $\Theta_{e,mj,min}$ je srednja mjesečna temperatura vanjskog zraka najhladnijeg mjeseca na lokaciji zgrade.

| Građevni dio | U [W/(m ² ·K)] | | | |
|--|--|-----------------------------------|--|-----------------------------------|
| | $\Theta_{int,set,H} \geq 18\text{ °C}$ | | $12\text{ °C} < \Theta_{int,set,H} < 18\text{ °C}$ | |
| | $\Theta_{e,mj,min} \leq 3\text{ °C}$ | $\Theta_{e,mj,min} > 3\text{ °C}$ | $\Theta_{e,mj,min} \leq 3\text{ °C}$ | $\Theta_{e,mj,min} > 3\text{ °C}$ |
| Vanjski zidovi, zidovi prema garaži, tavanu | 0,30 | 0,45 | 0,50 | 0,60 |
| Prozori, balkonska vrata, krovni prozori, prozirni elementi ovojnice zgrade | 1,60 | 1,80 | 2,50 | 2,80 |
| Ostakljeni dio prozora, balkonskih vrata, krovni prozori, prozirni elemenata ovojnice zgrade (U _g) | 1,10 | 1,10 | 1,40 | 1,40 |
| Ravni i kosi krovovi iznad grijanog prostora, stropovi prema tavanu | 0,25 | 0,30 | 0,40 | 0,50 |
| Stropovi iznad vanjskog zraka, stropovi iznad garaže | 0,25 | 0,30 | 0,40 | 0,50 |
| Zidovi i stropovi prema negrijanim prostorijama i negrijanom stubištu temperature više od 0°C | 0,40 | 0,60 | 0,90 | 1,20 |
| Zidovi prema tlu, podovi na tlu | 0,40 | 0,50 | 0,65 | 0,80 |
| Vanjska vrata, vrata prema negrijanom stubištu, s neprozirnim vratnim krilom | 2,00 | 2,40 | 2,90 | 2,90 |
| Stijenka kutije za rolete | 0,60 | 0,80 | 0,80 | 0,80 |
| Stropovi i zidovi između stanova ili između različitih grijanih posebnih dijelova zgrade (poslovni prostori i sl.) | 0,60 | 0,80 | 1,20 | 1,20 |

Usvojene vrijednosti koeficijenta prolaska topline projekta toplinske zaštite:

| Građevni dio zgrade | U [W/(m ² K)] | U _{max} [W/(m ² K)] | Ispunjeno DA / NE |
|---|-----------------------------|--|----------------------|
| Vanjski zidovi | Max 0,30 | 0,30 (0,25) | DA |
| Kosi krovovi iznad grijanog prostora | Max 0,25 | 0,25 (0,20) | DA |
| Ravni krov ili terasa iznad grijanog prostora | Max 0,25 | 0,25 (0,20) | DA |
| Podovi prema tlu | Max 0,40 | 0,40 (0,30) | DA |
| Zidovi i stropovi prema negrijanim prostorijama i negrijanom stubištu temperature više od 0°C | Max 0,60 | 0,60 | DA |
| Prozori, balkonska vrata, krovni prozori, prozirni elementi pročelja | Max 1,40 | 1,40 | DA |
| Vanjska vrata s neprozirnim vratnim krilom | Max 1,40 | 2,40 (1,40) | DA |
| Međukatna konstrukcija | Max 0,60 | 0,60 | DA |

LOKACIJA ZGRADE: KONTINENTALNA HRVATSKA $\Theta_{e,mj,min} < 3\text{ °C}$

TOPLINSKI ZIMSKI GUBITCI

Proračun gubitaka topline izrađen je prema HRN EN 12 831 i detaljan proračun se nalazi u arhivi projektanta, a u nastavku je dana kratka rekapitulacija proračuna. Koeficijenti prolaza topline određeni su na osnovu fizikalnog proračuna građevine i kao takvi se koriste u proračunu gubitaka topline. Standard 12831 donesen je 2003. godine. Sadrži proračunski dio obavezan za sve zemlje te nacionalni dodatak za svaku zemlju. Nacionalni dodatak sadrži standardne karakteristične veličine odnosno sve podatke potrebne za proračun, u skladu s uvjetima značajnim za određenu zemlju, te se izdaje kao aneks na standard. Standard EN 12831 propisuje dva postupka proračuna jednostavni i detaljni. Jednostavni postupak proračuna vrijedi samo za određene slučajeve odnosno objekte, a to su objekti s najviše tri stambene jedinice te nepropušnošću ovojnice objekta do 3 h-1. Toplinsko opterećenje se računa na temelju gubitaka transmisijom i gubitaka ventilacijom.

TRANSMISIJSKI GUBITCI

$$\phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}) \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) [W]$$

$H_{T,ie} [W/K]$ koeficijent transmisijских toplinskih gubitaka prema okolici

$H_{T,iue} [W/K]$ koeficijent transmisijских toplinskih gubitaka prema negrijanim prostorijama

$H_{T,ig} [W/K]$ koeficijent transmisijских toplinskih gubitaka prema tlu

$H_{T,ij} [W/K]$ koeficijent transmisijских toplinskih gubitaka između susjednih grijanih prostorija

$\theta_{int,i} [^{\circ}C]$ temperatura prostorije

$\theta_e [^{\circ}C]$ vanjska projektna temperatura – nacionalni dodatak

VENTILACIJSKI GUBITCI

$$V_{min,i} = V_i \cdot n_{min} [m^3/h]$$

$n_{min} [h^{-1}]$ najmanji potrebni broj izmjena zraka

UKUPNI ZIMSKI GUBITCI

$$\phi_i = \phi_{T,i} + \phi_{v,i} [W]$$

$\phi_{T,i} [W]$ transmisijских toplinski gubici

$\phi_{v,i} [W]$ ventilacijski toplinski gubici

Računske vrijednosti stupnja propuštanja ukupne energije kroz ostakljenje, g (-), za slučaj okomitog upada sunčeva zračenja

| Tip ostakljenja | g (-) |
|--|------------|
| Jednostruko staklo (bezbojno, ravno float staklo) | 0,87 |
| Dvostruko izolirajuće staklo (s jednim međuslojem zraka) | 0,80 |
| Trostruko izolirajuće staklo (s dva međusloja zraka) | 0,70 |
| Dvostruko izolirajuće staklo s jednim staklom niske emisije (Low-E obloga) | 0,60 |
| Trostruko izolirajuće staklo s dva stakla niske emisije (dvije Low-E obloge) | 0,50 |
| Dvostruko izolirajuće staklo sa staklom za zaštitu od sunčeva zračenja | 0,50 -0,25 |
| Staklena opeka | 0,60 |
| Dvostruke staklene talpe | 0,60 |

| R.B. | OPIS ZGRADE | POVRŠINA A [m2] | TEMP. [°C] | GUBITCI W/m2 | SNAGA kW | VISINA [m] | VOLUMEN [m3] | GUBITCI W/m3 | SNAGA kW |
|--------------------------|--|--------------------|---------------|-----------------|---------------|---------------|-----------------|-----------------|---------------|
| ELEKTRO | ELEKTRO INSTALACIJE ZTC se napaja električnom energijom iz tri trafostanice snage 1000 KVA, 2 x 500 KVA, te 2 x 1000 KVA. Na razvod niskonaponske mreže u dužini 12 000 m (različitih presjeka) priključeni su svi objekti, te rasvjeta vanjskih površina (98 kom. rasvjetnih tijela). Trafostanice raspoloživim kapacitetom u potpunosti zadovoljavaju današnje potrebe za električnom energijom u Zavodu. Ukupna zakupljena snaga 1470 kW. | | | | 1.470 | | | | |
| TERMO | INSTALACIJA CENTRALNOG GRIJANJA Postojeće instalacije centralnog grijanja idu od kotlovnice u dva kraka na stupovima, te osiguravaju toplinskom energijom objekte i postrojenje lakirnice. Toplovođi na stupovima ukupne dužine 850 m su izolirani mineralnom vunom, te obavijeni Al limom. Za proizvodnju potrebne toplinske energije koriste se 4 kotla visokog tlaka. Snaga energetskog postrojenja kotlovnice kotlovnice je 3 x 1,7 MW, te 1 x 5,1 MW. Dovod goriva (lož ulje srednje - niskosumporno) u kotlovnicu vrši se iz rezervoara 250 000 l za gorivo. | | | | 10.200 | | | | |
| | SUMA TOPLINSKIH SNAGA ZGRADA | | | | 11.661 | | | | 10.737 |
| OBJEKAT br.0 | TEHNOLOŠKA LAKIRNICA | | | | 1.500 | | | | 1.500 |
| OBJEKAT br. 1 | HALA ZA REMONT SA ANEKSIMA Godina izgradnje 1982 god. Objekat armirano-betonske montažne konstrukcije. Kosi krov, profilirani sendvič lim, Al-profilirani lim, salonit Ukupna korisna površina 5 614, 00 m2. | 5.614 | 20 | 400 | 2.246 | 15 | 84.210 | 25 | 2.105 |
| OBJEKAT br. 2 | HALA ZA REMONT SA LAKIRNICOM I KOMPRESORSKOM STANICOM Godina izgradnje 1975 god. Objekat armirano-betonske konstrukcije. Prizemlje, kat. Ravni krov Ukupna korisna površina 4 084 m2 | 4.084 | 20 | 400 | 1.634 | 15 | 61.260 | 25 | 1.532 |

| | | | | | | | | | |
|---------------------------|---|-------|----|-----|-------|----|---------|----|-------|
| OBJEKAT br. 3 | HALA ZA REMONT- PROIZVODNJU SA ANEKSIMA Godina izgradnje 1984 god. aneksi izgrađeni 1962 god. adaptirani 1986 god. Objekat armirano-betonske zidane konstrukcije. Prizemlje, polukat, kat Kosi krov, profilirani sendvič lim, pocinčani lim, salonit Ukupna korisna površina 9 450, 00 m2 | 9.450 | 20 | 400 | 3.780 | 15 | 141.750 | 25 | 3.544 |
| OBJEKAT br. 4 | AKUMULATORSKA STANICA Godina izgradnje 1970 god. Objekat prizemni zidani. Kosi krov, salonit. Ukupna korisna površina 199, 00 m2. | 199 | 5 | 100 | 20 | 3 | 597 | 20 | 12 |
| OBJEKAT br. 5 | UPRAVNA ZGRADA Godina izgradnje 1980 god. Objekat armirano-betonske montažne konstrukcije. Podzemna tehnička etaža, prizemlje, II kat Ravni krov, 1994 god. izgradnja kosog krova od profiliranog Al lima Ukupna korisna površina 1946, 00 m2. | 1.946 | 20 | 150 | 292 | 3 | 5.060 | 40 | 202 |
| OBJEKAT br. 6 | UPRAVNA ZGRADA Godina izgradnje 1961 god. Objekat jednokatni zidani. Prizemlje, kat Kosi krov, salonit Ukupna korisna površina 612, 00 m2. | 612 | 20 | 150 | 92 | 3 | 1.591 | 50 | 80 |
| OBJEKAT br. 7 | HALA RADIONICA ZA ODRŽAVANJE SA SKLADIŠTIMA Godina izgradnje 1970 god. Objekat jednokatni armirano-betonske konstrukcije. Prizemlje, kat Kosi krov, salonit Ukupna korisna površina 3 094, 00 m2. | 3.094 | 20 | 400 | 1.238 | 15 | 46.410 | 25 | 1.160 |
| OBJEKAT br. 8 | RESTORAN - KUHINJA - BIBLIOTEKA SA UČIONICAMA ZA OBUKU O OBUKU Godina izgradnje 1972 god. dogradnja 1983 god. Objekat jednokatni armirano-betonske zidani. Prizemlje, kat, tavan Ravni/kosi krov, lučni salonit, profilirani Al lim Ukupna korisna površina 2 870, 00 m2. | 2.870 | 20 | 150 | 431 | 3 | 8.610 | 20 | 172 |
| OBJEKAT br. 9 | ENERGETSKO POSTROJENJE (KOTLOVNICA) Godina izgradnje 1960 god. nadogradnja 1990 god. Objekat prizemni zidani. Kosi krov, salonit, profilirani sendvič lim. Ukupna korisna površina 280, 00 m2. | 280 | 5 | 150 | 42 | 6 | 1.680 | 30 | 50 |
| OBJEKAT br. 10 | REZERVOAR GORIVA ZA ENERGETSKO POSTROJENJE (kotlovnica) Godina izgradnje 1965 god. Ukupna zapremina rezervoara 250 000 l. | | 5 | 0 | 0 | 6 | 0 | 30 | 0 |

PROJEKT TERMOTEHNIČKIH INSTALACIJA

| | | | | | | | | | |
|---------------------------|--|-----|-----|-----|----|----|-------|----|----|
| OBJEKAT br. 11 | NEUTRALIZACIJA OTPADNIH VODA Godina izgradnje 1982 god. Objekat prizemni armirano-betonski zidani. Ravni krov, pocinčani lim Ukupna korisna površina 64,00 m2. | 64 | 5 | 150 | 10 | 3 | 192 | 30 | 6 |
| OBJEKAT br. 12 | TRAFOSTANICA Godina izgradnje 1971 god. Objekat prizemni betonsko zidane konstrukcije. Ravni krov Ukupna korisna površina 28,00 m2. | 28 | -15 | 0 | 0 | 3 | 84 | 0 | 0 |
| OBJEKAT br. 13 | TRAFOSTANICA Godina izgradnje 1983 god. Objekat prizemni modularno-betonski montažne konstrukcije. Ravni krov Ukupna korisna površina 12,00 m2. | 12 | -15 | 0 | 0 | 3 | 36 | 0 | 0 |
| OBJEKAT br. 14 | TRAFOSTANICA Godina izgradnje 1990 god. Objekat prizemni modularno-betonski montažne konstrukcije. Ravni krov Ukupna korisna površina 40,00 m2. | 40 | -15 | 0 | 0 | 3 | 120 | 0 | 0 |
| OBJEKAT br. 15 | VODOPUMPNA STANICA Godina izgradnje 1962 god. Objekat prizemni zidani. Ravni krov, pocinčani lim. Ukupna korisna površina 43,00 m2. | 43 | 5 | 100 | 4 | 3 | 129 | 10 | 1 |
| OBJEKAT br. 16 | FEKALNA PUMPNA STANICA Godina izgradnje 1963 god. Objekat prizemni zidani. Ravni krov, pocinčani lim. Ukupna korisna površina 12,00 m2. | 12 | 5 | 0 | 0 | 3 | 36 | 0 | 0 |
| OBJEKAT br. 17 | PRIJAVNICA Godina izgradnje 1974 god. Objekat prizemni armirano-betonski zidane konstrukcije. Ravni krov Ukupna korisna površina 32,00 m2. | 32 | 20 | 150 | 5 | 3 | 96 | 30 | 3 |
| OBJEKAT br. 18 | SKLADIŠTE KONSTRUKTIVNO POTROŠNOG MATERIJALA Godina izgradnje 1975 god. Objekat prizemni armirano-betonski zidane konstrukcije. Prizemlje, istovarna rampa. Ravni krov, lučne salonitne ploče Ukupna korisna površina 878,00 m2. | 878 | 10 | 100 | 88 | 10 | 8.780 | 10 | 88 |

PROJEKT TERMOTEHNIČKIH INSTALACIJA

| | | | | | | | | | |
|---------------------------|--|-----|-----|-----|----|----|-------|----|----|
| OBJEKAT br. 19 | SKLADIŠTE GORIVA, MAZIVA, KEMIKA LIJA Godina izgradnje 1975 god. nadogradnja 1986 god. Objekat prizemni armirano-betonske zidane konstrukcije. Ravni krov, lučni salonit Ukupna korisna površina 615,00 m2. | 615 | 10 | 100 | 62 | 10 | 6.150 | 10 | 62 |
| OBJEKAT br. 20 | SKLADIŠTE REZERVNIH DJELOVA SA PRIMOPREDAJNOM KOMISIJOM Godina izgradnje 1970 god. Objekat prizemni zidane konstrukcije. Kosi krov, salonit Ukupna korisna površina 386,00 m2. | 386 | 10 | 100 | 39 | 10 | 3.860 | 10 | 39 |
| OBJEKAT br. 21 | SKLADIŠTE Godina izgradnje 1965 god. Objekat prizemni montažni od valovitog lima, lučne konstrukcije. Ukupna korisna površina 225,00 m2. | 225 | 10 | 100 | 23 | 10 | 2.250 | 10 | 23 |
| OBJEKAT br. 22 | SKLADIŠTE Godina izgradnje 1962 god. Objekat prizemni montažni od valovitog lima, lučne konstrukcije. Ukupna korisna površina 882,00 m2. | 882 | 10 | 100 | 88 | 10 | 8.820 | 10 | 88 |
| OBJEKAT br. 23 | SKLADIŠTE Godina izgradnje 1960 god. Objekat prizemni zidane konstrukcije. Kosi krov, salonit Ukupna korisna površina 44,00 m2. | 44 | 10 | 100 | 4 | 10 | 440 | 10 | 4 |
| OBJEKAT br. 24 | SKLADIŠTE Godina izgradnje 1982 god. Objekat montažni od valovitog lima. Kosi krov, salonit Ukupna korisna površina 286,00 m2. | 286 | 10 | 100 | 29 | 10 | 2.860 | 10 | 29 |
| OBJEKAT br. 25 | REZERVOARI GORIVA Godina izgradnje 1975 god. Metalni rezervoar promjera 2 500 mm. Nadzemni. Zapremina 50 000 l. | 0 | -15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| OBJEKAT br. 26 | REZERVOARI GORIVA (NAFTA, BENZIN) Godina izgradnje nepoznata. Metalni rezervoari promjera 1780, 1760, 1240 mm (3 kom). Nadzemni. Zapremina 12.070, 11.550, 3.260 lit | 0 | -15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| OBJEKAT br. 27 | SKLADIŠTE Godina izgradnje 1965 god. Objekat prizemni zidane konstrukcije. Kosi krov, salonit. Ukupna korisna površina 380,00 m2. | 380 | 10 | 100 | 38 | 10 | 3.800 | 10 | 38 |

PROJEKT TERMOTEHNIČKIH INSTALACIJA

| | | | | | | | | | |
|---------------------------|---|-----|-----|---|---|---|-------|---|---|
| OBJEKAT br. 28 | NADSTREŠNICA Godina izgradnje 1975 god. Objekat armirano - betonske konstrukcije. Kosi krov, salonit. Korisna površina 123,00 m2. | 123 | -15 | 0 | 0 | 5 | 615 | 0 | 0 |
| OBJEKAT br. 29 | NADSTREŠNICA Godina izgradnje 1986 god. Objekat montažni od valovitog lima. Kosi krov, profilni lim. Korisna površina 102,00 m2. | 102 | -15 | 0 | 0 | 5 | 510 | 0 | 0 |
| OBJEKAT br. 30 | NADSTREŠNICA Godina izgradnje 1982 god. Objekat montažni metalne konstrukcije. Kosi krov, profilni lim. Korisna površina 156,00 m2. | 156 | -15 | 0 | 0 | 5 | 780 | 0 | 0 |
| OBJEKAT br. 31 | NADSTREŠNICA Godina izgradnje 1975 god. Objekat armirano - betonske montažne konstrukcije. Kosi krov, salonit. Korisna površina 646,00 m2. | 646 | -15 | 0 | 0 | 5 | 3.230 | 0 | 0 |
| OBJEKAT br. 53 | NADSTREŠNICA Godina izgradnje 1996 god. Objekat metalne konstrukcije. Kosi krov, valoviti lim. Korisna površina 33,00 m2. | 33 | -15 | 0 | 0 | 5 | 165 | 0 | 0 |
| OBJEKAT br. 32 | NADSTREŠNICA Godina izgradnje 1982 god. Objekat metalne konstrukcije. Kosi krov, salonit. Korisna površina 68,00 m2. | 68 | -15 | 0 | 0 | 5 | 340 | 0 | 0 |
| OBJEKAT br. 33 | NADSTREŠNICA Godina izgradnje 2000 god. Objekat metalne konstrukcije. Kosi krov, profilni lim. Korisna površina 70,00 m2. | 70 | -15 | 0 | 0 | 5 | 350 | 0 | 0 |
| OBJEKAT br. 34 | NADSTREŠNICA Godina izgradnje 2001 god. Objekat metalne konstrukcije. Kosi krov, salonit. Korisna površina 43,00 m2. | 43 | -15 | 0 | 0 | 5 | 215 | 0 | 0 |
| OBJEKAT br. 35 | NADSTREŠNICA Godina izgradnje 1962 god. nadogradnja 1995 god. Objekat metalne konstrukcije. Kosi krov, salonit, bitumenske valovite ploče. Korisna površina 285,00 m2. | 285 | -15 | 0 | 0 | 5 | 1.425 | 0 | 0 |

PROJEKT TERMOTEHNIČKIH INSTALACIJA

| | | | | | | | | | |
|---------------------------|--|--------|-----|---|---|---|-----|---|---|
| OBJEKAT br. 36 | NADSTREŠNICA Godina izgradnje 1986 god. Objekat metalne konstrukcije. Kosi krov, salonit. Korisna površina 28,00 m2. | 28 | -15 | 0 | 0 | 5 | 140 | 0 | 0 |
| OBJEKAT br. 37 | BUNAR PITKE VODE Godina izgradnje 1981 god. Izažnost bunara 28 l/sec | 0 | -15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| OBJEKAT br. 38 | SABIRNI BAZEN TEHNOLOŠKE KANALIZACIJE Godina izgradnje 1982 god. Objekat armirano-betonski konstrukcije. Korisna zapremnina 30 000 l. | 0 | -15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| OBJEKAT br. 39 | STAJANKA Godina izgradnje 1962 god. nadogradnja 1975, 1982, 1998 god. Objekat armirano-betonska površina. Korisna površina 13 800 m2. | 13.800 | -15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| OBJEKAT br. 40 | PREPUMPNI BAZEN TEHNOLOŠKIH VODA Godina izgradnje 1982 god. Objekat armirano-betonske konstrukcije. Korisna zapremnina 60 000 l. | 0 | -15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| OBJEKAT br. 41 | HELIODROM (ISPITNI STOL ZA HELIKOPTERE) Godina izgradnje 1998 god. Objekat armirano-betonska, asfaltna površina. Korisna površina 2.500 m2. | 2.500 | -15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| OBJEKAT br. 42 | ISPITNI STOL ZA ZRAKOPLOVE Godina izgradnje 1982 god. Objekat armirano-betonska površina. Korisna površina 70,00 m2. | 70 | -15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| OBJEKAT br. 43 | IGRALIŠTE ZA MALI NOGOMET Godina izgradnje 1984 god. Objekat asfaltna površina. Korisna površina 1.750,00 m2. | 1.750 | -15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| OBJEKAT br. 44 | IGRALIŠTE ZA MALI NOGOMET Godina izgradnje 1984 god. Objekat asfaltna površina. Korisna površina 1.750,00 m2. | 1.750 | -15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| OBJEKAT br. 45 | IGRALIŠTE ZA TENIS Godina izgradnje 1984 god. Objekat asfaltna površina. Korisna površina 850,00 m2. | 850 | -15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| OBJEKAT br. 46 | IGRALIŠTE ZA ODBOJKU Godina izgradnje 1984 god. Objekat asfaltna površina. Korisna površina 1.170,00 m2. | 1.170 | -15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| OBJEKAT br. 47 | BOČALIŠTE Godina izgradnje 1984 god. Objekat betonsko-zemljana površina. Korisna površina 198,00 m2. | 198 | -15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | | | | |
|---------------------------|--|--------|-----|---|---|---|---|---|---|
| OBJEKAT br. 48 | PROMETNICE, TRANSPORTNI PUTEVI I STAZE Godina izgradnje 1962, 1974, 1982 god. Objekat armirano-betonski, asfaltna, popločane površine. Uporabna površina 10.200,00 m2. | 10.200 | -15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| OBJEKAT br. 49 | OGRADA ZTC-a Godina izgradnje 1974 god. Objekat metalne polja 640 kom. Ukupna dužina 1790,00 m. | 1.790 | -15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| OBJEKAT br. 50 | SPOJNICA ZTC-a Godina izgradnje 1965 god. Objekat armirano-betonska površina. Korisna površina 1.075,00 m2. | 1.075 | -15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| OBJEKAT br. 51 | PROSTOR ZA KOPEZACIJU I ISPITIVANJE MOTORA ZRAKOPLOVA I HELIKOPTER Godina izgradnje 1965 god. Objekat asfaltna površina. Korisna površina 3.575,00 m2. | 3.575 | -15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| OBJEKAT br. 52 | UZLETNO SLIJETNA STAZA Godina izgradnje 1965 god. Objekat asfaltna, travnata površina. Korisna površina 60.050,00 m2. | 60.050 | -15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| OBJEKAT br. 54 | PARKIRALIŠTE Godina izgradnje 1984 god. Površina betonska, šljunak. Korisna površina 1.234,00 m2. | 1.234 | -15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

PROJEKTANT

DARIO HRASTOVIĆ, dipl.ing.stroj.

Hrvatska komora inženjera strojarstva

Dario Hrastović

dipl. ing. stroj.

Ovlašteni inženjer strojarstva



S 1554

Hrastović D

2.2. OPIS UVJETA I ZAHTJEVA TIJEKOM IZVOĐENJA

Uvjeti i zahtjevi koji moraju biti ispunjeni pri izvođenju radova i koje način izvođenja radova mora ispuniti za projektirani dio građevine (ugradnje i međusobnog povezivanja građevnih i drugih proizvoda), a koji su bitni za ispunjavanje tehničkih svojstava projektiranog dijela građevine, te temeljnih zahtjeva za građevinu

- Na osnovu ovog Projekta Investitor može zaključiti Ugovor o isporuci i montaži uređaja pod uobičajenim uvjetima za ovu vrstu građevine samo sa izvođiteljem koji je registriran za tu vrstu radova.

- Prije ugovaranja radova izvođitelj je dužan pregledati projektne specifikacije materijala i opreme na crtežima. Za svaku štetu na teret izvođitelja, koja proizađe nepridržavanjem ovog zahtjeva, projektant ne snosi odgovornost.

- Projektant jamči za ispravan rad građevine samo uz uvjet da su isti izvedeni točno prema projektu bez ikakvog odstupanja i da je korišten kod montaže materijal predviđen specifikacijom.

- Ukoliko bi bilo koji element ovog projekta zamjenjen nekim drugim tipom, bez pismene suglasnosti projektanta, projektant za čitavu građevinu, kao i za njezin ispravan rad ne snosi nikakvu odgovornost. Odgovornost se odmah prenosi na izvođitelja.

- Za ispravan rad građevine izvođitelj će preuzeti jamstvo po primopredaji objekta, odnosno uređaja. U okviru ovog jamstva dužan je besplatno popraviti ili zamijeniti onaj dio koji bi se u toku rada pokazao da ne zadovoljava uslijed primjene lošeg materijala, loše izvedbe ili loše montaže. Izvođitelj je dužan zamijeniti one uređaje za koje se ustanovi da nemaju potrebne kapacitete predviđene projektom. Jamstvo ne važi za one dijelove koji su postali neupotrebljivi ili trošenjem ili nestručnim održavanjem.

- Investitor je dužan na zahtjev izvođitelja odmah po završnoj montaži i izvršenoj tlačnoj probi prema tehničkom opisu sastaviti primopredajnu komisiju koja će u njegovo ime preuzeti uređaj. U komisiji pored predstavnika investitora obavezan je prisustovati i nadzorni inženjer.

- Ukoliko komisija primi građevinu bez primjedbi, od tog dana počinje jamstvo izvođitelja. Ukoliko primopredajna komisija ustanovi manjkavosti, izvođitelj je dužan iste u što kraćem roku otkloniti i o tome izvijestiti primopredajnu komisiju. Primopredajna komisija je dužna sastati se u što kraćem vremenu i preuzeti građevinu. Jamstveni rok teče od preuzimanja građevine.

- Ukoliko izvođitelj na prvi poziv investitora ne pristupi otklanjanju nedostataka, investitor može ustupiti radove drugom izvođitelju na trošak glavnog izvođitelja uz obvezu obavjest istog. Što je potrebno detaljnije definirati kroz sam ugovor o izvođenju između izvođača i investitora.

- Troškove primopredajne komisije, kao i troškove pogona pod kojim se podrazumjevaju: pogonska energija, voda i sl., te potrebno ljudstvo za rukovanje, snosi investitor.

- Ukoliko investitor želi da se prilikom pogona izvrše neka mjerenja i ispitivanja dužan je izvođitelju staviti na raspolaganje potrebno ljudstvo i instrumente. Sve troškove u svezi prethodnog snosi investitor. Ukoliko izvođitelj to ne učini, investitor to može učiniti na teret izvođitelja.

- Pri izvođenju i montaži izvođitelj je dužan u potpunosti se pridržavati tehničkog opisa, koji je sastavni dio ovog projekta.

- Sve napomene u grafičkom dijelu dokumentacije, odnosno specifikacije, sastavni su dio općih i tehničkih uvjeta.

- U slučaju spora koji bi proizašao iz općih i tehničkih uvjeta, a koji bi nastao unutar jamstvenog roka, sporazumno rješenje donosi se komisijski, a u toj komisiji obvezno treba biti zastupljen predstavnik investitora i nadzornog inženjera.

2.3. OPIS ISPUNJENJA TEMELJNIH ZAHTJEVA GRAĐEVINE

Obzirom na odabrane materijale, tip konstrukcije i način izvedbe građevine, predviđa se da će građevina pri normalnoj uporabi zadržati odgovarajuća svojstva u projektnom periodu. Obzirom na lokaciju same građevine u odnosu na susjedne objekte, komunalne i druge instalacije, građevina i korištenje građevine ne ugrožava pouzdanost susjednih građevina i stabilnost okolnog zemljišta, prometnica i sl.

1. Mehanička otpornost i stabilnost (zaštita konstrukcije)

Građevina treba biti projektirana i izgrađena tako da opterećenja koja na nju mogu djelovati tijekom građenja i uporabe ne mogu dovesti:

- * rušenja cijele građevine ili nekog njezina dijela
- * velikih deformacija u stupnju koji nije prihvatljiv
- * oštećenja na drugim dijelovima građevine, instalacijama ili ugrađenoj opremi kao rezultat velike deformacije nosive konstrukcije
- * oštećenja kao rezultata nekog događaja, u mjeri koja je nerazmjerna izvornom uzroku

Tijekom projektiranja izvršena je kontrola utjecaja ugradnje opreme na mehaničku otpornost i stabilnost zgrade.

U tijeku građenja i korištenja svojim karakteristikama i načinom izvedbe termotehnički sustavi, ukoliko su izvedeni u skladu s projektnom dokumentacijom, ne mogu djelovati na mehaničku otpornost i stabilnost građevine. Termotehnički sustavi su projektirani tako da opterećenja koja mogu izazvati termotehnički sustavi zgrade tijekom građenja i uporabe ne mogu dovesti do:

- rušenja cijele građevine ili nekog njezina dijela,
- velikih deformacija u stupnju koji nije prihvatljiv,
- oštećenja na drugim dijelovima građevine, instalacijama ili ugrađenoj opremi kao rezultat velike deformacije nosive konstrukcije,
- oštećenja kao rezultat nekog događaja, u mjeri koja je nerazmjerna izvornom uzroku.

2. Sigurnost u slučaju požara (zaštita od požara)

Građevina treba biti projektirana i biti izgrađena tako da u slučaju izbijanja požara:

- * je nosivost građevine zajamčena tijekom određenog razdoblja
- * nastanak i širenje požara i dima unutar građevine je ograničeno
- * širenje požara na okolne građevine je ograničeno
- * korisnici mogu napustiti građevinu ili na drugi način biti spašeni
- * sigurnost spasilačkog tima je uzeta u obzir.

U fazi projektiranja termotehničkih sustava građevine birana je oprema koja je sigurna u pogledu zaštite od požara te ne potiče izazivanje požara, a u fazi građenja i korištenja potrebno je primjenjivati mjere zaštite od požara, detaljnije prikazane u poglavlju „Prikaz mjera zaštite od požara“ ovog projekta

Termotehnički sustavi su projektirani tako da u slučaju izbijanja požara:

- nosivost može biti zajamčena tijekom određenog razdoblja,
- nastanak i širenje požara i dima unutar građevine je ograničeno,
- širenje požara na okolne građevine je ograničeno,
- korisnici mogu napustiti građevinu ili na drugi način biti spašeni.

3. Higijena, zdravlje i zaštita okoliša (zaštita radnika)

Građevina treba biti projektirana i izgrađena tako da tijekom svog vijeka trajanja neće predstavljati prijetnju za higijenu ili zdravlje i sigurnost radnika, korisnika ili susjeda te tijekom cijelog svog vijeka trajanja neće imati iznimno velik utjecaj na kvalitetu okoliša ili klimu, tijekom građenja, uporabe ili uklanjanja, a poseno kao rezultat bilo čega od dolje navedenog:

- * istjecanja otrovnog plina
- * emisije opasnih tvari, hlapljivih organskih spojeva (VOC), stakleničkih plinova ili opasnih čestica u zatvoreni i otvoreni prostor
- * emisije opasnog zračenja
- * ispuštanja opasnih tvari u podzemne vode, morske vode, površinske vode ili tlo
- * ispuštanja opasnih tvari u pitku vodu ili tvari koje na drugi način negativno utječu na pitku vodu
- * pogrešno ispuštanje otpadnih voda, emisije dimnih plinova ili nepropisno odlaganje krutog ili tekućeg otpada
- * prisutnost vlage u dijelovima građevine ili na površini unutar građevine

Termotehnički sustavi građevine su projektirani da tijekom svog vijeka trajanja ne predstavlja prijetnju za higijenu ili zdravlje i sigurnost korisnika ili susjeda, te da nema iznimno velik utjecaj na kvalitetu okoliša ili klimu, tijekom građenja, uporabe ili uklanjanja, a posebno kao rezultat bilo čega od dolje navedenog:

- istjecanja otrovnog plina,
- emisije opasnih tvari, hlapljivih organskih spojeva (VOC), stakleničkih plinova ili opasnih čestica u zatvoreni i otvoreni prostor,
- emisije opasnog zračenja,
- ispuštanja opasnih tvari u podzemne vode, morske vode, površinske vode ili tlo,

- ispuštanja opasnih tvari u pitku vodu ili tvari koje na drugi način negativno utječu na pitku vodu,
 - pogrešno ispuštanje otpadnih voda, emisije dimnih plinova ili nepropisno odlaganje krutog ili tekućeg otpada,
 - prisutnost vlage u dijelovima građevine ili na površini unutar građevine.
- Uvjeti higijene i zdravlja tijekom uporabe građevine postižu se prozračivanjem prostora u skladu s pravilima struke.

4. Sigurnost i pristupačnost tijekom uporabe (zaštita korisnika)

Građevina će biti projektirana i treba biti izgrađena tako da ne predstavlja neprihvatljive rizike od nezgoda ili oštećenja tijekom uporabe ili funkcioniranja, kao što su proklizavanje, pad, sudar, opekline, električni udari, ozljede od eksplozija i provale. Posebno, građevina je projektirana i mora biti izgrađena vodeći računa o pristupačnosti i uporabi od strane osoba smanjene pokretljivosti.

Termotehnički sustavi građevine su projektirani tako da ne predstavlja neprihvatljive rizike od nezgoda ili oštećenja tijekom uporabe ili funkcioniranja, kao što su opekline, električni udari, ozljede od eksplozija i slično. Kvalitetnim odabirom materijala i načinom izvedbe spriječit će se mogućnost neželjenih situacija koje bi utjecale na sigurnost korisnika tijekom uporabe.

Sva oprema termotehničkih sustava građevine projektirana je na način da je sigurna tijekom uporabe i da joj je osigurana pristupačnost tijekom uporabe. Sigurnost i pristupačnost opreme osigurana je primjenom sigurnosnih elemenata na opremi i instalaciji (sigurnosni ventili i dr.).

5. Zaštita od buke

Građevina mora biti projektirana i izgrađena tako da buka koju zamjećuju korisnici ili osobe koje se nalaze u blizini ostaje na razini koja ne predstavlja prijetnju njihovu zdravlju i koja im omogućuje spavanje, odmor i rad u zadovoljavajućim uvjetima.

Termotehnički sustavi građevine su projektirani da buka koju zamjećuju korisnici ili osobe koje se nalaze u blizini ostaje na razini koja ne predstavlja prijetnju njihovu zdravlju i koja im omogućuje spavanje, odmor i rad u zadovoljavajućim uvjetima.

U fazi projektiranja izabrana je oprema koja razvija najniži nivo buke za takvu opremu.

6. Gospodarenje energijom i očuvanje topline (zaštita energije)

Građevina i njene instalacije za grijanje, hlađenje, osvjetljenje i provjetravanje su projektirane te moraju biti izgrađene tako da količina energije koju zahtijevaju ostane na niskoj razini, uzimajući u obzir korisnike i klimatske uvjete smještaja građevine. Građevine također moraju biti energetske učinkovite, tako da koriste što je moguće manje energije tijekom građenja i razgradnje.

Građevina i njezini termotehnički sustavi su projektirani i biti će izgrađeni tako da količina energije koja se zahtijeva ostane na niskoj razini u skladu s trenutnim razvojem tehnike, uzimajući u obzir korisnike i klimatske uvjete smještaja građevine. Građevina će također biti energetske učinkovite, tako da koristi što je moguće manje energije tijekom građenja i razgradnje.

7. Održiva uporaba prirodnih izvora (zaštita prirode)

Građevina je, a treba biti izgrađena i postojeća uklonjena tako da je uporaba prirodnih izvora održiva, a posebno da jamči sljedeće:

- * ponovnu uporabu ili mogućnost reciklaže građevine, njezinih materijala i dijelova nakon uklanjanja
- * trajnost građevine
- * uporabu okolišu prihvatljivih sirovina i sekundarnih materijala u građevinama.

Termotehnički sustavi građevine su projektirani tako da je uporaba prirodnih izvora održiva, a posebno da zajamče sljedeće:

- ponovnu uporabu ili mogućnost reciklaže termotehničkih sustava i komponenti sustava, materijala i dijelova nakon uklanjanja,
- trajnost,
- uporabu okolišu prihvatljivih sirovina i sekundarnih materijala u građevinama.

PROJEKTANT
DARIO HRASTOVIĆ, dipl.ing.stroj.

Hrvatska komora inženjera strojarstva

Dario Hrastović
dipl. ing. stroj.

Ovlašteni inženjer strojarstva



S 1554

Hrastović D

2.4. OPIS UTJECAJA NA UGRAĐENE MATERIJALE

Opis utjecaja namjene i načina uporabe projektiranog dijela građevine te utjecaja okoliša na svojstva ugrađenih građevnih i drugih proizvoda, tehničkih svojstava projektiranog dijela građevine te građevine u cjelini

Predmetne strojarske instalacije se djelomično ugrađuju izvan zgrade će stoga biti izložene utjecaju vanjskog okoliša. Da se smanji korozija cijevi te ostale opreme unutar same građevine projektom je predviđeno premazivanje opreme temeljnom i završnom bojom te održavanje instalacija.

2.5. OPIS ISPUKJENJA UVJETA GRADNJE

Opis ispunjenja uvjeta gradnje na određenoj lokaciji za projektirani dio građevine

Za izradu strojarskog projekta bilo je potrebe za ishođenjem posebnih uvjeta gradnje obzirom da je riječ o izgradnji novih instalacija radi potrebe ishođenja građevinske dozvole. Projektna dokumentacija je izrađena sukladno svim dostavljenim uvjetima javnih tijela.

2.6. PODATCI IZ ELABORATA PRETHODNIH ISTRAŽIVANJA

Podatke iz elaborata o prethodnim istraživanjima i drugih elaborata, studija i podloga koji su od utjecaja na tehnička svojstva projektiranog dijela građevine i građevine u cjelini

Za izradu predmetnog strojarskog projekta nije bilo potrebe za izradom posebnog prethodnog tehničkog elaborata koji bi se koristio kao podloga za daljnju razradu strojarskog projekta.

2.7. PODATCI ZA PROVEDBU POKUSNOG RADA

Podatke bitne za provedbu pokusnog rada s obrazloženjem potrebe za pokusnim radom i vremenom trajanja, ako u svrhu izdavanja uporabne dozvole postoji potreba ispitivanja ispunjenja temeljnih zahtjeva za građevinu pokusnim radom

Projektom je predviđen poseban postupak provedbe pokusnog rada koji bi se koristio za dokazivanje ispunjenja temeljnih zahtjeva za građevinu što se odnosi na provjeru mogućnosti grijanja, hlađenja ili ventilacije same zgrade. Tijekom uporabe građevine izvođač će se investitorom provjeriti dodatno funkcionalnost cijelog sustava te otkloniti sve nedostatke ako se primjete te neispravnu opremu zamijeniti.

2.8. MOGUĆNOST UPORABE DIJELA INSTALACIJE

Mogućnost i uvjete uporabe projektiranog dijela građevine prije dovršetka građenja cijele građevine, ako postoji potreba da se dio građevine počne rabiti prije dovršetka cjelokupne građevine i

Strojarskim projektom predviđeno je cjelokupno izvođenje instalacije da se postigne potrebna funkcionalnost sustava. Svaka grupa uređaja i funkcionalnih cjelina se izvodi kao ukupna instalacija pojedine zone boravka.

PROJEKTANT
DARIO HRASTOVIĆ, dipl.ing.stroj.
Hrvatska komora inženjera strojarstva
Dario Hrastović
dipl. ing. stroj.
Ovlašteni inženjer strojarstva
S 1554
Hrastović D

2.9. PROJEKTIRANI VIJEK UPORABE I UVJETI ZA ODRŽAVANJE

Projektirani vijek uporabe je minimalno 25 godina za projektirane strojarske instalacije uz pravilno održavanje instalacija. Za održavanje i servisiranje sustava dopušteno je ugrađivati samo građevne i druge proizvode koji ispunjavaju uvjete određene projektom u skladu s kojim je sustav izveden, odnosno koji imaju povoljnija svojstva. Za održavanje sustava dopušteno je rabiti samo one građevne i druge proizvode za koje su ispunjeni propisani uvjeti i za koje je izdana isprava o sukladnosti prema posebnom propisu. Održavanjem sustava u zgradi ili na koji drugi način ne smiju se ugroziti tehnička svojstva sustava određena projektom niti utjecati na ostala tehnička svojstva zgrade.

A. INSTALACIJA GRIJANJA

Instalaciju je potrebno prije sezone nadopuniti radnim medijem da se postigne radni tlak u mreži cjevovoda. Filtere je potrebno periodički čistiti od čestica hrđe, metala, ostataka zavarivanja i lemljenja prvih par godina korištenja instalacije dok se ne pročisti cjevovod. Jednom godišnje je potrebno provjeriti udio radne tvari u mreži te je potrebno nadopuniti sustav prema potrebi. Obaviti redoviti servis najmanje jednom godišnje, zamjena dijelova prema potrebi, prema servisnoj knjižici zastupnika, odnosno serviser.

* trajanje instalacije 50-60 godina

* redoviti servis jednom godišnje

* zamjena dijelova prema potrebi

B. INSTALACIJA VENTILACIJE

Ventilacijske kanale potrebno je jednom godišnje provjeriti na propuštanje spojnih brtvi te popraviti spojeve u slučaju detekcije propuštanja. Jednom godišnje je potrebno zamijeniti zračne filtere da se osigura dobava svježeg i pročišćenog zraka. Jednom godišnje provjeriti stanje i čistoću kanala svježeg zraka koji su najviše izloženi djelovanju atmosfere i vanjskog zraka. Obaviti redoviti servis najmanje jednom godišnje, zamjena dijelova prema potrebi, prema servisnoj knjižici zastupnika, odnosno serviser.

* trajanje instalacije 30-40 godina

* redoviti servis jednom godišnje

PROJEKTANT
DARIO HRASTOVIĆ, dipl.ing.stroj.

Hrvatska komora inženjera strojarstva

Dario Hrastović
dipl. ing. stroj.

Ovlašteni inženjer strojarstva



S 1554

Hrastović D

2.10. POSEBNI TEHNIČKI UVJETI GOSPODARENJA OTPADOM

Način i uvjeti postupanja građevnim otpadom za predmetnu građevinu moraju biti sukladni sa Zakonom o gospodarenju otpadom NN 84/21

Gospodarenje s otpadom obuhvaća sljedeće mjere pri građenju građevine:

- sav višak otpadnog materijala u krutom stanju nastao kao produkt izvođenja radova, ne gomilati na gradilištu, već sukcesivno odvoziti na predviđeno odlagalište građevinskog otpada,
- sav višak otpadnog materijala u tekućem stanju (mort, beton, vapno, bitumen, asfalt i sl.) pri izvođenju radova ne odlagati na gradilištu nego pravovremeno odvoziti na za to predviđeno odlagalište,
- privremene građevine na gradilištu (barake za djelatnike, opremu, alat, material i sl.) locirati prema važećim propisima na parceli investitora,
- kemijski WC na gradilištu za potrebe djelatnika locirati prema važećim propisima,
- pretakanje goriva, ulja, maziva, bitumena i sl. na gradilištu izvoditi prema važećim propisima na nepropusnoj podlozi,
- na gradilištu koristiti opremu, strojeve i alate u ispravnom stanju, bez ispuštanja ulja, maziva ili sl. materijala.

Po završetku radova potrebno je:

- svu suvišnu šutu i zemlju odvesti na za to predviđeno odlagalište,
- sve rovove s instalacijama etapno zatrpavati kako bi se izbjeglo naknadno slijeganje,
- javne površine dovesti u prvobitno uredno stanje, a eventualni višak materijala s javnih površina odvesti,
- privremene građevine za potrebe gradilišta demontirati ili srušiti te otpremiti s gradilišta,
- svu opremu i strojeve otpremiti s gradilišta.

Građevinski otpad gradilišta:

-Građevni otpad je otpad nastao prilikom izgradnje građevine, rekonstrukcije, uklanjanja i održavanja postojećih građevina, kao i otpad nastao od iskopanog materijala koji se ne može bez prethodne uporabe koristiti za građenje građevine zbog kojeg građenja je nastao.

-Gospodarenje građevnim otpadom podrazumijeva skup aktivnosti i mjera koje obuhvaćaju odvojeno skupljanje, uporabu i/ili zbrinjavanje građevnog otpada.

-Građevni otpad ne smije se odložiti na mjestu nastanka kao niti na lokacijama koje nisu za to predviđene. Posjednik građevnog otpada dužan je osigurati uvjete za odvojeno skupljanje i privremeno skladištenje građevnog otpada.

-Projekt organizacije gradilišta mora sadržavati prijedlog čišćenja gradilišta i zbrinjavanja otpada. Privremene objekte na gradilištu (barake za djelatnike, spremišta za alate i opremu, skladišta materijala) potrebno je smjestiti prema važećim propisima. Eventualno skladište za gorivo, mazivo ulje i bitumen na gradilištu smjestiti prema važećim propisima i izvesti sa nepropusnom podlogom i sa istom takvom sabirnom jamom u slučaju izlivanja.

-Posjednik građevnog otpada može, na gradilištu na kojem nastaje građevni otpad, taj otpad i uporabiti u okviru registrirane djelatnosti i odgovarajuće dozvole za gospodarenje otpadom.

-Uporabu građevnog otpada izvođač može obavljati na mjestu nastanka u uređajima za materijalnu uporabu otpada. Takvi uređaji moraju udovoljavati uvjetima propisanim posebnim propisom. Uređaj je samostalni uređaj ili sklop međusobno povezanih uređaja koji mogu biti pokretni ili prenosivi, a kojima je moguće gospodarići građevnim otpadom na mjestu nastanka – na gradilištu.

-Građevni proizvod nastao materijalnom uporabom građevnog otpada može se ponovo uporabiti u građevne svrhe ukoliko udovoljava normama i uvjetima propisanim posebnim propisom. Odlaganje građevnog otpada može se obavljati u slučajevima kada ga nije moguće materijalno i/ili energetski uporabiti. Građevni otpad predviđen za odlaganje predaje se u regionalne centre za gospodarenje građevnim otpadom, ovlaštenim osobama koje upravljaju odlagalištima otpada sukladno uvjetima propisanim posebnim propisom.

-Nakon završetka svih radova izvođač mora demontirati ili srušiti sve privremene objekte na gradilištu, a sve montažne dijelove i sav otpadni materijal kao produkt demontaže ili rušenja otpremiti sa gradilišta.

-Eventualno skladište za gorivo, mazivo ulje i bitumen potrebno je demontirati ili srušiti, a sve montažne dijelove i sav produkt demontaže ili rušenja otpremiti sa gradilišta. Posebnu pažnju obratiti na demontažu ili rušenje nepropusnih podloga na kojima se skladištilo ili pretakalo gorivo, mazivo ulje i bitumen kako se prilikom demontaže ili rušenja ne bi zagadilo tlo.

Potencijalni opasni otpad

Od predviđenih strojarских instalacija nije predviđen nastanak opasnog otpada koji bi tražio poseban tretman, odvoz i skladištenje od strane posebno ovlaštene tvrtke.

ZAŠTITA OKOLIŠA

Svi sudionici u gradnji dužni su poštivati odredbe pripadajućih pravilnika i zakona prema kojem u postupanju s otpadom moraju se uvažavati načela zaštite okoliša, međunarodnog prava i najbolja svjetska praksa. S otpadom se mora postupati na način da se izbjegne:

- opasnost za ljudsko zdravlje,
- opasnost za biljni i životinjski svijet,
- onečišćavanje okoliša: voda, tla, zraka iznad propisanih graničnih vrijednosti,
- nekontrolirano odlaganje i spaljivanje,
- nastajanje eksplozije ili požara,
- stvaranje buke ili neugodnih mirisa,
- pojavljivanje i razmnožavanje štetnih životinja i biljaka te razvoj patogenih mikroorganizama.

Po svojim svojstvima otpad iz predmetnog objekta spada u grupu otpada koji uopće ne sadrži ili sadrži malo tvari koje podliježu fizikalnoj, kemijskoj i biološkoj razgradnji pa ne ugrožava okoliš.

PROJEKTANT
DARIO HRASTOVIĆ, dipl.ing.stroj.
Hrvatska komora inženjera strojarstva
Dario Hrastović
dipl. ing. stroj.
Ovlašteni inženjer strojarstva
S 1554
Hrastović D

2.11. ISKAZ PROCIJENJENIH TROŠKOVA GRADNJE

Procjena visine investicije je bazirana na analizi svih mogućih i povezanih troškova za potrebe demontaže postojeće opreme te izgradnje nove kotlovnice na lož ulje snage 10-12 MW

Napravili smo detaljnu procjenu investicije za sve spomenute stavke. Ova analiza uzima u obzir režim uljnog kotla s prelaskom na plin, snagu 10-12 MW (prosjeak 11 MW za izračune), režim rada 80/60°C ($\Delta T=20^{\circ}\text{C}$) i lokaciju ZTC-a (površina hala ~25.840 m² grijanih, volumeni za hale 15-20 m visine). Cijene su okvirne za 2025./2026. u Hrvatskoj (s PDV-om 25%), bazirane na dobavljačima poput Viessmann, Grundfos, Siemens i lokalnim. Rasponi uzimaju u obzir osnovnu (low-end) i premium opciju (high-end, s automatikom). Ukupna procjena (ključ u ruke, uključujući radove, opremu).

Procjena je podijeljena po stavkama s podjelom na radove (instalacija, rekonstrukcija) i opremu. Dodali smo moguće troškove (npr. projektiranje 5-10%, nepredviđeno 10%). Za ZTC, pretpostavka: Rekonstrukcija postojeće kotlovnice (280 m²), hala visine 15 m+.

Grupa A: Sanacija i Priprema Spremnika

| Stavka | Opis | Oprema (EUR s PDV-om) | Radovi/Instalacija (EUR s PDV-om) | Ukupno (EUR s PDV-om) | Napomena |
|---|--|-----------------------------|--|-----------------------------|--|
| A.3. SANACIJA SPREMNIKA MAZUTA 250.000 lit | Čišćenje, sanacija korozijske, premazivanje epoksidom za EL ulje | 5.000- 10.000 | 10.000-20.000 (ispumpavanje, dezinficiranje, testovi) | 15.000- 30.000 | Ovlaštena firma (Ekocentar); odvoz mazuta 0.2-0.5 €/kg (za 50 t ~10.000- 25.000 € dodatno ako pun). |
| A.4. ELEKTRIČNO GRIJANJE SPREMNIKA LOŽ ULJA 250.000 lit (6 x 50 kW) | Uronjeni grijači (npr. Watlow, AISI 316, termostati PT100) | 6.000- 12.000 | 3.000-6.000 (bušenje, spoj na 400V, izolacija PUR 50 mm) | 9.000- 18.000 | Ukupna snaga 300 kW; grijanje 3-6 h za puni spremnik; ATEX certifikat. |
| Ukupno za Grupu A | | 11.000- 22.000 | 13.000-26.000 | 24.000- 48.000 | 20-30% subvencije za ekološku sanaciju. |

Grupa B: Kotlovi i Prateća Oprema

| Stavka | Opis | Oprema (EUR s PDV-om) | Radovi/Instalacija (EUR s PDV-om) | Ukupno (EUR s PDV-om) | Napomena |
|---|--|-----------------------------|---|-----------------------------|---|
| B.2. KOTAO MODEL: VIESSMANN Vitoplex 300, type TX3A, 620 to 2000 kW x6 kom | 6 kotlova (2 MW svaki, troprolazni, efikasnost 89%) | 240.000- 360.000 | 60.000-90.000 (temelji, spoj) | 300.000- 450.000 | Po jedinici 50.000- 75.000 €; dimenzije 2.4x1.6x1.4 m, težina 1.3 t. |
| B.3. SIGURNOSNA TEHNIČKA OPREMA KOTLOVA | 2 safety valve-a po kotlu, low water cutoff, pressure limiter | 18.000- 30.000 | 12.000-20.000 | 30.000- 50.000 | Za 6 kotlova; integrirano s Vitoltronic. |
| B.4. DUALNI PLAMENIK SNAGE 2 MW (6x2 MW=12 MW) | Modulacijski plamenici (npr. Oilon, NOx <80 mg/m ³) | 90.000- 120.000 | 30.000-60.000 | 120.000- 180.000 | Po jedinici 20.000- 30.000 €; prelaz na plin kit. |
| B.5. INSTALACIJA EKSTRA LAKOG LOŽ ULJA 10-12 MW | Cijevi, pumpe, filteri za EL ulje (protok 3.6 t/h) | 30.000- 50.000 | 20.000-40.000 (cijevi DN50-100, izolacija) | 50.000- 90.000 | Uključuje duplex filtere (finost 10 µm). |
| B.6. DIMENZIONIRANJE PUMPE ZA LOŽ ULJE | Pumpa (npr. KSB, protok 1-2 l/s, snaga 1-2 kW) | 6.000- 12.000 | 4.000-8.000 | 10.000- 20.000 | Za 6 kotlova; ATEX za ulje. |

| Stavka | Opis | Oprema (EUR s PDV-om) | Radovi/Instalacija (EUR s PDV-om) | Ukupno (EUR s PDV-om) | Napomena |
|---|--|-----------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|---|
| B.7. DIMENZIONIRANJE DIMNJAKA KOTLA 2 MW | Inox dimnjak (12 m, presjek 600 mm) | 30.000- 50.000 | 20.000-30.000 | 50.000- 80.000 | Za jedan; za kaskadu 100.000- 150.000 €. |
| B.8. NEUTRALIZACIJA KODENZATA DIMNIH PLINOVA | Neutralizator (npr. Viessmann, protok 1-2 l/h) | 5.000- 10.000 | 3.000-5.000 | 8.000- 15.000 | pH 3-5 na 6-9; za kondenzacijske. |
| B.9. OPREMA AUTOMATSKOG ČIŠĆENJA DIMOVODA | Soot blowers (npr. Clyde Bergemann, 6-8 mlaznica) | 60.000- 120.000 | 30.000-60.000 | 90.000- 180.000 | Za 6 kotlova; ciklus 1x/dan. |
| B.10. DOZRAČNA REŠETKA KOTLOVNICE 10-12 MW | Mehanička ventilacija (protok 120.000 m³/h) | 6.000- 12.000 | 4.000-8.000 | 10.000- 20.000 | Rešetke 2 m² + ventilatori. |
| B.11. CIRKULACIJSKA PUMPA KOTLA 2000 kW | Protok 24 l/s, visina 15 m (npr. Grundfos) | 18.000- 30.000 | 12.000-18.000 | 30.000- 48.000 | Po jedinici 5.000- 8.000 €; za 6. |
| B.14. SIGURNOSNI VENTIL INSTALACIJE GRIJANJA | 2 ventila po kotlu (kapacitet 6000 kg/h) | 18.000- 30.000 | 12.000-18.000 | 30.000- 48.000 | Za 6 kotlova. |
| B.15. MEĐUSPREMIK SUSTAVA GRIJANJA (BUFFER) | Volumen 1.8 m³ po kotlu (npr. Reflex) | 18.000- 30.000 | 12.000-18.000 | 30.000- 48.000 | Za 6; za stabilnost. |
| B.16. ČELIČNI CJEVOVODI KOTLOVNICE 10-12 MW | Cijevi DN100- 150, izolacija (dužina 200 m) | 20.000- 40.000 | 15.000-30.000 | 35.000- 70.000 | Nerđajući čelik za ulje. |
| B.17. ANTI- VIBRACIJSKA I TOPLINSKA IZOLACIJA KOTLOVNICE | Podloge, ploče za buku/toplinu (280 m²) | 8.000- 15.000 | 5.000-10.000 | 13.000- 25.000 | Rockwool izolacija, Vibro-Acoustics. |
| B.18. PRIPREMA TEHNIČKE VODE KOTLOVA | RO + deaeracija (protok 1-2 m³/h) | 15.000- 30.000 | 5.000-10.000 | 20.000- 40.000 | Za TDS <2000 ppm. |
| B.19. SUSTAV ZA NADOPUNU VODE (Make-Up Water System) | Pumpa 0.5-1 kW, filteri | 7.000- 10.000 | 3.000-5.000 | 10.000- 15.000 | Automatska za gubitke 1-2%. |
| B.20. SUSTAV ZA ISPUŠTANJE NASLAGA (Blowdown) | Automatski ventil + posuda 500-1000 l | 7.000- 10.000 | 3.000-5.000 | 10.000- 15.000 | Rate 0.1-0.2 t/h. |
| B.22. SUSTAV ZA GAŠENJE POŽARA KOTLOVNICE > 500 kW | CO2 (750-1500 kg) + mlaznice | 20.000- 35.000 | 10.000-15.000 | 30.000- 50.000 | Automatski za 280 m². |
| Ukupno za Grupu B | | 750.000- 1.180.000 | 290.000-600.000 | 1.040.000- 1.780.000 | Uključuje instalaciju; 20-30% subvencije. |

Grupa C: Automatsko Upravljanje

| Stavka | Opis | Oprema (EUR s PDV-om) | Radovi/Instalacija (EUR s PDV-om) | Ukupno (EUR s PDV-om) | Napomena |
|---|--|-----------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|---|
| C.1. REZERVNO NAPAJANJE KOTLOVNICE | UPS 15 kVA + generator (10 min autonomije) | 15.000- 22.000 | 5.000-8.000 | 20.000- 30.000 | Za pumpe/kontrole. |
| C.2. REGULACIJA RADA KOTLA 2 MW | Vitotronic + senzori (klizna temperatura) | 42.000- 60.000 | 18.000-30.000 | 60.000- 90.000 | Za 6 kotlova. |
| C.3. AUTOMATSKA REGULACIJA SCADA | PLC + software (Siemens WinCC) | 30.000- 50.000 | 20.000-30.000 | 50.000- 80.000 | Daljinsko, detekcija kvarova. |
| C.4. OPREMA ZA PRAĆENJE EMISIJA CO, NOx, SO2, O2 | CEMS (ABB EL3000, 4-6 senzopa) | 20.000- 35.000 | 10.000-15.000 | 30.000- 50.000 | Integrirano s alarmom. |
| C.5. SIGURNOSNA RASVJETA I OSVJETLJENJE KOTLOVNICE | LED (200-500 lux) s baterijama (280 m²) | 2.000- 5.000 | 1.000-2.000 | 3.000- 7.000 | 20-30 svjetiljki, autonomija 30 min. |
| Ukupno za Grupu C | | 109.000- 172.000 | 54.000-85.000 | 163.000- 257.000 | 10-20% subvencije za digitalizaciju. |

Sumarna Tablica Ukupnih Troškova

| Grupa | Ukupno (EUR s PDV-om) | Napomena |
|-------------------------------|---------------------------------|--|
| Grupa A | 24.000-48.000 | Sanacija spremnika. |
| Grupa B | 1.040.000- 1.780.000 | Kotlovi i prateća oprema. |
| Grupa C | 163.000-257.000 | Automatsko upravljanje. |
| Ukupno Investicija | 1.227.000- 2.085.000 | Bez subvencija; s 30-40% FZOEU/EU, 0.86-1.46 mil. €. Nepredviđeno +10%. Projektiranje ukupno 100.000-150.000 €. |

Zaključak: Ova procjena je konzervativna; realna ovisi o dobavljačima.

UKUPNA INVESTICIJA ZA 12 MW JE U RANGU 1,3-2,1 mil EURPROJEKTANT
DARIO HRASTOVIĆ, dipl.ing.stroj.

Hrvatska komora inženjera strojarstva

Dario Hrastović
dipl. ing. stroj.

Ovlašteni inženjer strojarstva



S 1554

Hrastović D

3. TEHNIČKI UVJETI PROJEKTA

3.1. PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE

A. TEHNIČKI UVJETI ZA IZVOĐENJE STROJARSKIH INSTALACIJA

Ovim programom navode se mjere, koje sudionici u građenju trebaju provoditi kako bi se osigurala kakvoća pojedinih faza radova i građevine kao cjeline. Program se odnosi na radnje koje slijede nakon završetka projekta te pisane i grafičke dokumente obvezne u fazi pripreme i građenja.

Ovim programom navode se mjere, koje sudionici u građenju predmetne građevine trebaju provoditi, kako bi se osigurala kvaliteta pojedinih faza radova i građevine kao cjeline.

Program se odnosi na radnje koje slijede nakon završetka glavnog projekta i dobivanja potrebnih dozvole, te pisane i crtane dokumente obvezne u fazi pripreme i građenja.

Program kontrole i osiguranja kvalitete izrađen je na temelju Zakona o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19, 145/24), Zakona o građevnim proizvodima (NN 76/13, 30/14, 130/17, 39/19, 118/20, 103/24), Tehničkog propisa o građevnim proizvodima (NN 35/18, 104/19) i ostaloj regulativi i direktivama vezanim uz građevne proizvode.

Građevni proizvodi smiju se staviti u promet (i koristiti za građenje) samo ako su uporabivi, tj. ako imaju takva svojstva da građevina u koju će se ugraditi ispunji temeljne zahtjeve: 1. mehanička otpornost i stabilnost 2. sigurnost u slučaju požara 3. higijena, zdravlje i okoliš 4. sigurnost i pristupačnost tijekom uporabe 5. zaštita od buke 6. gospodarenje energijom i očuvanje topline 7. održiva uporaba prirodnih izvora. Građevni proizvod je uporabljiv ako su njegova svojstva i bitne značajke sukladne svojstvima i bitnim značajkama propisanim tehničkim propisom, normom na koju upućuje tehnički propis i dokumentom za ocjenjivanje i zahtjevima iz projekta građevine.

Izvođač građevine dužan je poduzeti odgovarajuće mjere u cilju održavanja svojstava i bitnih značajki građevnog proizvoda tijekom rukovanja, skladištenja, prijevoza i ugradnje građevnog proizvoda. Održavanje svojstava i bitnih značajki građevnog proizvoda mora biti u skladu s uputom odnosno tehničkom uputom proizvođača ili prema glavnom projektu građevine.

Građevni proizvod proizveden u tvornici može se ugraditi u građevinu ako:

–je osiguran način ugradnje u svrhu očuvanja objavljenih svojstava i bitnih značajki građevnog proizvoda sukladno uputi odnosno tehničkoj uputi

–rok do kojega se građevni proizvod smije ugraditi nije istekao

–je proizvod na gradilištu bio odložen odnosno skladišten, u svrhu očuvanja objavljenih svojstava i bitnih značajki građevnog proizvoda, sukladno uputi odnosno tehničkoj uputi.

Građevni proizvod koji je proizveden ili izrađen na gradilištu u svrhu ugradnje građevnog proizvoda u konkretnu građevinu, te građevni proizvod u neusklađenom području koji se prodaje u drugoj državi članici Europske unije u skladu s njezinim propisima, može se ugraditi u građevinu ako je za njega dokazana uporabljivost u skladu s glavnim projektom građevine.

Građevni proizvod proizveden ili izrađen na gradilištu u svrhu ugradnje u konkretnu građevinu može se ugraditi u građevinu ako je za njega dokazana uporabljivost u skladu s glavnim projektom građevine.

Izjava o svojstvima, odnosno njezina preslika dostavlja se tiskana na papiru ili drugom prikladnom materijalu ili elektroničkim putem primatelju građevnog proizvoda.

Tehničke upute moraju sadržavati sigurnosne obavijesti, podatke značajne za čuvanje, transport, ugradnju i uporabu građevnog proizvoda te moraju biti pisane na hrvatskom jeziku latiničnim pismom. U tehničkim uputama mora biti naveden rok do kojega se građevni proizvod smije ugraditi, odnosno da taj rok nije ograničen. Uz pisani tekst, tehničke upute mogu sadržavati nacрте i ilustracije.

Tehničke upute moraju slijediti svaki građevni proizvod koji se isporučuje. Kada se dva ili više istih građevnih proizvoda isporučuju odjednom, tehničke upute moraju slijediti svako pojedinačno pakiranje.

Kod isporuke građevnog proizvoda u rasutom stanju tehničke upute moraju slijediti svaku pojedinačnu isporuku. Od strane izvođača radova OBAVEZNA je dostava Izjave o svojstvima (DOP) za sve ugrađene materijale i opremu.

IZVOĐENJE RADOVA

Projektiranje, gradnju i stručni nadzor gradnje investitor mora povjeriti osobama ovlaštenim za obavljanje tih djelatnosti.

Izvođač je dužan izvoditi radove tako da se ispune bitni zahtjevi za građevinu iz Zakona o gradnji, ugrađivati materijale, opremu i proizvode u skladu s zahtjevima iz poglavlja temeljni zahtjevi za građevinu iz Zakona. Za vođenje radova Izvođač je dužan imenovati osobu voditelja gradilišta koja zadovoljava zakonske uvjete. Prije početka radova Izvođač je dužan utvrditi da li stanje na objektu odgovara za ugradnju strojarne opreme i instalacija prema rješenju iz projekta. Nakon uvođenja u posao Izvođač je obavezan u roku od 8 dana proučiti projekt i u slučaju uočenih nesukladnosti u projektu o istom obavijestiti projektanta.

Prilikom izvođenja radova prema ovom projektu, Izvođač mora voditi građevinski dnevnik prema postojećim propisima. Radove treba izvesti prema priloženim crtežima, tehničkom opisu i ovom projektu.

Ugradnju opreme, te kasnije preinake na sustavima može obavljati samo za te poslove registrirana pravna ili fizička osoba.

Radove zavarivanja/lemljenja cijevi može obavljati samo zavarivač koji posjeduje odgovarajuće uvjerenje.

Investitor je dužan osigurati stručni nadzor nad izvođenjem radova. Nadzorni inženjer je odgovoran za poštivanje uvjeta prema Zakonu o gradnji. Sve aktivnosti tijekom građenja prati i kontrolira nadzorni inženjer i unosi ih u obliku zapažanja u Građevinski dnevnik. Izmjene se mogu vršiti jedino uz suglasnost investitora i projektanta, a eventualne izmjene ne smiju otežati mogućnost demontaže i ponovne montaže opreme.

UGRADNJA OPREME

Izvođač je dužan osigurati dokaze o kvaliteti radova i ugrađenih proizvoda i opreme prema odredbama zakona i zahtjevima iz projekta. Dozvoljava se ugradnja samo materijala koji su u skladu s važećim propisima, pravilnicima i normama.

Za sve ugrađene materijale (cijevi, fazone, spojni elementi, armature i dr.) treba pribaviti odgovarajuće dokaze kvalitete, na hrvatskom jeziku. Sva dokumentacija (za materijal i opremu) daje se na uvid nadzornom inženjeru, koji vrši provjeru i dozvoljava ugradnju samo one opreme koja ima dokaze kvalitete i koja je predviđena projektnom dokumentacijom.

Isporučitelj opreme i Izvođač dužni su kroz probni pogon obučiti osoblje korisnika ispravnim rukovanjem instalacija.

Razmak između oslonaca cijevi mora biti usklađen sa samonosivošću cjevovoda, zavisno od dimenzija cijevi, medija koji se transportira, izolacija kao i bilo kojeg drugog opterećenja na cjevovod. Obujmice, držači, fiksne i klizne točke moraju biti izvedene tako da je omogućena pravilna dilatacija cijevnih vodova. Kod montaže cjevovoda voditi računa o usponu odnosno padu cijevne mreže.

Na mjestima gdje cijev prolazi kroz zidove ili tavanske konstrukcije, moraju se postaviti prolazni tuljci tavanske cijevi sa rozetama, kod kojih je otvor najmanje 10 mm veći od vanjskog promjera cijevi koja prolazi kroz taj otvor, tako da ne može doći do čvrstog dodira između tuljka i cijevi u skladu s detaljom DETALJ PRODORA CIJEVI KROZ ZID I STROP na crtežu.

Svi čelični dijelovi instalacije (beziznimno) koji se pri montaži ne zavaruju, moraju prije ugradnje biti temeljito očišćeni od hrđe i obojati temeljnom bojom. Dijelovi koji se zavaruju na licu mjesta (cijevi i sl.) moraju se po dovršetku montaže temeljito očistiti od hrđe i obojati temeljnom bojom. Tek potom cijevi i dijelovi mogu se sukladno projektu obojati završnom bojom. Ukoliko se tijekom montaže ošteti sloj temeljne boje, oštećeno mjesto treba očistiti i ponovno obojati.

Kontrola i osiguranje kvalitete

Za svako podešavanje potrebno je izraditi zapisnik sa podacima o stanju podesenosti sigurnosnih elemenata.

Kontrolom kvalitete izvedenih radova potrebno je provjeriti sve cjevovodne instalacije na čvrstoću i nepropusnost.

Za sva ispitivanja: tlačna proba, proba nepropusnosti, kontrola sigurnosnih elemenata, sačiniti zapisnik uz prisustvo nadzornog inženjera i voditelja radova. Sve zapisnike uvezati u knjigu kao dokaz kvalitete izvedenih radova i kod primopredaje objekta predati investitoru.

Ispitivanje svih sigurnosnih elemenata instalacije (sigurnosni ventili, zaštitni termostati, zaštitni presostati, presostati visokog tlaka, regulatori i slično) koji bitno utječu na sigurnost osoblja i opreme, izvršiti prije puštanja u probni pogon.

Za provjeru ostvarenih projektnih uvjeta kontrole kvalitete postignuti rezultati dokazuju se mjerenjem i nadzorom i to mjerenje postignutih tehničkih karakteristika opreme (protoci, radni režimi, kapaciteti). Dozvoljeno odstupanje od projektiranih uvjeta iznosi $\pm 10\%$.

Završeni objekt se ne može koristiti odnosno stavljati u pogon prije izvršenog tehničkog prijema radi provjeravanja tehničke ispravnosti.

ISPITIVANJA FUNKCIONALNE ISPRAVNOSTI

S ciljem dokazivanja tehničke i funkcionalne ispravnosti projektiranog dijela građevine odnosno projektiranog termotehničkog sustava potrebno je tijekom građenja vršiti ispitivanja. Ispitivanja se mogu vršiti i ako se ukaže potreba, prema odluci nadzornog inženjera ili voditelja radova, na građevnim proizvodima proizvedenim u tvornicama kao i na građevnim proizvodima koji su izrađeni na gradilištu za potrebe te građevine s ciljem dokazivanja uporabljivosti građevnog proizvoda.

Ispitivanja se vrše na:

- opremi,
- cjevovodima,
- komponentama ili dijelovima termotehničkih sustava,
- kompletnim sustavima.

B. ISKAZ SVOJSTAVA GRAĐEVNIH PROIZVODA KOJI SE UGRAĐUJU

Sva potrebna ispitivanja provesti prema Zakonu o normizaciji (NN 80/13), Pravilniku o hrvatskim normama (NN 22/96) i Zakonu o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19, 145/24) i Zakonu o prostornom uređenju (NN 153/13, 65/17, 39/19, 98/19, 67/23).

Prilog ovom programu su opći uvjeti uz troškovnik građevinsko obrtničkih radova u kojem su navedeni propisi, standardi, tehnički uvjeti za izvoženje radova, kvalitete ugrađenih materijala i sva potrebna ispitivanja ugrađenog materijala, izvedene konstrukcije, kao i potrebna atestna dokumentacija koju je izvođač dužan predložiti nakon izvršenih radova.

Izvođač radova je dužan pridržavati se svih važećih propisa, normativa i standarda za izvoženje radova, a posebno je dužan ugrađivati kvalitetne materijale koji su predviđeni pojedinačnim troškovničkim opisima uz svaku stavku. Ako se ustanovi da kvaliteta ugrađenog materijala i izvršenih radova ne odgovara traženim uvjetima, investitor, odnosno odgovorni projektant može zahtijevati i dodatna ispitivanja osim ovih koja su navedena u općim uvjetima. Ako se ustanove nedostaci u kvaliteti radova i ugrađenom materijalu, svi troškovi sanacije padaju na teret izvođača radova.

Ako u toku građenja dođe do bitnih izmjena u vrsti i kvaliteti materijala i radova, za iste će se naknadno dogovoriti program kontrole i osiguranja kvalitete i uvjete koje je potrebno ispuniti da bi se postigao tražena kvaliteta rada.

Popis primijenjenih zakona, pravilnika i propisa nalazi se u posebnim prilogima glavnog projekta. Navedene zakone, pravilnike i propise treba primjenjivati i poštivati prilikom gradnje građevine.

Tehnički propis o građevnim proizvodima (NN 35/18, 104/19)

Tehnički propis kojim se utvrđuju tehničke specifikacije za građevne proizvode u usklađenom području (NN 4/15, 24/15, 93/15, 133/15, 36/16, 58/16, 104/16, 28/17, 88/17, 29/18)

Svaka izvedna instalacija mora biti pouzdana u cjelini kao i u svakom dijelu i elementu. Pouzdanost instalacija očituje se u tome da izdrži sva predviđena djelovanja koja se javljaju pri normalnoj upotrebi te da zadrži odgovarajuća svojstva u vremenu trajanja.

Da bi izvedena instalacija ispunila spomenute uvjete mora biti izvedena od proizvoda i materijala čija je kvaliteta dokazana odgovarajućim kontrolama i ispitivanjima. Građevni proizvodi moraju imati tehnička svojstva propisana Zakonom o gradnji i posebnim zakonom kojim su uređeni građevni proizvodi te moraju ispunjavati druge zahtjeve propisane specifičnim propisima.

Građevni proizvod proizveden u tvornici izvan gradilišta smije se ugraditi u građevinu ako ispunjava zahtjeve propisane Tehničkim propisom o građevnim proizvodima i ako je za njega izdana isprava o sukladnosti u skladu s odredbama posebnog propisa. Građevni proizvod izrađen na gradilištu za potrebe tog gradilišta, smije se ugraditi u građevinu ako je za njega dokazana uporabljivost u skladu s projektom građevine.

Ako dođe do isporuke nesukladnog građevnog proizvoda proizvođač, ovlašteni zastupnik, odnosno uvoznik, mora bez odgode, o nesukladnosti toga proizvoda obavijestiti sve kupce, distributere, ovlaštenu pravnu osobu koja je sudjelovala u potvrđivanju sukladnosti.

Specificirana svojstva

Tehnička svojstva građevnih proizvoda moraju ispunjavati opće i posebne zahtjeve bitne za krajnju namjenu i moraju biti specificirana prema normama navedenim u prilogima Tehničkih propisa o građevnim proizvodima Narodne novine NN 35/18, 104/19 i to za:

- građevne proizvode iz područja građevinarstva – u Prilogu »A«,
- građevne proizvode iz područja potpuno/djelomično predgotovljenih građevnih elemenata – u Prilogu »B«,
- građevne proizvode iz područja nosivih materijala i komponenata – u Prilogu »C«,
- građevne proizvode iz područja opskrbe vodom i kanalizacije – u Prilogu »K«, te normama na koje te norme upućuju, kao i odredbama spomenutog Propisa.

Svi građevinski proizvodi te drugi proizvodi moraju ispunjavati sve zahtjeve sukladno Zakonu o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19, 145/24), Tehničkom propisu o građevnim proizvodima (35/18, 104/19), Tehničkom propisu kojim se utvrđuju tehničke specifikacije za građevne proizvode u usklađenom području (NN 4/15, 24/15, 93/15, 133/15, 36/16, 58/16, 104/16, 28/17, 88/17, 29/18, 43/19, 150/22), Tehničkom propisu za prozore i vrata (NN 69/06), Tehničkom propisu za građevinske konstrukcije (NN 17/17, 75/20, 7/22), te Tehničkom propisu za staklene konstrukcije (NN 53/17).

Potvrđivanje sukladnosti, dokazivanje uporabljivosti

Potvrđivanje sukladnosti građevnih proizvoda provodi se:

– prema sustavu ocjenjivanja sukladnosti te postupcima i posebnim normama za građevne proizvode za koje je hrvatska norma donesena prihvaćanjem usklađene europske norme i njezinih dopuna
– predmetne norme definiraju potrebne karakteristike i svojstva ukupne strojske opreme koja se može ugrađivati u projektirane instalacije
– akreditirani laboratoriji izdaju ateste i certifikate strojske opreme čime se dokazuje njihova usklađenost u izvedbi sa specifičnim normama
– oprema koja se koristi za akumulaciju i transport sanitarne pitke vode mora imati dodatna ispitivanja koja će tražiti Sanitarni inspektori prilikom tehničkog pregleda građevine

Temeljem Zakona o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19, 145/24) prije tehničkog pregleda zgrade potrebno je izvršiti sva ispitivanja i provesti postupke dokazivanja tehničkih i funkcionalnih ispravnosti zgrade prema posebnim propisima.

Po izdavanju uporabne dozvole i dalje je periodično potrebno vršiti sva potrebna ispitivanja sukladno posebnim propisima kako bi se i nadalje dokazala tehnička i funkcionalna ispravnost zgrade, a u slučaju izvanrednih situacija po potrebi mogu se provesti ponovo i sva kontrolna ispitivanja i pregledi od stručnih i ovlaštenih osoba kao i za tehnički pregled kako bi se utvrdilo da li je zgrada i dalja sigurna za uporabu.

Prije tehničkog pregleda zgrade potrebno je najmanje izvršiti sljedeća ispitivanja i provesti postupke dokazivanja tehničke i funkcionalne ispravnosti zgrade:

Označavanje

Strojarski građevni proizvodi se označavaju na otpremnici i na proizvodu prema odredbama hrvatske norme donesene prihvaćanjem usklađene europske norme ili prema odredbama posebnog propisa. Projektom se ne definira poseban način označavanja strojske opreme jer norme usko definiraju postupke i oblik označavanja.

Ispitivanje

Strojarska oprema se posebno ne ispituje na gradilištu po pitanju sastava materijala i načina njihove izvedbe već se kao valjani dokaz uporabljivosti prihvaćaju atesti, mjerenja akreditiranih tvrtki koji jamče da dostavljani proizvod zadovoljava uvjete koje definiraju norme za pojedinu strojarsku instalaciju ili proizvod.

Za sve građevne proizvode potrebno je prije ugradnje dokazati da su njegova svojstva i bitne značajke sukladne svojstvima i bitnim značajkama propisanim tehničkim propisom, normom na koju upućuje tehnički propis i dokumentom za ocjenjivanje i zahtjevima iz projekta građevine. Svi građevni proizvodi moraju imati propisanu dokumentaciju sukladno Tehničkom propisu o građevnim proizvodima (NN 35/18, 104/19) i ne smiju se ugraditi bez valjane izjave o svojstvima, tehničkih uputa i ostale potrebne dokumentacije na hrvatskom jeziku. Na temelju Zakona o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19, 145/24) i Tehničkog propisa o građevnim proizvodima (NN 35/18, 104/19) za građevni proizvod proizveden ili izrađen na gradilištu u svrhu njegove ugradnje u konkretnu građevinu u skladu s glavnim projektom potrebno je sastaviti izvještaj o ispitivanju odnosno drugi dokument kojim se dokazuje ispunjavanje zahtjeva iz projekta.

Kontrola prije ugradnje

Strojarski građevni proizvod za koji je sukladnost potvrđena i izdana isprava o sukladnosti, smije se ugraditi u građevinu ako je sukladan zahtjevima iz strojarskog projekta građevine. Kontrola proizvoda prije ugradnje se vrši vizualnim putem da li je dostavljena oprema identična onoj za koju je izdana izjava o sukladnosti.

Prilikom izvođenja radova potrebno je vršiti kontrolu i ispitivanje svih građevnih i drugih proizvoda kao i zasebnih dijelova građevine kako bi se dokazala uporabljivost. Osim propisane dokumentacije za građevne proizvode koju je potrebno osigurati prije ugradnje građevnih proizvoda sukladno Tehničkom propisu o građevnim proizvodima (NN 35/18, 104/19) potrebno je sukladno posebnim propisima vršiti i dodatne ispitivanja kako bi se dokazala uporabljivost pojedinih dijelova građevine. Sva ispitivanja potrebno je provoditi sukladno Tehničkom propisu za građevinske konstrukcije (NN 17/17, 75/20, 7/22) i ostalim pozitivnim zakonskim propisima

Održavanje svojstava

Proizvođač, ovlašteni zastupnik odnosno uvoznik i distributer građevnog proizvoda dužni su poduzeti odgovarajuće mjere u cilju održavanja svojstava građevnog proizvoda tijekom rukovanja, skladištenja i prijevoza, a izvođač građevine tijekom rukovanja, skladištenja, prijevoza i ugradnje građevnog proizvoda.

Proizvod koji je oštećen prilikom transporta, skladištenja ili rukovanja ne smije se ugrađivati već se isti šalje na servis ili kod velikih oštećenja proizvod se deponira na prikladnom reciklažnom mjestu.

Vlasnik građevine dužan je osigurati održavanje građevine tako da se tijekom njezina trajanja očuvaju temeljni zahtjevi za građevinu te unapređivati ispunjavanje temeljnih zahtjeva za građevinu, energetske svojstava zgrada i nesmetanog pristupa i kretanja u građevini.

Održavanje građevine te poslove praćenja stanja građevine, povremene godišnje preglede građevine, izradu pregleda poslova za održavanje i unapređivanje ispunjavanja temeljnih zahtjeva za građevine i druge slične stručne poslove vlasnik građevine, odnosno osoba koja obavlja poslove upravljanja građevinama prema posebnom zakonu mora povjeriti osobama koje ispunjavaju uvjete za obavljanje tih poslova propisane posebnim zakonom.

Vlasnik zgrade dužan je provoditi periodične preglede i potrebna kontrolna ispitivanja sukladno posebnim propisima tijekom cijelog vremena uporabe zgrade kako bi se i dalje dokazala sigurnost korištenja i uporabljivost. Tijekom cijelog vremena korištenja zgrade obavezno je provoditi sva kontrolna ispitivanja sukladno važećim propisima iz područja zaštite na radu i zaštite od požara, ali i svim drugim posebnim propisima.

Investitor je dužan održavati zgradu sukladno pisanoj izjavi izvođača radova o izvedenim radovima i o uvjetima održavanja građevine.

Gradnje i održavanje

Ugradnja i održavanje strojarskih građevnih proizvoda određeno strojarskim projektom građevine moraj biti takvo da osigura ispunjavanje projektom određenih svojstava ugrađenih građevnih proizvoda i ispunjavanje drugih uvjeta.

Prilikom izvođenja radova na izgradnji zgrade izvođač je dužan svakodnevno vršiti kontrolu i geodetska mjerenja kako se tijekom izvođenja ne bi odstupilo od projektiranih svojstava. Tijekom izvođenja potrebno je vršiti sve potrebne kontrole i ispitivanja sukladno ovom propisanim programom kontrole i osiguranja kvalitete, Zakonu o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19, 145/24) i Tehnički propis o građevnim proizvodima (NN 35/18, 104/19).

Prilikom preuzimanja strojarskog građevnog proizvoda proizvedenog u tvornici izvan gradilišta izvođač mora utvrditi:

- je li građevni proizvod isporučen s oznakom u skladu s posebnim propisom i podudaraju li se podaci na dokumentaciji s kojom je građevni proizvod isporučen s podacima u oznaci,
- je li građevni proizvod isporučen s tehničkim uputama za ugradnju i uporabu,
- jesu li svojstva, uključivo rok uporabe građevnog proizvoda te podaci značajni za njegovu ugradnju, uporabu i utjecaj na svojstva i trajnost građevine sukladni svojstvima i podacima određenim projektom.

Utvrđeno zapisuje se u skladu s posebnim propisom o vođenju građevinskog dnevnika, a dokumentacija s kojom je građevni proizvod isporučen se pohranjuje među dokaze o sukladnosti građevnih proizvoda koje izvođač mora imati na gradilištu.

Zabranjena je ugradnja strojariskog građevnog proizvoda koji:

- je isporučen bez oznake u skladu s posebnim propisom,
- je isporučen bez tehničke upute za ugradnju i uporabu,
- nema svojstva zahtijevana projektom ili mu je istekao rok uporabe, odnosno čiji podaci značajni za ugradnju, uporabu i utjecaj na svojstva i trajnost građevine nisu sukladni podacima određenim projektom.

Kod rekonstrukcije i održavanja građevine, novougrađeni građevni strojariski proizvodi moraju imati jednaka ili povoljnija svojstva od postojećih ugrađenih građevnih proizvoda odgovarajućeg mjesta ugradnje i namjene u građevini.

Izvođač radova mora osigurati da privremene građevine i oprema gradilišta moraju biti stabilni te odgovarati propisanim uvjetima zaštite od požara i eksplozije, zaštite na radu i svim drugim mjerama zaštite zdravlja ljudi i okoliša.

Gradilište mora imati uređene instalacije u skladu s propisima.

Na gradilištu je potrebno predvidjeti i provoditi mjere zaštite na radu te ostale mjere za zaštitu života i zdravlja ljudi u skladu s posebnim propisima, te mjere kojima se onečišćenje zraka, tla i podzemnih voda te buka svodi na najmanju mjeru.

Gradilište mora biti osigurano i ograđeno radi sigurnosti prolaznika i sprječavanja nekontroliranog pristupa ljudi na gradilište.

U slučaju prekida građenja investitor je dužan poduzeti mjere radi osiguranja građevine i susjednih građevina, zemljišta i drugih stvari.

U slučaju bilo kakvih nejasnoća tijekom izvođenja radova ili odstupanja od projekta investitor je dužan osigurati projektantski nadzor.

C. ZEMLJANI RADOVI

Posebni uvjeti

Teren na mjestu objekta treba prethodno isplanirati, zatim naložiti objekt, a paralelno uglaviti i početnu i stalnu visinsku točku. Sve iskope izvesti točno prema projektu. Predviđenu kategoriju zemlje označenu stavkom troškovnika treba provjeriti. Ukoliko ne odgovara, rukovodilac gradilišta i nadzorni inženjer trebaju ustanoviti zatečenu kategoriju prema opisu u građevinskim normama, a svoj zaključak konstatirati upisom u građevinski dnevnik. Pretpostavljena kategorija tla je «C».

Kategorija «C»

Pod materijalom kategorije «C» podrazumijevaju se svi ostali zemljani materijali koje nije potrebno minirati, nego se mogu kopati upotrebom pogodnih strojeva (bagera, buldožera, skrepera i sl.)

Potrebno je napraviti i kontrolu geometrije i kvalitete gradiva postojeće temeljne konstrukcije. Ako se ustvrdi da geometrija odstupa od pretpostavki potrebno je napraviti dodatnu kontrolu statičkog proračuna.

Sve iskope potrebno je izvesti po projektu s bočnim odsijecanjem i zaštitom bočnih strana kako ne bi došlo do urušavanja zemljišta prilikom njihova betoniranja.

Sve radove, kontrolu i potvrdu parametara izvođač, geomehaničar i nadzorni inženjer su dužni upisati u građevinski dnevnik.

Kod zatrpavanja i nasipanja prostora oko temelja do nivoa tla potrebno je nasipavati i nabijati u slojevima po 30 cm.

Na kraju je potrebno obaviti planiranje zemljišta, zatrpavanje svih jama i uklanjanje svega nepotrebnog s gradilišta.

Široki iskop

Ovim radovima obuhvaćen je široki iskop predviđen projektom. Rad uključuje i utovar iskopanog materijala u prijevozna sredstva i odvoz na vanjsku deponiju. Lokaciju deponije je izvođač dužan zatražiti od nadležnih službi prije početka izvođenja radova. Iskop se obavlja prema profilima, predviđenim visinskim kotama i propisanim uvjetima po projektu, odnosno po zahtjevima nadzornog inženjera. Pri izradi iskopa treba provesti sve mjere sigurnosti pri radu i sva potrebna osiguranja postojećih objekata i komunikacija. Pri radu na iskopu treba paziti da ne dođe do potkopavanja ili oštećenja projektom predviđenih pokosa uslijed čega bi moglo doći do klizanja i odrona. Ukoliko dođe do potkopavanja izvođač je dužan odmah izvršiti sanaciju prema uputama nadzornog inženjera. Široki iskop treba obavljati upotrebom odgovarajuće mehanizacije, a ručni rad ograničiti na neophodni minimum.

Iskop rova za instalacije

Rad na iskopu rovova za instalacije obuhvaća iskop materijala prema nacrtima iz projekta sa svim potrebnim razupiranjima, odvodnjom, privremenim deponiranjem iskopanog materijala, te razastiranje ili odvoz viška materijala nakon zatrpavanja rova. Po završetku iskopa obavlja se visinska kontrola dna rova.

Prijevoz materijala

Ovim radovima obuhvaćen je prijevoz iskopanog materijala od mjesta iskopa do mjesta istovara u nasip ili vanjsku deponiju. Vrsta vozila za prijevoz kao i načine prijevoza treba odrediti prema kategoriji tla, količini materijala, načinu iskopa, utovaru, te duljini prijevoza. Kod prijevoza mora se računati s masom materijala u rastresitom stanju. Izvođač je dužan u potpunosti osigurati prijevoz, i to na samom gradilištu i na javnim prometnim površinama. Na javnim prometnicama treba postaviti odgovarajuću signalizaciju, vozila moraju odgovarati propisanim gabaritima i dopuštenoj nosivosti. Prilikom transporta treba spriječiti nanošenje blata na kolnike javnih prometnica.

Uređenje temeljnog tla

Ovim radovima obuhvaćeni su svi radovi koji se moraju obaviti kako bi se sraslo tlo osposobilo da bez štetnih posljedica preuzme opterećenje od vezanih tala, temeljno se tlo uređuje pošto je obavljen iskop. Nakon iskopa temeljno tlo treba dovesti u stanje vlažnosti koje omogućuje pravilno zbijanje. To se postiže vlaženjem ili rahljenjem i sušenjem tla. Tek kada se postigne optimalna vlažnost po standardnom Proctorovom postupku - HRN U.B1.038, pristupa se valjanju. Zbijanje temeljnog tla obavlja se odgovarajućim sredstvima za zbijanje ovisno o vrsti vezanog tla. Postupak uređenja temeljnog tla identičan je kod nevezanih materijala, s tim da ono nije toliko osjetljivo na promjene vlažnosti, a zbijanje se obavlja pretežno vibracijskim sredstvima za zbijanje.

Kontrola kvalitete

Propisi prema kojima se kontrolira kvaliteta materijala u temeljnom tlu: HRN U.B1.010/79 Uzimanje uzoraka tla

HRN U.B1.012/79 Određivanje vlažnosti uzoraka tla HRN U.B1.014/68 Određivanje specifične težine tla HRN U.B1.016/68 Određivanje zapremine težine tla

HRN U.B1.018/80 Određivanje granulometrijskog sastava

HRN U.B1.020/80 Određivanje granica konzistencije tla. Aterbergove granice HRN U.B1.024/68 Određivanje sadržaja sagorljivih i organskih materija tla HRN U.B1.038/68 Određivanje optimalnog sadržaja vode

HRN U.B1.046/68 Određivanje modula stižljivosti metodom kružne ploče HRN U.E1.010/81 Zemljani radovi na izgradnji putova

Kontrola ispitivanja koju obavlja (osigurava) investitor

Ova ispitivanja obuhvaćaju određivanje stupnja zbijenosti u odnosu na standardni Proctorov postupak (Sz) ili određivanje modula stižljivosti (Ms) kružnom pločom promjera 30 cm (ovisno o vrsti materijala) na najmanje 1000 m² temeljnog tla.

Tekuća tehnološka ispitivanja koja obavlja (osigurava) izvođač

Vrste ovih ispitivanja iste su kao kod kontrolnih ispitivanja, a njihov broj ovisi o materijalima, stanju, vlažnosti tla i slično. Minimalni je broj ovih ispitivanja jedno ispitivanje na svakih 1000 m² temeljnog tla.

Zamjena sloja slabog temeljnog tla boljim materijalom

Ovim radovima obuhvaćen je iskop sloja slabog materijala u temeljnom tlu s odvozom u deponiju, te njegovu zamjenu izradom zbijenog nasipnog sloja od boljeg materijala. Slabi materijal temeljnog tla zamjeniti će se kvalitetnim materijalom kada se zbog svojstava materijala u temeljnom tlu uz odgovarajući način rada ne mogu postići propisani zahtjevi nosivosti tla. Materijal za zamjenu predlaže izvođač. Izvođač mora osigurati i sva potrebna ispitivanja radi uvida u njegovu kvalitetu. Primjenu tog materijala mora odobriti nadzorni inženjer.

D. TEHNIČKI UVJETI INSTALACIJE GRIJANJA

A) ATESTI, MJERENJA I ISPITIVANJA

- Atesti ugrađene opreme i materijala – dostavlja izvođač
- Tlačna proba sustava grijanja i hlađenja – obavlja izvođač
- Funkcionalna (topla/hladna proba) sustava – obavlja izvođač
- Zapisnik o hidrauličnom balansiranju – obavlja ovlašteni servis
- Ispitivanja mikroklima – obavlja ovlaštena institucija
- Ispitivanje buke – obavlja ovlaštena institucija
- Ugrađeni materijali moraju biti kvalitetni i ispravni. Svi elementi, oprema i cijevi moraju odgovarati zahtjevima i standardima koji su navedeni u specifikaciji materijala. Kvaliteta materijala dokazuje se odgovarajućim certifikatima koje izvođač radova mora imati tokom izvođenja radova na gradilištu, a nakon završetka radova istu mora predložiti komisiji na tehničkom pregledu objekta.

B) MJERENJA I KONTROLNI PREGLEDI

- Najmanje jedanput godišnje treba obaviti kontrolu i funkcionalno ispitivanje svih uređaja.
- Sve uređaje i opremu koja ima posebnu namjenu i posebne tehničke zahtjeve treba kontrolirati i servisirati prema posebnim tehničkim uputama koje su dane uz navedene uređaje.
- Preventivno održavanje, kontrolu i servis mogu obavljati samo osobe koje su za to tehnički osposobljene i ovlaštene od strane odgovorne osobe.

C) TEHNIČKI UVJETI INSTALACIJE GRIJANJA

- Sva ogrjevna tijela i ugrađena oprema moraju biti opremljena lako pristupačnim ventilom za zatvaranje protoka vode. Postavljanje ogrjevnih tijela i opreme mora biti izvedeno da se može oprema odvajati sa sustava.
- Sve cijevi mreže tj. horizontalne i razvodne te povratne mreže moraju biti položene s propisanim padom tako da se omogući odzračivanje čitave instalacije.
- Cjelokupnu cijevnu mrežu položiti tako da je omogućeno nesmetano širenje uslijed toplinskog diletiranja kako ne bi došlo do oštećenja građevinskih elemenata i same instalacije. Na svim vertikalama gdje je to potrebno montirati ekspanzione kompenzatore ukoliko kompenzacija nije izvedena na neki drugi način.
- Spojevi se izvode zavarivanjem, navojem ili s priрубnicama. Armaturni dijelovi ne smiju se postavljati kroz zidove.
- Pri spajanju cijevi zavarivanjem zavarena mjesta moraju biti dobro obrađena s dovoljnom debljinom zavara, ali tako da se čisti presjek cijevi ne smanji. Da bi se dobila odgovarajuća kvaliteta zavarenog mjesta treba obraditi rub cijevi da se dobije skošenje i izvršiti čišćenje dobivenih rubova. Cijevi s debljinom stijenke do 5 mm zavaruju se bez skošenja ruba.
- Cijevi iznad dimenzije DN25 ne smiju se savijati nego njihovo skretanje izvesti tvorničkim lukovima.
- Širenje cijevi treba osigurati ugradnjom kompenzatora, kliznih i čvrstih točaka prema projektu.
- Kod ugradnje horizontalnih cijevnih vodova obratiti pažnju na pravilno polaganje. Cijevi izvesti u padu 0,5 % odnosno minimalno 0,25%. Na najvišim točkama cjevovoda ugrađuju se ručni i automatski odzračni ventili.
- Priključke ogrjevnih tijela izvesti s padom 0,5% i to tako da zrak može iz njih izlaziti te izići kroz odzračni ventil ili pipac, a da prilikom praznjenja instalacije iz njih može isticati voda.
- Prije ugradnje sve cijevi treba očistiti čeličnom četkom. Ugrađene cijevi bojati dvostrukim premazom temeljne boje.
- Sve neizolirane vidljive dijelove instalacije tople vode bojati lakom otpornim na toplinu.
- Dijelovi cijevne mreže koji nisu namijenjeni za odavanje topline ili oni koji se mogu zamrznuti, moraju se kvalitetno izolirati.
- Cjevovode vode grijanja treba izolirati toplinskom izolacijom s paronepropusnom branom, a debljina izolacije je precizirana na crtežima ili u tenderu.
- Ovješnja cjevovoda postavljati prema donjoj tablici, razmaci između konzola moraju biti dostatni da se osigura stabilnost cjevovoda i spriječi savijanje cijevi između konzola.

| | | | | | | | | | | | | |
|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|
| Cijev [NO] | 15 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | 65 | 80 | 100 | 125 | 150 | 200 |
| Razmak [m] | 1,5 | 1,5 | 2,4 | 2,4 | 2,7 | 2,7 | 3,0 | 3,6 | 4,2 | 4,20 | 5,2 | 6,0 |

D) ISPITIVANJA INSTALACIJE GRIJANJA

1) TLAČNA PROBA SUSTAVA

PRIPREME ZA ISPITIVANJA

- Izvršiti detaljan pregled i čišćenje ugrađene opreme poslije završetka svih montažnih radova
- Osigurati propisane padove tj. uspone cjevovoda
- Osigurati dobro brtvljenje na svim vodovima i armaturama
- Opskrbiti sve vodove koji se ne koriste slijepim priрубnicama
- Izvesti učvršćenje svih elemenata
- Izvršiti ispiranje cijelog sustava centralnog grijanja (4-5 puta)
- Prilikom ispiranja predregulacija se podešava na minimalni hidraulički otpor
- Na svim za to određenim mjestima (ispuštanja, filteri, odmuljne posude) mora se redovno vršiti odmuljivanje do potpuno čistog stanja
- Ispiranje se vrši uz rad cirkulacijskih pumpi

ISPITIVANJE NEPROPUSNOSTI

- Ispitivanje nepropusnosti se obavlja uvijek prije početka pogonskih ispitivanja da bi se osigurala zaštita od istjecanja vode.
- Ispitivanje se obavlja prije postavljanja izolacije ili slojeva poda ili drugih građevinskih zahvata kojima bi se zatvorio bilo koji dio instalacije.

- Ispitivanje ogrijevnih sustava se vrši radnim pretlakom vode koji iznosi 1,3 vrijednosti nazivnog pritiska pri čemu mora biti najmanje 1 bar pretlaka na bilo kojem mjestu ogrijevnog sustava. Tlak ispitivanja instalacije iznosi: 5 bar.
- Poslije punjenja sustava vodom i postizanja navedenog pretlaka izvrši se pregled cijelog sustava pri čemu nije dozvoljena pojava znakova propuštanja (spojeva , armatura, ogrijevnih tijela ...)
- U sustavu se održava navedeni pretlak najmanje 6 sati poslije čega se vrši ponovni pregled.
- Rezultat ispitivanja se smatra uspješnim ako se prilikom provjere ne utvrdi propuštanje.
- Ako se pri ispitivanju ustanove mjesta propuštanja ispitivanje ponoviti nakon čega se moraju mjesta propuštanja popraviti u skladu s propisima ili će se dijelovi cjevovoda izmijeniti te nakon toga ponovo izvršiti ispitivanje tlakom.

2) DILATACIJSKA ISPITIVANJA

- Dilatacijska ispitivanja se obavljaju nakon uspješno obavljenih ispitivanja nepropusnosti u cilju utvrđivanja nedostataka na sustavu centralnog grijanja u pogonskim uvjetima.
- Za ovo ispitivanje voda se zagrije na najvišu projektnu temperaturu i prepusti hlađenju na temperaturu okoline zatim se postupak ponovi još jednom.
- Nakon izvršenog detaljnog pregleda sustava, ako se utvrdi propuštanje ili drugi nedostaci (npr. pomicanje cjevovoda) nakon uklanjanja nedostataka postupak se mora ponoviti.
- Prilikom dilatacijskih ispitivanja izvršiti provjeru rada sigurnosnog ventila i napunjenosti ekspanzijske posude tako da se pri uspostavljenju najvišoj projektnoj temperaturi vode nastavi puniti sustav do otvaranja sigurnosnog ventila, a nakon toga ispuštati vodu dok se ne postigne radni tlak sustava.

3) TOPLINSKA ISPITIVANJA

- Toplinska ispitivanja se vrše s ciljem utvrđivanja funkcionalnosti i podešenosti postrojenja.
- Prilikom toplinskih ispitivanja provjerava se:
 - ispravan rad armatura
 - ravnomjernost zagrijavanja ogrijevnih tijela
 - postizanje projektnih tehničkih parametara temperature, tlaka, razlika temperatura
 - ispravan rad regulacijskih, mjernih i sigurnosnih uređaja
 - kapacitetna pokrivanja projektirane količine topline pri vanjskim temperaturama manjim od -15°C

4) ODZRAČIVANJE

- obavlja se pomoću čepova za odzračivanje, koje sadrži svako ogrijevno tijelo i automatskog odzračnog ventila smještenog na najvišoj točki glavnog razvoda
- na pojedinim mjestima mogu se postaviti odzračni lonci

5) HIDRAULIČKO URAVNOTEŽENJE, BALANSIRANJE

- Da bi se ostvarili projektirani protoci kroz pojedine grane, održavao autoritet regulacijskog troputnog ventila, ostvarili željeni učini ogrijevnih/rashladnih tijela te ostvario besprijekoran rad cijelog sustava bez šumova potrebno je izvršiti balansiranje krugova grijanja.
- Instalacija se mora dobro odzračiti i očistiti od čestica nečistoća, voda uz normalan protok treba biti bistra, a hvatači nečistoća očišćeni. Ovo je najčešći uzrok nepripremljenosti instalacija koji u pravilu nije moguće otkloniti u kratkom roku ovisno o razgranatosti instalacije. Svaki cirkulacijski krug potrebno je odzračivati i čistiti svaki hvatač nečistoća 3-5 puta u razmacima 4-6 sati. Za vrijeme postupka balansiranja pumpe moraju cijelo vrijeme biti u pogonu, u ispravnom smjeru vrtnje i na brzini vrtnje predviđenoj projektnom dokumentacijom.
- Za vrijeme postupka balansiranja svi zaporni elementi i ručni regulacijski ventili moraju biti i ostati u projektu za normalni pogon (otvoren) predviđenom položaju. Isto tako svi regulacijski ventili s pogonom moraju biti i ostati prebačeni s automatskog na ručno vođenje (suradnja s automatičarem) i podešeni u projektu za normalni pogon predviđen položaj (otvoren).
- Tijekom balansiranja protok u sustavu ne smije se mijenjati osim zbog utjecaja podešavanja samih ventila. Nije dopušteno nekontrolirano zatvaranje i otvaranje zapornih ili regulacijskih ventila.
- Balansirajući ventili moraju biti dostupni za mjerenje i podešavanje (prostorije otključane, osigurane ljestve i si.), te osigurana stalna prisutnost i pripomoć stručnog osoblja naručitelja usluge balansiranja.
- Sve ostale eventualno potrebne, a navedene predradnje na instalaciji, nužne za ispravno balansiranje instalacija dužan je izvršiti naručitelj usluge balansiranja osim samog postupka balansiranja.

E. TEHNIČKI UVJETI INSTALACIJE VENTILACIJE**A) ATESTI, MJERENJA I ISPITIVANJA**

- Atesti ugrađene opreme i materijala – dostavlja izvođač
- Puštanje u rad klima komora – obavlja ih ovlaštena osoba dobavljača opreme
- Balansiranje mreže ventilacije – obavlja izvođač sa dobavljačem opreme
- Mjerenje mikroklima – obavlja ovlaštena institucija
- Mjerenje buke – obavlja ovlaštena institucija
- Ugrađeni materijali moraju biti kvalitetni i ispravni. Svi elementi, oprema i cijevi moraju odgovarati zahtjevima i standardima koji su navedeni u specifikaciji materijala. Kvaliteta materijala dokazuje se odgovarajućim certifikatima koje izvođač radova mora imati tijekom izvođenja radova na gradilištu, a nakon završetka radova istu mora predložiti komisiji na tehničkom pregledu objekta.

B) MJERENJA I KONTROLNI PREGLEDI

- Najmanje jednom godišnje treba obaviti kontrolu i funkcionalno ispitivanje svih uređaja.
- Sve uređaje i opremu koja ima posebnu namjenu i posebne tehničke zahtjeve treba kontrolirati i servisirati prema posebnim tehničkim uputama koje su dane uz navedene uređaje.
- Preventivno održavanje, kontrolu i servis mogu obavljati samo osobe koje su za to tehnički osposobljene i ovlaštene od strane odgovorne osobe.

C) TEHNIČKI UVJETI INSTALACIJE VENTILACIJE

- Ventilacijski kanali izrađuju se od pocinčanog lima prema DIN 1946, 4.60 izrađen od čeličnog lima standardne kvalitete Č.0000. Potrebna debljina lima stijenke kanala određuje se prema široj stranici kanala:

| | | | | |
|------------|------------|--------------|--------------|--------------|
| 250-500 mm | 500-900 mm | 1000-1500 mm | 1500-1990 mm | 2000-2490 mm |
| 0,60 mm | 0,75 mm | 0,88 mm | 1,00 mm | 1,11 mm |

- Prirubnice od čeličnog L profila prema DIN 24190/3 (10.85.), standardne kvalitete Č 0345. Između spojeva postaviti brtvu od platna ili pletenice debljine 3-5 mm. Ovješanje kanala obavlja se prema mogućnosti ovješanja na lokaciji i na razmaku 1-2 m zavisno o veličini

kanala. Prirubnice, ovjesnice i ostalo premazati zaštitnim slojem temeljne boje. Moguće je izvršiti izradu, spajanje i učvršćivanje kanala na drugi način uz uvjet potpune nepropusnosti i krutosti kanala. U slučaju da izvoditelj raspolaže strojnom izradom kanala i spojnih mjesta daje se prednost spajanju kanala sa spojnim letvama. Na ograncima ugraditi regulacijske elemente. Poslije završene montaže pojedine sekcije kanale očistiti od čestica prašine. Mjesta na kojima kanali prolaze kroz zidove moraju biti solidno brtvljena mineralnom vunom u svrhu toplinske i zvučne izolacije. Otvore za uzimanje svježeg zraka i izbacivanje otpadnog zraka treba izvesti tako da u njih ne dopire kiša ili snijeg, a ukoliko je to moguće potrebo je osigurati odvođenje atmosferskih padalina. Razvodne kanale ojačati zbog eliminiranja šumova i vibracija. Ventilacijske kanale izraditi iz novog lima, prema projektu osigurati potpuno brtvljenje, a nakon montaže u probnom pogonu izvršiti balansiranje mreže da se dobije na svakom istrujnom i odsisnom mjestu projektom tražena količina zraka. Ventilacijske kanale koji nisu izrađeni iz lima montirati prema pravilima za montažu te vrste kanala, a na osnovu tehnoloških iskustava dobavljača. Svi ventilatori u instalaciji moraju imati kapacitet, statički tlak i broj okretaja kao što je naznačeno u projektu i takvih dimenzija da se mogu ugraditi u predviđene prostore. Tlačne kanale potrebno je izolirati kako je to prikazano na crtežima.

- Ventilatori moraju biti u klasi "bešumnih" s dobro izbalansiranim rotorom ventilatora i elektromotora, odnosno moraju imati amortizer da se vibracije ne bi prenosile na konstrukciju zgrade. Sve spojeve ventilatora izvesti pomoću nepropusnog platna za zrak maksimalne širine 100mm. Sve ventilatore postaviti na elastičnu podlogu, radi sprječavanja prenošenja vibracija na zgradu. Svi elementi instalacije koji mogu doći pod utjecaj agresivnih medija izvesti od materijala otpornog na agresivni utjecaj. Ispitivanje instalacije ima za cilj provjeru da li ugradnja opreme, uređaji i automatika odgovara projektiranim uvjetima za zimski i ljetni režim rada te ocjenu kvalitete montažnih radova, brzine i tlaka u karakterističnim točkama postrojenja. Kod provjere montažnih radova obratiti pozornost na sljedeće: nepropusnost spojeva kanala, razina buke, zaštita od korozije, pravilna montaža armature, ogrjevnih i rashladnih tijela, elemenata za ubacivanje i izvalačenje zraka, kanala i sl.

D) HIDRAULIČNO URAVNOTEŽENJE KANALNE MREŽE VENTILACIJE

- Kod ispitivanja obavezna je prisutnost nadzornog inženjera i voditelja gradilišta te po završenom ispitivanju rezultati se utvrđuju zapisnički.

a) PRIPREME ZA ISPITIVANJA

- Izvršiti detaljan pregled i čišćenje ugrađene opreme poslije završetka svih montažnih radova
- Osigurati dobro brtvljenje na svim vodovima
- Izvesti učvršćenje svih elemenata
- Prilikom čišćenja kanala od prašine predregulacija se podešava na minimalni hidraulički otpor

b) ISPITIVANJE NEPROPUSNOSTI

- Ispitivanje nepropusnosti se obavlja uvijek prije početka pogonskih ispitivanja da bi se smanjilo istjecanje zraka iz kanala.
- Ispitivanje se obavlja prije postavljanja izolacije kanala.
- Ispitivanje nepropusnosti sustava vršiti pri maksimalnom protoku zraka.
- Čvrstoća i propuštanje okruglih ventilacionih kanala zahtijeva se prema HRN EN 12237 i to za očekivanu klasu propusnosti. Ispitni postupci i mjerne metode za primopredaju izvedenih sustava ventilacije i klimatizacije dati su prema HRN EN 12599.

c) BALANSIRANJE KANALNE MREŽE

- Nakon što su izvedeni svi ventilacijski kanali potrebno je izvršiti podešavanje sustava i mjerenja veličina kao što su: šumovi, promaja u prostoru, potrebne temperature, vlažnost i čistoća zraka. Prilikom balansiranja najprije treba utvrditi karakteristiku pripadajućeg ventilatora. Balansiranje može vršiti samo specijalno obučena osoba koristeći se pri tome pogodnim formularom za upisivanje gore spomenutih veličina. Nakon ovjere od strane uprave radilišta jedan potpisan formular se treba dostaviti sa uputstvom za rukovanje. Prije nego što se počne s podešavanjem sustava, potrebno je da se osoba koja vrši podešavanje dobro upozna s nacrtima izvedenog stanja i zahtjevima koji se postavljaju. Isto tako se treba upoznati s podacima danim od strane proizvođača opreme i mora imati na raspolaganju sve priručne tabele s podacima i instrumente potrebne za brzo i kvalitetno obavljanje posla.
- Kod balansiranja treba obraditi sve glavne komponente sustava, a to su:
 - centralni zračni uređaj (ventilator)
 - elementi regulacije i izvršni organi
 - elementi distribucije zraka

Ventilatori se trebaju izregulirati ili ispitati na vrijednosti koje se uvjetuju projektom kao: količina zraka, temperatura, vlažnost, amortizeri, priključivanje kanala i šumovi. Automatski regulacijski uređaji se moraju postaviti i izregulirati u dogovoru s isporučiteljem imajući u vidu i ostale zahtjeve vezane za smještaj. Ispravnost rada treba kontrolirati i pomoću uređaja koji nisu sastavni dio instalacije postrojenja, tj. da se utvrdi temperatura, vlažnost, tlak, šumovi i stabilnost sustava imajući u vidu isključivanje, uključivanje ili prebacivanje režima. Regulacijski organi, bilo da su ručni ili automatski, kod kojih se može očekivati min. i maks. vrijednost moraju se kontrolirati na obje vrijednosti. Svi termostatski ili magnetski sigurnosni prekidači motora moraju se kontrolirati i isprobati na prave vrijednosti, a za slučaj kvara treba uključiti i kontrolirati rezervu (ukoliko postoji). Treba ustanoviti da li sva sigurnosna aparatura na vrijeme uključuje-isključuje ili signalizira i vrši traženu zaštitu.

F. POPIS PROPISA I NORMI U PROGRAMU KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE

Pregled propisa i normi programa kontrole i osiguranja kvalitete za primjenjene materijale i opremu za u fazi projektiranja, izvođenje i održavanja građevine.

Propisi

- Zakon o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19, 145/24)
- Zakon o zaštiti od požara (NN 92/10)
- Zakon o zaštiti na radu (NN 71/14, 118/14, 154/14, 98/18, 96/18)
- Zakon o građevnim proizvodima (NN 76/13, 30/14, 130/17, 39/19, 118/20)
- Zakon o zaštiti od buke (NN 30/09, 55/13, 153/13, 41/16, 114/18)
- Pravilnik o obveznom sadržaju i opremanju projekta građevina (NN 118/19, 65/20)
- Pravilnik o jednostavnim i drugim građevinama i radovima (NN 112/17, 34/18, 36/19, 98/19, 31/20)
- Tehnički propis o sustavima grijanja i hlađenja zgrada (NN 110/08)
- Tehnički propis o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 128/15, 70/18, 73/18, 86/18, 102/20)
- Tehnički propis o sustavima ventilacije, djelomične klimatizacije i klimatizacije zgrada (NN 3/07)
- Tehnički propis o građevnim proizvodima (NN 35/18, 104/19)
- Pravilnik o jednostavnim i drugim građevinama i radovima (NN 112/17, 34/18, 36/19, 98/19, 31/20)

NORME

Norme u fazi projektiranja

- HRN EN 12831:2004 – Sustavi grijanja u građevinama–Postupak proračuna normiranoga toplinskog opterećenja (EN 12831:2003)
- HRN EN ISO 13790:2008 Energetska svojstva zgrada - Proračun potrebne energije za grijanje i hlađenje prostora (EN ISO 13790:2008)

–HRN EN 378-1:2004 – Rashladni sustavi i dizalice topline – Sigurnosni i ekološki zahtjevi – 1. dio: Osnovni zahtjevi, definicije, razredbeni kriteriji i odabir (EN 378-1:2000)
–HRN EN 378-2:2004 – Rashladni sustavi i dizalice topline – Sigurnosni i ekološki zahtjevi – 2. dio: Projektiranje, izvedba, ispitivanje, označivanje i dokumentacija (EN 378-2:2000)
–HRN EN 378-3:2004 – Rashladni sustavi i dizalice topline – Sigurnosni i ekološki zahtjevi – 3. dio: Mjesto instalacije i osobna zaštita (EN 378-3:2000)
–HRN EN 378-4:2004 – Rashladni sustavi i dizalice topline – Sigurnosni i ekološki zahtjevi – 4. dio: Postupanje, održavanje, popravak i uporaba (EN 378-4:2000)
–HRN EN 1861:2004 – Rashladni sustavi i dizalice topline – Dijagrami toka sustava i dijagrami cjevovoda i opreme – Raspored i oznake (EN 1861:1998)
–HRN EN 12263:2004 – Rashladni sustavi i dizalice topline – Sigurnosno-preklopni uređaji za ograničenje tlaka – Zahtjevi i ispitivanja (EN 12263:1998)
–HRN EN 12284:2004 – Rashladni sustavi i dizalice topline – Ventili – Zahtjevi, ispitivanje i označivanje (EN 12284:2003)
–HRN EN 13136:2004 – Rashladni sustavi i dizalice topline – Tlačni prosturjni uređaji i pripadajući cjevovodi – Metode proračuna (EN 13136:2001)
–HRN EN 12828:2003 – Sustavi grijanja u građevinama – Izvedba sustava toplovodnog grijanja (EN 12828:2003)
–HRN EN 12735-1 Bakar i legure bakra -- Bešavne okrugle cijevi za klimatizaciju i hlađenje -- 1. dio: Cijevi za cjevovode (EN 12735-1:2020)
–HRN EN 442-1:20XX – Radijatori i konvektori – 1. dio: Tehničke specifikacije i zahtjevi (EN 442-1:1995+A1:2003)
–HRN EN 437:2004 – Ispitni plinovi – Ispitni tlakovi – Kategorije uređaja (EN 437:2003)
–HRN EN 14511-1:2006 – Klimatizacijski uređaji, uređaji za hlađenje kapljevina i dizalice topline s kompresorima na električni pogon za grijanje i hlađenje prostora -- 1. dio: Nazivlje i definicije (EN 14511-1:2004)
–HRN ENV 12102:2004 – Klimatizacijski uređaji, dizalice topline i odvlaživači zraka s kompresorima na električni pogon -- Mjerenje buke koja se prenosi zrakom -- Utvrđivanje razine zvučne snage (ENV 12102:1996)
–HRN ISO 1996-1:2004 – Akustika -- Opis, mjerenje i utvrđivanje buke okoliša -- 1. dio: Osnovne veličine i postupci utvrđivanja (ISO 1996-1:2003)

Norme za izvođenje i održavanje

–HRN EN 12170:2004 – Sustavi grijanja u građevinama – Postupak pripreme dokumenata za rad, održavanje i uporabu – Sustavi grijanja koji zahtijevaju obučenog rukovatelja (EN 12170:2002)
–HRN EN 12171:2004 – Sustavi grijanja u građevinama – Postupak pripreme dokumenata za rad, održavanje i uporabu – Sustavi grijanja koji ne zahtijevaju obučenog rukovatelja (EN 12171:2002)
–HRN EN 12828:2003 – Sustavi grijanja u građevinama – Izvedba sustava toplovodnog grijanja (EN 12828:2003)
–HRN EN 14336:2005 – Sustavi grijanja u građevinama – Ugradnja i preuzimanje sustava toplovodnog grijanja (EN 14336:2004)
–HRN EN 378-2:2004 – Rashladni sustavi i dizalice topline – Sigurnosni i ekološki zahtjevi – 2. dio: Projektiranje, izvedba, ispitivanje, označivanje i dokumentacija (EN 378-2:2000)
–HRN EN 378-3:2004 – Rashladni sustavi i dizalice topline – Sigurnosni i ekološki zahtjevi – 3. dio: Mjesto instalacije i osobna zaštita (EN 378-3:2000)
–HRN EN 378-4:2004 – Rashladni sustavi i dizalice topline – Sigurnosni i ekološki zahtjevi – 4. dio: Postupanje, održavanje, popravak i uporaba (EN 378-4:2000)
–HRN EN 1736:2004 – Rashladni sustavi i dizalice topline – Savitljivi elementi cjevovoda, izolatori vibracija i ekspanzijski spojevi – Zahtjevi, oblikovanje i ugradnja (EN 1736:2000)
–HRN ENV 12102:2004 – Klimatizacijski uređaji, dizalice topline i odvlaživači zraka s kompresorima na električni pogon – Mjerenje buke koja se prenosi zrakom -- Utvrđivanje razine zvučne snage (ENV 12102:1996)
–HRN EN 12263:2004 – Rashladni sustavi i dizalice topline – Sigurnosno-preklopni uređaji za ograničenje tlaka – Zahtjevi i ispitivanja (EN 12263:1998)
–HRN EN 12284:2004 – Rashladni sustavi i dizalice topline – Ventili – Zahtjevi, ispitivanje i označivanje (EN 12284:2003)
–HRN EN 13313:2004 – Rashladni sustavi i dizalice topline – Osposobljenost osoblja (EN 13313:2001)
–HRN EN 12735-1 Bakar i legure bakra -- Bešavne okrugle cijevi za klimatizaciju i hlađenje -- 1. dio: Cijevi za cjevovode (EN 12735-1:2020)
–HRN EN 303-5 Toplovodni kotlovi -- 5. dio: Kotlovi na kruto gorivo, ručno i automatski loženi, nazivne toplinske snage do 500 kW -- Nazivlje, zahtjevi, ispitivanje i označivanje (EN 303-5:2012)
Norme za ispitivanje i kontrolu sustava
–HRN EN 14336:2005 – Sustavi grijanja u građevinama – Ugradnja i preuzimanje sustava toplovodnog grijanja (EN 14336:2004)
–HRN EN 378-2:2004 – Rashladni sustavi i dizalice topline – Sigurnosni i ekološki zahtjevi – 3. dio: Projektiranje, izvedba, ispitivanje, označivanje i dokumentacija (EN 378-2:2000)
–HRN ISO 1996-1:2004 – Akustika – Opis, mjerenje i utvrđivanje buke okoliša -- 1. dio: Osnovne veličine i postupci utvrđivanja (ISO 1996-1:2003)
–HRN ISO 1996-2:2000 – Akustika – Opisivanje i mjerenje buke okoliša -- 2. dio: Prikupljanje podataka u vezi s namjenom prostora (ISO 1996-2:1987+Amd 1:1998)
–HRN ISO 1996-3:2000 – Akustika – Opisivanje i mjerenje buke okoliša -- 3. dio: Primjena na granice buke (ISO 1996-3:1987)

PROJEKTANT

DARIO HRASTOVIĆ, dipl.ing.stroj.

Hrvatska komora inženjera strojarstva

Dario Hrastović
dipl. ing. stroj.

Ovlašteni inženjer strojarstva



S 1554

Hrastović D

3.2. MJERE ZAŠTITE OD POŽARA

A. MJERE ZAŠTITE OD POŽARA U FAZI GRAĐENJA

* Mjere zaštite od požara na gradilištu provode se kontinuirano dok gradilište postoji sukladno Zakonu o zaštiti od požara i Pravilniku o mjerama zaštite od požara kod građenja.

* Opasnost od požara na gradilištu nastaje zbog različitih svojstava otpornosti i reakcije na požar materijala koji se koristi kao i pojedinih radnji koje se obavljaju kod građenja.

* Najčešća mjesta i radnje potencijalno opasne za nastanak i širenje požara na gradilištima su:

- mjesta držanja odnosno skladištenja zapaljivih i/ili eksplozivnih tvari,
- skladišta plinskih boca,
- prostor za uporabu sredstava za čišćenje i raznih otapala,
- deponij građevinskog otpada,
- ambalažni materijali,
- uređaji, oprema i instalacije koje mogu prouzročiti nastajanje i širenje požara (peći za grijanje, plinski i električni uređaji, privremena instalacija rasvjete i dr.)
- uporaba ljepila i obrada drvene mase,
- uporaba otvorenog plamena ili žara pri radu (vrenje ljepenke, skidanje uljnog naličja, pušenje i slično),
- uporaba uređaja i alata koji iskre,
- spaljivanje raznog materijala,
- rušenja i demontaže,
- puštanje u rad pojedinih instalacija (plina, struje).

* Kako bi se spriječilo nastajanje i širenje požara na gradilištu i osiguralo njegovo učinkovito gašenje potrebno je planirati i provoditi odgovarajuće organizacijske i tehničke mjere na gradilištu, za vrijeme i izvan radnog vremena, koje uključuju:

- mjere praćenja te kontrole ulazaka i izlazaka (ograđivanje gradilišta, čuvarska službe i drugo),
- mjere zabrane ili ograničenja kretanja vozila i osoba,
- mjere zabrane ili ograničenja unošenja opasnih tvari koje nisu namijenjene za potrebe građenja (pirotehnika i slično) i obavljanja opasnih radnji (pušenje i slično u zapaljivim zonama),
- mjere označavanja, upozoravanja, obavješćivanja i informiranja o opasnostima te provođenju potrebnih mjera zaštite od požara,
- osposobljenost osoba za provedbu preventivnih mjera zaštite od požara, gašenje početnih požara i spašavanje ljudi i imovine ugroženih požarom,
- odabir mjesta i uvjete smještaja osoba na gradilištu (stambene barake, kontejneri i drugo) koji se odnose na sigurnosne udaljenosti (minimalno 5 metara u svim smjerovima od ostalih objekata gradilišta), požarna svojstva konstrukcijskih elemenata (minimalno razreda reakcije na požar A2), grijanje i hlađenje prostorija (zatvoreni sustavi) i drugo,
- odabir mjesta i uvjete držanja te skladištenja zapaljivih i eksplozivnih tvari (sigurnosne udaljenosti, ograđivanje, znakovi opasnosti, priručni uređaji i oprema za gašenje požara i drugo),
- mjere zaštite od požara kod obavljanja radova koji mogu izazvati požar (zavarivanje – elektrolučno ili autogeno, rezanje reznom pločom, brušenje, lemljenje, rad uporabom otvorenog plamena kao što je varenje ljepenke kod hidroizolacionih radova, skidanje boja plamenikom i slično),
- mjere osiguranja dostatne količine i odgovarajuće vrste sredstava za gašenje početnih požara (vode, pijeska i drugo),
- mjere osiguranja dostatne količine i odgovarajuće vrste opreme za gašenje početnih požara (vatrogasnih aparata, posuda za vodu, hidranata i drugo),
- mjere osiguranja pristupa za potrebe vatrogasne intervencije i održavanja,
- mjere zbrinjavanja i redovitog uklanjanja prašine i otpada (osobito ambalažnog otpada, krpa natopljenih otapalima i slično),
- odabir odgovarajuće izvedbe (Ex-izvedba) i mjere održavanja u ispravnom stanju uređaja, opreme i alata te njihova pohrana i stavljanje van pogona nakon uporabe,
- mjere zaštite od atmosferskog pražnjenja,
- mjere provjere provođenja mjera zaštite od požara,
- način postupanja i uzbuđivanja u slučaju požara (pozivanje brojeva telefona koje treba nazvati: zaštita i spašavanje 112, vatrogasci 193, policija 192, hitna pomoć 194 i slično).

* Odgovorna osoba za provođenje mjera zaštite od požara na gradilištu je izvođač radova.

* Ukoliko kod građenja sudjeluje više izvođača, odgovorna osoba za provođenje mjera zaštite od požara je glavni izvođač radova.

B. MJERE ZAŠTITE OD POŽARA INSTALACIJA

Potencijalni izvori požara i eksplozije

- električna instalacija
- instalacija lož ulja
- od ostalih sustava ne postoji opasnost od samozapaljenja ili podržavanja požara

Prilikom projektiranja i građenja građevine mora se osigurati zaštita od požara, kao jedan od bitnih zahtjeva za građevinu propisanim posebnim propisom kojim se uređuje područje prostornog uređenja i gradnje, tako da se u slučaju požara:

- očuva nosivost konstrukcije tijekom određenog vremena,
- spriječi širenje vatre i dima unutar građevine,
- spriječi širenje vatre na susjedne građevine,
- omogućiti da osobe mogu neozlijeđene napustiti građevinu,
- da se omogućiti spašavanje osoba,
- omogućiti zaštita spašavatelja.

B.1. OPASNOST ENERGENATA – ELEKTRIČNA ENERGIJA

Moguće opasnosti od pojave požara uzrokovanog električnim instalacijama potječu od:

- * nepravilnog dimenzioniranja kabela i opreme
- * nepravilnog izbora vodiča i opreme, obzirom na vrstu objekta i uvjete rada
- * preopterećenja i kratkog spoja
- * od prenapona
- * atmosferskog elektriciteta
- * nestručnog izvođenja i održavanja

Zaštita od električnog udara

Određena je prema (HRN HD 384.4 41 S2 – Električne instalacije zgrada: Zaštita od električnog udara) u električnoj instalaciji i obuhvaća zaštitu od direktnog dodira dijelova pod naponom i zaštitu od indirektnog dodira dijelova pod naponom.

Zaštita od direktnog dodira

Dijelova instalacije i opreme pod naponom predviđena je izoliranjem, te pregradama i kućištima. Kod izoliranja svi predviđeni kabele i vodiči trebaju imati izolaciju koja odgovara radnom naponu. U čitavoj instalaciji boja zaštitnog vodiča (PE) mora biti žuto-zelena, a boja nultog vodiča (N) mora biti svijetlo-plava. Svi spojevi vodova na mjestu grananja instalacije trebaju se izvesti u kutijama od izolacijskog materijala s odgovarajućim poklopcem. Instalacijske kutije i cijevi trebaju odgovarati standardima HRN HD 384.5 52 S2 – Električne instalacije zgrada: Sustavi razvođenja (vodova i kabela). Kućišta razvodnih ormara električne instalacije moraju biti takve konstrukcije da sigurno prekrivaju sve dijelove opreme pod naponom u njima, bez otvora kroz koje se može doći u dodir s dijelovima pod naponom. Kućišta razvodnih ormara koja se montiraju na lako dostupna mjesta, ili mjesta bez kontrole, moraju biti zatvorena vratima i zaključana, tako da oprema u njima nije dostupna neovlaštenim osobama. U svim razdjelnicama mora biti izvršeno galvansko povezivanje svih metalnih dijelova koji ne pripadaju strujnim krugovima. Nezaštićeni dijelovi strujnih krugova moraju se zaštititi od slučajnog dodira. Sva oprema u razdjelnicama mora biti označena prema električnoj shemi koja mora biti priložena. Na svakoj razdjelnici mora biti jasna oznaka prema projektu i opće upozorenje na opasnost od električne struje. U svakoj razdjelnici se mora postaviti jednopolna shema.

Zaštita od indirektnog dodira dijelova pod naponom

Predviđena je automatskim isključivanjem napajanja. Ako uslijed kvara u električnoj instalaciji ili na nju priključenoj opremi nastane mogućnost indirektnog dodira dijelova pod naponom, predviđeno je automatsko isključivanje napajanja pripadnih strujnih krugova pomoću osigurača. Da se ne bi neutralizirala zaštitna mjera automatskog isključivanja, neutralni i zaštitni vodiči moraju biti izvedeni tako da su međusobno izolirani, a neutralni vodič nigdje u instalaciji ne smije biti uzemljen. Zaštita od indirektnog napona dodira predviđena je sustavom TN-S, po kojem se sve metalne mase, koje se trebaju štititi od previsokog napona dodira spajaju na zajednički uzemljivač. Kod kvara izolacije i direktnog spoja faznog (L) vodiča s kućištem odnosno zaštitnim vodičem, mora poteći tolika struja kvara da osigurač automatski isključi napajanje u vremenu manjem od 0,4s za strujne krugove priključnica i prijenosnih trošila, odnosno u vremenu manjem od 5s za ostale strujne krugove. Ovaj zahtjev se mora provjeriti mjerenjem za sve strujne krugove, a po završetku montaže. Za strujne krugove u sanitarijama predviđena je zaštita automatskim isključenjem napajanja pomoću uređaja diferencijalne struje $I_{\Delta}=0,03$ A, a u skladu sa zahtjevom iz (HRN HD 60364-7-701 – Niskonaponske električne instalacije: Prostor s katom ili tušem). U objektu se provodi i mjera izjednačenja potencijala, (glavno izjednačenje potencijala i dopunsko izjednačenje potencijala). Glavno izjednačenje potencijala (GIP) provodi se preko sabirnice za izjednačenje predviđene u posebnoj kutiji, a na koju se priključuju:

- temeljni uzemljivač
- zaštitna sabirnica PE razdjelnica
- instalacija vodovoda
- strojarska oprema
- ostale metalne mase

Zaštita od prekomjernih struja

Određena je u električnoj instalaciji obuhvaća zaštitu od preopterećenja koja je predviđena automatskim prekidanjem preopterećenih strujnih krugova pomoću osigurača čija vrijednost ne prelazi vrijednost trajno dozvoljenih struja prema (HRN HD 384.4 43 S2 – Električne instalacije zgrada: Nadstrujna zaštita). Isto tako obuhvaća i zaštitu od kratkog spoja pomoću osigurača.

Zaštita od toplinskog djelovanja električne instalacije na okolinu

Određena je u električnoj instalaciji prema (HRN HD 384.4 42 S2 – Električne instalacije zgrada: Zaštita od toplinskih učinaka) Zaštita od požara predviđena je tako što su izabrani instalacijski materijali i oprema koji ne predstavljaju izvor opasnosti od požara za okolne materijale, odnosno izabrana oprema i materijali na svojoj površini ne razvijaju toliku temperaturu da mogu zapaliti okolni materijal. Izabrani osigurači prekidaju svaku struju preopterećenja koja protječe vodičima prije nego što ona uzrokuje povišenje temperature. Pri tome je izvršena koordinacija presjeka vodiča i zaštitnih uređaja.

Zaštita od vanjskih utjecaja na instalaciju i opremu

Određena je u električnoj instalaciji prema (HRN HD 384.4 482 S1 – Električne instalacije zgrada: Odabir zaštitnih mjera ovisno o vanjskim utjecajima) Ovakva zaštita određena je izborom odgovarajućih karakteristika opreme i instalacijskog materijala. Sva električna oprema i instalacijski materijal izabrani su da trajno podnose vanjske utjecaje, koji se mogu očekivati na mjestu njihove montaže, u normalnom pogonu (utjecaj vlage, temperature, zapašenost, mehanička naprezanja i sl.). Obavezno je postavljanje znaka upozorenja na opasnost od električne energije na sve razvodne ormare. Mora se omogućiti trenutno isključivanje glavnog razvodnog ormara građevine i cjelokupne električne instalacije glavnim prekidačem, ručno.

Zaštita od geostatičkog elektriciteta

Zgrada ima postojeći sustav zaštite od udara munje. Potrebno je izmjeriti otpor uzemljenja postojećeg sustava zaštite od udara munje. Ukoliko su vrijednosti otpora veće od dozvoljenih potrebno je izvršiti popravak uzemljivača u dogovoru s nadzornim inženjerom i projektantom.

Zaštita od djelovanja munje

Sustav zaštite od munje projektira se sukladno Tehničkom propisu za sustave zaštite od djelovanja munje na građevinama NN 87/08 i NN 33/10, te pripadajućim normama (HRN HD 384.5 54 S1 – Električne instalacije zgrada: Uzemljenje i zaštitni vodiči)

Izjednačenje potencijala

Izjednačenje potencijala predviđeno je spajanjem svih metalnih masa na objektu, koji u slučaju kvara na izolaciji mogu doći pod napon, vodičima za izjednačenje potencijala spojenim na sabirnicu za izjednačenje potencijala priključenu na uzemljivač trakom Fe/Zn 40 x 4 mm. Dijelove kabelskih kanala spojiti priteznim vijcima sa zupčanom podložnom pločicom i uzemljiti trakom Fe/Zn 24 x 4 mm. Vodovi za izjednačenje potencijala izvesti vodičima H07V2-K presjeka 16 i 10 mm² i presjeka jednakog presjeku faznog vodiča u pojedinim krugovima. Na uzemljenje su priključeni razvodni ormari, komunikacijski ormari, ormarići centrala slabe struje, te dovodna vodovodna cijev. Vodomer treba premostiti trakom Fe/Zn 25x4 mm, besprijekorno izvedenim galvanskim spojem. Izjednačenje potencijala trakom Fe/Zn 25x4 mm izvesti u svim tehničkim prostorijama. Svu opremu na krovu spojiti sa postojećom instalacijom izjednačenja potencijala i smjestiti ju unutar zaštitnih zona sustava gromobranskih hvataljki.

Opis tehničkih rješenja za otklanjanje navedenih opasnosti, zastupljenih u projektnoj dokumentaciji:

- * Vodovi i oprema koji se koriste u električnoj instalaciji su u granicama svojih nazivnih vrijednosti, što je dokazano proračunom i izborom opreme prema uputstvima proizvođača.
- * Kod dimenzioniranja vodiča vođeno je računa o toplinskim i električnim naprezanjima u pogonu i u kratkom spoju, te o utjecaju okoline (prašina, vlaga) i o zadovoljenju uvjeta upotrebe.
- * Kod dispozicije i izbora vodova i opreme vođeno je računa o gore navedenim naprezanjima, utjecaju okoline i funkcionalnim uvjetima korištenja, što omogućuje upotrebu vodova i opreme u granicama njihovih nazivnih vrijednosti.
- * Od struje kratkog spoja, odnosno od prevelikih toplinskih naprezanja u slučaju kratkog spoja, vodovi i oprema zaštićeni su odgovarajućim automatskim osiguračima, te odgovarajućim prekidačima.
- * Sva oprema je predviđena u odgovarajućoj izvedbi, a prema uvjetima gradnje, pa je time spriječena mogućnost da ona izazove požar.
- * Prodori kroz granice požarnih sektora će na odgovarajući način biti protupožarno brtvljeni.

- * Zaštita od atmosferskog elektriciteta ostvarena je na objektu instalacijom gromobrana.
- * Zaštita od prenapona ostvarena je upotrebom odvodnika prenapona, koji se nalaze u GRO-u.
- * Sva oprema je predviđena u odgovarajućoj izvedbi, a prema uvjetima gradnje, pa je time spriječena mogućnost da ona izazove požar.
- * Po završenom radu na električnim instalacijama treba izvesti odgovarajuća mjerenja definirana Programom kontrole i osiguranja kakvoće te izdati korisniku ateste i protokole o rezultatima mjerenja.
- * Osoba koja će vršiti održavanje, kontrolu i opravke mora biti stručno osposobljena za siguran rad.

B.2. OPASNOST ENERGENTA – LOŽ ULJE

Mjere zaštite od požara kod korištenja lož ulja kao energenta

Svrha: Ovaj elaborat pruža kratak pregled lož ulja kao energenta, njegovih karakteristika, rizika od požara te preporuka za sigurno rukovanje i zaštitu. Temelji se na relevantnim propisima u Republici Hrvatskoj (kao što su Zakon o zaštiti od požara i Pravilnik o zapaljivim tekućinama) te općim sigurnosnim standardima.

1. Uvod u lož ulje

Lož ulje je tekuće gorivo dobiveno iz nafte, koje se koristi kao energent u kotlovnica, generatorima i industrijskim postrojenjima za proizvodnju topline ili pare. U Hrvatskoj se najčešće koristi srednje ili lakše lož ulje (EL – extra light) za grijanje i industrijske procese, jer je niskosumporno i manje štetno za okoliš. Prema Pravilniku o zapaljivim tekućinama (NN 54/99), lož ulje spada u klasu zapaljivih tekućina klase 3 (točka paljenja iznad 55°C, ali može biti niža za lakše vrste). Ovo gorivo je ekonomična alternativa plinu ili struji, ali nosi rizike od požara i eksplozija zbog svoje zapaljivosti.

Lož ulje se koristi u kotlovnica za centralno grijanje, gdje se spaljuje u plamenicima za proizvodnju pare ili tople vode. U kontekstu investicija, poput zamjene starih kotlova u kompleksima kao što je Zrakoplovno tehnički centar (ZTC), važno je razmotriti prelazak na dualna goriva (ulje/plin) kako bi se smanjili rizici i troškovi.

2. Karakteristike lož ulja kao radnog medija

Lož ulje je viskozna, tamna tekućina s sljedećim ključnim karakteristikama:

Fizičke karakteristike:

Gustoća: 0,85–0,95 g/cm³ (lakše vrste su manje viskozne dok teže zahtijevaju grijanje za transport).

Viskoznost: Visoka (20–100 mm²/s na 50°C), što zahtijeva pumpe i grijanje cjevovoda da bi se izbjeglo zgrušavanje.

Boja: Tamnosmeđa do crna, s mirisom nafte.

Toplinska vrijednost: 40–43 MJ/kg (visoka energijska učinkovitost, ali manja od plina).

Kemijske karakteristike:

Sastav: Ugljikovodici (C10–C40), sumpor (do 1% u niskosumpornim vrstama), dušik i metali. Niskosumporno lož ulje (LU-S) je obavezno u HR zbog ekoloških propisa (EU Direktiva 2016/2284).

Stabilnost: Stabilno na sobnoj temperaturi, ali može stvarati talog ako se dugo skladišti.

Požarne i sigurnosne karakteristike:

Točka paljenja: 55–120°C (klasa 3 po UN; lako se zapali ako se zagrije iznad te temperature).

Točka samozapaljenja: ~250–400°C.

Eksplozivna granica: Pare u zraku 1–7% vol. (rizik eksplozije u zatvorenim prostorima).

Klasifikacija opasnosti: Prema CLP Uredbi (EC) 1272/2008, lož ulje je klasificirano kao opasno (H226: Zapaljiva tekućina kat. 3; H304: Može biti smrtonosno ako se proguta i uđe u dišne putove).

Rizici: Glavna opasnost je požar od curenja, pregrijavanja ili nepravilnog rukovanja. Pare su teže od zraka, pa se nakupljaju na dnu i mogu eksplodirati.

Ove karakteristike čine lož ulje efikasnim energentom, ali zahtijevaju stroge mjere zaštite kako bi se spriječio požar, koji može biti brz i intenzivan zbog visoke energijske gustoće.

3. Mjere zaštite od požara

Mjere zaštite od požara kod korištenja lož ulja uređene su Zakonom o zaštiti od požara (NN 92/10) i Pravilnikom o zapaljivim tekućinama (NN 54/99), koji propisuju organizacijske, tehničke i druge radnje za sprječavanje požara.

Tehničke mjere:

Skladištenje: Rezervoari moraju biti nadzemni ili podzemni, od negorivih materijala (čelik, beton), s volumenom do 250.000 l (kao u ZTC-u). Udaljenost od objekata: min. 10–30 m (ovisno o veličini, prema Pravilniku). Oprema: ventili za hitno zatvaranje, detektori curenja, prelivni bazeni za zadržavanje prosutog ulja. Kotlovnice moraju biti od negorivih materijala (beton, cigla) s vratima otpornim na požar (REI 90 min).

Transport i rukovanje: Koristiti pumpe i cjevovode otporne na koroziju, s automatskim zatvaračima. Izbjegavati statički elektricitet (uzemljenje). Pretakanje samo u zatvorenim sustavima s ventilacijom.

Gašenje požara: Koristiti pjenu, CO₂ ili suhi prah (klasa B požari). Voda nije preporučena jer širi plamen. Kotlovnice moraju imati automatske sprinklere ili CO₂ sustave. Hitni prekidač izvan prostorije za isključivanje napajanja.

Ventilacija i detekcija: Eksplozijsko-otporna ventilacija (min. 6 izmjena zraka/h). Detektori dima, plina i topline povezani s alarmom.

Organizacijske mjere:

Izrada Plana zaštite od požara (obavezno za objekte >500 m², prema Pravilniku o planu zaštite od požara, NN 51/12). Uključuje procjenu rizika, evakuaciju i obuku osoblja.

Redoviti pregledi: Kotlovi i rezervoari jednom godišnje (ili svakih 5 godina za uljne, prema Zakonu).

Obuka: Osposobljavanje radnika za rukovanje, gašenje i evakuaciju.

4. Preporuke za rukovanje s lož uljem

Sigurno rukovanje: Nositi zaštitnu opremu (rukavice, naočale, maske protiv para). Izbjegavati kontakt s kožom (rizik od dermatitisa). Raditi u ventiliranim prostorima; zabranjeno pušenje ili otvoreni plamen u blizini.

Sprječavanje curenja: Redovito provjeravati cijevi, ventile i rezervoare na koroziju. Koristiti sekundarne zaštitne bazene za zadržavanje prosutog ulja.

U slučaju požara: Isključiti napajanje, zatvoriti ventile goriva, aktivirati alarm. Ne koristiti vodu; evakuirati i zvati vatrogasce (112).

Ekološke preporuke: Koristiti niskosumporno ulje kako bi se smanjile emisije; prelazak na plin ili obnovljive izvore za dugoročnu održivost.

5. Relevantni propisi u Republici Hrvatskoj

Zakon o zaštiti od požara (NN 92/10): Propisuje obvezu izrade procjene ugroženosti i plana zaštite.

Pravilnik o zapaljivim tekućinama (NN 54/99): Detalji o skladištenju, transportu i mjerama zaštite.

Pravilnik o tehničkim normativima za kotlovnice (analogno plinskim, Sl. list SFRJ 10/90): Tehničke mjere za uljne kotlovnice.

EU propisi: Direktiva 2010/75/EU o industrijskim emisijama (IED) – ograničava sumpor u lož ulju.

6. Zaključak

Lož ulje je pouzdan energent, ali njegova upotreba zahtijeva stroge mjere zaštite od požara zbog zapaljivosti i rizika eksplozije. Poštivanjem propisa i preporuka (tehničke zaštite, obuka, redoviti pregledi) može se minimizirati opasnost. Za investicije poput zamjene kotlova u kompleksima kao ZTC, preporučuje se prelazak na dualne sustave (ulje/plin) kako bi se povećala sigurnost i smanjili troškovi.

B.3. TERMOTEHNIČKE INSTALACIJE

Potencijalne opasnosti instalacije grijanja

- opasnost za nastajanje požara od prateće električne instalacije sustava grijanja
- opasnost za nastajanje mehaničke eksplozije uslijed visokog tlaka u posudama i cijevnoj instalaciji
- opasnost od širenja požara i dima preko instalacija grijanja
- opasnost od prelaska požara između sektora
- opasnost od pogonskog energenta sustava grijanja

PRIMJENJENE TEHNIČKE MJERE ZAŠTITE

Projektirano je postrojenje grijanja sukladno arhitektonskom rješenju građevine. U projektu su predviđena određena tehnička rješenja kako bi bile izbjegnute sve opasnosti koje bi mogle nastupiti kada građevina bude u funkciji. Sva instalirana oprema i materijal moraju svojom izradom i izvođenjem odgovarati važećim tehničkim propisima. Za vrijeme izvođenja radova potrebno je provesti sve potrebne mjere zaštite od požara sa lako zapaljivim materijalima koji mogu izazvati požar. Takve materijale potrebno je držati udaljene od izvora topline.

a) Radne tvari koje se koriste u predmetnim strojarskim instalacijama su negorive odnosno ne mogu biti izvor požara:

- radna tvar sustava se dogrijava na potrebnu temperaturu
- radna tvar je nezapaljiva te ne podržava gorenje

b) Oprema, elementi i materijali strojarskih instalacija uključivo i njihove el komponente, imati će certifikat i oznaku CE, kao garanciju da su proizvedeni, ispitani i označeni u skladu s EU a s tim i po HR normativima i normama. Po izvedbi predmetnih instalacija i njihovu ožičenju, izvesti će se puštanje u pogon po ovlaštenom serviseru, a ispitivanje izvedenih električnih instalacija po ovlaštenoj ustanovi u skladu sa zahtjevima projekta. U upotrebi će se vršiti periodično ispitivanje električnih instalacija u skladu s pozitivnim propisima. Time će se izbjeći da električne instalacije i električna trošila strojarskih sustava budu uzročnik eventualnog požara. Elementi i materijali od kojih se izrađuju predmetne instalacije su negorivi klase A1 i A2 (metalne komponente) a samo manjim dijelom teško zapaljivi klase B1 (toplinska izolacija cijevi, izolacija el. kabela).

c) Opasnost od nastajanja mehaničke eksplozije uslijed naglog i prevelikog porasta tlaka u posudama i cijevnoj instalaciji fluida (tlačnoj opremi) kod predmetnih instalacija grijanja ne postoji u značajnoj mjeri, prema važećim pravilnicima za tlačnu opremu i posude (Pravilnik o tlačnoj opremi NN 58/10). Cjevovodi ne pripadaju u tlačne posude zbog malih dimenzija. Po izvedbi vrši se njihovo tlačno ispitivanje na čvrstoću i nepropusnost.

d) Opasnost od širenja požara i dima

Sprječavanje širenja požara i dima na susjedni požarni odjeljak preko prodora instalacijskih kanala na granici požarnog odjeljka postiže se:

- ugradnjom cijevnih barijera (protupožarnih obujmica) i pregrada na mjestu ulaska cjevovoda ili kablenskog kanala u konstrukciju koja omeđuje požarni odjeljak čija je otpornost na požar i/ili dim jednaka otpornosti na požar te konstrukcije
- oblaganjem cjevovoda ili kablenskog kanala oblogom čija je reakcija na požar i otpornost na požar i/ili dim ista kao i konstrukcija kroz koju prolazi,
- polaganjem cjevovoda u okna i kanale čije stijene imaju otpornost na požar i/ili dim kao i konstrukcija kroz koju prolazi.
- elementi za zatvaranje prodora na granici požarnog i/ili dimnog odjeljka su otpornosti na požar: EI 90, a za zatvaranje prodora na granici dimnih odjeljaka otpornosti: E-S 90
- prolaz požara kroz konstrukcijske elemente strojarskih prostorija spriječen je izborom elemenata s potrebnom otpornošću na požar
- prodore cijevi ogrijevne i rashladne instalacije, kao i ostalih instalacija na prolazu kroz različite požarne sektore treba zabrtviti protupožarnim mortom ili protupožarnim kitom
- projektom nije predviđen prodor ventilacijskih kanala između požarnih sektora stoga nema potrebe niti za ugradnjom požarnih zaklopki

e) Opasnost instalacije grijanja

- nekontrolirani porast temperature spriječen je elementima automatske regulacije čime se u slučaju prekoračenja temperature ostvaruje prekid daljnjeg zagrijavanja
- sva oprema i materijali trebaju posjedovati odgovarajuće ateste kvalitete i izdržljivosti na potrebnu čvrstoću, što osigurava izdržljivost kod povišenih, a ne samo kod projektom predviđenih radnih tlakova
- sve instalacije izvode se kao nepropusne čime je spriječeno onečišćenje prostora u objektu od istjecanja
- svi radovi na održavanju i čišćenju uređaja moraju biti u stanju mirovanja uređaja

Zapaljenje od trenja i električne energije u pogonskim jedinicama (pumpe s pripadajućim elektromotorima) ograničava se na njihovu lokaciju, jer za daljnji prijenos požara nedostaje gorivi materijal u blizini tih jedinica. Sve

elektro instalacije se trebaju izvesti u skladu s posebnim projektom i propisima za takvu vrstu instalacija. Kompletan cijevni razvod se izolira negorivom ili teško zapaljivom toplinskom izolacijom i ne može biti uzročnik odnosno prenositelj požara.

f) Izvođenje instalacije

Sva instalirana oprema i materijal moraju svojom izradom i izvođenjem odgovarati važećim tehničkim propisima. Za vrijeme izvođenja radova potrebno je provesti sve potrebne mjere zaštite od požara sa lako zapaljivim materijalima koji mogu izazvati požar i takve materijale potrebno je držati udaljene od izvora topline. U strojarskim prostorijama se ne smiju nalaziti predmeti ili sredstva koji povećavaju opasnost od požara ili eksplozije kao što su boce ili posude u kojima je ukapljeni plin pod tlakom većim od atmosferskog tlaka, te drvo, papir, boja i razrjeđivači. U strojarskim prostorijama se smiju nalaziti boce ili posude s nezapaljivim plinom, tlačne posude koje pripadaju instalaciji, protupožarna sredstva, boce zapaljivih plinova potrebne za zavarivanje i rezanje u strojarnici ali samo u vrijeme izvođenja tih radova.

g) Vatrootporno brtvljenje

Vatrootporno brtvljenje je naziv za popunjavanje otvora u zidovima, podu i stropu koje se izvodi prilikom vođenja električnih kabela kroz granicu požarnih sektora odnosno kroz druge zidove, podove i stropove na koje se postavljaju zahtjevi u pogledu otpornosti na požar. Zatvaranje ovih otvora izvodi se posebnim mortovima, vatrotopnim pregradama ili tzv. požarnim jastučićima koji osiguravaju istu klasu otpornosti na požar kao i građevinske konstrukcije (zid, pod, strop) kroz koje ti kabeli prolaze. Klasa otpornosti na požar vatrotopnih brtvi utvrđuje se ispitivanjem prema hrvatskoj normi,

Širenje požara kroz kableske kanale i roveve u i iz građevina mora se spriječiti vatrotopnim brtvljenjem koje osigurava otpornost na požar od najmanje 60 minuta. Vatrotopno brtvljenje se mora obaviti pri ulasku i izlasku kableskih kanala iz građevine, odnosno između požarnih sektora, brtvama otpornosti na požar kao što su zidovi požarnih sektora. Vatrotopno brtvljenje može se izvoditi pomoću pijeska ili nekog drugog negorivog materijala u dužini od najmanje 1 m, uporabom vatrotopnih premaza za kabele i slično što mora osigurati traženi stupanj otpornosti na požar. čl.6 NN 146-2005

Spriječavanje širenja požara i dima na susjedni požarni odjeljak preko prodora instalacijskih kanala na granici požarnog odjeljka postignuto je:

- ugradnjom cijevnih barijera (protupožarnih obujmica) i pregrada na mjestu ulaska cjevovoda ili kableskog kanala u konstrukciju koja omeđuje požarni odjeljak čija je otpornost na požar i/ili dim jednaka otpornosti na požar te konstrukcije ili je za jedan stupanj manja, ali ne manja od E 30.
- oblaganjem cjevovoda ili kableskog kanala oblogom čija je reakcija na požar i otpornost na požar i/ili dim ista kao i konstrukcija kroz koju prolazi,
- polaganjem cjevovoda u okna i kanale čije stijene imaju otpornost na požar i/ili dim kao i konstrukcija kroz koju prolazi.

Svi prodori instalacija kroz vatrotopne zidove i stropove moraju biti zaštićeni negorivim materijalima koji će im osigurati najmanje 90 minutnu vatrotopnost. Svi prodori instalacija kroz vatrotopne zidove moraju biti zaštićeni atestiranim sustavima za zaštitu prodora elektroinstalacija kroz požarne sektore koji će im osigurati 90 minutnu vatrotopnost, kableska pregrada s protupožarnim premazom klase S90, a gdje to nije moguće prodore pojedinačnih kabela brtviti protupožarnim kitom klase F90.

3.3. MJERE ZAŠTITE NA RADU

Osim Plana izvođenja radova s prijedlogom primjene potrebnih pravila zaštite na radu, stanje zaštite dokumentiraju propisane evidencije i to:

- Radnicima osposobljenim za rad na siguran način, sa programima osposobljavanja te o osposobljavanju prije početka rada,
 - kod promjena u procesu rada,
 - kod uvođenja nove radne opreme ili njezine promjene,
 - kod uvođenja nove tehnologije,
 - kod upućivanja radnika na novi posao.
- Radnicima raspoređenim na poslove s posebnim uvjetima rada,
- Odgovarajućim ispravama o ispunjavanju uvjeta radnika raspoređenih na mjesta s posebnim uvjetima rada
- Strojevima i uređajima s povećanim opasnostima koje koristi, te dokaze o provedenim ispitivanjima,
- Provedenim ispitivanjima strojeva i uređaja:
 - prije njihovog stavljanja u uporabu,
 - najmanje jedanput nakon dvije godine njihove uporabe,
 - poslije rekonstrukcije, a prije ponovnog početka korištenja,
 - prije početka korištenja na novom mjestu uporabe, ako su strojevi i uređaji premješteni s jednog mjesta na drugo pa su zbog toga rastavljena i ponovo sastavljena.
- Provedenim ispitivanjima građevina namijenjenih za rad i instalacijama
- Provedenim ispitivanjima radnog prostora
 - u kojima proces rada koji se u njima obavlja utječe na temperaturu, vlažnost i brzinu strujanja zraka,
 - u kojima u procesu rada nastaje buka i vibracija,
 - u kojima se pri radu koriste ili proizvode opasne tvari,
 - u kojima pri radu nastaju opasna zračenja,
 - u kojima je pri radu potrebno osigurati odgovarajuću rasvjetu.
- Opasnim tvarima koje proizvodi, prerađuje ili koristi,
- Ozljedama na radu
- Slučajevima profesionalnih bolesti
- Poremećajima u tehnološkom procesu koji su izazvali ili su mogli izazvati štetne posljedice po sigurnost i zdravlje radnika.
- Radnicima osposobljenim za evakuaciju i spašavanje
- Radnicima osposobljenim za pružanje prve pomoći i potrebnom opremom
- Planovima evakuacije i spašavanja te voditeljima evakuacije i spašavanja
- O izvršenim vježbama evakuacije i spašavanja,
- Upute o načinu korištenja strojeva i uređaja s povećanim opasnostima dok te strojeve i uređaje koristi,
- Isprave o obavljenim ispitivanjima,
- Dokaze o ispravnosti instalacija.

A. TERMOTEHNIČKE INSTALACIJE

* Strojarske instalacije mogu prouzročiti po zdravlje i život opasne situacije za rad i boravak ljudi. U toku projektiranja radi spriječavanja tih opasnih situacija usvojena su odgovarajuća tehnička rješenja detaljnije opisana u nastavku te u poglavljima tehničkog opisa i proračuna također vidljivih u grafičkim podlogama.

* U projektnoj dokumentaciji su predviđena tehnička rješenja kako bi bile izbjegnute sve opasnosti koje bi mogle nastupiti kada kompletna instalacija bude u funkciji.

* Obzirom na karakter građevine koja je predmet ovog projekta mogu se izdvojiti slijedeće potencijalne opasnosti vezane za zaštitu radne okoline od neželjenih djelovanja na život, zdravlje i rad ljudi, te njihova materijalna dobra.

POTENCIJALNE OPASNOSTI

* Mehaničke opasnosti - Rotirajući elementi na uređajima su zaštićeni od slučajnog dodira, a pri normalnoj uporabi opreme nema opasnosti od mehaničkih povreda.

* Opasnost od požara i eksplozije – obrađena je u elaboratu zaštite od požara

* Opasnost od povišenih tlakova – uređaji koji služe za grijanje i hlađenje konstruktivno imaju ugrađene automatske uređaje za nadzor i spriječavanje nekontroliranog povećanja tlaka u posudama i cjevovodima (radni i sigurnosni presostati te termostati, sigurnosni ventil)

* Opasnost od kontakta s radnim medijima – radni medij se nalazi unutar cjevovoda instalacije te ne postoji direktan kontakt s radnim medijem, pri normalnom pogonu.

PROJEKT TERMOTEHNIČKIH INSTALACIJA

- * Opasnost od povišenih temperatura - Sva oprema, posude i cjevovodi kod kojih je temperatura neizoliranog metala iznad 70°C izoliraju se radi zaštite osoblja i toplinskih gubitaka. Izolacija cjevovoda će biti tako izvedena da na površini izolacije temperatura ne prelazi 45°C
- * Opasnost od gušenja - u slučaju havarije (propuštanja cijevnih instalacija) radna tvar mogla bi u prostorijama premalog obujma smanjiti količinu kisika.
- * Opasnost od električne energije – uređaji koriste električnu energiju za pogon, a pravilno izvedenim instalacijama onemogućuje se opasnost od električnog udara
- * Štetnosti kemijskih tvari - ne javljaju se kemijske štetnosti tijekom rada niti se tijekom rada koriste kemijske tvari koje bi mogle negativno djelovati
- * Štetnosti od bioloških tvari – nema opasnosti od pojave bioloških tvari tijekom korištenja opreme
- * Štetnosti od zračenja – tijekom korištenja građevine ne javlja se izvor štetnog biološkog zračenja

INSTALACIJA

- * Razmak između opreme omogućuje nesmetan prolaz i pristup tako da se može obavljati rad bez opasnosti za život i zdravlje radnika.
- * Na mjestima prodora cjevovoda kroz zidove ugrađene su zaštitne cijevi koje omogućuju slobodno toplinsko dilatiranje cijevi kroz zidove da ne dođe do pucanja zidova.
- * Svi radovi na održavanju i čišćenju uređaja moraju se obavljati kada uređaji nisu u pogonu, a radove smiju obavljati samo ovlaštene osobe.
- * U blizini uređaja se postavljaju upute za rad te sheme sustava instalacije.
- * Pristup uređajima imati će samo osobe koje poznaju rad s uređajima.
- * Dobavljač opreme mora dostaviti izjavu sukladnosti opreme s propisima vezanim uz zaštitu na radu.

MIKROKLIMA

- * U svim funkcionalnim jedinicama građevine biti će osigurani povoljni uvjeti boravka u pogledu temperature i brzine kretanja zraka u skladu s tehničkim propisima.
- * Proračun gubitaka i dobitaka topline izrađen je temeljem građevinsko-arhitektonskih podloga, a u skladu s klimatskom zonom u kojoj se građevina nalazi te važećim normama i preporukama za ovakvu vrstu instalacija.

TEMPERATURA ZRAKA

- * U svim radnim prostorijama u hladnom (zimskom) razdoblju osigurati će se sljedeći mikroklimatski uvjeti:
 - rad bez fizičkog naprezanja 20 – 25°C
 - laki fizički rad 16 – 22 °C
- * Radna mikroklima zone boravka je od 20° pa do 26°C te je potrebno koristiti radnu odjeću za rad u uvjetima projektiranih temperatura prostorija.

RELATIVNA VLAŽNOST ZRAKA

- * Neće se mehanički kontrolirati u prostorijama predmetne građevine, što je u skladu s tehničkim propisima
- * U svim prostorijama osigurati će se prirodno ili umjetno provjetranje u skladu s propisima.

BRZINA ZRAKA

- * Brzina kretanja zraka u radnim prostorijama neće prelaziti 0,5 m/s u zimskom razdoblju, odnosno 0,8 m/s u ljetnom razdoblju, a 0,6 m/s u prijelaznom razdoblju.
- * Prirodna ventilacija predviđena je "infiltracijom" putem otvora (prozora i vrata) na fasadi građevine, dok je prisilna ventilacija predviđena kao stabilni sustav s elementima ventilacije (ventilatori, rešetke, ...).
- * Otvori za dovođenje zraka za umjetnu ventilaciju biti će zaštićeni od ulaska insekata mrežicom i žaluzinama.
- * Štetne prašine – ne dolazi do aktivnog oslobađanja prašine u zoni boravka
- * U prostorijama za obavljanje uredskih poslova i sličnim prostorijama kao i u pomoćnim prostorijama, pri normalnim mikroklimatskim uvjetima, osigurati će se najmanji broj izmjena zraka u toku jednog sata:
 - uredi 1,5 izmjena /h
 - garderoba 1,0 izmjena /h
 - kupaonica 5,0 izmjena /h
 - umivaonica 1,0 izmjena /h
 - nužnik 4,0 izmjene /h
 - blagovaonica 2,0 izmjene /h
- * U radnoj prostoriji pri normalnim mikroklimatskim uvjetima osigurati će se umjetnim provjetranjem slijedeće količine svježeg zraka po radniku:
 - 30 m³/h – za prostorije u kojima je za svakog radnika osigurano najmanje 20 m³ slobodnog zračnog prostora;
 - 20 m³/h – za prostorije u kojima je za svakog radnika osigurano 20 do 40 m³ slobodnog zračnog prostora;
 - najmanje 40 m³/h – za prostorije koje nemaju prozore ili druge otvore za provjetranje.
- * Dvod svježeg zraka će se obavljati pretežito prirodnom ventilacijom otvaranjem prozora.

ZAŠTITA OD BUKE I VIBRACIJE

- * Građevina je projektirana prema propisima vezanim uz zaštitu od buke i vibracije, te zadovoljava iste.

- * Štetnosti od buke – unutar radnog prostora ekvivalentni nivo buke neće prelaziti 40 dB(A).
- * Štetnosti od vibracija – u toku rada nema štetnih vibracija uređaja i djelovanja na strukturu građevine.
- * Osnovni izvori buke su rotirajući elementi ventilatora i kompresora. Radi spriječavanja širenja strukturalne buke kroz objekt svi su uređaji postavljeni na antivibracijske podloške, a od cijevnog razvoda su odvojeni gumenim kompenzatorima vibracija.

OPĆE ODREDBE

- * Koriste se isključivo atestirani materijali i proizvodi koji garantiraju siguran i pouzdan rad. Sva predviđena trošila opremljena su tvornički ugrađenim sigurnosnim uređajima. Kompletna instalacija ispitana je na nepropusnost, antikorozijski i mehanički je zaštićena. Radove na izvedbi instalacije mogu izvoditi za to osposobljene i registrirane pravne ili fizičke osobe.
- * Prije puštanja instalacije u rad mora se izvršiti tlačna proba prema važećim propisima. Provesti ispitivanje na propusnost o čemu treba napraviti zapisnik koji se čuva sve dok traje instalacija.
- * Trošila u rad pušta ovlaštena osoba koja odmah i potvrđuje jamstvo proizvođača uređaja.
- * Izvođač je dužan izvršiti probni rad i poučiti korisnika instalacije o njezinom sigurnom korištenju.
- * Po završetku izvođenja, a prije tehničkog pregleda građevine potrebno je na sve cjevovode i armaturu postaviti odgovarajuće natpise (pločice) i obilježiti smjerove protoka medija na cjevovodima.
- * Tijekom korištenja i uporabe strojarskih instalacija potrebno je vršiti periodičke preglede:

B. ELEKTROTEHNIČKE INSTALACIJE

Električne instalacije moraju biti projektirane, izvedene i održavane sukladno posebnom propisu, tako da tijekom korištenja ne prouzroče požar odnosno eksploziju, električni udar i druge opasnosti ili štetnosti.

Radnicima i drugim osobama se mora osigurati zaštita od rizika izravnog ili neizravnog dodira dijelova pod naponom.

Projektiranje, izrada, izbor materijala i zaštita, moraju biti prikladni naponu, vanjskim uvjetima i ovlaštenjima osoba koje imaju pristup dijelovima instalacije.

POPIS OPASNOSTI I ŠTETNOSTI USLIJED DJELOVANJA ELEKTRIČNE STRUJE

- Opasnost od izravnog dodira dijelova instalacije pod naponom,
- Opasnost od neizravnog dodira dijelova instalacije koji u normalnom pogonu nisu pod naponom, ali mogu doći pod napon u slučaju kvara,
- Opasnost od posljedica zapaljenja instalacije,
- Opasnost od posljedica atmosferskog pražnjenja
- Opasnost od prenapona
- Opasnost od nestručnog izvođenja i održavanja

PRIKAZ PROJEKTIRANIH TEHNIČKIH RJEŠENJA KOJA OSIGURAVAJU UVJETE ZA SIGURAN RAD

Zaštita od izravnog dodira

Svi projektirani dijelovi opreme i instalacije koji su u normalnom radu pod naponom moraju biti od okoline i mogućnosti dodira odvojeni odgovarajućim zaštitnim izolacijama, zaštitnim kućištima, pregradama i maskama, tako da se slučajno i bez uporabe alata, te bez smišljene aktivnosti ne može doći u doticaj s dijelovima pod naponom. Na mjestima gdje su moguća oštećenja vodova zbog procesa rada iste treba zaštititi uvlačenjem u zaštitne cijevi.

Zaštita od neizravnog dodira

Kao mjera zaštite od previsokog napona dodira koji se u slučaju kvara mogu pojaviti na dijelovima koji u normalnom pogonu nisu pod naponom primjenjuje se zaštitna mjera automatskim isključenjem napajanja zaštitnim uređajem od nadstruje (rastalni i automatski osigurači).

Zaštita od zapaljenja

- * Kod dimenzioniranja kabela vođeno je računa o toplinskim i mehaničkim opterećenjima u pogonu i u kratkom spoju, te o utjecaju okoline i zadovoljenju uvjeta uporabe.
- * Izabrani kabe i oprema su u granicama svojih nazivnih vrijednosti, što je dokazano proračunom i izborom opreme prema uputstvima proizvođača.
- * Odabrani kabe i mogu se trajno opteretiti i većom strujom od očekivane nominalne struje, a svojim presjekom zadovoljavaju i obzirom na zagrijavanje u kratkom spoju, a štice i su odgovarajućim automatskim osiguračima.
- * U slučaju prorade alarma na vatrodojavnoj centrali, centrala dojavljuje alarm zvučno/svjetlosnom signalizacijom. Ukoliko se izvrši aktiviranje putem ručnog ili automatskog javljača požara (potvrđeni požarni signal), central obavlja dojavu zaštitarskoj/vatrogasnoj službi. Nakon dolaska vatrogasne postrojbe, oni preuzimaju kontrolu centrale i potencijalnog požarišta, za što im stoje na raspolaganju sustavi samozaštite građevine (tipkala za isključenje mrežnog napajanja).
- * Mjesta prolaza kabe i regala te kabe i u cijevima kroz granice požarnih sektora potrebno je dodatno protupožarno brtviti .

Zaštita od posljedica atmosferskog pražnjenja

Sukladno rezultatima proračuna rizika na građevini je predviđeno izvođenje sustava zaštite od djelovanja munje s temeljnim uzemljivačem (razina zaštite IV). Instalaciju sustava zaštite od djelovanja munje ispitati prema stavkama definiranim Programom kontrole i osiguranja kvalitete te izdati pismene protokole.

Zaštita od prenapona

Za zaštitu od prenapona predviđena je ugradnja odvodnika prenapona u glavni razdjelni ormar GRO.

Odvodnici prenapona povezuju se najkraćim putem s temeljnim uzemljivačem.

Mrežni prenaponi su osjetno manji od deklariranih ispitnih veličina kabela.

Kontrola projektiranih mjera zaštite

Tijekom izvedbe električne instalacije i po završetku radova potrebno je izvršiti sva ispitivanja i mjerenja propisana Programom kontrole i osiguranja kvalitete na izvođenju električne instalacije.

Osobe koje će izvoditi i osobe koje će održavati elektrotehničke instalacije moraju biti stručno osposobljene za rad na takovim poslovima.

C. INSTALACIJA LOŽ ULJA

Mjere zaštite na radu kod korištenja lož ulja kao energenta

Svrha: Ovaj elaborat pruža kratak pregled lož ulja kao energenta, njegovih karakteristika, rizika za sigurnost na radu te preporuka za sigurno rukovanje tijekom rada. Temelji se na relevantnim propisima u Republici Hrvatskoj (kao što su Zakon o zaštiti na radu i Pravilnik o zaštiti na radu pri uporabi radne opreme) te općim sigurnosnim standardima.

1. Uvod u lož ulje

Lož ulje je tekuće gorivo dobiveno iz nafte, koje se koristi kao energent u kotlovnica, generatorima i industrijskim postrojenjima za proizvodnju topline ili pare. U Hrvatskoj se najčešće koristi srednje ili lakše lož ulje (EL - extra light) za grijanje i industrijske procese, jer je niskosumporno i manje štetno za okoliš. Prema Pravilniku o zaštiti na radu pri uporabi radne opreme (NN 18/17), lož ulje spada u kategoriju opasnih tvari koje zahtijevaju posebne mjere zaštite tijekom rukovanja, kako bi se spriječile ozljede radnika i nesreće. Ovo gorivo je ekonomična alternativa plinu ili struji, ali nosi rizike za zdravlje i sigurnost na radu, poput trovanja, opekline, klizanja ili požara. U kontekstu investicija, poput zamjene starih kotlova, važno je razmotriti prelazak na dualna goriva (ulje/plin) kako bi se smanjili rizici i troškovi, uz poštivanje Zakona o zaštiti na radu (NN 167/22).

Lož ulje se koristi u kotlovnica za centralno grijanje, gdje se spaljuje u plamenicima za proizvodnju pare ili tople vode. Tijekom rada, radnici dolaze u kontakt s njim prilikom punjenja rezervoara, održavanja cjevovoda ili čišćenja, što zahtijeva stroge mjere zaštite.

2. Karakteristike lož ulja kao radnog medija

Lož ulje je viskozna, tamna tekućina s sljedećim ključnim karakteristikama koje utječu na sigurnost na radu:

Fizičke karakteristike:

Gustoća: 0,85–0,95 g/cm³ (lakše vrste su tekućije, teže zahtijevaju grijanje za transport, što povećava rizik od opekline).

Viskoznost: Visoka (20–100 mm²/s na 50°C), što može uzrokovati klizanje ako se prospe.

Boja: Tamnosmeđa do crna, s mirisom nafte, što olakšava detekciju curenja.

Toplinska vrijednost: 40–43 MJ/kg (visoka energijska učinkovitost, ali brzo oslobađa toplinu pri požaru).

Kemijske karakteristike:

Sastav: Ugljikovodici (C10–C40), sumpor (do 1% u niskosumpornim vrstama), dušik i metali. Niskosumporno lož ulje (LU-S) je obavezno u HR zbog ekoloških propisa (EU Direktiva 2016/2284), ali može sadržavati štetne tvari poput benzena ili policikličkih aromatskih ugljikovodika (PAH).

Stabilnost: Stabilno na sobnoj temperaturi, ali može stvarati talog ako se dugo skladišti, što zahtijeva redovito čišćenje.

Sigurnosne karakteristike na radu:

Točka paljenja: 55–120°C (klasa 3 po UN; lako se zapali ako se zagrije, rizik od požara tijekom grijanja cjevovoda).

Točka samozapaljenja: ~250–400°C.

Eksplzivna granica: Pare u zraku 1–7% vol. (rizik eksplozije u zatvorenim prostorima tijekom punjenja).

Klasifikacija opasnosti: Prema CLP Uredbi (EC) 1272/2008, lož ulje je klasificirano kao opasno (H226: Zapaljiva tekućina kat. 3; H304: Može biti smrtonosno ako se proguta i uđe u dišne putove; H315: Uzrokuje iritaciju kože; H350: Može uzrokovati rak).

Zdravstveni rizici: Udisanje para može uzrokovati vrtoglavicu, glavobolju ili kronične bolesti (npr. dermatitis od kontakta s kožom). Dugotrajna izloženost povećava rizik od raka (PAH spojevi).

Ove karakteristike čine lož ulje efikasnim, ali opasnim medijem, posebno tijekom rukovanja gdje radnici mogu biti izloženi parovima, curenju ili pregrijavanju.

3. Mjere zaštite na radu

Mjere zaštite na radu kod korištenja lož ulja uređene su Zakonom o zaštiti na radu (NN 167/22), koji propisuje procjenu rizika, obuku i zaštitnu opremu, te Pravilnikom o zaštiti na radu pri uporabi radne opreme (NN 18/17), koji detaljno opisuje rukovanje opremom poput kotlova i pumpi.

Procjena rizika i planiranje:

Poslodavac mora izraditi Procjenu ugroženosti na radu (prema Zakonu), uključujući rizike od curenja, udisanja para i požara. To uključuje identifikaciju opasnih zona (npr. kotlovnica) i mjere za smanjenje rizika.

Redoviti pregledi: Oprema (kotlovi, rezervoari) mora se pregledavati svakih 1-5 godina od strane ovlaštenih stručnjaka (Pravilnik o kotlovnica).

Tehničke mjere tijekom rada:

Skladištenje i transport: Rezervoari moraju biti uzemljeni protiv statičkog elektriciteta, s ventilima za hitno zatvaranje. Tijekom punjenja, koristiti zatvorene sustave i pumpe s automatskim isključivanjem. Cjevovodi grijani do 50-60°C da se izbjegne zgrušavanje, ali s temperaturnim senzorima protiv pregrijavanja.

Ventilacija: U zatvorenim prostorima (kotlovnice), min. 6 izmjena zraka/h, s detektorima para (eksplozijsko-otporni). Prema Pravilniku, rad u prostorima s parovima ograničen na 8 sati/dan s pauzama.

Zaštita od požara i eksplozije: Koristiti neiskreći alat, zabraniti otvoreni plamen. Automatski gašeni sustavi (CO₂ ili pjena) u kotlovnica.

Osobna zaštitna oprema (PPE):

Rukavice otporne na ulje i kemikalije (nitril ili PVC), zaštitna odijela, maske s filterima protiv para (A2B2 klasa prema EN 14387), zaštitne naočale i cipele protiv klizanja. Prema Zakonu, PPE mora biti certificiran i redovito pregledavan.

Za rad u zatvorenim rezervoarima: Respiratori s opskrbom kisikom, pojasevi za spašavanje.

Obuka i organizacija rada:

Radnici moraju biti osposobljeni za rukovanje (min. 8 sati obuke godišnje, prema Zakonu). Obuka uključuje postupke u hitnim slučajevima, prvu pomoć (npr. ispiranje kože vodom kod kontakta).

Organizacija: Rad u paru za opasne poslove (punjenje, čišćenje), ograničenje izloženosti (max. 8 sati/dan). Evakuacijski planovi i vježbe.

4. Preporuke za rukovanje s lož uljem tijekom rada

Opće preporuke: Izbjegavati kontakt s kožom (koristiti rukavice); u slučaju prosipanja, upotrijebiti apsorbente (pijesak) i ventilirati prostor. Ne jesti/piti u blizini. Redovito prati ruke sapunom.

Tijekom punjenja/transporta: Koristiti automatske pumpe, provjeriti curenje prije rada. Ako se pregrije, isključiti i hladiti vodom (ali ne izravno na ulje).

U slučaju nesreće: Kod udisanja: Svjež zrak, liječnik. Kod gutanja: Ne izazivati povraćanje, dati vodu i aktivni ugljen. Opekline: Hladna voda, medicinska pomoć.

Dugoročne preporuke: Prelazak na plin ili obnovljive izvore za smanjenje rizika. Redoviti medicinski pregledi radnika (prema Zakonu).

5. Zaključak

Lož ulje je koristan energent, ali zahtijeva stroge mjere zaštite na radu kako bi se spriječile ozljede, trovanja ili nesreće. Poštivanjem propisa i preporuka (procjena rizika, PPE, obuka), rizici se mogu minimizirati. Za investicije, preporučuje se integracija sigurnosnih sustava u novu opremu.

3.4. POSEBNI UVJETI PROJEKTA

POSJEDOVNI LIST



NESLUŽBENA KOPIJA

REPUBLIKA HRVATSKA

Općinski sud u Velikoj Gorici
 ZEMLJIŠNOKNJŽNI ODJEL VELIKA GORICA
 Stanje na dan: 27.11.2025. 13:28

Katastarska općina: 331902, VELIKA GORICA

Broj ZK uložka: 3573

Broj zadnjeg dnevnika/Upravnog rješenja: 932-01/2023-
 09/2502
 Aktivne plombe:

Izvadak iz BZP-a

A

Posjedovnica

PRVI ODJELJAK

| Rbr. | Broj katastarske čestice | Broj D. L. | Adresa katastarske čestice/Način uporabe katastarske čestice/Način uporabe zgrade, naziv zgrade, kućni broj zgrade | Površina/m2 | PPR |
|------|--------------------------|-------------|--|-------------|-----|
| 1. | 5240 | 30,28,29,27 | Sisačka | 157376 | |
| | | | GOSPODARSKO DVORIŠTE | 123115 | |
| | | | BAZEN | 34 | |
| | | | UREĐENO ZEMLJIŠTE | 2815 | |
| | | | ZEMLJIŠTE ZA SPORT I REKREACIJU | 852 | |
| | | | ZEMLJIŠTE ZA SPORT I REKREACIJU | 1743 | |
| | | | BAZEN | 69 | |
| | | | UREĐENO ZEMLJIŠTE | 175 | |
| | | | ZEMLJIŠTE ZA SPORT I REKREACIJU | 621 | |
| | | | GOSPODARSKO DVORIŠTE | 13 | |
| | | | ZEMLJIŠTE ZA SPORT I REKREACIJU | 1747 | |
| | | | UPRAVNA ZGRADA, SISAČKA 39/e, VELIKA GORICA | 1041 | |
| | | | SERVISNA ZGRADA, SISAČKA | 3692 | |
| | | | SERVISNA ZGRADA, SISAČKA | 3852 | |
| | | | TRAFOSTANICA, SISAČKA | 13 | |
| | | | SKLADIŠTE, SISAČKA | 866 | |
| | | | GOSPODARSKA ZGRADA, SISAČKA | 361 | |
| | | | PUMPNA STANICA, SISAČKA | 74 | |
| | | | SKLADIŠTE, SISAČKA | 43 | |
| | | | SKLADIŠTE, SISAČKA | 425 | |
| | | | NADSTREŠNICA, SISAČKA | 31 | |
| | | | NADSTREŠNICA, SISAČKA | 153 | |
| | | | SPREMIŠTE, SISAČKA | 16 | |
| | | | TRAFOSTANICA, SISAČKA | 36 | |
| | | | NADSTREŠNICA, SISAČKA | 28 | |
| | | | NADSTREŠNICA, SISAČKA | 68 | |
| | | | NADSTREŠNICA, SISAČKA | 132 | |
| | | | TRAFOSTANICA, SISAČKA | 12 | |

Izvadak iz BZP-a

Katastarska općina: 331902, VELIKA GORICA

Broj ZK uložka: 3573

A
Posjedovnica
PRVI ODJELJAK

| Rbr. | Broj katastarske čestice | Broj D. L. | Adresa katastarske čestice/Način uporabe katastarske čestice/Način uporabe zgrade, naziv zgrade, kućni broj zgrade | Površina/ m2 | PPR |
|------|--------------------------|------------|--|---------------|-----|
| | | | PUMPNA STANICA, SISAČKA | 50 | |
| | | | SKLADIŠTE, SISAČKA | 873 | |
| | | | NADSTREŠNICA, SISAČKA | 602 | |
| | | | SERVISNA ZGRADA, SISAČKA | 201 | |
| | | | TRAFOSTANICA, SISAČKA | 43 | |
| | | | SKLADIŠTE, SISAČKA | 103 | |
| | | | SKLADIŠTE, SISAČKA | 358 | |
| | | | NADSTREŠNICA, SISAČKA | 120 | |
| | | | NADSTREŠNICA, SISAČKA | 540 | |
| | | | POSLOVNA ZGRADA, SISAČKA | 1692 | |
| | | | RESTORAN, SISAČKA | 1242 | |
| | | | SKLADIŠTE, SISAČKA | 223 | |
| | | | POMOĆNA ZGRADA, SISAČKA | 46 | |
| | | | POSLOVNA ZGRADA, SISAČKA | 1126 | |
| | | | SERVISNA ZGRADA, SISAČKA | 7149 | |
| | | | SPREMNIK, SISAČKA | 145 | |
| | | | NADSTREŠNICA, SISAČKA | 65 | |
| | | | TRAFOSTANICA, SISAČKA | 6 | |
| | | | SKLADIŠTE, SISAČKA | 680 | |
| | | | NADSTREŠNICA, SISAČKA | 36 | |
| | | | NADSTREŠNICA | 49 | |
| | | | UKUPNO: | 157376 | |

DRUGI ODJELJAK

| Rbr. | Sadržaj upisa | Primjedba |
|------|---|------------|
| | Zaprimljeno 12.08.2013. broj Z-3589/13 | |
| 2.1 | Na temelju čl. 268a.st.1. Zakona o prostornom uređenju i gradnji (NN broj 76/07, 38/09, 55/11 i 90/11) zabilježuje se da je za građevine sagrađene na čkbr. 5240 priložena Potvrda Grada Velika Gorica, Upravnog odjela za prostorno uređenje i graditeljstvo od 13.ožujka 2013. godine Klasa: 361-01/12-001/8, Ur.broj: 238-33-09/0070-2013-3. | ZABILJEŽBA |

B
Vlastovnica

| Rbr. | Sadržaj upisa | Primjedba |
|------|---|-----------|
| | 1. Vlasnički dio: 1/1 ZRAKOPLOVNO-TEHNIČKI CENTAR D.D., OIB: 34378227174, SISAČKA 39E, 10410 VELIKA GORICA | |

Izvadak iz BZP-a

Katastarska općina: 331902, VELIKA GORICA

Broj ZK uložka: 3573

C

Teretovnica

| Rbr. | Sadržaj upisa | Iznos | Primjedba |
|--------------|---------------|-------|-----------|
| Tereta nema! | | | |

Potvrđuje se da ovaj izvadak odgovara stanju baze zemljišnih podataka na datum 27.11.2025.

4. GRAFIČKI PRILOZI PROJEKTA

KATASTARSKI POLOŽAJ ZGRADE



REPUBLIKA HRVATSKA
DRŽAVNA GEODETSKA UPRAVA
PODRUČNI URED ZA KATASTAR ZAGREB
ODJEL ZA KATASTAR NEKRETNOSTI VELIKA GORICA

NESLUŽBENA KOPIJA
K.o. VELIKA GORICA
k.č.br.: 5240

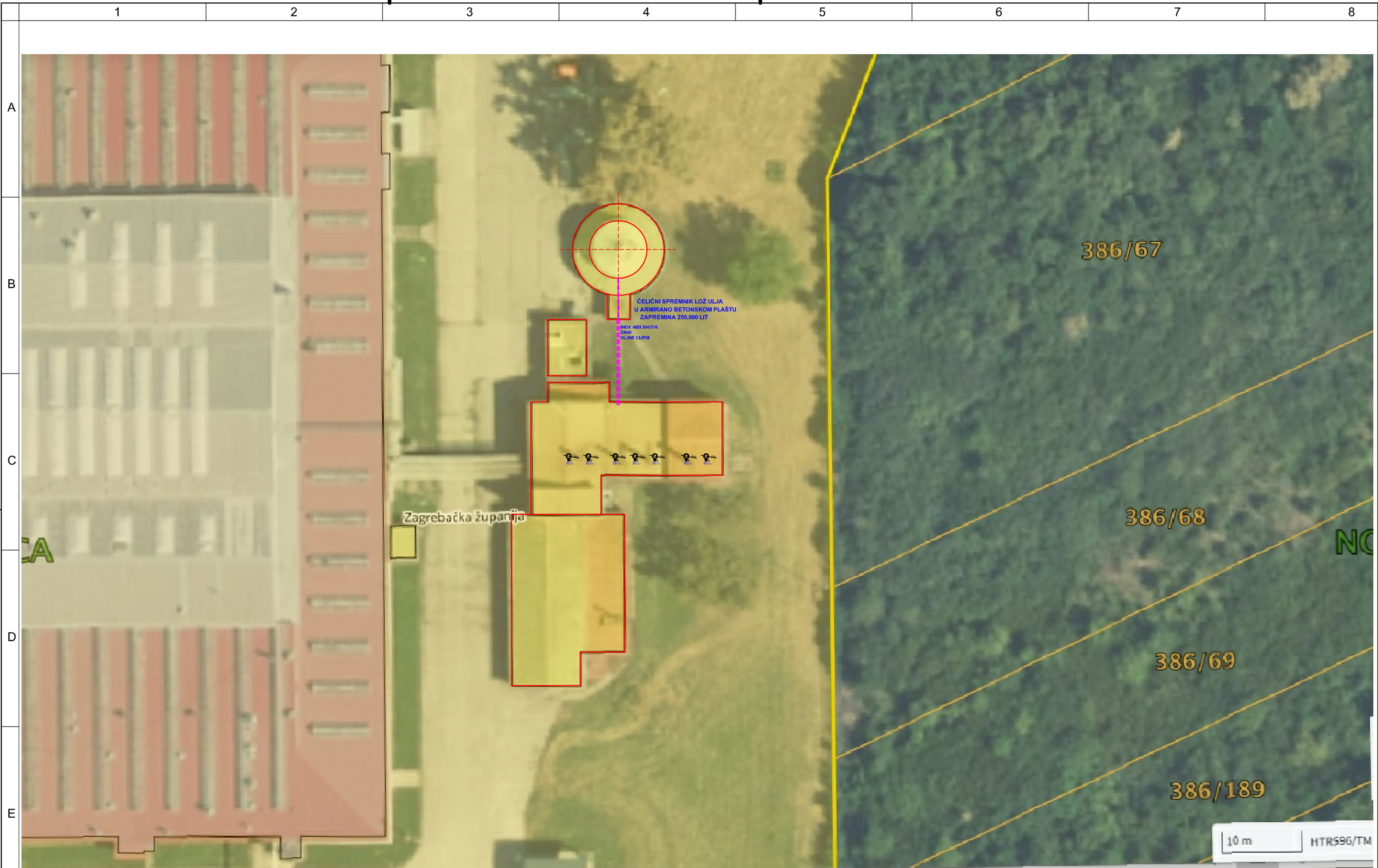
Stanje na dan: 01.12.2025.



IZVOD IZ KATASTARSKOG PLANA

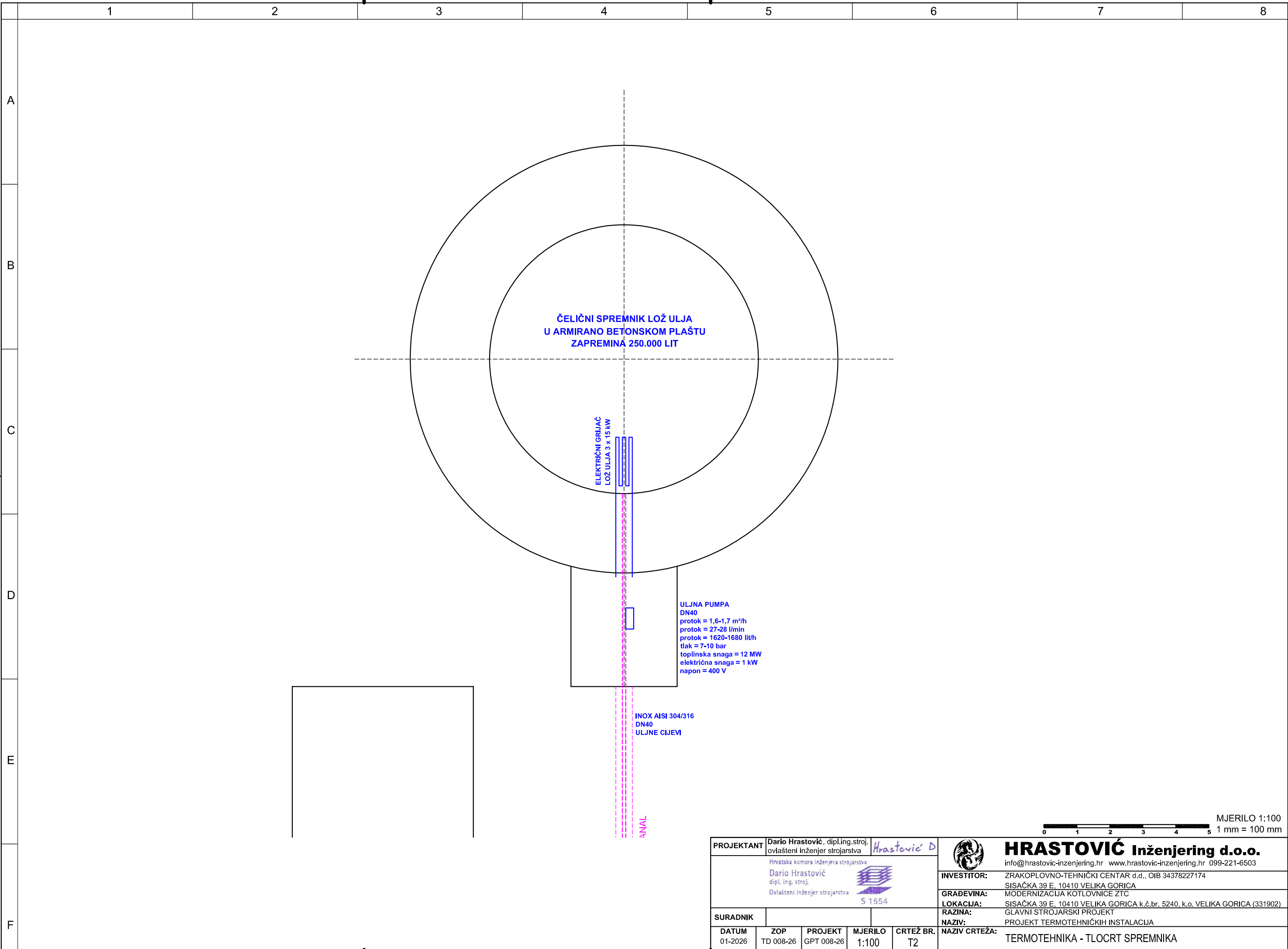
Mjerilo 1:5000

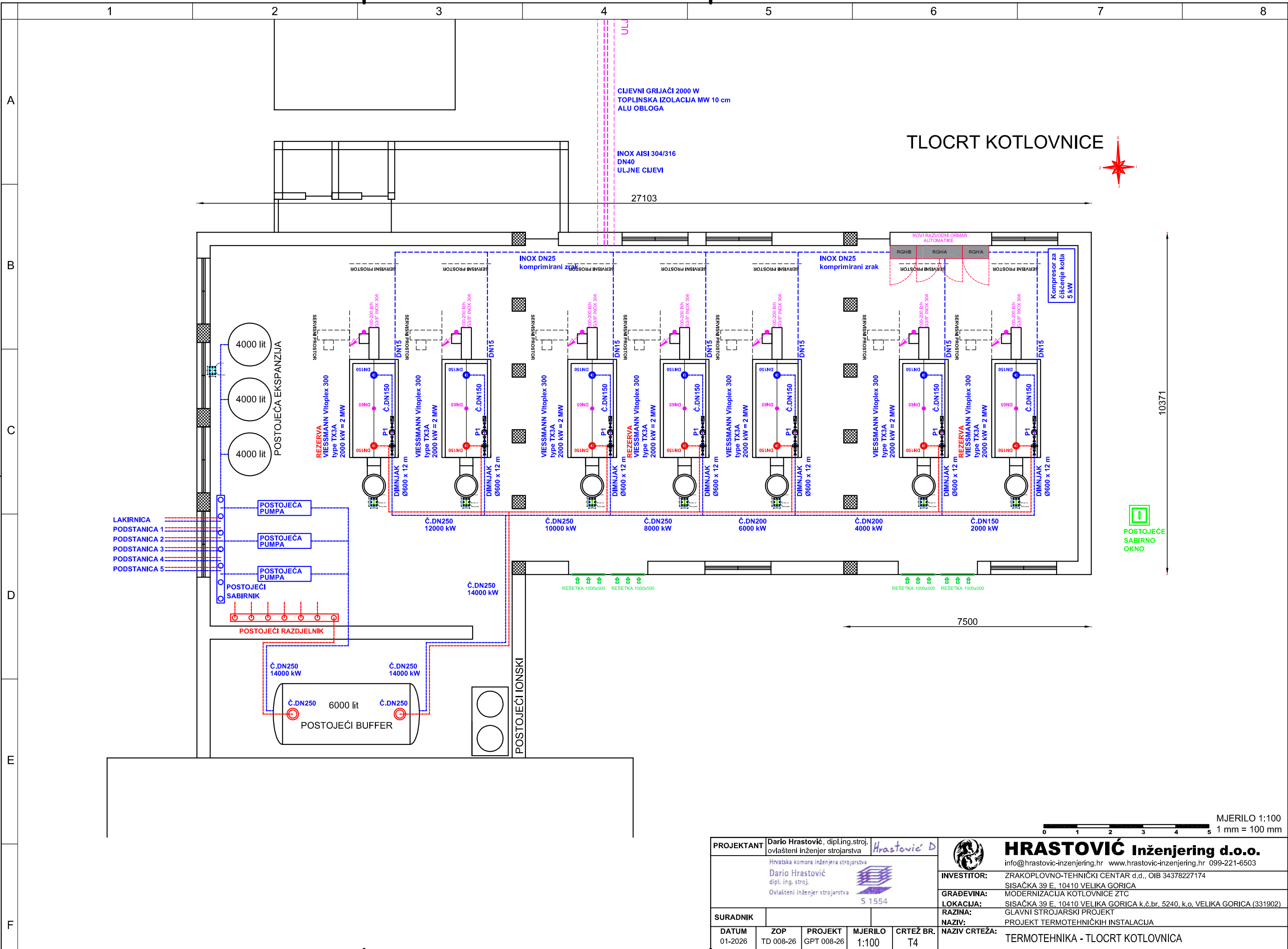
Izvorno mjerilo 1:1000



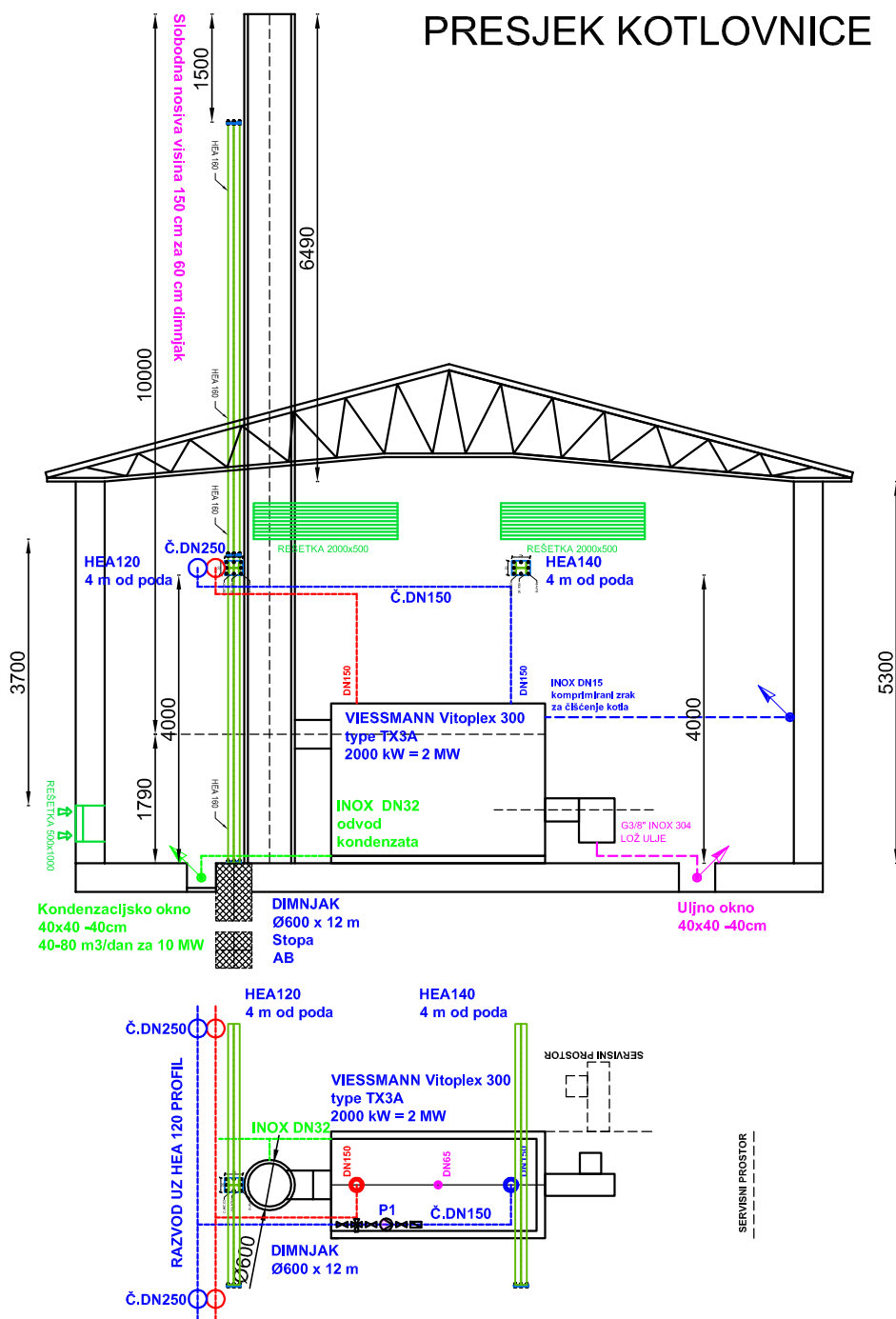


| | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|---|--|---|--|------------------------------------|--|
| MJERILO 1:500 0 1 2 3 4 5 1 mm = 500 mm | | | | | | | | | |
| PROJEKTANT | | Dario Hrastović, dipl.ing.stroj. ovlašteni inženjer strojarstva | | Hrastović D | |  | | | |
| | | Hrvatska komora inženjera strojarstva | | | | | | | |
| | | Dario Hrastović dipl. ing. stroj. Ovlašteni inženjer strojarstva | |  | | | | | |
| SURADNIK | | | | | | INVESTITOR: | | | |
| DATUM | | ZOP | | PROJEKT | | MJERILO | | CRTEŽ BR. | |
| 01-2026 | | TD 008-26 | | GPT 008-26 | | 1:500 | | T1 | |
| | | | | | | | | NAZIV CRTEŽA: | |
| | | | | | | | | TERMOTEHNIKA - SITUACIJSKI POLOŽAJ | |



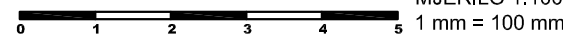
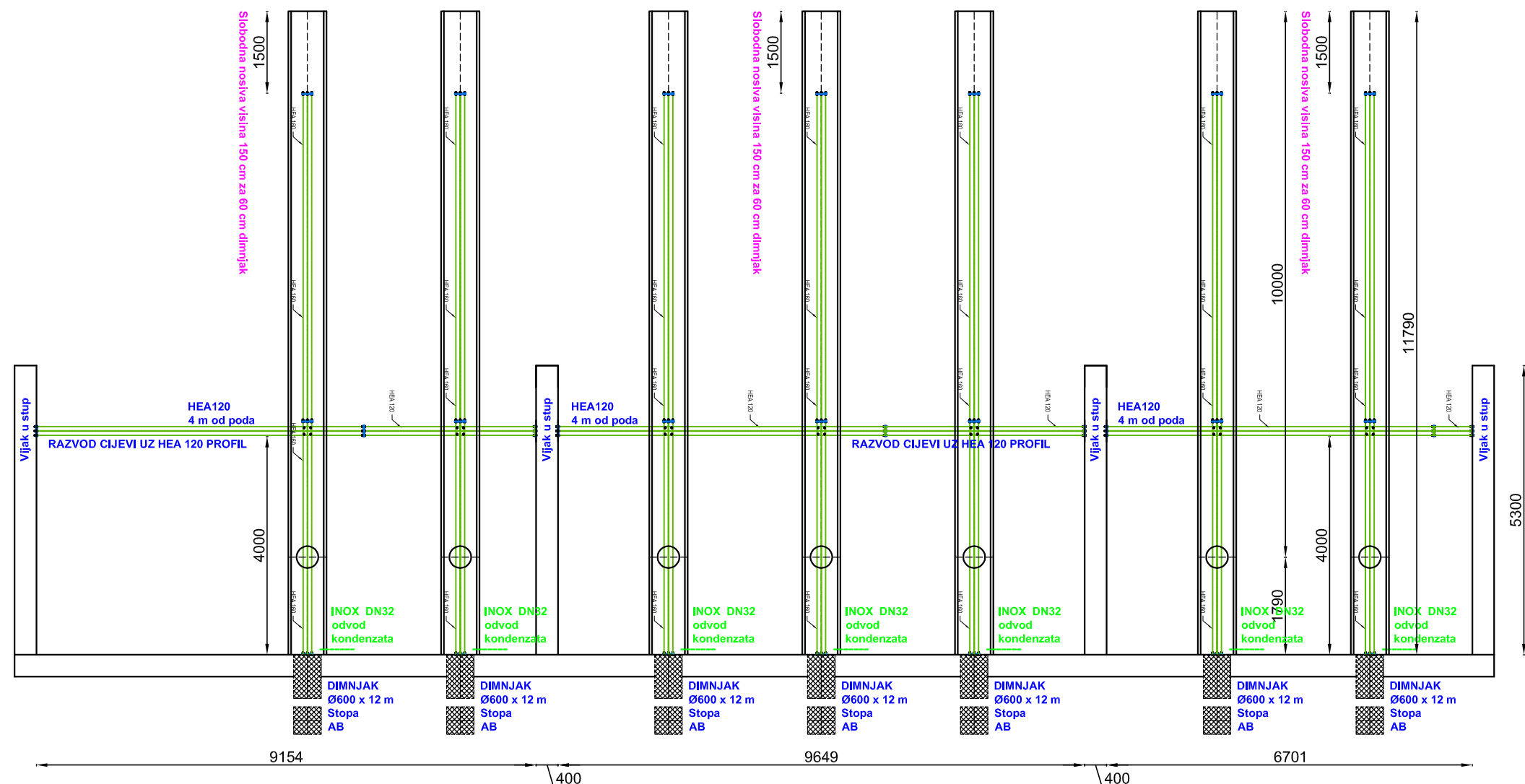


PRESJEK KOTLOVNICE



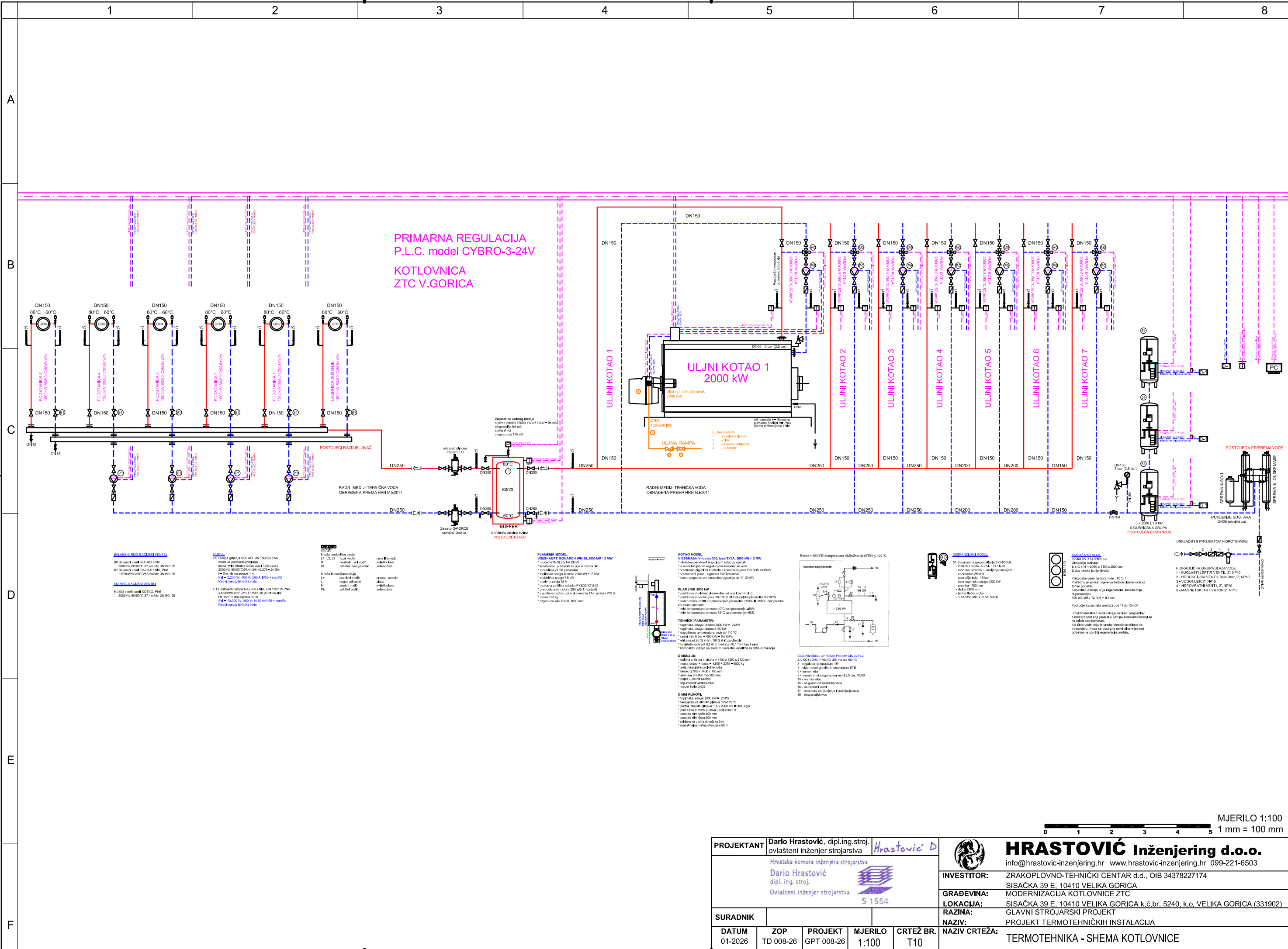
MJERILO 1:100
1 mm = 100 mm

| | | | | | |
|--|---|-------------|---|-----------|--|
| PROJEKTANT | Dario Hrastović, dipl.ing.stroj. ovlašten inženjer strojarstva | Hrastović D |  HRASTOVIĆ Inženjering d.o.o. info@hrastovic-inzenjering.hr www.hrastovic-inzenjering.hr 099-221-6503 | | |
| Hrvatska komora inženjera strojarstva Dario Hrastović dipl. ing. stroj. Ovlašten inženjer strojarstva  S 1554 | | | INVESTITOR: ZRAKOPLOVNO-TEHNIČKI CENTAR d.d., OIB 34378227174 SISAČKA 39 E, 10410 VELIKA GORICA GRADEVINA: MODERNIZACIJA KOTLOVNICE ZTC LOKACIJA: SISAČKA 39 E, 10410 VELIKA GORICA k.č.br. 5240, k.o. VELIKA GORICA (331902) RAZINA: GLAVNI STROJARSKI PROJEKT NAZIV: PROJEKT TERMOTEHNIČKIH INSTALACIJA NAZIV CRTEŽA: TERMOTEHNIKA - PRESJEK KOTLOVNICE | | |
| SURADNIK | | | | | |
| DATUM | ZOP | PROJEKT | MJERILO | CRTEŽ BR. | |
| 01-2026 | TD 008-26 | GPT 008-26 | 1:100 | T7 | |



| | | | | | | | |
|------------------|------------------|---|------------------|---|--|---|--|
| PROJEKTANT | | Dario Hrastović, dipl.ing.stroj. ovlašteni inženjer strojarstva | | Hrastović D | |  HRASTOVIĆ Inženjering d.o.o. info@hrastovic-inzenjering.hr www.hrastovic-inzenjering.hr 099-221-6503 | |
| | | Hrvatska komora inženjera strojarstva Dario Hrastović dipl. ing. stroj. Ovlašteni inženjer strojarstva | |  S 1554 | | INVESTITOR: ZRAKOPLOVNO-TEHNIČKI CENTAR d.d., OIB 34378227174 SISAČKA 39 E, 10410 VELIKA GORICA GRAĐEVINA: MODERNIZACIJA KOTLOVNICE ZTC LOKACIJA: SISAČKA 39 E, 10410 VELIKA GORICA k.č.br. 5240, k.o. VELIKA GORICA (331902) RAZINA: GLAVNI STROJARSKI PROJEKT NAZIV: PROJEKT TERMOTEHNIČKIH INSTALACIJA | |
| SURADNIK | | | | | | NAZIV CRTEŽA: TERMOTEHNIKA - KONSTRUKCIJA DIMNJAKA | |
| DATUM 01-2026 | ZOP TD 008-26 | PROJEKT GPT 008-26 | MJERILO 1:100 | CRTEŽ BR. T8 | | | |

| | | | | | | | |
|------------------|------------------|--|------------------|---|--|---|--|
| PROJEKTANT | | Dario Hrastović, dipl.ing.stroj. ovlašteni inženjer strojarstva | | Hrastović D | |  HRASTOVIĆ Inženjering d.o.o. info@hrastovic-inzenjering.hr www.hrastovic-inzenjering.hr 099-221-6503 | |
| | | Hrvatska komora inženjera strojarstva Dario Hrastović dipl. ing. stroj. Ovlašteni inženjer strojarstva | |  | | | |
| SURADNIK | | | | | | INVESTITOR: ZRAKOPLOVNO-TEHNIČKI CENTAR d.d., OIB 34378227174 SISAČKA 39 E, 10410 VELIKA GORICA GRAĐEVINA: MODERNIZACIJA KOTLOVNICE ZTC LOKACIJA: SISAČKA 39 E, 10410 VELIKA GORICA k.č.br. 5240, k.o. VELIKA GORICA (331902) RAZINA: GLAVNI STROJARSKI PROJEKT NAZIV: PROJEKT TERMOTEHNIČKIH INSTALACIJA | |
| DATUM 01-2026 | ZOP TD 008-26 | PROJEKT GPT 008-26 | MJERILO 1:100 | CRTEŽ BR. T9 | | NAZIV CRTEŽA: TERMOTEHNIKA - OPREMA KOTLOVNICE | |



ZADNJA STRANICA PROJEKTA