

1.0. TEHNIČNO POROČILO

Projekt je narejen na osnovi predloženih načrtov, posnetka obstoječega stanja z upoštevanjem vseh veljavnih predpisov in standardov.

Kot osnova pri projektiranju so služili obstoječi projekti:

- Projekt št. 5518-11, november 1995, POKRITI BAZEN PRI FAKULTETI ZA ŠPORT, toplotna postaja in ogrevanje, PZI
- Projekt št. 5518-12, november 1995, POKRITI BAZEN PRI FAKULTETI ZA ŠPORT, vodovodna inštalacija, PZI
- Projekt št. 28/95, september 1996, POKRITI BAZEN PRI FAKULTETI ZA ŠPORT, strojne inštalacije - bazenska tehnika, PZI-dopolnitev
- Projekt št. 28/95, avgust 1997, POKRITI BAZEN PRI FAKULTETI ZA ŠPORT, strojne inštalacije, PID
- Projekt št. 5518-11, november 1995, POKRITI BAZEN PRI FAKULTETI ZA ŠPORT, toplotna postaja in ogrevanje, PZI (PID)

Naslov investitorja projektne dokumentacije: UNIVERZA V LJUBLJANI, FAKULTETA ZA ŠPORT, Gortanova 22, Ljubljana

1.1. OBSTOJEČE STANJE

1.1.1. CENTRALNI RAZDELILEC

V prostoru št. 12 PROSTOR ZA KLIMATSKE NAPRAVE je nameščen centralni razdelilec ogrevanja dovod/povratek, ki je povezan s centralno kurilnico.

Razdelilec sestavlja 9 mešalnih vej na katerih so nameščene zaporne armature, regulatorji pretoka, mešalni ventili ter stopenjske črpalke:

- Št. 1 BAZENSKA VODA DN125
- Št. 2 CENTRALNO OGREVANJE DN32
- Št. 3 TALNO OGREVANJE GARDEROBE DN20
- Št. 4 TALNO OGREVANJE BAZEN DN65
- Št. 5 SANITARNA TOPLA VODA DN65
- Št. 6 PREZRAČEVANJE NAPRAVA 1
- Št. 7 PREZRAČEVANJE NAPRAVA 2
- Št. 8 PREZRAČEVANJE NAPRAVA 2 – kanalski dogrelnik

- Št. 9 PREZRAČEVANJE NAPRAVA 3

Primarni temperaturni režim razdelilca (dovod/povratek iz kotlovnice) je 80/50°C



Slika 1: CENTRALNI RAZDELILEC

Mešalna veja št. 1 – BAZENSKA VODA DN125

580kW - moč ogrevanja
24,86m³/h - pretok
40kPa - tlačni padec sistema

Obtočna črpalka

Vgrajena je energetske neučinkovita obtočna črpalka tip. EGHN 652 s prigrajenim frekvenčnim regulatorjem.

Mešalni ventil

$\Delta p_v = 20 \text{ kPa}$

Vgrajen je mešalni ventil DN65, kvs=63m³/h

Mešalna veja št. 2 – CENTRALNO OGREVANJE

31,2kW - moč ogrevanja
1,31m³/h - pretok
40kPa - tlačni padec sistema

Obtočna črpalka

Vgrajena je energetska neučinkovita obtočna črpalka tip. UPS 25/60 s tremi hitrostmi.

Mešalni ventil

$\Delta p_v = 20 \text{ kPa}$

Vgrajen je mešalni ventil DN15, kvs=4m³/h

Regulator pretoka

Vgrajen je regulator pretoka DN32 z merilnima priključkoma

Mešalna veja št. 3 – TALNO OGREVANJE GARDEROBE

3,95kW - moč ogrevanja
0,48m³/h - pretok
55kPa - tlačni padec sistema

Obtočna črpalka

Vgrajena je energetska neučinkovita obtočna črpalka tip. GHN 25/60 s tremi hitrostmi.

Mešalni ventil

$\Delta p_v = 20 \text{ kPa}$

Vgrajen je mešalni ventil DN15, kvs=1m³/h

Regulator pretoka

Vgrajen je regulator pretoka DN20 z merilnima priključkoma

Mešalna veja št. 4 – TALNO OGREVANJE BAZEN

64,05kW - moč ogrevanja
3,10m³/h - pretok
55kPa - tlačni padec sistema

Obtočna črpalka

Vgrajena je energetsko neučinkovita obtočna črpalka tip. GHN 32/65 s tremi hitrostmi.

Mešalni ventil

$\Delta p_v = 20 \text{ kPa}$

Vgrajen je mešalni ventil DN25, $kvs = 10 \text{ m}^3/\text{h}$

Regulator pretoka

Vgrajen je regulator pretoka DN50 z merilnima priključkoma

Mešalna veja št. 5 – SANITARNA TOPLA VODA

175kW - moč ogrevanja

7,50m³/h - pretok

55kPa - tlačni padec sistema

Obtočna črpalka

Vgrajena je energetsko neučinkovita obtočna črpalka tip. EGHN 502 s prigrajenim frekvenčnim regulatorjem.

Mešalni ventil

$\Delta p_v = 20 \text{ kPa}$

Vgrajen je mešalni ventil DN32, $kvs = 16 \text{ m}^3/\text{h}$

Regulator pretoka

Vgrajen je regulator pretoka DN65 z merilnima priključkoma

Mešalna veja št. 6 – PREZRAČEVANJE NAPRAVA 1

68kW - moč ogrevanja

2,90m³/h - pretok

31kPa - tlačni padec sistema

Obtočna črpalka

Vgrajena je energetsko neučinkovita obtočna črpalka tip. UPS 40/60-2 s tremi hitrostmi.

Mešalni ventil $\Delta p_v = 20 \text{ kPa}$ Vgrajen je mešalni ventil DN20, $kvs = 6,3 \text{ m}^3/\text{h}$ **Mešalna veja št. 7 – PREZRAČEVANJE NAPRAVA 2**

10kW - moč ogrevanja

0,43m³/h - pretok

30kPa - tlačni padec sistema

Obtočna črpalka

Vgrajena je energetska neučinkovita obtočna črpalka tip. UPS 25/60 s tremi hitrostmi.

Mešalni ventil $\Delta p_v = 5 \text{ kPa}$ Vgrajen je mešalni ventil DN15, $kvs = 2,5 \text{ m}^3/\text{h}$ **Mešalna veja št. 8 – PREZRAČEVANJE NAPRAVA 2- kanalski dogrelnik**

2,6kW - moč ogrevanja

0,11m³/h - pretok

42kPa - tlačni padec sistema

Obtočna črpalka

Vgrajena je energetska neučinkovita obtočna črpalka tip. UPS 25/60 s tremi hitrostmi.

Mešalni ventil $\Delta p_v = 5 \text{ kPa}$ Vgrajen je mešalni ventil DN15, $kvs = 0,63 \text{ m}^3/\text{h}$ **Mešalna veja št. 9 – PREZRAČEVANJE NAPRAVA 3**

7,6kW - moč ogrevanja

0,33m³/h - pretok

30kPa - tlačni padec sistema

Obtočna črpalka

Vgrajena je energetsko neučinkovita obtočna črpalka tip. UPS 25/60 s tremi hitrostmi.

Mešalni ventil

$$\Delta p_v = 5 \text{ kPa}$$

Vgrajen je mešalni ventil DN15, kvs=1,6m³/h

1.1.2. PRIPRAVA SANITARNE TOPLE VODE

Priprava sanitarne tople vode režima 10/50°C poteka v dveh fazah, s predgrevanjem z rekuperacijo odpadne toplote iz odpadnih toplih vod bazena in STV (sanitarne tople vode), ter dogrevanjem s kotlovsko vodo preko ploščnega izmenjevalca.

Predgrevanje

Predgrevanje poteka z rekuperacijsko napravo (toplotno črpalko) št. 44.54.33. S pomočjo eksterne bazenske črpalke se 5,4m³/h odpadne tople vode temperature cca. 30°C prečrpa skozi rekuperacijsko napravo kjer se ohladi na cca 8°C do 10°C in izlije v kanalizacijo. Istočasno se enaka količina hladne sanitarne vode ogreje od 10°C na cca. 35°C. Dnevno zbrana količina odpaden vode je cca. 50m³.

Grelna moč rekuperacijske naprave pridobljena iz odpadne tople vode

$T_1 = 30^\circ\text{C}$	- temperatura na vstopu v izmenjevalec
$T_2 = 8^\circ\text{C}$	- temperatura na izstopu iz izmenjevalca
$V = 50 \text{ m}^3$	- količina odpadne tople vode
$\tau = 10 \text{ ur}$	- ocenjen čas porabe

Voda $T_{sr} = 19^\circ\text{C}$

$\rho =$	998,1 kg/m ³
$c_p =$	4,1839 kJ/kgK

$$Q = \dot{m} \cdot c_p \cdot dT = 128 \text{ kW}$$

Pridobljena toplota

$$Q' = Q \cdot \tau = 1280 \text{ kWh/dan}$$

Rekuperacijska naprava za predgrevanje STV že dlje časa ne deluje, odpadna topla voda se brez ohlajanja prečrpava v kanalizacijo! Ohlaja se samo delno v prenosniku toplote naprave št. 44.54.33. V času ogleda se je sanitarna voda s tem načinom ogrela na 19°C.



Slika 2: REKUPERACIJSKA NAPRAVA št. 44.54.33

Dogrevanje

Dogrevanje STV poteka s pomočjo kotlovske vode in ploščnega izmenjevalca.

Glede na projektirano toplotno moč $Q=175\text{kW}$ in temperaturni režim

primar: 70/50°C,

sekundar: 10/40°C

je vgrajen ploščni prenosnik toplote lotane izvedbe tip. XB51L-1-60 ($A=6,09\text{m}^2$) Danfoss. Kontrola vgrajenega izmenjevalca izkazuje 60,8% predimenzioniranje (PRILOGA št. 1).

Po navedbah uporabnika je razlog za predimenzioniranje glede na projektne podatke vgradnja plinske kogeneracije in posledičnega znižanja temperature na primarni strani.

Ob pregledu (25.04.2017 ob 10:21h) je bilo zabeleženo sledeče stanje sistema za dogrevanje:

$T_{11}=52^{\circ}\text{C}$	- primar (kotlovska voda) vstop v izmenjevalec
$T_{12}=41^{\circ}\text{C}$	- primar (kotlovska voda) izstop iz izmenjevalca
$T_{21}=19^{\circ}\text{C}$	- sekundar (sanitarna voda) vstop v izmenjevalec
$T_{22}=47^{\circ}\text{C}$	- sekundar (sanitarna voda) izstop iz izmenjevalca

Ob pregledu je izmenjevalec deloval z močjo cca. 95kW (PRILOGA 2)

Iz podatkov delovanja je razvidno, da izmenjevalec deluje učinkovito.

Akumulacija sanitarne tople vode

Po podatkih iz projektne dokumentacije in tablicah stav za akumulacijo STV nameščena dva akumulatorja volumna $V=5\text{m}^3$ NP6. Akumulatorja sta izolirana s plastjo mineralne volne debeline 100mm ter mehansko zaščitena z Al pločevino.



Slika 3: AKUMULATOR

Akumulator, ki služi kot predgrelnik se zaradi sistema vezave lahko uporablja izključno kot predgrelnik, dogrelnik pa izključno kot dogrelnik.

Zaradi temperaturnih režimov in sistema cevnih povezav v zalogovnikih sanitarne tople vode ni možno izvajati zatiranja legionele. Z obstoječim načinom obratovanja v zalogovnikih tople vode ni možno zagotoviti trajne temperature minimalno 50°C, ki bi zagotavljala popolno uničenje mikroorganizmov legionele, oziroma ni možno zagotoviti temperature minimalno 60°C v trajanju 25minut.

Iz podatkov podjetja VO-KA Ljubljana je razvidna trdota vode na obravnavanem območju – vodovodu 13 do 16°N. Obstoječi sistem nima naprave za mehčanje ali nevtraliziranje vodnega kamna.

Kontrola volumna

Izvedena je bila kontrola volumna akumulatorja.

$H \approx 2,0\text{m}$ - višina posode akumulatorja merjeno od vrha bombiranega dna

$D = 1,8\text{m}$ - premer posode akumulatorja

Višina bombiranega dna

$$hd = 0,1945 \cdot D = 350\text{mm}$$

Višina valjastega dela posode

$$h = H - 2 \cdot hd = 1300\text{mm}$$

Celoten volumen zalogovnika

$$V = 2 \cdot (0,102 \cdot D^3) + \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot h = 4,5\text{m}^3$$

1.2. NOVO PREDVIDENO STANJE

1.2.1. CENTRALNI RAZDELILEC

Predvidena je zamenjava celotnega razdelilca dovod/povratek z vsemi elementi vključno toplotna izolacija in mehanska zaščita z Al pločevino. Temperaturna tipala in elektropovezave ostanejo obstoječe. Prav tako je predvidena zamenjava vseh cevnih povezav do posameznih naprav vključno toplotna izolacija.

Nedavno zamenjani ventili in ostala kvalitetna oprema se pazljivo demontira in ponovno uporabi.

Mešalna veja št. 1 – BAZENSKA VODA DN125

580kW - moč ogrevanja
24,86m³/h - pretok
40kPa - tlačni padec sistema

Obtočna črpalka

Ustreza visoko učinkovita obtočna črpalka tip. NMT MAX 65/120.

Mešalni ventil

$\Delta p_v = 20 \text{ kPa}$

Ustreza mešalni ventil DN65 tip. VF 3, kvs=63m³/h

Mešalna veja št. 2 – CENTRALNO OGREVANJE

31,2kW - moč ogrevanja
1,31m³/h - pretok
40kPa - tlačni padec sistema

Obtočna črpalka

Ustreza visoko učinkovita obtočna črpalka tip. NMT PLUS 25/60.

Mešalni ventil

$\Delta p_v = 20 \text{ kPa}$

Ustreza mešalni ventil DN15 tip. VRB 3, kvs=4m³/h

Regulator pretoka

Ustreza regulator pretoka DN32 tip. MSV-BD z merilnima priključkoma

Mešalna veja št. 3 – TALNO OGREVANJE GARDEROBE

3,95kW - moč ogrevanja
0,48m³/h - pretok
55kPa - tlačni padec sistema

Obtočna črpalka

Ustreza visoko učinkovita obtočna črpalka tip. NMT PLUS 25/60.

Mešalni ventil

$\Delta p_v = 20 \text{ kPa}$

Ustreza mešalni ventil DN15 tip. VRB 3, $kvs = 1 \text{ m}^3/\text{h}$

Regulator pretoka

Ustreza regulator pretoka DN20 tip. MSV-BD z merilnima priključkoma.

Mešalna veja št. 4 – TALNO OGREVANJE BAZEN

64,05kW - moč ogrevanja

3,10m³/h - pretok

55kPa - tlačni padec sistema

Obtočna črpalka

Ustreza visoko učinkovita obtočna črpalka tip. NMT PLUS 32/80.

Mešalni ventil

$\Delta p_v = 20 \text{ kPa}$

Ustreza mešalni ventil DN25 tip. VRB 3, $kvs = 10 \text{ m}^3/\text{h}$

Regulator pretoka

Ustreza regulator pretoka DN50 tip. MSV-F2 z merilnima priključkoma.

Mešalna veja št. 5 – SANITARNA TOPLA VODA

175kW - moč ogrevanja

7,50m³/h - pretok

55kPa - tlačni padec sistema

Obtočna črpalka

Ustreza visoko učinkovita obtočna črpalka tip. NMT MAX 40/80.

Mešalni ventil

$\Delta p_v = 20 \text{ kPa}$

Ustreza mešalni ventil DN32 tip. VF 3, kvs=16m³/h

Regulator pretoka

Ustreza regulator pretoka DN65 tip. MSV-F2 z merilnima priključkoma.

Mešalna veja št. 6 – PREZRAČEVANJE NAPRAVA 1

68kW - moč ogrevanja

2,90m³/h - pretok

31kPa - tlačni padec sistema

Obtočna črpalka

Ustreza visoko učinkovita obtočna črpalka tip. NMT MAX 40/80.

Mešalni ventil

$\Delta p_v = 20 \text{ kPa}$

Ustreza mešalni ventil DN20 tip. VRB 3, kvs=6,3m³/h

Mešalna veja št. 7 – PREZRAČEVANJE NAPRAVA 2

10kW - moč ogrevanja

0,43m³/h - pretok

30kPa - tlačni padec sistema

Obtočna črpalka

Ustreza visoko učinkovita obtočna črpalka tip. NMT PLUS 25/60.

Mešalni ventil

$\Delta p_v = 5 \text{ kPa}$

Ustreza mešalni ventil DN15 tip. VRB 3, kvs=2,5m³/h

Mešalna veja št. 8 – PREZRAČEVANJE NAPRAVA 2- kanalski dogrelnik

2,6kW - moč ogrevanja

0,11m³/h - pretok

42kPa - tlačni padec sistema

Obtočna črpalka

Ustreza visoko učinkovita obtočna črpalka tip. NMT PLUS 25/60.

Mešalni ventil

$\Delta p_v = 5 \text{ kPa}$

Ustreza mešalni ventil DN15 tip. VRB 3, $kvs = 0,63 \text{ m}^3/\text{h}$

Mešalna veja št. 9 – PREZRAČEVANJE NAPRAVA 3

7,6kW - moč ogrevanja

0,33m³/h - pretok

30kPa - tlačni padec sistema

Obtočna črpalka

Ustreza visoko učinkovita obtočna črpalka tip. NMT PLUS 25/60.

Mešalni ventil

$\Delta p_v = 5 \text{ kPa}$

Ustreza mešalni ventil DN15 tip. VRB 3, $kvs = 1,6 \text{ m}^3/\text{h}$

1.2.2. PRIPRAVA SANITARNE TOPLE VODE

Priprava vode bo sistemsko potekala na enak način s spremenjeno rekuperacijo in vezavo zalogovnikov.

Priprava sanitarne tople vode režima 10/50°C poteka v dveh fazah, s predgrevanjem z rekuperacijo odpadne toplote iz odpadnih toplih vod bazena in STV (sanitarne tople vode), ter dogrevanjem s kotlovsko vodo preko ploščnega izmenjevalca.

Predgrevanje

Predgrevanje bo potekalo v spiralnem prenosniku toplote. S pomočjo eksterne bazenske črpalke se 5,4m³/h odpadne tople vode temperature cca. 30°C prečrpa skozi spiralni prenosnik kjer se ohladi na cca 15°C in izlije v kanalizacijo. Istočasno se enaka količina hladne sanitarne vode ogreje od 10°C na cca. 25°C. Dnevno zbrana količina odpaden vode je cca. 50m³.

Grelna moč spiralnega prenosnika

Primarna stran - odpadna topla voda

$T_{11}=30^{\circ}\text{C}$ - vstop v izmenjevalec

$T_{12}=15^{\circ}\text{C}$ - izstop iz izmenjevalca

Sekundarna stran – sveža sanitarna voda

$T_{21}=10^{\circ}\text{C}$ - vstop v izmenjevalec

$T_{22}=25^{\circ}\text{C}$ - izstop iz izmenjevalca

$$Q = A \cdot k \cdot dT \ln = 93,87\text{kW}$$

Ustrezna spiralni izmenjevalnik toplote ležeče izvedb tip. PT-S 8/1,64 DZ, material AISI 316L (PRILOGA št. 3).

Pridobljena toplotna energija

$T_{11}=30^{\circ}\text{C}$ - temperatura na vstopu v izmenjevalec

$T_{12}=15^{\circ}\text{C}$ - temperatura na izstopu iz izmenjevalca

$V=50\text{m}^3$ - količina odpadne tople vode

$\tau=10\text{ur}$ - ocenjen čas porabe

Voda $T_{sr}=22,5^{\circ}\text{C}$

$\rho= 997,25 \text{ kg/m}^3$

$c_p= 4,1815 \text{ kJ/kgK}$

$$Q = \dot{m} \cdot c_p \cdot dT = 86,87\text{kW}$$

Pridobljena toplota

$$Q' = Q \cdot \tau = 868\text{kWh/dan}$$

Dogrevanje

- a) Dogrevanje STV poteka s pomočjo kotlovske vode in ploščnega izmenjevalca lotane izvedbe.

Glede na projektirano toplotno moč $Q=175\text{kW}$ in sedanji temperaturni režim

primar: $50/30^{\circ}\text{C}$,

sekundar: $10/40^{\circ}\text{C}$

Ustrezna ploščni prenosnik toplote lotane izvedbe tip. XB52M-1-36 ($A=3,57\text{m}^2$) Danfoss (PRILOGA št. 4).

- b) Za potrebe zagotavljanja zdravstvenega varstva ljudi in preprečevanja okužb z legionelo ter Pravilnikom o pitni vodi je potrebno skrbeti za preprečevanje razvoja legionele.

Kontrola izbranega izmenjevalca za potrebe antilegionelnega delovanja – uničevanja s toplotnim šokom.

primar: 70/50°C,

sekundar: 10/60°C

Ustrezna ploščni prenosnik toplote lotane izvedbe tip. XB52M-1-36 ($A=3,57\text{m}^2$) Danfoss (PRILOGA št. 5).

Predlagamo občasen periodičen dvig temperature kotlovske vode na 70°C za potrebe antilegionelnega delovanja.

- c) Kontrola izbranega izmenjevalca v primeru delovanja samo za dogrevanje.

primar: 50/30°C,

sekundar: 25/40°C

Ustrezna ploščni prenosnik toplote lotane izvedbe tip. XB52M-1-36 ($A=3,57\text{m}^2$) Danfoss (PRILOGA št. 6).

Obstoječi toplotni izmenjevalec se ne zamenja ostane v funkciji do konca učinkovitosti in zanesljivosti delovanja.

Akumulacija sanitarne tople vode

Vgrajena bosta 2 akumulatorja STV volumna $V= 4,5 \text{ m}^3$ NP6, vstopna odprtina NO600, ter priključki po popisu in lokacijsko prilagojeni glede na pogoje vgradnje. Akumulatorja bosta izvedena iz jeklene črne pločevine ter z notranje strani premazana s slojem epoksidne barve za prehrabeno industrijo tip. Sika Permacor 136TW v debelini $3 \times 150 \mu\text{m}$ (PRILOGA št. 7). Dimenzija zalogovnikov bo prilagojena pogojem vgradnje. Z zunanje strani bosta AKZ zaščitena ter izolirana s slojem protikondenčne izolacije Armaflex AC $d=25\text{mm}$, ter slojem mineralne volne $d=80\text{mm}$ ter mehansko zaščitena z Al pločevino.

Mere akumulatorja prilagoditi prostorskim pogojem vgradnje:

$H \geq 2,0\text{m}$ - višina posode akumulatorja merjeno od vrha bombiranega dna

$D=1,8\text{m}$ - premer posode akumulatorja

Nevtralizacija vodnega kamna

Za potrebe nevtralizacije vodnega kamna in preprečevanje nabiranja oblog na površinah cev in izmenjevalca bo vgrajena proporcionalna dozirna naprava tip. PRODOS 3+ sledečih karakteristik:

- Nazivni pretok 7,0m³/h
- Maksimalni pretok 10,0m³/h
- Doziranje 10 do 110ml/ m³
- Vodomer DN32 (z možnostjo daljinskega odčitavanja)

Merjenje toplote**Kotlovska voda**

Projektiran pretok kotlovske vode 7,5m³/h.

Za merjenje porabljene toplotne energije bo na povratnem vodu nameščen ultrazvočni toplotni števec DN40 tip. CF Echo II Qn=6m³/h z nominalnim pretokom Qn=6m³/h in maksimalnim pretokom Qmax=12m³/h. Na dovodu in povratku bosta nameščeni potopni tulki s tipaloma temperature dovoda in povratka.

Odpadna topla voda

Projektiran pretok sanitarne vode 5,4m³/h.

Za merjenje porabljene toplotne energije bo na povratnem vodu nameščen ultrazvočni toplotni števec DN40 tip. CF Echo II Qn=6m³/h z nominalnim pretokom Qn=6m³/h in maksimalnim pretokom Qmax=12m³/h. Na dovodu in povratku bosta nameščeni potopni tulki s tipaloma temperature dovoda in povratka.

Bazenska črpalka [6]

5,4m³/h - pretok
90,0kPa - tlačni padec sistema (50,0kPa filter + 1,0kPa izmenjevalec + 4,0kPa cevi + 35,0kPa hidrostatska višina)

Ustreza bazenska črpalka tip. MPCM61.

Obstoječa bazenska črpalka tip. BADU 40/18 G 2kos ostane v funkciji do izteka zanesljivosti delovanja.

Obtočna črpalka rekuperacije [7]

5,4m³/h - pretok

26,3kPa - tlačni padec sistema (9,0kPa kalorimeter + 2,3kPa izmenjevalec +15,0kPa cevi in akumulator)

Ustreza visoko učinkovita obtočna črpalka tip. NMT SMART 32/60.

Prehodni regulacijski ventil [8]

$q_v=5,4\text{m}^3/\text{h}$ - pretok

$\Delta p=20\text{kPa}$ - predviden padec tlaka na ventilu

$$k_{vs} = \frac{q_v}{\sqrt{\Delta p}} = \frac{5,4}{\sqrt{0,20}} = 12,07\text{m}^3/\text{h}$$

ustreza ventil DN32 tip. VM2 32/10 PN25 kvs=10,0m³/h Danfoss

Dejanski padec tlaka na ventilu

$$\Delta p_{VM2} = \left(\frac{q_v}{k_{vs}} \right)^2 = \left(\frac{5,4}{10,0} \right)^2 = 0,29 \text{ bar} = 29\text{kPa}$$

skupaj z motornim pogonom AME 20/24V.

1.3. KRMILJENJE

Ko bo temperatura $T_1 \text{ } 4^\circ\text{C} > T_4$ zagon črpalke [7], odpiranje prehodnega regulacijskega ventila [8] in zagon črpalke [6]. Prehodni regulacijski ventil [8] regulira pretok v odvisnosti od T_3 in T_4 tako, da je T_3 maksimalno $5^\circ\text{C} > T_4$. V primeru, da je ventil [8] zaprt se izklopi črpalka [6] oziroma se ne sme zagnati. Črpalka [6] deluje izmenično preklop je ročni za potrebe čiščenja sesalnega filtra. V primeru razpoložljive odpadne toplote deluje sistem priprave STV s predgrevanjem v prvem zalogovniku in dogrevanjem v drugem zalogovniku [B].

Predgrevanje zalogovnika [A]; motorna zaporna ventila [9] sta zaprta ventil [10] je odprt. Obtočna črpalka [4] za dogrevanje deluje pod pogojem, da je T_6 nižja od nastavljene. Dogreva se samo zalogovnika [B]. Opisan način delovanja je v primeru, če JE ali če NI porabe STV.

Dogrevanje zalogovnika [A] in [B]; v primeru, da ni na razpolago odpadna toplota ob istočasnem pogoju, da je T_6 nižja od nastavljene kar je pogoj za vklop črpalke [4] se dogrevata oba zalogovnika.

Motorna zaporna ventila [9] sta odprta, ventil [10] je zaprt. Opisan način delovanja je v primeru, če JE ali če NI porabe STV. Opisan način delovanja je v funkciji kadar deluje antilegionelni režim.

V primeru, da je $T_5 > T_6$ se zapre ventila [9] in odpre ventil [10].

1.4. TLAČNI PRESKUS VODOVODNEGA OMREŽJA

Po končani montaži je potrebno izvesti tlačni preskus z vodo pri temperaturi okolice s tlakom $p'=1,5 \cdot p=9\text{bar}$ v trajanju 8 ur.

Za tlačni preskus uporabljeni manometer mora biti ustrezno preverjen.

Spoji cevi morajo biti vidni. Med preskusom ne sme biti nobenih znakov netesnosti. Tlak mora v času preskušanja ostati konstanten.

1.5. TLAČNI PRESKUS CENTRALNEGA OGREVANJA

Po končani montaži bo izveden tlačni preskus z vodo pri temperaturi okolice s tlakom $p'=1,5 \cdot p=4\text{bar}$ v trajanju 8 ur.

Za tlačni preskus uporabljeni manometer bo ustrezno preverjen.

Med preskusom bodo vsi spoji vidni.

Na sistemu centralnega ogrevanja ne sme biti nobenih znakov puščanja, tlak mora v času preskušanja ostati konstanten.

1.6. DEZINFEKCIJA

Po zaključenih gradbenih delih je potrebno vodovod dezinficirati. Dezinfekcija naj se izvede po določenih standarda PSIST prEN805 (poglavje 11), navodilih DVGW W291 in po navodilih potrjenih s strani IVZ, ter jo mora izvajati pooblaščen organizacija. V kolikor se že z izpiranjem cevovoda doseže pozitiven rezultat, dezinfekcija s klornim šokom ni potrebna. Po opravljeni dezinfekciji se opravi še dvakratno vzorčenje v primernih časovnih presledkih in sicer z mikrobiološko in fizikalno – kemično analizo. O uspešni dezinfekciji se izda potrdilo, na podlagi tega potrdila pa se lahko vodovod preda v obratovanje.

1.7. ANALIZA IZVEDBENIH MOŽNOSTI NAMESTITVE AKUMULATORJEV STV

Za potrebe demontaže zalogovnikov STV ter rekuperatorja Menerga bo potrebno izvesti začasne demontaže posameznih kanalov, stropa v montažnem jašku in del fasade nad montažnim jaškom.

Potrebno bo demontirati del kanala na prezračevalni napravi št. 2.



DEMONTAŽA DELA KANAL NA
PREZRAČEVALNI NAPRAVI št. 2

Slika 4: KANAL NAPRAVE 2

Potrebno bo demontirati del kanala na prezračevalni napravi št. 1.



Slika 5: KANAL NAPRAVE 1

Potrebno bo demontirati kovinski strop v montažnem jašku št. 14.



Potrebno bo demontirati fasadne panele nad demontažnim stropom jaška št. 14, odrezati nosilni kovinski steber za potrebe razširitve vrat (svetla širina vrat je samo 150x210cm) za vnos zalogovnikov.



Slika 6: FASADA

1.8. FINANČNA ANALIZA UPRAVIČENOSTI REKUPERACIJE TOPLOTE ODPADNE VODE

Stroškovna analiza bo obsegala primerjavo ogrevanja STV z obstoječimi kotli na zemeljski plin, dogrevanje z izkoriščanjem odpadne toplote s spiralnim prenosnikom in dogrevanje z izkoriščanjem odpadne toplote s toplotno črpalko Menerga.

Stroškovna analiza bo predvidevala realizacijo investicije z lastnimi finančnimi sredstvi.

Potrebna moč novih kotlov je ocenjena iz trenutnih parametrov obratovanja obstoječih kotlov. V primeru obnove kotlovnice bo potrebno redefinirati potrebno moč ogrevanja na podlagi dejanskega stanja objektov.

Seznam oznak

S	[EUR]	skupni letni stroški obratovanja
A		letna anuiteta za sistem
I	[EUR]	letna investicijska vrednost za sistem
k_{enp}	[EUR/kWh]	cena energenta za naknadni pogon (kompresor, črpalke, el. grelec)
Q	[kWh]	letna pridobljena toplotna energija
k_{ost}	[EUR]	ostali konstantni stroški (vzdrževanje, popravila)
H_i	[kJ/kg]	kurilnost (spodnja kalorična vrednost)

1.8.1. Vrste stroškov

Celotne stroške ogrevanja sistema razdelimo v tri skupine in sicer na investicijske stroške, stroške za energijo in vzdrževalne stroške.

Investicijski stroški

Stroški za vir toplote obsegajo naprava za rekuperacijo toplote (spiralni prenosnik, toplotna črpalka), vključno z napeljavo in armaturo.

Pri izračunu letnega stroška investicije za različen ogrevalni sistem, je potreben izračun stroškov za amortizacijo in stroškov za obresti. Stroški nakupa ogrevalnega sistema se razdelijo na amortizacijsko dobo in pričakovano življenjsko dobo. Letni stroški investicije so tako odvisni od višine stroškov nakupa, obrestne mere in življenjske dobe ogrevalnega sistema.

Stroški porabe energije

Ti stroški so odvisni od cene energijskega vira. Letni energijski strošek dobimo iz specifične cene energije, pomnožene z letno porabo energije.

Obratovalni stroški sistema

Sem spadajo letni stroški za:

- vzdrževanje (kontrola, čiščenje, nastavitve)
- popravila (obraba, staranje, ostalo)

Letni skupni stroški

Letne skupne stroške dobimo iz vsote stroškov investicije v ogrevalni sistem, letnih stroškov vezanih na porabo energije in letnih stroškov vezanih na obratovanje ogrevalnega sistema.

1.8.2. Ogrevanje z zemeljskim plinom

Pri analizi je bila upoštevana cena energije iz klasičnega plinskega kotla brez upoštevanja kogeneracije. Upoštevanje kogeneracije bi delno izboljšalo rezultat ogrevanja s plinov vendar ne bi spremenilo rezultata.

OBSTOJEČE OGREVANJE S PLINOM		
0,00	[EUR]	Investicija
519.750	[kWh]	Potrebna količina energije letno
95	[%]	Izkoristek kotla
9,47	[kWh/Sm ³]	Kurilnost zemeljskega plina
57.772	[Sm ³]	Potrebna količina plina
35.856	[EUR]	Strošek energenta
0	[EUR]	vzdrževanje

1.8.3. Predgrevanje s toplotno črpalko in dogrevanje z zemeljskim plinom

Finančna analiza predvideva vgradnjo toplotne črpalke za rekuperacijo odpadne tople vode.

PREDGREVANJE S TOPLOTNO ČRPALKO		
89.670,00	[EUR]	Investicija
1.280	[kWh]	količina rekuperirane energije dnevno
231.750	[kWh]	Potrebna količina energije letno
95	[%]	Izkoristek kotla

9,47	[kWh/Sm ³]	Kurilnost zemeljskega plina
25.760	[Sm ³]	Potrebna količina plina
15.988	[EUR]	Strošek energenta za dogrevanje
2.000	[EUR]	vzdrževanje

1.8.4. Predgrevanje s spiralnim izmenjevalcem in dogrevanje z zemeljskim plinom

Finančna analiza predvideva vgradnjo spiralnega toplotnega prenosnika za rekuperacijo odpadne tople vode.

PREDGREVANJE S SPIRALNIM TOPLOTNIM PRENOSNIKOM

21.813,60	[EUR]	Investicija
868	[kWh]	količina rekuperirane energije dnevno
324.450	[kWh]	Potrebna količina energije letno
95	[%]	Izkoristek kotla
9,47	[kWh/Sm ³]	Kurilnost zemeljskega plina
36.064	[Sm ³]	Potrebna količina plina
22.383	[EUR]	Strošek energenta za dogrevanje
500	[EUR]	vzdrževanje

1.8.5. Dinamična metoda vrednotenja investicije

Ker pa ima sistem določeno življenjsko dobo ni dovolj, da ga vrednotimo samo s statično metodo – direktna primerjava vrednosti. Potrebno ga je vrednotiti dinamično v času celotne življenjske ali amortizacijske dobe.

Dinamične metode upoštevajo različno časovno dinamiko investicijskih naložb in donosov, pri čemer upoštevajo življenjsko dobo investicij. Bistvo problema je, da donosi in vlaganja v različnih letih niso enakovredni. Donos, ki ga dobimo prej je vreden več kakor donos, ki ga prejmemo potem. Zato je potrebno preračunati vrednost donosov in vlaganj na tako imenovano sedanjo vrednost vlaganj in donosov. Faktor, ki se uporablja pri preračunavanju jutrišnjega donosa na sedanjo vrednost, se imenuje diskontna stopnja.

Diskontiranje poteka s pomočjo diskontnih faktorjev, ki temeljijo na ustreznih diskontnih stopnjah. Diskontna stopnja ; bodoče donose in vlaganja prevajamo na njihovo sedanjo vrednost, s pomočjo diskontnih faktorjev.

Relevantna DS (diskontna stopnja) je odvisna od:

- a) strukture virov financiranja investicije → če jo financiramo z enim virom, je diskontna stopnja odvisna od stroškov tega vira
- b) kredit → diskontna stopnja = obrestni meri
- c) lastni viri → diskontna stopnja = oportunitetnim stroškom

Oportunitetna izguba ali oportunitetni stroški: razlika med potencialno višjim donosom investicije, ki je nismo obravnavali ali sprejeli in nižjim donosom sprejete investicije. Oportunitetni stroški so cena lastnih virov, donos, ki ga prinaša najboljša investicijska varianta.

- d) če investicijo financiramo z različnimi viri predstavlja relevantno diskontno stopnjo ponderirana /tehtana aritmetična sredina cen (obrestnih mer) za posamezne vire. Ponder za posamezno obrestno mero predstavlja vir, ki se nanaša na to obrestno mero.

1.8.6. Metoda sedanje vrednosti

Metoda neto sedanje vrednosti diskontira bodoče donose na današnjo vrednost.

Da bi lahko ocenili projekte po metodi neto sedanje vrednosti, uporabljamo naslednji postopek:

1. Opredelimo donos (v našem primeru strošek porabe energije in vzdrževanja) projektov, ki jih je mogoče primerjati.
2. Izberemo primerno diskontno stopnjo, ki je ob upoštevanju splošnih pogojev poslovanja (kot npr. obrestna mera) odvisna najbolj od same rizičnosti projekta.
3. Dobili smo neto sedanje vrednosti za posamezne projekte. Če ima več projektov pozitivno neto sedanjo vrednost, izberemo tistega, ki ima nižjo (naš donos je čim nižji strošek).

Seznam oznak

NVS	[SIT]	neto sedanja vrednost investicije
SVD	[SIT]	sedanja vrednost donosov
I	[SIT]	sedanja vrednost investicije
D		donos investicije – letni stroški
r	[%]	diskontna stopnja

Neto sedanja vrednost

$$NSV = SVD - I = \sum_{i=1}^n \frac{D}{(1+r)^i} - I$$

Donos investicije – letni stroški

$$D = k_{\text{enp}} \left(\frac{Q_{T\check{C}} - Q_{\text{dog}}}{\varepsilon_{T\check{C}}} \right) + k_{\text{enp}} \cdot \frac{Q_{\text{dog}}}{\eta_{\text{dog}}} + k_{\text{ost}} = k_{\text{enp}} \cdot \frac{Q_k}{\eta_k} + k_{\text{ost}}$$

$r = 0,2 \%$ - investicija bo v celoti realizirana brez kredita zato je diskontna stopnja enaka obrestni meri (0,2 % vezava nad 13 mesecev)

Ogrevanje z zemeljskim plinom

sedanja vrednost investicije I [EUR]			0,00
leto	donos	sedanja vrednost donosov	neto sedanja vrednost
	D [EUR]	SVD [EUR]	NSV [EUR]
0			0,00
2017	35.855,90	35.784,34	35.784,34
2018	35.855,90	35.712,91	71.497,24
2019	35.855,90	35.641,63	107.138,87
2020	35.855,90	35.570,49	142.709,36
2021	35.855,90	35.499,49	178.208,84
2022	35.855,90	35.428,63	213.637,47
2023	35.855,90	35.428,63	249.066,10
2024	35.855,90	35.428,63	284.494,73
2025	35.855,90	35.428,63	319.923,36
2026	35.855,90	35.428,63	355.351,99
2027	35.855,90	35.428,63	390.780,62
2028	35.855,90	35.428,63	426.209,25
2029	35.855,90	35.428,63	461.637,87
2030	35.855,90	35.428,63	497.066,50
2031	35.855,90	35.428,63	532.495,13
2032	35.855,90	35.428,63	567.923,76
2033	35.855,90	35.428,63	603.352,39
2034	35.855,90	35.428,63	638.781,02
2035	35.855,90	35.428,63	674.209,65
2036	35.855,90	35.428,63	709.638,28

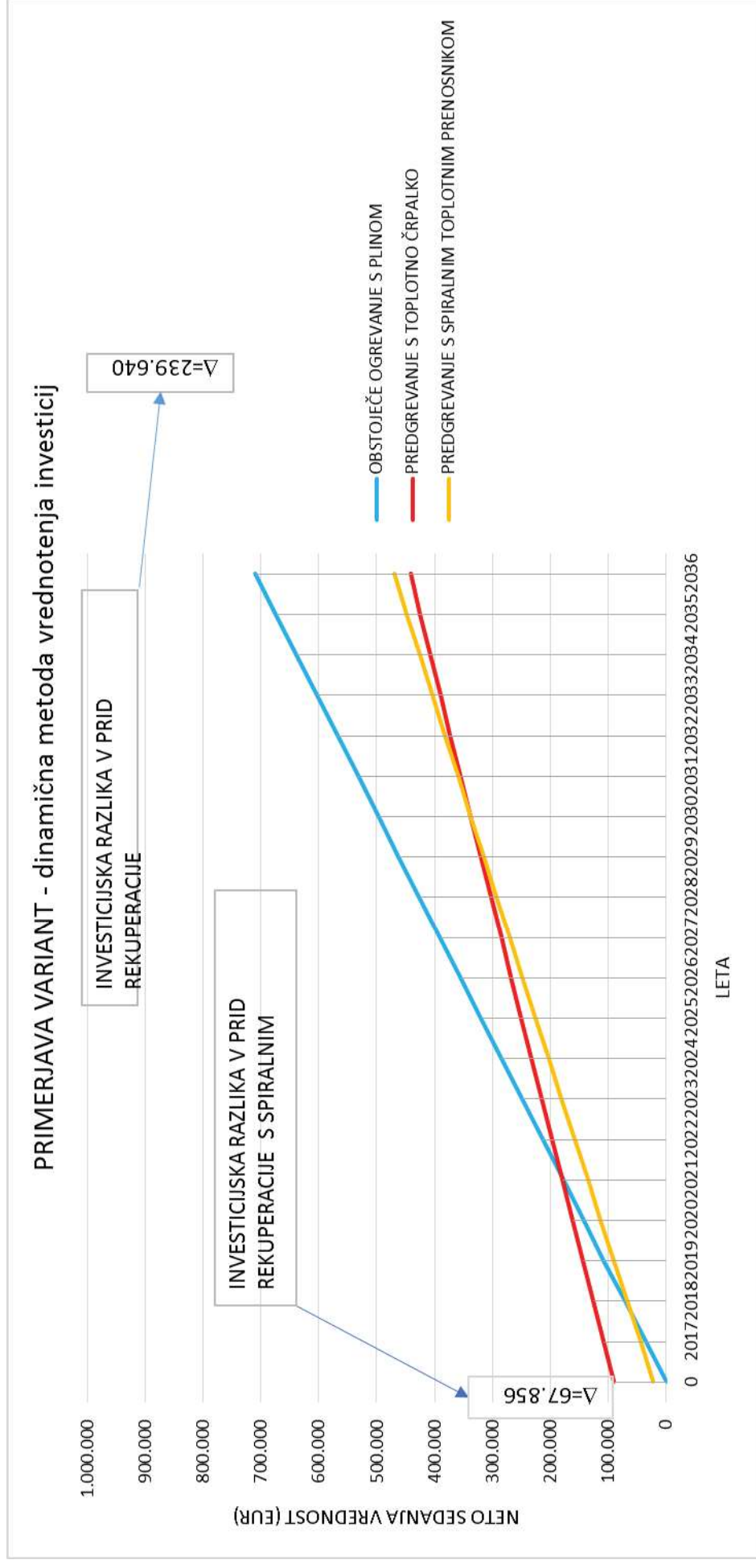
Predgrevanje s toplotno črpalko in dogrevanje z zemeljskim plinom

sedanja vrednost naložbe I [EUR]			89.670,00
leto	donos	sedanja vrednost donosov	neto sedanja vrednost
	D [EUR]	SVD [EUR]	NSV [EUR]
			89.670,00
2017	17.987,70	17.951,79	107.621,79
2018	17.987,70	17.915,96	125.537,76
2019	17.987,70	17.880,20	143.417,96
2020	17.987,70	17.844,51	161.262,47
2021	17.987,70	17.808,89	179.071,36
2022	17.987,70	17.773,35	196.844,71

2023	17.987,70	17.737,87	214.582,58
2024	17.987,70	17.702,47	232.285,05
2025	17.987,70	17.667,13	249.952,19
2026	17.987,70	17.631,87	267.584,05
2027	17.987,70	17.596,68	285.180,73
2028	17.987,70	17.561,55	302.742,28
2029	17.987,70	17.526,50	320.268,78
2030	17.987,70	17.491,52	337.760,30
2031	17.987,70	17.456,60	355.216,90
2032	17.987,70	17.421,76	372.638,66
2033	17.987,70	17.386,99	390.025,65
2034	17.987,70	17.352,28	407.377,93
2035	17.987,70	17.317,65	424.695,58
2036	17.987,70	17.283,08	441.978,66

Predgrevanje s spiralnim izmenjevalcem in dogrevanje z zemeljskim plinom

sedanja vrednost naložbe I [EUR]			21.813,60
leto	donos	sedanja vrednost donosov	neto sedanja vrednost
	D [EUR]	SVD [EUR]	NSV [EUR]
0			21.813,60
2017	22.882,78	22.837,10	44.650,70
2018	22.882,78	22.791,52	67.442,22
2019	22.882,78	22.746,03	90.188,25
2020	22.882,78	22.700,63	112.888,87
2021	22.882,78	22.655,32	135.544,19
2022	22.882,78	22.610,10	158.154,28
2023	22.882,78	22.564,97	180.719,25
2024	22.882,78	22.519,93	203.239,18
2025	22.882,78	22.474,98	225.714,15
2026	22.882,78	22.430,12	248.144,27
2027	22.882,78	22.385,34	270.529,61
2028	22.882,78	22.340,66	292.870,27
2029	22.882,78	22.296,07	315.166,34
2030	22.882,78	22.251,57	337.417,91
2031	22.882,78	22.207,15	359.625,07
2032	22.882,78	22.162,83	381.787,89
2033	22.882,78	22.118,59	403.906,48
2034	22.882,78	22.074,44	425.980,93
2035	22.882,78	22.030,38	448.011,31
2036	22.882,78	21.986,41	469.997,71



graf 1.8.6. – 1

Vrednost investicije določene z dinamično metodo sedanje vrednosti, ki upošteva diskontni faktor