

## 1. TEHNIŠKO POROČILO

k projektu strojnih instalacij ogrevanja za poslovni objekt – 3. FAZA.

### Opombi:

V tej dokumentaciji so instalacije načrtovane po funkcionalnosti:

- nekateri deli (toplotna postaja (KTOP), razdelilniki, večina obtočnih črpalk) v celoti, ker funkcionalno ne gre drugače

- nekateri deli, vezani na obravnavano površino v I.fazi, pa le kot I.faza (kanalska in cevna mreža, prezračevalne naprave I.faze...)

Na skupnih instalacijah (ali instalacijah I.faze) se vršijo nekatere dopolnitve (strojnica).

V kolikor kljub vsej predloženi dokumentaciji za to fazo katera od stvari ni dovolj nazorna, je potrebno pogledati v dokumentacijo predhodne faze.

**Opomba:** ta faza obravnava predvsem nov šolski trakt med telovadnico in 1.fazo in posege v strojnici ter okolici, ki zaradi tega nastanejo.

### 1.1. OGREVANJE IN HLAJENJE

#### 1.1.1. SPLOŠNO

Računska temperatura za Miren znaša  $t_{ok} = -7^{\circ}\text{C}$ .

Predvidene temperature prostorov (pozimi):

|                                       |      |
|---------------------------------------|------|
| - pisarne, bivalni prostori, učilnice | 21°C |
| - garderobe                           | 22°C |
| - tuši                                | 24°C |
| - hodniki, sanitarije                 | 20°C |
| - tehnični prostori                   | 15°C |

#### Splošni opis objekta in instalacij (obstoječe stanje)

Obstoječ objekt se ogreva z radiatorskim ogrevanjem, ima toplotno toplotno nesaniiran ovoj in deloma zamenjana – nova okna.

V pritličju obstoječega objekta, v prostoru kotlovnice - toplotne postaje, se nahaja kompaktna toplotna postaja (KTOP), priključena na lokalni toplovodni sistem – Eko Les Energetika d.o.o. Trenutna moč KTOP znaša  $Q=300\text{kW}$ . V obstoječi kotlovnici se nahaja tudi nedelujoč kotel na ekstra lahko kurilno olje (ELKO) moči  $Q=814\text{kW}$ .

Večina objekta je naravno prezračevana, po nam dostopnih podatkih se mehansko prezračevanje uporablja za nekaj tehničnih oz. stranskih prostorov.

#### Predvideno-projektirano stanje

Je v osnovi (v grobem) definirano z razpisno dokumentacijo. Grobe smernice:

- Del obstoječega objekta se ohrani in ni predmet te dokumentacije
- Srednji del objekta, nato telovadnica in na koncu vmesni del objekta se (fazno) zgradijo na novo
- Novi del objekta se ogreva in hladi z ventilatorskimi konvektorji/radiatorji, tudi talno ogreva
- Mehansko prezračevanje se predvidi za večje predavalnice in učilnice ter telovadnico
- Glavni vir toplote ostaja energija iz sistema Eko Les Energetika d.o.o.
- Kot dopolnilni vir se uporabi TČ zrak/voda, ki služi tudi hlajenju objekta

- V nadaljnjih fazah izdelave dokumentacije je možna delitev na 3 TČ – 2 kos za poleti – manjša, le za STV-visokotemperaturna in večja za ogrevanje objekta ter hlajenje

Objekt je v celoti ogrevan. Vir toplotne energije je indirektna toplotna postaja, ogrevalne moči  $Q=300\text{kW}$  – potrebno povečanje s sedanjega stanja na trenutno vsaj  $550\text{kW}$ . Kot vir hladilne energije je predvidena toplotna črpalka (TČ) zrak/voda ( $Q_h=190\text{kW}$ ), ki se v ogrevalni sezoni uporablja tudi kot dopolnilni vir toplotne energije, ogrevalne moči  $Q_g=160\text{kW}$ .

Skupne normne toplotne izgube novega dela objekta po standardu znašajo  $Q_n=173\text{kW}$ , od tega transmisijske  $Q_t=51\text{kW}$ .

Porabniki toplotne energije so talno ogrevanje, priprava STV in klimatske naprave.

Hlajenje objekta se izvaja z ventilatorskimi konvektorji in zrakom.

Temperaturni režim za ogrevanje klimatov znaša  $45/35^\circ\text{C}$ , za talno ogrevanje pa  $40/30^\circ\text{C}$ , regulirano v odvisnosti od zunanje temperature v strojnici.

#### Uporaba obnovljivih virov energije

Za ogrevanje uporablja objekt TČ zrak/voda in s tem zadosti zahtevam v zakonodaji. Dokazilo se nahaja v Elaboratu gradbene fizike.

### **1.1.1. OGREVANJE IN HLAJENJE**

#### **1.1.1.1 OPIS OBSTOJEČEGA STANJA**

Opis se nahaja v splošnem opisu objekta

#### **1.1.1.2. OPIS PROJEKTIRANEGA STANJA**

Upoštevani pravilniki in standardi:

1. Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (Ur.l. R.S. št.52/2010)
2. Tehnična smernica TSG-1-004:2010 – Učinkovita raba energije
3. Tehnična smernica TSG-1-005:2012 – Zaščita pred hrupom v stavbah
4. Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb
5. SIST EN 12831 – izračun transmisijskih izgub
6. VDI 2078 – izračun toplotnih dobitkov
7. SIST EN 13779 – Prezračevanje nestanovanjskih stavb - Zahtevane lastnosti za prezračevalne naprave in klimatizirne sisteme
8. SIST EN 13053 – Prezračevanje stavb – Klimati - Ocenitev in lastnosti klimatov, sestavnih delov in sekcij
9. VDI 6022 – Higijenske zahteve za prezračevalne naprave
10. Tehnična smernica TSG-1-001:2010 – požarna varnost v stavbah
11. Smernica SZPV 408 – požarnovarnostne zahteve za elektroinstalacije in cevne napeljave v stavbah
12. Pravilnik o tehničnih normativih za hidrantno omrežje
13. Pravilnik o pitni vodi
14. DIN 1988 – vodovodna instalacija
15. DIN 1986 – kanalizacija
16. Recknagel, Sprenger, Schramek: Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik 2000, R. Oldenbourg Verlag, München, 2000
17. Feurich, Sanitär-technik

Kot že omenjeno, se energija in obstoječe kotlovnice na lesno biomaso (Eko Les Energetika d.o.o.) za objekt dobavlja na dveh lokacijah:

- za stari del (stara šola in vrtec se ohrani TOP na stari lokaciji – le zamenja se z novo opremo in malo premakne)
- predvidena je moč  $Q_{stari}=135kW$
- v kleti novega dela se v prostoru toplotne postaje se predvidi indirektna toplotna postaja (KTOP), ki je preko vročevoda priključena na primarno omrežje distributerja

Obstoječ temperaturni režim sekundarja toplotne postaje znaša, v skladu z obstoječim temperaturnim režimom toplotne postaje, 85/65°C.

Predvidoma se toplotna energija iz KTOP uporabi za obstoječ objekt, TČ pa za ogrevanje in hlajenje novega dela. Potrebno pa je preveriti, kako ju povezati v morebitno hidravlično celoto.

Ogrevanje objekta se vrši s kombinacijo KTOP in TČ.

Dopolnilno ogrevanje objekta se vrši s toplotno črpalko (TČ). Toplotna črpalka skrbi za ogrevanje in hlajenje objekta (reverzibilna toplotna črpalka zrak/voda (TČ), ogrevalne moči  $Q_G=120kW$  ( $t_{ok}=-7^\circ C$ , režim 48/44°C) in hladilne moči  $Q_H=147kW$  ( $t_{ok}=35^\circ C$ , režim 5/10°C), ki se nahaja na strehi objekta). Prigraden ima vodni modul z raztezno posodo, obtočno črpalko, varnostnim ventilom in čistilnim kosom na hladilni strani.

Je 2-cevne izvedbe in omogoča ogrevanje in hlajenje s preklpom med ogrevalno in hladilno sezono.

Le-ta delno pokriva toplotne izgube obravnavanega dela objekta, tako transmisijske kot tudi prezračevalne, do okoliške temperature  $t_{ok}=-7^\circ C$ , v poletnem času pa toplotne dobitke. Pri nižjih temperaturah oz. vklopu klimatskih naprav centralni nadzorni sistem vklopi KTOP.

#### **Zahteve za delovanje toplotnih črpalk (TČ):**

- toplotne črpalke morajo delovati neprestano – 24/7, tudi ugašanje ponoči ni dovoljeno! Le na ta način je omogočena dolgoročna življenjska doba in udobno bivanje v objektu
- z neprestanim delovanjem se znižujejo zagonski tokovi (ni hladnih zagonov pozimi ali zagonov v poletnih konicah), delovanje je enakomerno in trenutna priključna moč in s tem tokovi so na nivoju 1/3 do 1/2, le v ekstremu višje
- ob vklopu toplotne črpalke mora CNS ali avtomatika TČ vklopiti primarno črpalko TČ (na glikolni strani) in sekundarno črpalko TČ (na vodni – notranji strani toplotnega prenosnika). Obe obtočni črpalke namreč s TČ predstavljata tehnološko celoto
- potrebno je redno vzdrževanje TČ s strani pooblaščenega serviserja TČ

Za ogrevanje STV se izven ogrevalne sezone uporablja manjši visokotemperaturni TČ (vgradnja naprav v III. Fazi, cevi – predpriprava – pa v I.fazi)

### **1.1.2. OPIS INSTALACIJ**

#### **A) TOPLLOTNA POSTAJA**

##### Splošni opis

Za potrebe ogrevanja objekta se v toplotni postaji objekta predvidi toplotna postaja, ki je tipične izvedbe indirektnega sistema in priključena na sistem daljinskega ogrevanja. Za izbiro lokacije in obratovanje toplotne postaje so bili upoštevani osnovni pogoji iz projektne naloge:

- Standard DIN 4747.
- Temperaturni režim sistema daljinskega ogrevanja je na referenčnem nivoju 85/65°C pri zunanji temperaturi  $-7^\circ C$ .
- Ureditev prostora za izvedbo toplotne postaje.

Na betonskem podstavku 10 cm ali steni je izvedena kompaktna toplotna postaja, poleg je postavljena tudi zaprta raztezna posoda. Izveden se priključek vode, nameščen je stenski izlivnik, odtok je izveden preko talnega sifona v talno kanalizacijo.

Za protipožarno varnost je v prostoru nameščen tudi gasilni aparat S6.

#### Priključni toplovod – odcep od obstoječega zunanjega toplovoda

V klet objekta se spelje nov vročevodni priključek Eko Les Energetika d.o.o. – odcep od obstoječega in vgradi KTOP.

#### Toplotna postaja

V nadaljevanju se priključni cevovod navezuje na novo **kompaktno toplotno postajo** KTOP s toplotno močjo  $Q_{TP}=250kW$ . Ta je sestavljena iz primarnega in sekundarnega dela.

Skupna priključna moč ogrevanja za objekt torej znaša  $Q_{TP}=250kW$  – za toplotno postajo – potrebno povečanje moči!

Dodaten vir toplote predstavlja toplotna črpalka  $P_{t6}=120 kW$ .

#### a) glavna toplotna postaja objekta – klet novogradnje

##### Primarni del hišne postaje

Primarni del obsega lovalec nečistoč in elemente za regulacijo temperature in pretoka, skupni merilnik porabljene toplotne energije za vse porabnike, drobno in merilno armaturo.

Za transformacijo toplote iz režima  $85/65^{\circ}C$  na nižji temperaturni nivo ( $80/60^{\circ}C$  oz.  $43/35^{\circ}C$ ) je predviden ploščni toplotni prenosnik v lotani izvedbi in iz nerjavne pločevine, z močjo  $P=250kW$ .

Osnovno regulacijo temperature v odvisnosti od zunanje temperature vrši regulator toplotne postaje, (n.pr.izdelek Danfoss, ali enakovredno), preko prehodnega regulacijskega ventila Danfoss na primarni strani. Le-ta ima v sebi integriran tudi regulator diferenčnega tlaka z omejevanjem pretoka (Danfoss, tip AVQM). Regulacijski ventil je opremljen s povratno vzmetjo, ki zapre dovod ogrevalnega medija ob izpadu el. toka. Prav tako je varnostni termostat direktno vezan na regulacijski ventil.

Na kratki vezi toplotne postaje je vgrajen ročni regulacijski ventil, ki omogoča hitrejši dovod energije v toplotno postajo v času, ko so potrebe po energiji manjše, in s tem hitrejši zagon!

##### Sekundarni del hišne postaje

Sekundarni del toplotne postaje je izveden v podaljšku primarnega dela postaje in obratuje z režimom  $80/60^{\circ}C$  oz.  $43/35^{\circ}C$ .

Izveden je kot dvojni cevni razdelilnik/zbiralnik, vključno z obtočnimi črpalkami porabnikov, z zaporno armaturo, merilnimi elementi in cevno povezavo. Dodatno reguliranje na samih ogrevalnih vejah v toplotni postaji je predvideno s tripotnimi regulacijskimi ventili z EM pogonom.

Črpalke je izdelek Grundfos, ali enakovredno, enojne in frekvenčno regulirane. Črpalke imajo vgrajeno tudi termično zaščito EM.

Varovanje sistema je predvideno z varnostnim ventilom s tlakom odpiranja  $p=3,5bar$  in membransko raztezno posodo  $V=800L$ .

Prezračevanje TOP je že izvedeno.

Za kontrolo tlaka v sistemu je izveden tudi kontaktni manometer, ki je vezan tudi na sistem daljinskega nadzora upravljalca vročevoda.

Dopolnjevanje vode v sistem in prvo polnjenje je predvideno preko možnosti povezave iz primarnega sistema z zapornimi ventili z nastavki – oz. s prenosno omehčevalno napravo.

#### Regulacija in krmiljenje sistema

Regulacijo temperature v toplotni postaji vrši regulator TP ( Danfoss oz. El-Tec Mulej, ali enakovredno) z ostalimi izvršnimi elementi.

V primeru okvare tega regulatorja so v toplotni postaji izvedeni elementi za signalizacijo in meritev parametrov toplotne postaje, na osnovi katerih je mogoče daljinsko krmiljenje toplotne postaje iz nadzornega centra upravitelja toplovoda

Funkcije meritev, signalizacije in krmiljenja so izvedene na naslednjih mestih, ki omogočajo nadzor in upravljanje TOP.

#### MERITVE:

1. Primar 85/65°C
  - Temperatura dovoda in povratka
2. Sekundar 80/60°C – za obstoječe porabnike oz. 43/35°C za nove porabnike
  - Temperatura dovoda - skupna (M 30)
  - Temperatura povratka na regulirani veji –skupna (M 20)
  - Zunanja temperatura (M 26)

#### SIGNALIZACIJA

1. Način obratovanja, lokalno - daljinsko (S 03)
2. Primar 85/65°C
  - Položaj odprtosti regulirnega ventila
3. Sekundar 80/60°C – za obstoječe porabnike oz. 45/35°C za nove porabnike
  - Tlak vode v sistemu (S 02)
  - Stanje obtočne črpalke, obratuje - izklop-napaka

#### KRMILJENJE

- Obtočne črpalke preko CNS
- Regulacijskega ventila na primarju 85/65°C

#### Splošno - zaključek

Priključno postajo in hišno postajo je potrebno izvesti skladno z zahtevami lokalnega distributerja, zato naj izvajalec del obvesti o pričetku gradnje nadzorno službo le-tega.

Ves cevni razvod je potrebno, preden se izolira očistiti in zaščititi s temeljno barvo. Neizolirane cevovode, armature in obešali material je potrebno opleskati z vročepodpornim lakom. Prav tako se tudi cevne podpore očistijo, zaščitijo s temeljno barvo in opleskajo s prekrivno barvo, če se ne uporabijo pocinkane.

Vsi cevovodi, armature in posode je potrebno izolirati s stekleno volno ustrezne debeline (debeline glej popis), zaščitene v Alu plašču ali drugo ustrezno izolacijo in opremiti z napisnimi tablicami in barvnimi oznakami.

|                |                     |
|----------------|---------------------|
| rdeče -        | dovod primarja      |
| modro -        | povratek primarja   |
| cinober -      | dovod sekundarja    |
| kobald modro - | povratek sekundarja |
| svetlo modro - | hladna voda         |

Po končani montaži, toda pred izvedbo izolacije, je potrebno izvršiti tlačno preizkušnjo vseh cevovodov pod pogoji, ki jih predpisuje lokalni distributer oz. standard DIN 4747. Pred uporabo je potrebno celotno omrežje izprati. Pri preizkusnem pogonu je potrebno preveriti delovanje posameznih naprav in izvršiti vregulacijo celotne opreme. Eventuelne napake je potrebno odpraviti in preizkuse ponoviti.

#### **b) pomožna toplotna postaja objekta – stara šola**

Princip je podoben, kot za glavno TOP, le da je moč  $Q=135\text{kW}$  in je potrebno preveriti, če se dobi stenska, kompaktnjša in s tem cenejša, ter dimenzijsko bolj ugodna varianta. Služi ogrevanju starega dela šole in vrtca.

Toplotno postajo je potrebno opremiti s funkcionalno shemo ter navodili za obratovanje.

Cevni razvodi od razdelilnika do vertikal in se spelje s padcem 2 ‰ proti porabnikom. Na najvišjem mestu razvoda oz. najvišjih radiatorjih se izvede odzračevanje.

#### **Tlačni preizkus in zagon sistema**

Po končani montaži in pred izolacijo cevovodov se za toplovodne instalacije izvede hladni tlačni preizkus s tlakom, ki naj bo 1,5 krat večji od obratovalnega oz. maksimalno 5 bar na najnižji točki sistema.

Tlačna preizkušnja naj traja min. 6 ur po odzračanju in temperaturni umiritvi sistema, na koncu preizkusa pa tlak ne sme pasti več kot 2 ‰ od začetnega preizkusnega tlaka.

Pred spuščanjem v pogon je potrebno rekonstruirani del ogrevalnega sistema izprati, napolniti z mehčano vodo in celotni sistem toplotno preizkusiti z največjo delovno temperaturo. Po opravljenih preizkusih se naj izvede preizkusno obratovanje, pri čemer je potrebno doseči vse parametre, ki so predvideni v izračunih.

Največje razdalje med podporami znašajo:

|          |     |     |      |      |     |     |      |
|----------|-----|-----|------|------|-----|-----|------|
| DN       | 15  | 20  | 25   | 32   | 40  | 50  | 65   |
| Lmax (m) | 1,5 | 2,0 | 2,25 | 2,75 | 3,0 | 3,5 | 4,25 |

#### **Obešalni material**

Vse objemke in nasloni cevi morajo biti izdelani tako, da so preprečeni toplotni mostovi in prenos vibracij (objemke z gumo oz. posebni cevni nosilci).

### **1.1.3 OGREVANJE OBJEKTA**

#### **Ventilatorski konvektorji**

Služijo v hlajenju in so vgrajeni v strop – kasete. Predviden je dvocevni sistem s preklopom med ogrevalno in hladilno sezono. Krmili jih termostati, ki je nameščen v prostoru (ali IR daljinec). Tako je možna individualna nastavitve temperature v posameznih prostorih.

Termostat omogoča nastavitve treh hitrosti ventilatorja, želene temperature prostora in preklop gretje/hlajenje, če je to potrebno.

### **Talno ogrevanje**

Za osnovno ogrevanje objekta je predvideno talno ogrevanje. Cevi talnega ogrevanja se polagajo v tleh (estrihu), ter se priključujejo na toplovodni sistem centralnega ogrevanja preko razdelilnikov talnega ogrevanja.

Lokacija razdelilcev talnega ogrevanja je razvidna iz načrtov.

Sistem talnega ogrevanja sestavljajo:

- Podometne omarice za montažo razdelilnikov talnega ogrevanja,
- Razdelilniki ogrevne vode - na dovodu opremljeni z zapornim ventilom, na povratku pa z nastavitvenim ventilom za nastavitve pretoka skozi posamezno vejo z merilnikom pretoka,
- Cevni razvod talnega ogrevanja iz atestiranih okroglih cevi iz  $\Phi 16$  mm, z atestom o difuzijski tesnosti (DIN 4729), vključno s toplotno zaščito po potrebi – Računsko so bile uporabljene cevi proizvajalca DTSi, Vogel&Noot, ali enakovredno.
- Prostorski termostati za nastavljanje želene temperature v posameznem prostoru vključno s termo pogoni ventilov, ki se namestijo na razdelilniku.
- Sistemske plošče za talno ogrevanje pri izbranem sistemu talnega gretja so v obsegu dobave strojnika

Instalacija ogrevanja je koncipirana kot dvocevno ogrevanje. Odzračevanje sistema se izvede z avtomatskimi odzračniki na najvišjih mestih razvoda in na razdelilnikih talnega ogrevanja. Regulacija pretokov in diferenčnih tlakov se izvede s pomočjo regulacijskih ventilov z možnostjo fine nastavitve na mestih posameznih priključkov elementov sistema ogrevanja s toplo vodo.

Za ogrevalne cevi v energetskem prostoru in vode do razdelilcev ogrevanja, predvidimo cevi iz ogljikovega jekla za spajanje z zatiskanjem ustreznih dimenzij. Padec cevi je potrebno izvesti proti mestom praznjenja, zaradi kompenzacije raztezkov je potrebno uporabiti posebne kompenzacijske kose ali izvesti U ali L kompenzatorje. Cevi se po izvedenih tlačnih in tesnostnih preizkusih ustrezno izolirajo s parozaporno izolacijo kot npr. Kaiflex ST, ali Armacell.

### **Zahteve za talno ogrevanje**

Objekt mora biti pripravljen za izvedbo do faze, da so gradbena dela zaključena v kvaliteti, kot narekujejo veljavni predpisi o ravnanju tal za talno ogrevanje.

#### **Izolacija:**

Vodila za pritrdjevanje cevi talnega ogrevanja se pritrdijo na folijo položeno preko toplotne in zvočne izolacijske plošče. Folija se položi tako, da se prekriva vsaj 10 cm in v vertikalo vsakih 15 cm.

#### **Cevni razvodi talnega ogrevanja:**

Cevni razvod je položen iz cevi iz PeX-a materiala. Primerne so za prenos ogrevne vode in se uporabljajo za talno in radiatorsko ogrevanje. Cevi imajo difuzijsko zaporo, torej so zaščitene pred vdorom kisika v cev. Cevi se polagajo v vodila v predvidenem razmaku.

### Armatura:

Vsa armatura naj bo tako izvedena, da jo je mogoče dograjevati z elektro-termični pogoni za sekundarno regulacijo. Razdelilniki so sestavljeni iz: dovoda z vgrajenimi termostatskimi ventili, ki se lahko regulirajo ročno ali s pomočjo nadgrajenih elektro termičnih pogonov; povratka z vgrajenimi zapornimi ventili; termo-manometra, krogelnih zapornih krogelnih pip, avtomatskih odzračnikov, pritrdilnih konzol in pripadajočih priključnih matic za spoj cevi z razdelilnikom.

Temperatura dovodne ogrevalne vode je 35°C, temperatura tal v bivalnih prostorih pa po DIN EN 1264-3 ne sme biti več kot 9K višja od temperature prostora oziroma ne sme prekoračiti 29°C, kar zagotovimo z ustrezno regulacijo vsakega kroga posebej.

Prostori, v katerih se nahajajo ljudje, imajo vgrajen sobni termostat, ki je povezan z elektrotermičnim regulacijskim motornim pogonom ventila v razdelilcu talnega ogrevanja. Sobni termostat krmili pripadajoče število elektrotermičnih motornih pogonov na ventilih,

### Tlačni preizkus cevni instalacij

Po končani izvedbi instalacije (pred izvedbo estriha) je potrebno izvesti hladni trdnostni preizkus s tlakom najmanj 10 barov v trajanju 15 min. Po uspešno opravljenem trdnostnem preizkusu je potrebno opraviti še tesnostni preizkus vsaj na 5 barov ali če je delovni večji od 3 barov, vsaj 1,5 x večji kot delovni tlak, v času trajanja min. 6 ur z indikatorji na vseh spojih. Potrebno je izprazniti zrak iz sistema, izvesti hidravlični preizkus in po eni uri umiritve, izvesti tesnostni preizkus.

### **Skupno**

Vertikalni del razvoda se spelje v kinetah ali stenskih utorih, ki se po montaži, tlačni preizkušnji in izolaciji cevi obzidajo oz. zazidajo.

Za cevne razvode se uporabijo jeklene brezšivne cevi po DIN 2448, ki se po tlačnem preizkusu toplotno izolirajo s toplotno izolacijo.

Za cevi dimenzij do vklj. DN50 so predvidene jeklene cevi, ki se spajajo s stiskanjem spojev (press fitting sistem). Te so na zunanji strani pocinkane, a jih je zaradi tanke stene kljub temu potrebno pred izoliranjem AK zaščititi s temeljno barvo (tudi fittinge – po tlačni preizkušnji).

Za sekundarne razvode se uporabijo razvodi v tleh, od priključnih podometnih omaric. Za razvode, vodene v talni konstrukciji se uporabijo polietilenske kompozitne cevi, ki se po tlačni preizkušnji toplotno izolirajo.

Razvodno omrežje se položi v plasti talne izolacije. Potrebno ga je toplotno izolirati in podložiti s toplotno izolacijo (cca 1 cm). Cevi za radiatorsko ogrevanje so polietilenske kompozitne cevi.

### Hidravlična regulacija sistema

Posamezni porabniki so na glavne toplovodne razvode priključeni preko ventilov oz. kombinacije ventilov za avtomatsko hidravlično uravnavanje sistema, izdelek TA, tip STAP/STAD.

Cevni razvodi iz toplotne postaje do vertikal in se spelje s padcem 2 ‰ proti toplotni postaji. Na najvišjem mestu razvoda oz. najvišjih radiatorjih se izvede odzračevanje.

### Obešalni material

Vse objemke in nasloni cevi morajo biti izdelani tako, da so preprečeni toplotni mostovi in prenos vibracij (objemke z gumo oz. posebni cevni nosilci).

### Protipožarna zaščita prehodov med sektorji

Za proti požarno zaščito prehodov med požarnimi sektorji in celicami je potrebna namestitev protipožarnih manšet.

#### Kompenzacija raztezkov

Predvidena je naravna kompenzacija raztezkov z U, L in Z-kompensatorji.

#### **Zaključek**

Razvod se spelje s padcem proti toplotni postaji, kjer je možna izpraznitev celotnega sistema.

Izpraznitev vertikalnega dela instalacije v pritličju se vrši na najnižji točki posamezne vertikale (običajno na radiatorju oz v toplotni postaji).

Ves horizontalni razvod se izolira z izolacijskimi cevaki iz sintetičnega kavčuka zaprtocelične strukture (npr. Armaflex AC ali enakovredno).

Po končani montaži in pred izolacijo cevovodov se za toplovodne instalacije izvede hladni tlačni preizkus s tlakom, ki naj bo 1,5 krat večji od obratovalnega oz. maksimalno 5 bar na najnižji točki sistema.

Tlačna preizkušnja naj traja min. 6 ur po odzračanju in temperaturni umiritvi sistema, na koncu preizkusa pa tlak ne sme pasti več kot 2 % od začetnega preizkusnega tlaka.

Pred spuščanjem v pogon je potrebno celotni sistem toplotno preizkusiti z največjo delovno temperaturo. Po opravljenih preizkusih se naj izvede preizkusno obratovanje, pri čemer je potrebno doseči vse parametre, ki so predvideni v izračunih.

Vse objemke in nasloni cevi morajo biti izdelani tako, da so preprečeni toplotni mostovi in prenos vibracij (objemke z gumo oz. posebni cevni nosilci).

#### **1.1.4. HLAJENJE**

Za potrebe hlajenja se uporabi toplotna črpalka zrak/voda, ki služijo tudi pomožnemu ogrevanju. Hladilna moč znaša  $P_{Hl}=147,9\text{kW}$  (zrak  $35^{\circ}\text{C}$ , glikol  $5/10^{\circ}\text{C}$ ).

Vgradi se na streho objekta.

Osnovni režim hlajenja za objekt znaša  $6/14^{\circ}\text{C}$ .

Razvodi hladne vode potekajo po trasah razvodov tople vode.

#### **1.1.5. POVZETEK TEHNIŠKEGA IZRAČUNA**

##### **a) ogrevanje**

Izračun transmisijskih izgub je narejen z računalniškim programom po EN 12831 z upoštevanjem PURES 2010, na osnovi naslednjih prehodnostnih koeficientov, pridobljenih od projektanta arhitekture:

Obstoječ objekt:

|                                                  |                                 |
|--------------------------------------------------|---------------------------------|
| - zunanji zid – (neizoliran)                     | $u = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| - streha (izolirana z 20 cm t.i.)                | $u = 0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| - notranji pregradni zidovi                      | $u = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| - okna, vključno okvir                           | $u = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| - tla kleti-izolirana z 10 cm toplotne izolacije | $u = 0,4 \text{ m}^2\text{K/W}$ |

Obstoječ objekt:

Nov objekt:

|                                                  |                                     |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------|
| - zunanji zid – (24 cm t.i.)                     | $u = 0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$    |
| - streha (izolirana z 20 cm t.i.)                | $u = 0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$     |
| - notranji pregradni zidovi                      | $u = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$     |
| - okna, vključno okvir                           | $u = 0,9-1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| - tla kleti-izolirana z 20 cm toplotne izolacije | $u = 0,2 \text{ m}^2\text{K/W}$     |

Računska temperatura za Miren  $t_{ok} = -7^{\circ}\text{C}$ .

Predvidene temperature prostorov (pozimi):

|                                       |      |
|---------------------------------------|------|
| - pisarne, bivalni prostori, učilnice | 21°C |
| - garderobe                           | 22°C |
| - tuši                                | 24°C |
| - hodniki, sanitarije                 | 20°C |
| - tehnični prostori                   | 15°C |

**Legenda k spodnji tabeli toplotne izgube in toplotni dobitki):**

$Q_n$  – normne toplotne izgube prostora

$Q_t$  – transmissijske toplotne izgube prostora

$Q_H$  – toplotni dobitki prostora

| Projekt: OŠ Miren - Faza 3 |                           |            |         |             |             |             |              |                 |
|----------------------------|---------------------------|------------|---------|-------------|-------------|-------------|--------------|-----------------|
| Toplotna bilanca           |                           |            |         |             |             |             |              |                 |
| N1                         | Klet                      |            |         |             |             |             |              |                 |
| P                          | Prostor                   | A (m²)     | tn (°C) | Qn (W)      | PhiT (W)    | Qn+10%      | Qh (W)       |                 |
| P18                        | K.02 Garderobe M          | 25         | 24      | 609         | 139         | 670         | 2407         | talno ogrevanje |
| P17                        | K.03 Garderobe Ž          | 25         | 24      | 609         | 139         | 670         | 2407         | talno ogrevanje |
| P16                        | K.04 Garderobe mešano     | 28         | 24      | 679         | 155         | 747         | 2434         | talno ogrevanje |
| P15                        | K.05 Orodjarna            | 45         | 20      | 1104        | 371         | 1214        | 0            | talno ogrevanje |
| P10                        | K.06 Požarno stopnišče    | 13         | 15      | 377         | 204         | 415         | 0            | talno ogrevanje |
| P9                         | K.07 Sanitarije mešano    | 11         | 20      | 357         | 171         | 393         | 0            | talno ogrevanje |
| P8                         | K.08 Sanitarije Ž         | 11         | 20      | 357         | 171         | 393         | 0            | talno ogrevanje |
| P7                         | K.09 Sanitarije M         | 13         | 20      | 424         | 204         | 466         | 0            | talno ogrevanje |
| P5                         | K.10 CNS                  | 7          | 15      | 182         | 82          | 200         | 0            | talno ogrevanje |
| P6                         | K.11 Elektro prostor      | 7          | 15      | 182         | 82          | 200         | 0            | talno ogrevanje |
| P1                         | K.13 Sanitarije INV       | 9          | 20      | 293         | 138         | 322         | 0            | talno ogrevanje |
| P11                        | K.14 Hodnik nečisto       | 32         | 20      | 678         | 157         | 746         | 287          | talno ogrevanje |
| P12                        | K.15 Hodnik čisto         | 29         | 20      | 617         | 144         | 679         | 260          | talno ogrevanje |
| P13                        | K.16 Hodnik               | 75         | 20      | 1569        | 347         | 1726        | 2857         | talno ogrevanje |
| P14                        | K.17 Hodnik - telovadnica | 11         | 20      | 230         | 51          | 253         | 107          | talno ogrevanje |
|                            | <b>Skupno: Klet</b>       | <b>341</b> |         | <b>8267</b> | <b>2555</b> | <b>9094</b> | <b>10759</b> |                 |
| N2                         | Pritličje                 |            |         |             |             |             |              |                 |
| P                          | Prostor                   | A (m²)     | tn (°C) | Qn (W)      | PhiT (W)    | Qn+10%      | Qh (W)       |                 |
| P2                         | ZU-01 Hodnik              | 50         | 20      | 2899        | 2075        | 3189        | 18886        |                 |
| P4                         | P.03 Požarno stopnišče    | 13         | 20      | 399         | 185         | 439         | 65           |                 |
| P15                        | P.05 Sanitarije Ž         | 13         | 20      | 214         | 0           | 235         | 0            |                 |
| P7                         | P.06 Sanitarije M         | 14         | 20      | 239         | 0           | 263         | 0            |                 |
| P14                        | P.07 Sanitarije INV       | 9          | 20      | 148         | 0           | 163         | 0            |                 |
| P5                         | P.08 Učilnica 3R          | 65         | 21      | 1427        | 316         | 1570        | 3763         | FCX vel. 82     |

|           |                            |               |                |               |                 |               |               |                         |
|-----------|----------------------------|---------------|----------------|---------------|-----------------|---------------|---------------|-------------------------|
| P10       | P.09 Učilnica 2R           | 65            | 21             | 1427          | 316             | 1570          | 3763          | FCX vel. 82             |
| P11       | P.10 Učilnica 1R           | 65            | 21             | 1848          | 737             | 2033          | 4001          | FCX vel. 82             |
| P12       | P.11 Kabinet               | 20            | 21             | 519           | 177             | 571           | 744           | FCLI vel. 32-kaseta     |
| P13       | P.12 Kabinet               | 10            | 21             | 331           | 152             | 364           | 550           | FCLI vel. 32-kaseta     |
| P17       | P.13 Hodnik                | 248           | 20             | 4087          | 0               | 4496          | 7710          | FCX vel. 82 2k          |
| P16       | P.18 Čistila               | 9             | 20             | 189           | 41              | 208           | 0             |                         |
| P9        | P.19 Shramba igrišča       | 30            | 15             | 562           | 159             | 618           | 0             |                         |
| P6        | P.20 Vetrolov              | 21            | 15             | 590           | 308             | 649           | 333           |                         |
|           | <b>Skupno: Pritličje</b>   | <b>632</b>    |                | <b>14879</b>  | <b>4466</b>     | <b>16367</b>  | <b>39815</b>  |                         |
|           |                            |               |                |               |                 |               |               |                         |
| <b>N3</b> | <b>Nadstropje</b>          |               |                |               |                 |               |               |                         |
| <b>P</b>  | <b>Prostor</b>             | <b>A (m²)</b> | <b>tn (°C)</b> | <b>Qn (W)</b> | <b>PhiT (W)</b> | <b>Qn+10%</b> | <b>Qh (W)</b> |                         |
| P3        | N.01c Hodnik               | 56            | 20             | 1066          | 166             | 1173          | 2686          | glej N.22               |
| P18       | N.02 Predmetna učilnica    | 64            | 21             | 1745          | 679             | 1920          | 6229          | FCX vel. 82             |
| P17       | N.03 Predmetna učilnica    | 65            | 21             | 1765          | 682             | 1942          | 6238          | FCX vel. 82             |
| P16       | N.04 Kabinet gospodinjstvo | 40            | 21             | 1476          | 810             | 1624          | 7811          | FCX vel. 82             |
| P15       | N.05 požarno stopnišče     | 13            | 18             | 327           | 134             | 360           | 778           |                         |
| P14       | N.06 Glasbena dvorana      | 51            | 21             | 1880          | 1030            | 2068          | 14823         | FCLI vel. 82-kaseta, 2k |
| P13       | N.07 Kabinet Multimedia    | 24            | 21             | 600           | 200             | 660           | 2291          | FCLI vel. 32-kaseta     |
| P10       | N.08 Multimedia            | 88            | 21             | 2126          | 660             | 2339          | 6169          | FCX vel. 82             |
| P9        | N.10 Knjižnica             | 75            | 21             | 1860          | 610             | 2046          | 3693          | FCLI vel. 32-kaseta, 2k |
| P21       | N.19 Sanitarije            | 13            | 20             | 249           | 40              | 274           | 0             |                         |
| P2        | N.20 Sanitarije            | 14            | 20             | 268           | 43              | 295           | 0             |                         |
| P8        | N.21 Arhiv                 | 9             | 18             | 192           | 51              | 211           | 0             |                         |
| P19       | N.22 Hodnik                | 156           | 20             | 3278          | 772             | 3606          | 5236          | FCLI vel. 122-kaseta    |
| P20       | N.23 Amfiteater            | 72            | 20             | 1696          | 539             | 1866          | 7375          | glej N.22 in N.01b      |
|           | <b>Skupno: Nadstropje</b>  | <b>740</b>    |                | <b>18528</b>  | <b>6416</b>     | <b>20381</b>  | <b>63329</b>  |                         |
|           |                            |               |                |               |                 |               |               |                         |
|           | <b>Skupno:</b>             | <b>1713</b>   |                | <b>41674</b>  | <b>13437</b>    | <b>45841</b>  | <b>113903</b> |                         |

#### Toplotne potrebe (novi objekt):

- transmisijske izgube objekta:  $Q_t = 51 \text{ kW}$ ,
- normne izgube objekta:  $Q_n = 173 \text{ kW}$ ,

#### Porabniki toplote:

|                                              |               |
|----------------------------------------------|---------------|
| - ventilatorski konvektorji-talno-radiatorji | 100 kW        |
| - klimatske naprave (ogrevanje)              | 70 kW         |
| - priprava STV (telovadnica)                 | 70 kW         |
| <b>skupaj</b>                                | <b>240 kW</b> |

#### Obstoječ objekt (podatki iz obstoječe dokumentacije):

|                                           |       |
|-------------------------------------------|-------|
| - radiatorsko ogrevanje obstoječe šole    | 163kW |
| - radiatorsko ogrevanje podstrešja šole   | 48kW  |
| - radiatorsko ogrevanje obstoječega vrtca | 157kW |
| - radiatorsko ogrevanje dozidave vrtca    | 74kW  |

|                                           |       |
|-------------------------------------------|-------|
| - ogrevanje STV (kuhinja vrtca+šole) 800l | 52kW  |
| Skupaj                                    | 494kW |

Na osnovi obstoječe dokumentacije in spremenjenih projektnih temperatur (predvsem okolice) je bil narejen nov izračun toplotnih izgub:

|                                          |        |
|------------------------------------------|--------|
| <b>OŠ Miren - toplotna bilanca - PGD</b> |        |
|                                          |        |
| <b>Obstoječe</b>                         |        |
|                                          | Qn(kW) |
| Vrtec                                    | 30,7   |
| Stara šola                               | 85     |
| Stara šola-priz+telov                    | 96     |
| bojler STV vrtec                         | 60     |
|                                          | 271,7  |

|                             |              |
|-----------------------------|--------------|
| Novo - PZI                  |              |
|                             | Qn(kW)       |
| talno ogrevanje-šola        | 63,5         |
| talno ogrevanje-telovadnica | 41,3         |
| klimati                     | 34,1         |
| bojler STV telovadnica      | 80           |
|                             |              |
|                             | <b>218,9</b> |

nova TP-stara šola

|                  |              |
|------------------|--------------|
| Vrtec            | 30,7         |
| Stara šola       | 64,2         |
| bojler STV vrtec | 40           |
|                  | <b>134,9</b> |

V energijah posameznih vej so upoštevane izgube v sistemu in rezerve za hitri zagon, ki pa se pri izbiri vira toplote ne upoštevajo. Upoštevan tudi ni faktor istočasnosti. Minimalna rezerva 50kW je uporabljena, ker bil dosednji kotel moči Q=814kW, sedanj izračuni pa kažejo potrebo Q=500kW (!)

Vir toplote za objekt je toplotna postaja. Skupna potrebna moč KTOP znaša torej **P<sub>ktop</sub> = 250 kW na novi lokaciji in Q=135kW na stari lokaciji.** Dopolnilni vir pa predstavlja toplotna črpalka (TČ) ogrevalne moči Q<sub>G</sub> =120kW.

Viri toplote:

|                             |                                |
|-----------------------------|--------------------------------|
| - toplotni postaji Eko Les: | P <sub>ktop</sub> = 385 kW     |
| - toplotna črpalka          | P <sub>tč</sub> = 120 kW       |
| Skupaj                      | <b>P<sub>sk</sub> = 505 kW</b> |

## **b) hlajenje**

Za potrebe hlajenja se uporabi toplotna črpalka zrak/voda, ki služijo tudi ogrevanju. Hladilna moč znaša  $P_{hl}=147\text{kW}$  (zrak 35, voda 6/14°C).

Osnovni režim hlajenja za objekt znaša 6/14°C.

Razvodi hladne vode potekajo po trasah razvodov tople vode.

### **- Splošni podatki**

Splošni podatki za izračun za prezračevalno območje se nanašajo na geografsko lego kraja, kjer naprava deluje in so v skladu s predpisi ali priporočili.

#### **a) Zimski režim**

- temp. zraka zunaj  $t_z = -7.0^\circ\text{C}$
- relativna vlažnost zunaj  $\varphi_z = 90\%$
- temp. zraka znotraj  $t_n = 21.0^\circ\text{C}$
- relativna vlažnost znotraj  $\varphi_n = 30\%$

#### **b) Letni režim**

- temp. zraka zunaj  $t_z = 33.0^\circ\text{C}$
- relativna vlažnost zunaj  $\varphi_z = 45\%$
- temp. zraka znotraj  $t_n = 26^\circ\text{C}$
- relativna vlažnost znotraj  $\varphi_n = 60\%$

Porabniki hladilne energije (podatki povzeti po delu projekta 'prezračevanje in klimatizacija):

|                           |       |    |
|---------------------------|-------|----|
| ventilatorski konvektorji | 130,7 | kW |
| Klimati                   | 64,7  | kW |
|                           | 195,4 | kW |

Predvideno je pokrivanje hladilnih potreb s toplotno črpalko moči  $P_{hl}=147\text{kW}$  - pomembnejša je toplotna moč za podporo KTOP. Upoštevan je tudi faktor istočasnosti, saj se toplotni dobitki v take vrste objektih ne seštevajo v bruto.

Za distribucijo hladilne energije po objektu se v prostoru strojnice v nadstropju nahajajo glavne obtočne črpalke sekundarja, ki premagujejo upore med toplotnim prenosnikom in porabniki.

Vse črpalke so z gumijastimi kompenzatorji ločene od cevovodov.

Hladilna centrala se varuje z varnostnim ventilom dimenzije DN 25 s tlakom odpiranja 3,0 bar in zaprto membransko raztežno posodo koristnega volumna  $V_K = 400\text{ l}$  pri predtlaku dušika 0,5 bar in maksimalnem tlaku 6 bar.

Razvodi hladne vode potekajo po trasah razvodov tople vode.

### **Ventilatorski konvektorji**

So opisani že v poglavju ogrevanje.

### Hidravlična regulacija sistema

Posamezni porabniki so na glavne razvode priključeni preko ventilov oz. kombinacije ventilov za avtomatsko hidravlično uravnavanje sistema, izdelek TA, tip STAP/STAD.

Cevni razvodi iz toplotne postaje Interspar do vertikal in se speljejo s padcem 2 ‰ od najvišje točke. Na najvišjem mestu razvoda oz. najvišjih hladilnih elementih se izvede odzračevanje.

### Regulacija hladilne strojnice

Osnovni elementi hladilne strojnice, vključno z otočnimi črpalkami na primarju in sekundarju se vklaplajo (napajajo in krmilijo) iz elektroomarice hladilnega agregata in nadzirajo s CNS. Podrobnejši podatki se nahajajo v popisu.

#### **1.1.6. Zaključek**

Za cevne razvode se uporabijo jeklene brezšivne cevi po DIN 2448, ki se po tlačnem preizkusu toplotno izolirajo s toplotno izolacijo.

Cevi za hladno vodo se izolirajo z izolacijo iz sintetičnega kavčuka zaprtocelične strukture po predhodnem dvakratnem premazu s temeljno barvo. Vse cevi se izolirajo s toplotno izolacijo debeline 32 mm.

Toplovodni razvodi se izolirajo s cevaki iz steklene volne v oklepu iz umetne mase (n.pr. Isogenopak), ki mora biti samougasna, ima predizdelane fazonske kose in se da enostavno barvati. Debeline izolacije so specificirane v popisu.

Razvod se spelje s padcem proti razdelilcu oz. toplotni postaji ali toplotni postaji. Na teh mestih je možna izpraznitev celotnega sistema.

Po končani montaži in pred izolacijo cevovodov se za toplovodne instalacije izvede hladni tlačni preizkus s tlakom, ki naj bo 1,5 krat večji od obratovalnega oz. maksimalno 5 bar na najnižji točki sistema.

Tlačna preizkušnja naj traja min. 6 ur po odzračanju in temperaturni umiritvi sistema, na koncu preizkusa pa tlak ne sme pasti več kot 2 ‰ od začetnega preizkusnega tlaka.

Pred spuščanjem v pogon je potrebno celoten sistem toplotno preizkusiti z največjo delovno temperaturo. Po opravljenih preizkusih se naj izvede preizkusno obratovanje, pri čemer je potrebno doseči vse parametre, ki so predvideni v izračunih.

Vse objemke in nasloni cevi morajo biti izdelani tako, da so preprečeni toplotni mostovi in prenos vibracij (objemke z gumo oz. posebni cevni nosilci).

## **1.2. PREZRAČEVANJE**

### **1.2.1. SPLOŠNO**

#### **PROJEKTNI PODATKI**

Izhodišče za izbiro in izvedbo prezračevalnih in klimatizacijskih sistemov so predmetne aplikacije za zagotavljanje navedene namembnosti vseh prostorov in objekta kot celota.

Upoštevani so sledeči projektni podatki:

|                                                        |                                 |
|--------------------------------------------------------|---------------------------------|
| - projektna temperatura/vlaga okolice pozimi           | -7°C/90%                        |
| - projektna temperatura/vlaga okolice poleti           | 35°C/45%                        |
| - temperatura prostorov                                | 21/26 °C                        |
| - temperatura prostorov – sanitarije                   | 20/neregulirano °C              |
| - količina zunanjega zraka                             | do 30 m³/h/osebo                |
| - količina odtočnega zraka iz sanitarij                | 65 m³/h/s.element - 90 m³/h/tuš |
| - max. dovoljeni nivo hrupnosti inštalacij             | 40 dB (A)                       |
| - dovoljeni nivo hrupnosti inštalacij v okolje dan/noč | 55/45 dB(A)                     |
| - temperatura ogrevne vode                             | 45/35°C                         |
| - temperatura hladilne vode                            | 6/14°C konst.                   |
| - priključek električne energije                       | 400/230 V-50 Hz                 |

Predvideni sistemi omogočajo prezračevanje, ogrevanje, hlajenje in razvlaževanje v posameznih območjih objekta v skladu s pravilnikom o prezračevanju in klimatizaciji stavb (Ur. l. RS 42/02) drugimi standardi in priporočili. Za arhive je predvidena tudi kontrola vlage.

Vse projektirane prezračevalne naprave imajo vgrajene enote za vračanje energije odpadnega zraka z najmanj 70 odstotnim izkoristkom. Prenosniki energije voda-zrak (grelniki in hladilniki), so priključeni na razvod vode, ki se pripravlja v energetske prostoru. Sistemi praviloma delujejo s 100% deležem svežega zunanjega zraka, razen tam, kjer je predvideno drugače. Sistemi so energetske varčni.

## 1.2.2. OPIS SISTEMOV

Glede na namembnost različnih delov objekta, se prezračevanje in klimatizacija prostorov vrši prisilno z ločenimi sistemi, katerih regulacija je individualna.

| zap.št.KN | območje KN   | lokacija KN | namembnost                   | zrak skupaj | sveži zrak | Qgr (kW) | Qhl (kW) |
|-----------|--------------|-------------|------------------------------|-------------|------------|----------|----------|
|           |              |             |                              | m3/h        | m3/h       |          |          |
| KN1       | 1F-splošno   | streha      | 1.faza splošno               | 4760        | 4760       | 11,6     | 23,4     |
| KN2       | 2F-telovadn. | streha      | 2.faza telovadnica           | 10000       | 10000      | DX       | DX       |
| KN3       | 2F-spr.pr.   | streha      | 2.faza - telov.spr. prostori | 2850        | 2850       | 5,6      | 12,6     |
| KN4       | 3F-splošno   | streha      | 3.faza splošno               | 6500        | 6500       | 16,9     | 28,7     |
| KN5       | 3F-sanitar   | streha      | 3.faza sanitarije            | 1440        | 1440       | elektro  |          |
|           |              |             | skupaj                       | 24110       | 24110      | 34,1     | 64,7     |

## Splošni opis sistemov

Sistem prezračevanja in klimatizacije se vrši s kompaktno prezračevalno napravo, ki je predvidena za pokrivanje ventilacijskih potreb.

Klimat je s svojo regulacijo in avtomatiko predviden v ustreznem tehničnem prostoru – glej priložene risbe.

Naprava deluje s 100% -no količino zunanjega zraka, ki mu preko rotacijskega regeneratorskega vrtno toplotno energijo iz odpadnega zraka (cca 80%). Dogrevanje zraka na vpihvalno temperaturo se vrši v lamelnem izmenjevalcu toplote/hladu, priključen na cevovod iz TOP.

Sveži zrak se filtrira na kasetnem filtru razreda filtracije f7, odpadni pa na g4.

- **Tehnični podatki naprav – glej zgornjo tabelo**

### 1.2.3. OPIS INSTALACIJ PREZRAČEVANJA

#### Distribucija zraka

##### PREZRAČEVALNI ELEMENTI

*Variabilni vrtinčni difuzorji* za klimatizacijo prostorov višine 3 m do 6 – difuzor je sestavljen iz ohišja iz aluminija ali jeklene pločevine in osrednjega dela z nastavljivimi lamelami iz jeklene pločevine. Nagibni kot lamel je nastavljiv. Površina je barvana s prašno barvo RAL 7024, če ni posebej zahtevana drugačna barva (pred naročilom preveriti izbor arhitekta).

*Jeklene ali aluminijaste rešetke* za pritrditev direktno na kanal ali v spuščeni strop.

Rešetke, ki se vgrajujejo v spuščeni strop imajo nastavnim delom s protitočno nastavljivimi lamelami. Vgrajene so v priključne komore iz pocinkane pločevine z okroglim priključkom. Površina je barvana s prašno barvo RAL 7024. (pred naročilom preveriti izbor arhitekta).

*Prezračevalni ventili* iz jeklene pločevine pobarvane s prašno barvo RAL 7024 (pred naročilom preveriti izbor arhitekta). Ventil ima fiksni dufuzorski obroč, nastavljiv krožnik za odpiranje in zapiranje ventila in penasto tesnilo po obodu. Namenjen za vgradnjo v strop ali steno.

##### PREZRAČEVALNI KANALI

Pravokotni zračni kanali iz pocinkane pločevine po SIST EN 1505, stopnje ( $\pm 1000$  Pa), oblike F (vzdolžno zarobljeni), med seboj spojeni prirobnično. Loki imajo vodilne usmernike. Na odcepih so regulacijske lopute. Zračni kanali so pri večjih dimenzijah diagonalno izbočeni ali ojačani z blagim izmeničnim vbočenjem in izbočenjem. Debelina pločevine glede na nazivno dimenzijo:

|              |        |
|--------------|--------|
| 100-250 mm   | 0,6 mm |
| 265-530 mm   | 0,6 mm |
| 560-1000 mm  | 0,8 mm |
| 1060-2000 mm | 1,0 mm |

Okrogli zračni kanali iz pocinkane pločevine po SIST EN 1506 ( $\pm 1000$  Pa), med seboj spojeni z mufami. Spoji so tesnjeni s silikonskim kitom. Na odcepih so regulacijske lopute. Debelina pločevine glede na nazivno dimenzijo:

|                 |        |
|-----------------|--------|
| DN 100-180 mm   | 0,6 mm |
| DN 200-560 mm   | 0,8 mm |
| DN 630-900 mm   | 1,0 mm |
| DN 1000-1250 mm | 1,2 mm |

Pritrjevanje kanalov na strop s podpornim materialom iz jeklenih profilov in navojnih palic. Podporni material se očisti in zaščiti s temeljno barvo proti koroziji.

##### IZOLACIJA KANALSKIH RAZVODOV

Kanali dovodnega, svežega in zavrženega zraka se toplotno izolirajo s parozaporno toplotno izolacijo iz umetnega kavčuka, debeline 19 mm.

Kanali zavrženega zraka, ki se nahajajo zunaj objekta, so izolirani s stekleno volno kaširano z alu folijo in dodatno prevlečeni s pločevino.

Prezračevalni kanali, ki potekajo izven objekta, se toplotno izolirajo s parozaporno toplotno izolacijo iz umetnega kavčuka, debeline 19 mm in dodatno s stekleno volno kaširano z alu folijo in dodatno prevlečeni s pločevino.

## DUŠENJE ZVOKA

Emisije hrupa klimatskih naprav in ventilatorjev v okolje so usklajene s Poročilom o vplivih na okolje in ne presegajo mejnih vrednosti hrupa določenih z Uredbo o mejnih vrednosti kazalcev hrupa v okolju (Ur.l. RS, št. 105/05).

Dušnje zvoka se predvidi na straneh vseh prezračevalnih in klimatskih naprav. Dušilniki zvoka bodo nameščeni takoj ob napravah. Dušilniki so kvadratni s kulisami debeline 200 mm.

## PROTIPOŽARNA ZAŠČITA

Na prehodih prezračevalnih kanalov skozi stene požarnih sektorjev in celic so predvidene protipožarne lopute z motornimi pogoni (230V). V elektrokomandne omarice prezračevalnih in klimatskih naprav je speljan signal iz požarne centrale, oz. požarnih loput. V primeru požara oziroma dima se dotična naprava izklopi (vklop je možen samo fizično preko tipke reset), zaprejo pa se tudi pripadajoče požarne lopute. Točne lokacije so razvidne iz priloženih tlorisov. Predvidene so lopute požarne odpornosti EI 90 S.

## ODVOD DIMA IN TOPLOTE

Odprtine za so predvidene v arhitekturi.

## ČIŠČENJE KANALSKE MREŽE

Za čiščenje kanalske mreže so predvidene revizijske odprtine z vratci, ki omogočajo vstop v kanal in občasno čiščenje

## TESNOST KANALOV IN NJENO PREIZKUŠANJE

Tesnost kanalov mora biti v skladu s standardoma EN 12237 in EN 1507. Predvidena je tesnost razreda B, v skladu s standardoma EN 12237 in EN 1507, kar omejuje puščanje (lekažo) pod 2%.

Pred tesnostnim preizkušanjem je potrebna vizualna kontrola prezračevalnega sistema. Preizkus tesnosti se izvede v skladu z EN 1886.

### 1.2.4. POMEMBNEJŠE ZAHTEVE, POVZETE IZ PRAVILNIKA O PREZRAČEVANJU IN KLIMATIZACIJI STAVB

Izvajalec mora med izvedbo in po njej upoštevati omenjeni Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb (Ur. l. RS 42/02 in 105/02). Prav tako mora investitor po prevzemu objekta upoštevati omenjeni pravilnik.

Poudarki:

22.člen: Izvajalec vgradnje prezračevalnega sistema mora le-tega pred preskusom hidravlično uravnovesiti in nastaviti skladno s podatki iz projektne dokumentacije ter dokazati njegovo zračno tesnost. Izvajalec mora v dogovoru z investitorjem najpozneje do tehničnega prevzema poskrbeti za preskus sistema. Delovanje sistema mora biti preiskušeno pri različnih vremenskih razmerah.....

27.člen: (1) Sistem sme biti predan v upravljanje le osebi, ki je strokovno usposobljena (v nadaljnjem besedilu: upravljavec) v zvezi z uporabo, obratovanjem in vzdrževanjem sistema. Pri prevzemu sistema je treba pregledati

celoten sistem glede na njegovo delovanje in vzdrževanje in druge pomembne okoliščine v prisotnosti investitorja oziroma lastnika.

(2) Vse spremembe na sistemu, ki so bile izvedene med gradnjo, morajo biti zapisane v projektni dokumentaciji (projekt izvedenih del) in na shemi vgrajenega sistema, ki se izroči investitorju oziroma lastniku. Investitor oziroma lastnik mora prejeti tudi vsa navodila o delovanju sistema, njegovem upravljanju in vzdrževanju v slovenskem jeziku.

**28.člen:** (1) Vsi deli prezračevalnega sistema morajo biti narejeni in vgrajeni tako, da sta omogočeni njihovo čiščenje in zamenjava. Po vgradnji in ob pregledih morajo biti komponente očiščene in po potrebi razkužene na zdravju neškodljiv način, za kar mora biti predvideno zadostno število ustrezno velikih čistilnih odprtin skladno s standardom SIST EN 12097.

**30.člen:** (1) Redni pregled prezračevalnih naprav in sistemov je treba izvesti najmanj enkrat na leto, če v navodilih za uporabo ni določeno drugače. Količina bakterij v vodi vlažilne komore se kontrolira najmanj dvakrat na leto.

## **1.3. VODOVOD IN KANALIZACIJA**

### **1.3.1. VODOVODNA INSTALACIJA**

#### **1.3.1.1. SPLOŠNI OPIS OBJEKTA IN INSTALACIJ (OBSTOJEČE STANJE)**

Obstoječ objekt je na javno vodovodno omrežje priključen preko obstoječega dvonatočnega vodomera DN80/20, ki je skupen za potrebe vrta in osnovne šole.

#### **1.3.1.2. PREDVIDENO STANJE**

- Za nov prizidek šole ter telovadnico bo priprava tople vode v prostoru nove toplotne postaje.
- Bojler V=200L se nadomesti z bojlerjem V=1000L
- izvede se skupno sanitarno in notranje hidrantno omrežje. Omrežje se izvede tako, da je zagotovljena pretočnost sistema oz. so preprečene stagnacije vode.
- odtočna kanalizacija: predvidena je vertikalna in horizontalna odtočna kanalizacija, na javno komunalno omrežje se priključi preko obstoječega priključka.

#### **1.3.1.3. HIŠNI PRIKLJUČEK TER HIŠNI PRIKLJUČNI VOD**

Priključek objekta na javno vodovodno omrežje je obstoječ, preko obstoječega dvonatočnega vodomera DN80/20, ki je skupen za potrebe vrta in osnovne šole.

Glede na zahteve požarnega elaborata ter vršno porabo sanitarne vode, obstoječ vodomerek ustreza in se ohrani, glede na maksimalno količino požarne vode, ki jo upravljavec zagotavlja iz omrežja (projektni pogoji VIK NG, št. II-6-46/2011-N) se preostala-manjkajoča količina zagotavlja z gasilsko službo.

#### **1.3.1.4. NOTRANJI RAZVODI**

Izvede se skupno razvodno omrežje za sanitarne potrebe ter potrebe požarne zaščite.

Izvede se delno z nerjavnimi jeklenimi cevmi za sanitarno vodo (razvodi, položeni vidno, v spuščeni stropovih), delno z namenskimi kompozitnimi cevmi (razvodi, položeni v tleh, stenskih utorih ter montažnih stenah) namenjenimi za uporabo v sanitarnih instalacijah (npr. PE-x/AL/PE, PE-XA ...). Oba tipa cevi se spajata s hitrospojnim fitingi, spoji pa se izvajajo s hladnim stiskanjem.

Razvodi sanitarne vode potekajo večinoma pod stropom objekta, delno v plasti talne izolacije, vertikale pa v stenskih utorih. Vse cevi se ustrezno toplotno in antikorozijsko zaščitijo:

san. hladna voda:

- vidno: izolacijski cevaki z zaprtocelično strukturo, debeline 13/25mm (npr. Kaiflex)
- v tleh, stenskem utoru ali instalacijski steni: izolacijski cevaki z zaprtocelično strukturo, debeline 9/13mm (npr. Kaiflex)

san. topla voda s cirkulacijo

- - vidno, v dvojnem stropu ali v instalacijskem jašku: izolacijski cevaki z zaprtocelično strukturo, (npr. Kaiflex). Debelina izolacije je enaka nazivnemu premeru cevi.
- - v tleh, stenskem utoru ali montažni steni: izolacijski cevaki z zaprtocelično strukturo, debeline 13 mm (npr. Kaiflex).

Vsak sanitarni element bo na priključku opremljen s podometnim, ravnim prehodnim ali kotnim regulirnim ventilom, da ga bo tako v primeru potrebe mogoče izločiti iz uporabe brez vpliva na ostale.

Za zagotovitev pretočnosti omrežja je celotna količina sanitarne hladne vode za 3. fazo speljana mimo priključkov notranjih hidrantov. Za zadnjim hidrantom se namesti filter za hladno vodo ter galvanski nevtralizator, za tem se izvede omrežje hladne vode za 3. fazo.

#### **1.3.1.5. PRIPRAVA SAN. TOPLE VODE**

Za nov prizidek bo priprava tople vode z bivalentnim bojlerjem, V=1000L z dvema izmenljivima cevnima izmenjevalcema. Namesti se v prostoru nove toplotne postaje. Kot vir energije se bo uporabila kombinacija toplotne črpalke in daljinske ogrevanja iz obstoječe kotlovnice na biomaso.

Bojler služi za pokrivanje skupnih potreb 1. in 3. faze in nadomesti začasni bojler za 1. fazo.

Predvidi se merjenje porabe sanitarne tople vode. V ta namen se na dovodni cevi v bojler vgradi vodomer DN25, na že pripravljeno mesto (izvedeno v 1. fazi).

**Zaradi razsežnosti razvodov** san. tople vode je predviden še poseben cirkulacijski vod s prisilno cirkulacijo s pomočjo el. obtočne črpalke. Vklon/izklon črpalke mora biti izveden preko naležnega termostata, ko temp. vode v povratnem vodu pade izpod / doseže 50 °C. Poleg tega se črpalka priključi na el. omrežje preko programske ure, ki jo izključi v času nižje porabe oz. ko objekt ne obratuje (ponoči).

Za zagotavljanje pravilnega delovanja cirkulacije STV se na določenem mestu cirkulacijskega voda vgradi termostatski regulacijski ventil. S tem dosežemo da topla voda cirkulira tudi v vodu ki je hidravlično manj ugoden, posledično se zmanjša možnost okužb.

Dnevno se vrši tudi pregrevanje sistema, vsaj enourno, pri čemer se z zgoraj omenjenim sistemom zagotavlja pregrevanje vsake veje posebej, in sicer tako, da regulacija odpira in zapira posamezne veje. Med pregrevanjem se vključi dodatna obtočna črpalka v tokokrogu boilerja, ki zagotavlja enakomerno pregret boiler po celotni višini. Temperatura pregrevanja je 70/65st. C.

#### **1.3.1.6. ODOČNA KANALIZACIJA**

V objektu se predvidita naslednji odtočni kanalizaciji:

- fekalna odtočna kanalizacija
- odvod kondenzata hladilnih naprav

**Fekalna odtočna kanalizacija** se priključuje na priključne jaške zunanje kanalizacije, ki so obdelani v načrtu ureditve okolja. V celotnem objektu, razen v temeljih izvede v celoti z nizkošumnimi PE odtočnimi cevmi in fazonskimi kosi, ki se spajajo s čelnim varjenjem. Za vse horizontalne spremembe smeri so uporabljeni le 45° elementi, pri prehodu iz vertikale v horizontalo so vgrajeni še vmesni ravni deli dolžine 25cm, 87° odcepi so uporabljeni le za priključke na vertikalne dvizne vode, pri čemer pa ni protitoka. Dvizni vodi so položeni enako kot priključki na posamezne sanitarne elemente v stenskih utorih oz. vidno ob stenah. Horizontalni razvodi so položeni delno vidno pod stropom ali v dvojnih stropovih, delno pa v tleh pritličja oz. višjih etaž in sicer z maks. mogočim padcem proti priključnim jaškom oz. vertikalam. Odzračenje je speljano nad površino strehe, kjer so 0,3m nad površino nameščene odzračne kape.

Horizontalna fekalna kanalizacija v temeljih se izvede s PP odtočnimi cevmi, ki se spajajo z mufami z vloženimi gumijastimi tesnili in sicer z maksimalnim mogočim padcem proti zunanjim priključnim jaškom. Prav tako se s takimi cevmi izvedejo posamezni priključki na naprave oz. sanitarne elemente.

Vsak sanitarni element je priključen na odtočno kanalizacijo preko vodne smradne zapore, to je sifona. Za odvod razlite vode so vgrajeni talni odtoki s sifoni, ki so v sanitarijah pretočne izvedbe. Skozi te odtoke ter v ta namen vgrajene čistilne cevi bo mogoče tudi čiščenje kanalizacije v primeru zamašitve.

Celotna vidna odtočna kanalizacija razen odtočnih cevi fekalne vode v stenskih utorih ter montažnih stenah in odtokov kondenzata se toplotno zaščiti z izolacijskimi ploščami (debeline 20mm).

Za **odvod kondenzata klimatskih naprav** se izvede ločena odtočna kanalizacija. Izvede se s PE odtočnimi cevmi in fazonskimi kosi, ki se spajajo s čelnim varjenjem. Ta voda se delno odvede v ponikanje, večinoma pa se preko smradnih zapor priključi na fekalno kanalizacijo.

### 1.3.2. POŽARNA ZAŠČITA

#### 1.3.3.1. Notranje hidrantno omrežje

Za potrebe požarne zaščite objekta se predvidi notranje hidrantno omrežje, skupno s sanitarnim omrežjem. Omrežje se izvede tako, da je zagotovljena pretočnost sistema. Sanitarni porabniki se priključujejo za zadnjo hidrantno omarico.

Na položajih, določenih s požarno študijo se namestijo notranji hidranti, sestavljeni iz ploč. omarice z vgrajenim izvlečnim kolutom s 30m navite oblikovno stabilne gumijaste cevi DN25. Hidranti so razmeščeni v skladu s požarnim elaboratom ter tako, da bo mogoče s curkom vode doseči vsak del v objektu. Vsi hidranti imajo sicer priključek DN50. Uporabijo se kobinirane hidrantne omarice, kjer je pod samim hidrantom možna namestitev gasilnih aparatov.

Omrežje se izvede delno z nerjavnimi jeklenimi cevmi za sanitarno vodo (razvodi, položeni vidno, v spušenih stropovih), delno z namenskimi kompozitnimi cevmi (razvodi, položeni v tleh, stenskih utorih ter montažnih stenah) namenjenimi za uporabo v sanitarnih instalacijah (npr. PE-x/AL/PE, PE-XA ...). Oba tipa cevi se spajata s hitrospojnimi fittingi, spoji pa se izvajajo s hladnih stiskanjem.

Vse cevi se ustrezno toplotno izolirajo z izolacijskimi cevaki z zaprtocelično strukturo.

#### 1.3.3.2. Zunanje hidrantno omrežje

Za potrebe gašenja objekta v primeru večjega požara se bodo, v skladu s požarno študijo, uporabili zunanji hidranti. Glede na obstoječe stanje se predvidi interno zunanje hidrantno omrežje. Trasa cevodov se predvidi tako, da je zagotovljena pretočnost celotne interne vodovodne instalacije v in izven objekta.

#### 1.3.4. SANITARNA OPREMA

Vsa vgrajena sanitarna oprema je I. kvalitete, tip in barve pa po izbiri investitorja oz. projektanta notranje opreme. Razporeditev je razvidna iz priloženih načrtov.

#### 1.3.5. SPLOŠNO

Po končani grobi montaži in izpihovanju cevodov, a še pred njihovim zakritjem, naj se izvede tlačni preizkus (na vodovodni instalaciji z vodnim tlakom 12 bar v času 2 uri, na odtočni kanalizaciji z zalivanjem z nadtlakom 0,3 bar na najvišji točki v času 15 minut, pri čemer se po koncu preizkusa merjene vrednosti ne smejo za več kot 2% razlikovati od začetnih), po končani fini montaži pa še preizkusni pogon z regulacijo armatur ter vseh elementov in naprav.

Izvesti je tudi dezinfekcijo vodovodne instalacije, kar sme opraviti le pooblaščen oseba, ki mora o uspešnosti izvedbe izdati tudi potrdilo o primernosti vode za pitje. Izvede se tudi preizkus notranjega hidrant. omrežja, kar sme tudi opraviti le pooblaščen oseba, ki o ustreznosti naprave izda potrebno potrdilo.

Ves vgrajeni material mora biti I. kvalitete ter izdelan po SIST ali DIN standardih oz. mora imeti veljavni atest.

Za vsa odstopanja od projekta je potrebno pridobiti soglasje odgovornega projektanta in predstavnika nadzora, vsa morebitna odstopanja pa tudi vnesti v projekt izvedenih del, ki se ob predaji objekta izroči investitorju skupaj z ostalo dokumentacijo.

Ob primopredaji del je predložiti sledečo dokumentacijo:

- izjave po zakonu o graditvi objektov
- dopolnila k projektu za izvedbo kot projekt izvedenih del
- ateste, spričevala, certifikate
- izjave o preizkusih in atestih
- zapisnik o tehničnih meritvah in nastavitvah projektnih parametrov
- navodila za obratovanje in vzdrževanje
- garancijske izjave o kvaliteti izvršenih del
- garancijske liste
- potrjen dnevnik o izvajanju del z zapisom projektnih sprememb
- izjavo o zaključku del, oz. odpravi pomanjkljivosti
- zapisnik o finančnem pobotu

#### 1.3.5. TEHNIŠKI IZRAČUN

Celotno dimenzioniranje vodovodne instalacije je izvedeno na podlagi vršnih pretokov (san. voda po DIN standardih ter ustrezni literaturi) oz. dejanskih pretokov (požarna voda). Celotno dimenzioniranje odtočne kanalizacije je izvedeno na podlagi obremenilnih enot (po DIN standardih ter ustrezni literaturi).

#### SANITARNA VODA – CELOTNI OBJEKT:

|                       |     |    |   |                       |          |                 |
|-----------------------|-----|----|---|-----------------------|----------|-----------------|
| WC kotliček           | kos | 28 | x | 0,13 l/s              | =        | 3,64 l/s        |
| umivalnik             | kos | 50 | x | 0,14 l/s              | =        | 7,00 l/s        |
| pisoar                | kos | 10 | x | 0,13 l/s              | =        | 1,30 l/s        |
| pršna kad             | kos | 9  | x | 0,30 l/s              | =        | 2,70 l/s        |
| pomivalno korito malo | kos | 4  | x | 0,14 l/s              | =        | 0,56 l/s        |
| izliv R ½             | kos | 2  | x | 0,15 l/s              | =        | 0,30 l/s        |
| <b>skupaj</b>         |     |    |   | <b>ΣV<sub>R</sub></b> | <b>=</b> | <b>15,5 l/s</b> |

$$Q_{\max S} = 0,91 (\Sigma V_R)^{0,31} - 0,38 \quad \mathbf{1,75 \text{ l/s}} = 6,29 \text{ m}^3/\text{h}$$

• **HIŠNI PRIKLJUČNI VOD:**

potrebna pretočna količina:

sanitarna voda:

$$Q_{\max S1} = 1,77 \text{ l/s} = 6,37 \text{ m}^3/\text{h}$$

požarna voda – notranji hidranti:

$$Q_{hn} = 2 \times 0,27 \text{ l/s} = 1,95 \text{ m}^3/\text{h}$$

(predvideno obratovanje dveh notranjih hidrantov hkrati)

požarna voda – zunanji hidranti:

Distributer zagotavlja, v skladu s projektnimi

pogoji, 10 l/s  $Q_{hn} =$

$$10 \text{ l/s} = 36 \text{ m}^3/\text{h}$$

kontrola vodomera:

z ozirom na maksimalno pretočno količino, zagotovljeno s strani distributerja, obstoječi vodomer DN80/20 zadošča.

/točno vrsto in tip vodomera določi upravljalec krajevnega vodovodnega omrežja/

- **ODTOČNA KANALIZACIJA:**

- Odtočna fekalna kanalizacija – skupne količine:

|                       |     |    |   |             |          |                |
|-----------------------|-----|----|---|-------------|----------|----------------|
| WC kotliček           | kos | 28 | x | 2,5 AWs     | =        | 70,00 AWs      |
| umivalnik             | kos | 50 | x | 0,5 AWs     | =        | 25,00 AWs      |
| pisoar                | kos | 10 | x | 1,5 AWs     | =        | 15,00 AWs      |
| pršna kad             | kos | 9  | x | 1,0 AWs     | =        | 9,00 AWs       |
| pomivalno korito malo | kos | 4  | x | 1,0 AWs     | =        | 4,00 AWs       |
| izlivnik              | kos | 2  | x | 1,0 AWs     | =        | 2,00 AWs       |
| odtok DN50 (kondenz)  | kos | 20 | x | 0,1 AWs     | =        | 2,00 AWs       |
| T.S. DN70             | kos | 2  | x | 1,0 AWs     | =        | 2,00 AWs       |
| <b>skupaj</b>         |     |    |   | <b>ΣAWs</b> | <b>=</b> | <b>129 AWs</b> |

$$Q_{\max F} = 0,7 \times (\Sigma AWs)^{0,5} = \mathbf{7,95 \text{ l/s}}$$

Potrebam ustreza skupna odtočna cev DN150  
 (h/d = 0,5, i = 2%,  $Q_{\max} = 11,7 \text{ l/s}$ )