

ENAS - Energoaudit a služby, s.r.o.
Senická cesta 26, Banská Bystrica



SOLÁRNY SYSTÉM NA OHREV VODY PRE ZIMNÝ ŠTADIÓN TRENČÍN

1. TECHNICKÁ SPRÁVA

Stavba:	Solárny systém na ohrev vody pre zimný štadión Trenčín
Miesto stavby:	Považská 1 705 / 34, Trenčín
Časť:	TECHNOLOGICKO-POTRUBNÁ ČASŤ
Stupeň:	Projekt pre stavebné povolenie jednostupňový
Stavebník:	Mesto Trenčín, Mierové nám. č.2, 911 64 Trenčín
Projektant:	Ing. Igor Iliaš
Dátum:	08/2020

OBSAH

1. OPIS STAVBY.....	2
2. TEPELNÉ BILANCIE.....	2
2.1 EXISTUJÚCI SYSTÉM NA OHREV PITNEJ VODY	2
2.2 EXISTUJÚCI SYSTÉM NA OHREV ÚŽITKOVEJ VODY.....	3
2.3 TEPELNÉ BILANCIE – NORMOVANÁ POTREBA TEPLA NA OHREV PITNEJ VODY A ÚŽITKOVEJ VODY	3
2.4 DIMENZOVANIE SOLÁRNEHO FV SYSTÉMU	4
3. NAVRHOVANÉ TECHNICKÉ RIEŠENIE	5
3.1 MERANIE A REGULÁCIA	7
4. ZABEZPEČOVACIE ZARIADENIA.....	8
4.1 VÝPOČET EXPANZNEJ NÁDOBY	8
4.2 VÝPOČET EXPANZNÉHO POTRUBIA.....	10
4.3 VÝPOČET POISTNÝCH VENTILOV	10
5. MATERIÁLOVÉ RIEŠENIE	11
5.1 POTRUBNÉ ROZVODY A TEPELNÉ IZOLÁCIE	12
6. POŽIADAVKY NA PROFESIE.....	13
6.1 ROZVOD SILNOPRÚDU	13
7. POŽIADAVKY NA MONTÁŽ	14
8. POŽIADAVKY NA OBSLUHU A PREVÁDZKU	15
9. BEZPEČNOSŤ A OCHRANA ZDRAVIA PRI PRÁCI.....	15
10. SKÚŠKY ZARIADENIA	16

UPOZORNENIE

VŠETKY NAVRHOVANÉ ZARIADENIA, MATERIÁLY A PRVKY UVEDENÉ V TEJTO PROJEKTOVEJ DOKUMENTÁCII SÚ ODPORÚČANÉ. MÔŽU BYŤ NAHRADENÉ OBDOBNÝMI ZARIADENIAMÍ, MATERIÁLMI A PRVKAMI, KTORÉ MAJÚ EKVIVALENTNÉ TECHNICKÉ PARAMETRE, POŽADOVANÚ KVALITU, ŽIVOTNOSŤ, RESPEKTÍVE VYKAZUJÚ KVALITNEJŠIE TECHNICKÉ A UŽÍVATEĽSKÉ PARAMETRE.

1. OPIS STAVBY

Tento projekt navrhuje **nový solárny fotovoltaický (FV) systém na ohrev pitnej vody (OPV) pre zimný štadión** Trenčín. Účelom návrhu solárneho fotovoltaického systému (FV) je úspora nákladov na dodávku tepla na ohrev pitnej vody (OPV) pre sprchovanie, ako aj na ohrev úžitkovej vody pre úpravu ľadovej plochy; a zároveň využitie obnoviteľného bezemisného energetického zdroja – slnečnej energie.

Použité podklady:

- STN 06 0320 Ohrievanie úžitkovej vody. Navrhovanie a projektovanie; STN 13 4309 Priemyselné armatúry. Poistné ventily; STN EN 12 828+A1; a ďalšie platné normy, predpisy, vyhlášky a nariadenia;
- Zameranie skutočného stavu a obhliadka;
- Projektová dokumentácia: „ZIMNÝ ŠTADIÓN – TRENČÍN zameranie súčasného stavu“, vypracoval LOLEX s.r.o., Ing. arch. OLEXÍK Slavomil, dátum 03/2012;
- Projektová dokumentácia: „MODERNIZÁCIA ZŠ PAVLA DEMITRUV TRENČÍNE“, prevádzkový súbor PS-01 TECHNOLÓGIA CHLADENIA, projektant Ing. Ľubomír MANÍK, MRAZ-TECH SLOVAKIA, s.r.o., Jilemnického 4, 080 01 PREŠOV, dátum 01/2018;
- Zadávacie podmienky a požiadavky investora.

S týmto projektom technologicko–potrubnej časti priamo súvisí časť:

- elektroinštalácia;
- statika.

2. TEPELNÉ BILANCIE

Dimenzovanie solárneho ohrevu je nastavené tak, aby ani v najteplejšom letnom mesiaci júli, kedy je najvyššie množstvo dopadajúceho slnečného žiarenia, nedochádzalo k nezužitkovaným prebytkom energie. Informácie o využívaní zimného štadióna sú od správcu. Režim prevádzky zimného štadióna počíta s odstavkou ľadovej plochy počas troch mesiacov v lete, s pohyblivým začiatkom a koncom, v priemere je odstavka máj-jún-júl. Letná športová príprava prebieha aj v lete bez ľadovej plochy, takže športovci sa aj v júli sprchujú v šatniach. Na sprchovanie sa používa ohriata pitná voda, na úpravu ľadovej plochy sa používa upravená a ohriata úžitková voda z vlastnej studne.

2.1 Existujúci systém na ohrev pitnej vody

Na sprchovanie sa používa ohriata pitná voda (OPV). Systém rozvodov v zimnom štadióne je s cirkuláciou teplej vody. V plynovej kotolni v strojovni ústredného vykurovania (ÚK) je inštalovaný existujúci stojatý zásobník ohriatej pitnej vody Tlakon VSO s objemom 2,5 m³ s externým doskovým tepelným výmenníkom AlfaLaval 300 kW pre ohrev teplom z plynovej kotolne. Doskový výmenník je inštalovaný v rámci blokovej stanice prípravy ohriatej pitnej vody „ETL-Ekotherm, BS-TÚV“.

Okrem toho je v čpavkovej miestnosti vedľa kotolne stojatý zásobníkový ohrievač pitnej vody s objemom 5 m³, ktorý v rúrovom vnútornom výmenníku predhrieva pitnú vodu odpadovým teplom zo strojovne chladenia. V prípade nedostatočného výkonu tepla zo strojovne chladenia je aj tu inštalovaný externý doskový výmenník, ktorý dohreje vodu na požadovanú teplotu 50°C teplom z plynovej kotolne.

2.2 Existujúci systém na ohrev úžitkovej vody

Významným energetickým spotrebičom na zimnom štadióne je ohrev úžitkovej vody pre úpravu ľadovej plochy rolbou. Úžitková voda sa ohrieva na teplotu 50°C v externom doskovom výmenníku teplom z plynovej kotolne a akumuluje v existujúcom 2,5 m³ zásobníku ohriatej úžitkovej vody v strojovni rolby (miestnosť „dielňa ľadári“). Zásobník je v prevedení nehrdzavejúca oceľ (nerez). Úžitková voda je z vlastnej studne, nie z vodovodu. Úžitková voda je načerpávaná zo studne v areáli zimného štadióna ponorným čerpadlom. Je dopravovaná potrubím DN32 do strojovne rolby (dielňa ľadári), kde je upravená zmäkčovaním - úpravňa vody Aquina WGD 9100 SXT. Úpravňa vody odstráni uhličitánovú tvrdosť vody. Následne upravená voda prejde cez reverznú osmózu (Kinetico) so zásobnou otvorenou nádržou, ktorá odstráni celkovú minerálovú tvrdosť vody. Zo zásobníka reverznej osmózy je voda čerpadlom dopravovaná do nerezového stojateho zásobníka ohriatej úžitkovej vody NIKRO typ ZVT s objemom 2,5 m³. Tu je externým ohrevom teplom z plynovej kotolne cez doskový výmenník úžitková voda ohrievaná na požadovanú teplotu +50°C. Zo zásobníka si následne ohriatu upravenú demineralizovanú vodu čerpá rolba pre úpravu ľadovej plochy. Spotreba rolby s vlastnou nádržou na ohriatu demi-vodu je približne 1 000 litrov na jeden výjazd.

Ľadová plocha je v prevádzke až od polovice augusta, takže so spotrebou energie na ohrev úžitkovej vody pre rolbu pri návrhu veľkosti solárneho systému neuvažujeme, hoci tento bude slúžiť rovnako aj na predohrev úžitkovej vody pre rolbu, ako aj na predohrev pitnej vody pre sprchovanie.

2.3 Tepelné bilancie – normovaná potreba tepla na ohrev pitnej vody a úžitkovej vody

Priemerný počet sprchujúcich sa osôb za typický deň [os./d]:	300 osôb/d
Priemerná spotreba ohriatej pitnej vody na jedno sprchovanie	45 litr./os
Spotreba 45°C ohriatej pitnej vody	13,5 m ³ /d
Spotreba tepla na ohrev pitnej vody (aj v lete) pre sprchovanie	548 kWh/d
Priemerný počet výjazdov rolby pre úpravu ľadovej plochy	15 krát za deň
Spotreba 50°C ohriatej úžitkovej vody pre jednu úpravu ľadovej plochy	1 000 litrov
Spotreba 50°C ohriatej úžitkovej vody	15,0 m ³ /d
Spotreba tepla na ohrev úžitkovej vody pre úpravu ľadovej plochy	696 kWh/d

Tepelné bilancie – potreba tepla, rekapitulácia:

Spotreba energie na ohrev vody - **letný júlový deň** (iba sprchovanie) **548 kWh/d**

Spotr. energie na ohrev vody - letný **augustový deň** (maximum, sprchovanie + rolba) **1 244 kWh/d**

Návrh veľkosti solárneho systému (dimenzovanie) je na letný júlový deň, kedy je najvyššia intenzita slnečného žiarenia, a kedy je odstavená ľadová plocha. Systém je navrhnutý tak, aby ani v júli nedochádzalo k nezužitkovaným prebytkom energie.

2.4 Dimenzovanie solárneho FV systému

Pri dimenzovaní FV solárneho systému sa vychádza z množstva dopadajúcej slnečnej energie na 1 m² plochy **so sklonom 19°**, s azimutom (odchýlenia od juhu) 11°, v lokalite Trenčín. Sklon FV panelov je daný sklonom a dispozíciou strechy zimného štadióna. FV panely sú navrhnuté s rozstupmi medzi radmi tak, aby si vzájomne netienili. FV panely budú umiestnené na streche haly zimného štadióna na novej samostatnej nosnej konštrukcii, ktorá bude pevne spojená s existujúcou nosnou konštrukciou strechy (viac v časti statika). Rozmiestnenie a zapojenie fotovoltických panelov na streche a el. ohrev. telies v novom solárnych akumuláčnych ohrievačoch v čpavkovej miestnosti rieši projektová dokumentácia v časti elektroinštalácia. Údaje o množstve dopadajúceho slnečného žiarenia v meste Trenčín sú z databázy PV GIS (https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/#MR).

Dopadajúce slnečné žiarenie, Trenčín, sklon 19°, júlový deň, globálne žiarenie: **5,94 kWh/(m².d)**

Uvažovaná účinnosť FV panelov: **16%**

Počet panelov **375 ks**

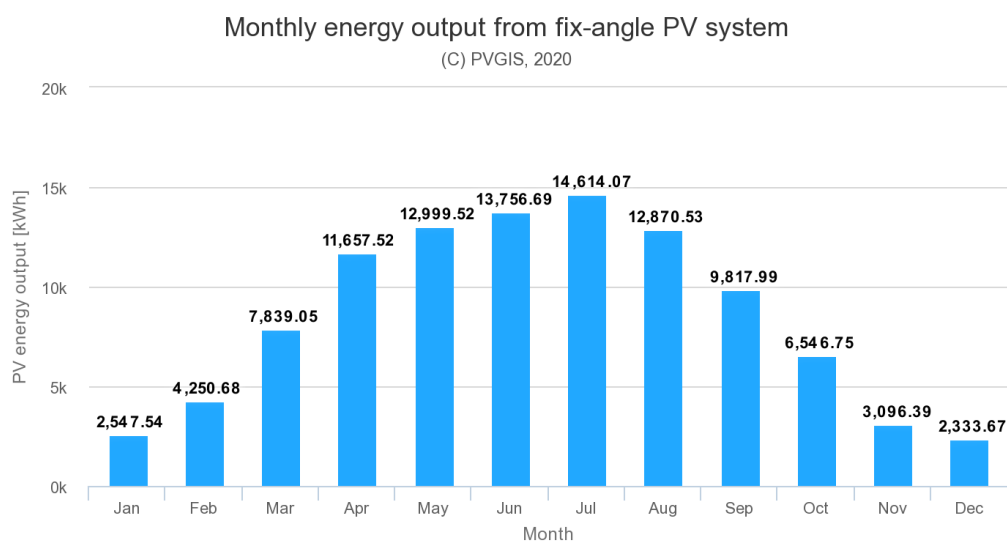
Inšt. výkon fotovoltiky **105 kW_p**

Plocha FV panelov **600 m²**

Letný júlový deň - dodávka energie pri priem. globálnom slneč. žiarení 570,2 kWh/d

CELKOVÁ ROČNÁ DODÁVKA ENERGIE (105 kW_p, sklon 19°): 102 330 kWh/r

Graf: Mesačná predpokladaná dodávka energie FV solárneho systému.



Dodávka energie solárnym systémom bude závislá na klimatických podmienkach v danom roku, ako aj na odbere ohriatej vody v prevádzke. V prípade nedostatku slnečného žiarenia ohrev pitnej vody na požadovanú teplotu, ako aj ohrev úžitkovej vody na požadovanú teplotu, zabezpečí stávajúci systém ohrevu teplom z plynovej kotolne.

3. NAVRHOVANÉ TECHNICKÉ RIEŠENIE

Navrhovaný solárny fotovoltický systém na ohrev vody pozostáva z **375 ks fotovoltických panelov** (uvažované sú polykryštalické kremíkové panely Solvis model SV60 o výkone 280 Wp/ks) umiestnených na netienenej južne orientovanej streche zimného štadióna, prepojediacich káblových vedení (jednosmerný el. prúd), a **3 ks solárnych akumuláčnych ohrievačov vody** Logitex NADO 2000 objem **2,0 m³/ks**, s elektrickými výhrevnými vložkami (6 ks vložiek na jeden ohrievač). Solárne akumuláčny ohrievače budú umiestnené v čpavkovej miestnosti v samostatnom objekte kotolne a strojovne chladenia v areáli zimného štadióna. Solárny akumuláčny ohrievač vody je tepelne izolovaný, stojatý, s 6 ks prírubami pre elektrické ohrevné telesá (jednosmerný prúd z FV panelov). Solárne akumuláčny ohrievače budú hydraulicky zapojené systémom Tichelmann, t.j. súprúd (pozri schému zapojenia). FV panely v prípade dostatku slnečného žiarenia vyrábajú jednosmerný elektrický prúd, pomocou ktorého sa napájajú elektrické ohrevné vložky v solárnych ohrievačoch. Riadenie fotovoltického ohrevu zabezpečí termostat, riešenie je v PD časti elektroinštalácia. V solárnych stojatých akumuláčnych ohrievačoch (položky č. 1, 2 a 3 vo výkresovej dokumentácii) sa bude ohrievať vykurovacia voda, ktorá sa bude dopravovať pomocou obehového čerpadla C1 do doskových výmenníkov tepla:

- výmenník (položka č.6): vykurovacia voda – úžitková demineralizovaná voda (rolba)
- výmenník (položka č.7): vykurovacia voda – pitná voda (sprchy)

V doskovom výmenníku tepla pol.č. 7 sa bude solárnym teplom ohrievať **pitná voda**, ktorú do výmenníka z novo navrhovaného stojatého zásobníka pitnej vody Reflex Storatherm Aqua Load AL 1500/R2_C s objemom 1.5 m³ (položka č.8) dopraví obehové čerpadlo C2. Smaltovaný zásobník pitnej vody (pol.č.8) bude umiestnený v strojovni ÚK vedľa kotolne. Do vstupu zásobníka sa pripojí prívod studenej vody z vodovodu. Výstup zo zásobníka s externým solárnym ohrevom vody sa zapojí naspäť do existujúceho prívodu vody pre existujúci systém ohrevu jednak odpadovým teplom z chladenia kompresorov, jednak teplom z plynovej kotolne cez doskové výmenníky. Zapojenie solárneho ohrevu pitnej vody je zrejmé zo schémy zapojenia. Doskový výmenník tepla pol.č.7 je navrhnutý s ochrannou keramickou vrstvou proti usadzovaniu vodného kameňa. Typ SWEEP SEALIX SXB28Hx56, výkon 105 kW.

Navrhovaný doskový tepelný výmenník pre ohrev pitnej vody (pol.č.7) je s ochrannou keramickou vrstvou proti usadzovaniu vodného kameňa. Uvedené riešenie je zvolené z dôvodu, že do sekundárnej strany priteká stále nová pitná voda z vodovodu so zvýšenou uhličitanovou tvrdosťou. Pri ohreve pitnej vody nad +60°C sa začína zrážať a následne usadzovať tzv. vodný kameň, ktorý po čase upcháva výmenníky, rozvody aj armatúry.

V doskovom výmenníku tepla pol.č. 6 sa bude solárnym teplom ohrievať **úžitková demi voda**, ktorú do výmenníka dopraví obehové čerpadlo C3. Typ doskového výmenníka SWEEP SXB28Hx56, výkon 105 kW. Existujúci stojatý nerezový zásobník ohriatej úžitkovej vody NIKRO typ ZVT, objem 2.5 m³, umiestený v strojovni rolby, miestnosť „dielňa ľadári“, je pre zapojenie solárneho predohrevu nevyhovujúci. Má len dve spodné a dve vrchné prípojky, bez bočných pripojení. V minulosti bol v havarijnom stave, o čom svedčia opravné zvary. Pre pripojenie solárneho predohrevu vody je nutné mať jednu spodnú prípojku pre prívod studenej demi vody, jednu vrchnú prípojku pre odvod ohriatej demi vody, a dve prípojky z boku v dolnej časti zásobníka pre externý solárny ohrev a dve prípojky z boku v hornej časti zásobníka pre externý ohrev teplom z plynovej kotolne. Z uvedených dôvodov je navrhnutá demontáž existujúceho zásobníka NIKRO typ ZVT (položka „F“) a na jeho mieste inštalovanie nového akumuláčného zásobníka pre demineralizovanú upravenú vodu REFLEX RECON 2500/6 z nehrdzavejúcej ocele (pol.č.9), objem 2.5 m³, max. 6 bar, s potrebným počtom a rozmiestnením prípojok. Studená upravená demineralizovaná (demi) voda sa bude zo spodnej časti zásobníka dopravovať obehovým čerpadlom C3 do doskového tepelného výmenníka pol. č.6. V spodnej časti zásobníka sa tak bude ohrievať demi voda solárnym systémom. Navrhovaný je doskový tepelný výmenník SWEP SXB28Hx56, výkon 105 kW, bez ochrany keramickou vrstvou proti usadzovaniu vodného kameňa. Pre prepojenie medzi zásobníkom demi vody a doskovým solárnym výmenníkom sa inštaluje nový potrubný dvojrúrkový rozvod medzi miestnosťou „dielňa ľadári“ na zimnom štadióne a miestnosťou „plynová kotolňa“ v hospodárskom objekte v areáli štadióna. Prechod vonkajším priestorom je ponad pešiu komunikáciu (chodník) šírky 2,95 m vo výške 2,6 m nad terénom, inak budú rozvody vo vnútri vedené pod stropom prízemia zimného štadióna s rozoberateľným sadrokartónovým podhlľadom, a v hospodárskom objekte na pomocných uchytávacích oceľových konštrukciách pod stropom a popri stenách. Úsek vedený vonkajším prostredím sa oplášti oplechovaním. Potrubie bude z plastliníkových rúr PERT-AL-PERT, spájaných lisovaním, trieda 5 v zmysle ÖNORM EN ISO 21003, t.j. $T_{max} = 90\text{ }^{\circ}\text{C}$, prípustný prevádzkový tlak $p_D = 10\text{ bar}$. Najdlhší úsek potrubia sa vybaví dvoma kompenzátormi v tvare „U“, v zmysle výkresovej dokumentácie.

Primárnu stranu solárnych doskových tepelných výmenníkov pol.č.6 a pol.č.7 tvorí uzavretý teplovodný dvojrúrkový systém s núteným obehom vykurovacej vody, so zabezpečovacími zariadeniami: tlaková expanzná nádoba (pol.č.5), poistný ventil a oddeľovacia predradená dochladzovacia nádoba (pol.č.4). Ohrev vody v každom solárnom akumuláčnom ohrievači bude nastavený na max. teplotu vody +90°C. V prípade nedostatku slnečného žiarenia ohrev pitnej vody, ako aj ohrev úžitkovej demi vody, zabezpečí existujúci systém ohrevu teplom z plynovej kotolne, cez existujúce doskové výmenníky. Solárne doskové výmenníky (pol.č.6 a pol.č.7) budú zapojené sériovo, prvý bude pol.č.6 na ohrev úžitkovej demi-vody, kde sa predpokladá väčší a pravidelnejší odber tepla počas prevádzky ľadovej plochy. Druhý bude zapojený doskový výmenník pol.č.7 pre predohrev pitnej vody. Pozri schému zapojenia.

Opis, **dispozícia a zapojenie FV panelov na streche**, vrátane regulácie – pozri **PD** časť elektroinštalácia.

3.1 Meranie a regulácia

Na primárnej strane solárneho ohrevu vody – doskových výmenníkov, bude na spiatočke inštalovaný prietokomer – **merač tepla MT1** (Kampstrup Multical 403, DN40, $q_p = 10 \text{ m}^3/\text{h}$). Merač tepla bude zaznamenávať množstvo energie dodanej solárnym systémom na základe merania prietoku vykurovacej vody na primárnej strane ohrevu a rozdielu teplôt medzi prívodom a spiatočkou.

Teplota ohrevu vykurovacej vody v solárnych ohrievačoch fotovoltickým systémom sa bude nastavovať na termostate, riešenie pozri PD časť elektroinštalácia.

Obehové čerpadlo C1 (primárna strana) bude spínané na základe teploty v akumuláčnom solárnom ohrievači pol.č.3. **Reguláciu zabezpečí** elektromechanický sledovač teploty v solárnom ohrievači **SIEMENS RAK-TW.1000 HB**, s kontrolou nastavenej hodnoty spínania (teplota 20°C) okienkom na veku skrinky, s rozsahom merania 15-95°C, kapilárou 700 mm. Ak je teplota v solárnom ohrievači >20°C, spustí sa čerpadlo C1. Čerpadlo bude napojené do el. siete cez stykač.

Obehové čerpadlo C2 (sekundárna strana ohrevu pitnej vody) bude spínané na základe teploty v akumuláčnom solárnom ohrievači pol.č.3. **Reguláciu zabezpečí** elektromechanický sledovač teploty v solárnom ohrievači **SIEMENS RAK-TW.1000 HB**, s kontrolou nastavenej hodnoty spínania (teplota 20°C) okienkom na veku skrinky, s rozsahom merania 15-95°C, kapilárou 700 mm. Ak je teplota v solárnom ohrievači >20°C, spustí sa čerpadlo C2. Čerpadlo bude napojené do el. siete cez stykač.

Obehové čerpadlo C3 (sekundárna strana ohrevu úžitkovej demi vody) bude spínané na základe teploty v akumuláčnom solárnom ohrievači pol.č.2. **Reguláciu zabezpečí** elektromechanický sledovač teploty v solárnom ohrievači **SIEMENS RAK-TW.1000 HB**, s kontrolou nastavenej hodnoty spínania (teplota 20°C) okienkom na veku skrinky, s rozsahom merania 15-95°C, kapilárou 700 mm. Ak je teplota v solárnom ohrievači >20°C, spustí sa čerpadlo C2. Čerpadlo bude napojené do el. siete cez stykač.

Cirkulácia ohriatej pitnej vody bude zapojená cez trojcestný regulačný rozdeľovací ventil TRV **ESBE VRG131, DN40, Kvs=25**, so **servopohonom ARA 651** (230V, 3-bodový). **Reguláciu ventilu** so servopohonom **zabezpečí** elektromechanický sledovač teploty v solárnom ohrievači **SIEMENS RAK-TW.1000 HB**, s kontrolou nastavenej hodnoty spínania (teplota 45°C) okienkom na veku skrinky, s rozsahom merania 15-95°C, kapilárou 700 mm. Sledovač teploty bude v solárnom ohrievači pol.č.1. Ak je teplota v solárnom ohrievači vyššia ako 45°C, TRV ventil prepne do trasy "A" solárny ohrev; ak je teplota v solárnom ohrievači nižšia ako 45°C, TRV ventil prepne do trasy "B" ohrev v existujúcom systéme odpadovým teplom z chladenia ako aj teplom z plynovej kotolne. Vid' schéma zapojenia. Regulačný ventil TRV bude napojený do el. siete cez relátko so spínacím kontaktom.

FUNKCIA SLEDOVAČA TEPLoty: pri dosiahnutí interne nastaviteľnej teploty vypínania prepína sledovač teploty TW výstupné kontakty (1-2 rozpína, 1-3 zapína); po ochladnutí o veľkosť hysterézie spínania sa kontakty prepínajú naspäť (1-2 zapína, 1-3 rozpína). Týmto zapojením sa dosiahne počas prechodných období (jar, jeseň) v solárnych ohrievačoch ohrev studenej vody z 10°C na vyššiu teplotu bez cirkulácie a následné dohriatie na požadovanú teplotu 50°C v existujúcom systéme. V lete a pri dňoch s vyššou intenzitou slnečného žiarenia, kedy fotovoltický systém ohreje vodu v solárnych ohrievačoch na teplotu viac ako 45°C, bude cirkulácia zapojená aj cez solárny ohrev, aby sa využilo všetko teplo z FV systému.

Na výstupe ohriatej pitnej vody z existujúceho zásobníka ohriatej pitnej vody (pol.A) bude inštalovaný **trojcestný termostatický zmiešavací ventil HONEYWELL TM3400, R2" (DN50)**, rozsah nastavenia 45-65°C, ako ochrana proti obareniu, keďže solárne ohrievače môžu dosiahnuť teplotu ohrevu vody až 90°C. Trojcestný ventil bude primiešavať studenú (10°C) vodu do ohriatej tak, aby sa dosiahla požadovaná teplota na výstupe 50°C.

4. ZABEZPEČOVACIE ZARIADENIA

Zabezpečovacie zariadenie je v zmysle STN EN 12 828+A1. Solárne ohrievače tvoria uzavretý systém s vykurovacou vodou, zabezpečenie pomocou **EXPANZNEJ NÁDOBY S MEMBRÁNOU REFLEX NG 500** (pol.č.5), objem 500 litrov, max. tlak 6 bar, max. teplota 70°C. Inštalovaná bude aj predradená oddeľovacia **dochladzovacia nádoba REFLEX V40** (pol.č.4), objem 40 litrov, max. 10 bar, max. 120°C. Zároveň bude každý ohrievač samostatne istený poistným ventilom **PV ½"-½"** s otváracím **pretlakom o.p. 3 barov**.

Sekundárna strana doskových výmenníkov bude istená poistnými ventilmi **PV ½"-¾"** s otváracím **pretlakom o.p. 8 barov**.

EXISTUJÚCE ZABEZPEČOVACIE ZARIADENIA

V kotolni: na vstupe studenej vody do existujúceho doskového výmenníka ohrevu pitnej vody v rámci stanice ETL-Ekotherm BS-TÚV 300 kW" (pol. „C“) je inštalovaný poistný ventil PV 1" x 5/4" , o.p. 6 barov. Na odbočke do existujúceho zásobníkového ohrievača pitnej vody pol. „E“ ohrevom z odpadového tepla z chladenia je inštalovaná expanzná nádoba „Expanzomat“ s objemom 200 litrov.

V strojovni rolby – dielňa ľadári: na vstupe studenej upravenej demi vody do zásobníka je inštalovaný poistný ventil PV 5/4" o.p. 4 bary. Na vstupe demi vody do existujúceho doskového výmenníka ohrevu teplom z kotolne je inštalovaný poistný ventil PV o.p. 4 bary.

Na cirkulačné potrubie vracajúce sa z rozvodov zimného štadióna sa osadí **zariadenie pre fyzikálnu úpravu vody IPS INDUSTRY DN40**. Jedná sa o **iontový polarizačný systém MM Aqua Swiss**. Pred ním sa osadí filter mechanických nečistôt pre teplú vodu s nerezovým sítkom. Za ním sa osadí separátor kalu Reflex Edirt D 1 ½" M mosadzný, ktorý bude zachytávať kal v podobe mäkkých častíc. Zariadenia fyzikálnej úpravy vody zabraňujú vytváraniu tvrdých kryštalickej nánosov a usadenín vodného kameňa (kalcitu). Zariadenia nevyžadujú elektrické napájanie, obsluhu, údržbu, ani dopĺňovanie žiadnych chemických látok.

4.1 Výpočet expanznej nádoby

Vypočítaný potrebný objem expanznej nádoby pre tri solárne ohrievače je min. 455,3 litrov. Navrhnutá je 1 ks EXPANZNÁ NÁDOBA S MEMBRÁNOU **REFLEX N 500/6**, objem 500 litrov, max. tlak 6 bar, max. teplota 70°C (vo výkresovej dokumentácii pozícia č.5).

Výpočet veľkosti tlakovej expanznej nádoby stojatej podľa STNE N 12828+A1:2014-10 (06 0310):

Parametre vykurovacej sústavy

Objem vykurovacej sústavy	V_{system}	:	6 380 l
---------------------------	---------------------	---	---------

Návrhový začiatkový pretlak v systéme

(Statický tlak + rezerva 0,3bar)	P_o	:	0,6 bar
----------------------------------	-------	---	---------

Otvárací pretlak poistného ventila	P_{otv}	:	3,0 bar
------------------------------------	------------------	---	---------

Konečný návrhový pretlak v systéme

(Maximálny pracovný pretlak v teplom stave
 $P_e = 0,9 * P_{\text{otv}}$)

P_e	:	2,7 bar
-------	---	---------

Maximálna návrhová teplota prívodu	Q_{max}	:	90 °C
------------------------------------	------------------	---	-------

Zväčšenie objemu vody pri maximálnej návrhovej teplote

e	:	3,55 %
---	---	--------

Vodná rezerva min : 31,9 litr.

V_{wr}	:	31,9 l
-----------------	---	--------

Zväčšenie objemu vykurovacej sústavy

$V_e = e * (V_{\text{system}}/100)$

V_e	=	226,5 l
-------	---	---------

Minimálny celkový objem expanznej nádoby

$V_{\text{exp.min}} = (V_e + V_{\text{wr}}) * ((P_e + 1)/(P_e - P_o))$

$V_{\text{exp.min}}$	=	455,3 l
----------------------	---	---------

Pre výpočet objemu **dochladzovacej predradenej oddeľovacej nádrže** je potrebný min. objem 15% z expanzného objemu. Expanzný objem je 226,3 litrov, z toho 15% činí min. objem dochladzovacej nádrže 34 litrov. Navrhnutá je nádrž **REFLEX V40** s objemom 40 litrov, max. 120°C, max. 10 bar (pol.č.4). Oddeľovacia nádrž bude pripojená na akumulčné solárne ohrievače zhora, a na expanznú nádobu zdola, aby ochladená ťažšia voda smerovala do expanznej nádoby.

4.2 Výpočet expanzného potrubia

Výpočet dimenzie poistného potrubia **DN32** k expanznej nádobe bol podľa STN EN 12 828 +A1:

Maximálny výkon FV solárneho systému : 375 ks panelov x 280 W/ks = 105 kW

Maximálny výkon troch solárnych ohrievačov: = 105 kW

Poistné potrubie pre 3 ks solárne ohrievače vody		
$dp = 15 + 1,4 \cdot \sqrt{Q} \geq 19 \text{ mm}$		
Q = 17,0 kW menovitý výkon ohrievača		
dp - VYPOČÍTANÝ PRIEMER POTRUBIA	29,35 mm	
NAVRHOVANÁ DIMENZIA POTRUBIA	DN32	(38 x 2,5 mm)

Výpočet dimenzie poistných potrubí **DN25** k jednotlivých solárnym ohrievačom, podľa STN EN 12 828 +A1:

Maximálny výkon jedného solárneho ohrievača: = 35kW

Poistné potrubie pre ohrievač 35 kW		
$dp = 15 + 1,4 \cdot \sqrt{Q} \geq 19 \text{ mm}$		
Q 35,0 kW menovitý výkon kotla		
dp - VYPOČÍTANÝ PRIEMER POTRUBIA	23,28 mm	
NAVRHOVANÁ DIMENZIA POTRUBIA	DN25	(32x2,5)

4.3 Výpočet poistných ventilov

Poistný ventil **PV 1/2" x 1/2"** otvárací pretlak **3 bar** bude umiestnený na spätočke vykurovacej vody zo solárneho ohrievača, bez možnosti uzatvorenia potrubia medzi ventilom a ohrievačom. Na každý solárny ohrievač pripadá jeden poistný ventil.

Výpočet poistného ventilu pre kotol (podľa STN 13 4309)

P - výkon zdroja **35** [kW] zadávací údaj

p_0 - otvárací tlak pretlakový **0,30** [MPa] **3,0** bar

p - otvárací tlak absolútny **0,40** MPa

tomu odpovedá $r = 2133,7$ kJ/kg

d - vypočítaný prietokový priemer [mm]

A_0 - najmenší prietokový prierez poistného ventilu v [mm²]

G_e - ekvivalentné množstvo sýtej pary

Q_z - zaručený výtok poistného ventilu

Q_{zc} - celkový zaručený výtok poistných ventilov

STN 06 0830

$$G_e = \frac{P}{r} = \frac{35}{2133,7} = 0,02 \text{ kg/s} = \underline{\underline{59,05}} \text{ kg/h}$$

Typ ventilu

Prescor A100 1/2"-1/2" (3bar) ▼

Počet ventilov

1 ventil ▼

$d_0 = 12,0$ mm

$\alpha_w = 0,468$

$A_0 = \pi \cdot d_0^2 / 4 = 3,14 \cdot 12 \cdot 12 / 4 = 113,10$ mm²

$p_1 = 1,1 \cdot p_0 + 0,1 = 1,1 \cdot 0,3 + 0,1 = 0,43$ MPa

$Q_z = 5,25 \cdot A_0 \cdot \alpha_w \cdot p_1 = 5,25 \cdot 113,1 \cdot 0,468 \cdot 0,43 = 119,49$ kg/h

$Q_{zc} = 1 \cdot 119,49 = 119,49$ kg/h

$Q_{zc} > G_e$

Navrhnuté Flamco poistné ventily vyhovujú pre dané parametre v zmysle STN 13 4309, rovnica (5)

5. MATERIÁLOVÉ RIEŠENIE

Jednotlivé typy zariadení sú uvedené vo výkresovej dokumentácii a zozname zariadení.

Solárny stojatý **ohrievač vody LOGITEX NADO 2000** je vyrobený z ocele, maximálny tlak nádrže 3 bary, max. prevádzková teplota v nádobe 90°C. Tepelnú izoláciu nádrže tvorí polyesterové rúno s hrúbkou 80 mm. Súčasťou je horný kryt, kryt prírub a krytky otvorov. Izolácia sa dodáva samostatne zabalená.

Doskový spájkovaný tepelný výmenník **SWEEP SEALIX SXB28Hx56** je vyrobený z nehrdzavejúcej ocele (nerez) s ochrannou keramickou vrstvou proti usadzovaniu vodného kameňa. Teplovýmenná plocha 3.24 m². Dodávaný je s tepelnou izoláciou puzdro EPP.

5.1 Potrubné rozvody a tepelné izolácie

Nové **rozvody vykurovacej vody** (medzi solárnymi ohrievačmi a solárnymi doskovými výmenníkmi) budú z rúr oceľových závitových bežných, prípadne bezšvových, podľa normy STN EN 10255+A1, spájané zváraním, alebo závitovými spojkami, materiál akosti: 11353, P235TR1, St 37. Platia normy STN EN 42 5715 (Rúrky oceľové bezšvové tvárnené za tepla) a STN EN 42 5710 (Rúrky oceľové závitové bežné), mat. 11 353.

Vykurovacie oceľové potrubie bude tepelne izolované skružami z minerálnej vlny s opláštením hliníkovou fóliou (napr. Knauf Thermo-Tek PS Eco ALU).

Armatúry tlaková trieda min. PN10.

Predpísané hrúbky steny tepelnej izolácie:

- | | |
|-----------------|--|
| ○ Potrubie DN25 | hrúbka 20 mm, vnútorný priemer 35 mm (35 x 20) |
| ○ Potrubie DN32 | hrúbka 30 mm, vnútorný priemer 42 mm (42 x 30) |
| ○ Potrubie DN40 | hrúbka 40 mm, vnútorný priemer 48 mm (48 x 40) |
| ○ Potrubie DN50 | hrúbka 50 mm, vnútorný priemer 60 mm (60 x 50) |
| ○ Potrubie DN65 | hrúbka 70 mm, vnútorný priemer 76 mm (76 x 70) |
| ○ Potrubie DN80 | hrúbka 80 mm, vnútorný priemer 89 mm (89 x 80) |

Nové **rozvody studenej a ohriatej pitnej vody, studenej a ohriatej úžitkovej demi vody, a cirkulácie ohriatej pitnej vody**, budú z rúr **plasthliníkových, spájaných lisovacími tvarovkami**. Potrubie bude z plasthliníkových rúr PERT-AL-PERT, spájaných lisovaním, trieda 5 v zmysle ÖNORM EN ISO 21003, t.j. $T_{\max} = 90\text{ }^{\circ}\text{C}$, prípustný prevádzkový tlak $p_D = 10\text{ bar}$. Plasthliníkové rúrky PE-RT sú viacvrstvové rúrky s hliníkovou vrstvou a sú určené pre použitie v systémoch vykurovania, chladenia a rozvodoch pitnej vody. Rúrky sú testované a kompaktilné pre spojenie s lisovanými a závitovými tvarovkami. Dodávajú sa v tyčiach. Pre hlavný rozvod demi vody je navrhnutá dimenzia potrubia 63 x 4.5 mm (vonkajší priemer rúrky 63 mm x hrúbka steny 4.5 mm), v danom prípade je hrúbka hliníkovej vrstvy v rúrke 0.8 mm. Technické údaje: max. prevádzková teplota $+90\text{ }^{\circ}\text{C}$, resp. $+95\text{ }^{\circ}\text{C}$ po dobu 1 roka, havarijná prevádzková teplota (max. 100 hodín) $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$, min. prevádzková teplota $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, max. prevádzkový tlak 10 bar, max. prevádzkový tlak 1 rok 12 bar, koeficient lineárnej rozťažnosti 0,023 mm/mK.

Voľne vedené rúrky pod stropom, resp. popri stene je potrebné v pravidelných intervaloch uchytať pomocou závesov a úchytiel pre voľne vedené potrubie. Závesy a úchyty potrubia by mali mať mäkkú vložku z gumy alebo iného mäkkého materiálu, aby sa zabránilo poškodeniu uchyťavanej rúrky a tiež aby sa zamedzilo prenosu hluku z prúdiaceho média v rúrkach do uchyťavacích konštrukcií (strop, stena). Min. vzdialenosť závesov / úchytiel podľa dimenzie rúrky: DN50 (63x4.5) každých 1.8 m; DN40 (50x4.0) každých 1.7 m.

Tepelné izolácie plast-hliníkových potrubí **vody** budú tepelnoizolačné puzdra z polyetylénových trubíc (napr. Tubolit DG), pre potrubie PERT-AL-PERT 63x4,5 požiť tepelnú izoláciu s hrúbkou steny izolácie 30 mm: TL 64 x 30 DG; pre potrubie PERT-AL-PERT 50x4,0 požiť tepelnú izoláciu s hrúbkou steny izolácie 30 mm: TL 54 x 30 DG.

Úsek vedený vonkajším prostredím sa oplášti oplechovaním z pozinkovaného plechu.

6. POŽIADAVKY NA PROFESIE

6.1 Rozvod silnoprúdu

Požiadavky technologicko-potrubnej časti na silnoprúd:

- pripojiť **čerpadlo C1** (primárna strana solárneho ohrevu): **Grundfos Magna1 50-100 F**, čerpadlo pripojiť cez **stykač** (zopínanie čerpadla bude zabezpečovať cez stykač zariadenie SIEMENS RAK-TW.1000 HB):

Príkon čerpadla P	20.91 .. 425 W
fáza f	50 / 60 Hz
napätie U	1 x 230 V
prúd I MAX	0.22 .. 1.9 A
Krytie IP	X4D
Izolácia	F

- pripojiť **čerpadlo C2** (sekundárna strana solárneho ohrevu – ohrev pitnej vody pre sprchy): **Grundfos UPS 40-60/2 F B**, čerpadlo pripojiť cez stykač (zopínanie čerpadla bude zabezpečovať cez **stykač** zariadenie SIEMENS RAK-TW.1000 HB):

Príkon čerpadla P	250 / 260 / 280 W
fáza f	50 Hz
napätie U	1 x 230 V
prúd I MAX	1.3 A
Krytie IP	X4D
Počet pólov	2
Izolácia	F

- pripojiť **čerpadlo C3** (sekundárna strana solárneho ohrevu – ohrev úžitkovej vody pre rolbu): **Grundfos UPS 40-180 F B**, čerpadlo pripojiť cez stykač (zopínanie čerpadla bude zabezpečovať cez **stykač** zariadenie SIEMENS RAK-TW.1000 HB):

Príkon čerpadla P	650 / 730 / 790 W
fáza f	50 Hz
napätie U	1 x 230 V
prúd I MAX	3.65 A
Krytie IP	X4D
Izolácia	H

Čerpadlá C1, C2 a C3 sa budú nachádzať v plynovej kotolni.

- pripojiť **servomotor ESBE ARA 651**, 230 V, 3-bodový riadiaci signál, ktorý bude osadený na trojcestnom zmiešavacom ventile TRV ESBE VRG131, ktorý bude inštalovaný v miestnosti strojovňa ÚK (vedľa kotolne) na cirkulačnom potrubí. Pripojenie servomotora: 230 V, 50 Hz, príkon 5 VA, krytie IP41, trieda ochrany II. Servomotor pripojiť cez **relátko s prepínacím kontaktom**. Prepínanie trojcestného prepínacieho ventilu bude zabezpečovať cez **relátko** zariadenie SIEMENS RAK-TW.1000 HB).

7. POŽIADAVKY NA MONTÁŽ

Bezpečnostné požiadavky pri stavebných prácach - pri stavebných prácach je potrebné dodržať:

- Ustanovenia § 18 Zákona NR SR č. 124/2006 Z.z. o BOZP, v znení neskorších predpisov;
- Nariadenie Vlády SR č. 396/2006 Z.z. o minimálnych bezpečnostných a zdravotných požiadavkách na stavenisko;
- Vyhlášku MPSV SR č. 147/2013 Z.z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri stavebných prácach a prácach s nimi súvisiacich a podrobnosti o odbornej spôsobilosti na výkon niektorých pracovných činností, v znení neskorších predpisov.

Kotolňa a čpavková miestnosť so zariadeniami solárneho ohrevu je osadená vyhradenými technickými zariadeniami s vyššou mierou ohrozenia. Preto montáž zariadenia môžu prevádzať len oprávnená organizácia so spôsobilými pracovníkmi na uvedené práce. Podrobnosti vydávania **oprávnenia na činnosť** sú uvedené v §15 **Zákona NR SR č.124/2016 Z.z.** o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci. Tepelné zariadenie smú montovať iba organizácie, ktoré majú príslušné oprávnenie, v zmysle **VOYHLÁŠKY č. 234/2014** Ministerstva práce, sociálnych vecí a rodiny Slovenskej republiky z 18. augusta 2014, ktorou sa mení a dopĺňa vyhláška Ministerstva práce, sociálnych vecí a rodiny Slovenskej republiky č. **508/2009 Z.z.**, ktorou sa ustanovujú podrobnosti na **zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci s technickými zariadeniami tlakovými**, zdvíhacími, elektrickými a plynovými a ktorou sa ustanovujú technické zariadenia, ktoré sa považujú za vyhradené technické zariadenia v znení neskorších predpisov.

V zmysle Vyhlášky č.508/2009 Z.z., §18, ods. (2), **vyhradené technické zariadenie skupiny A.b.1** (solárna expanzná nádoba 500 l / 6 bar pol.č.5; akumulačné solárne ohrievače 2 000 l / 3 bar pol.č.1,2 a 3; oddeľovacia nádoba 40 l / 10 bar pol.č.4) môže montovať do funkčného celku na mieste jeho budúcej prevádzky osoba na opravu, ktorá má **písomný doklad o overení odborných vedomostí vyhotovený revíznym technikom**.

Pri **zváraní oceľových rúr** sa kvalifikácia zvárača preukazuje odbornou spôsobilosťou pracovníka zvärať a dokladá sa v zmysle Zákona č. 455/1991 Z. z. o živnostenskom podnikaní v znení neskorších predpisov podľa § 21 a § 29 dokladom, ktorým môže byť:

- zväračský preukaz;
- preukaz zväračského robotníka;
- certifikát – osvedčenie o skúške.

Zväračské práce môžu vykonávať len osoby, ktoré majú platné **oprávnenie**, t.j. majú platný zväračský preukaz alebo preukaz zväračského robotníka s uvedením druhu a rozsahu podľa STN 05 0705.

Je potrebné dodržiavať **Smernicu EP a Rady č.2006/42/ES o strojových zariadeniach** a o zmene a doplnení smernice 95/16/ES (prepracované znenie):

- dodať návod na obsluhu strojných zariadení v slovenskom jazyku;
- dodať vyhlásenie o zhode ES;
- označiť zariadenia výrobným štítkom.

8. POŽIADAVKY NA OBSLUHU A PREVÁDZKU

Systém ohrevu pitnej a úžitkovej vody solárnym fotovoltickým FV systémom bude pracovať automaticky bez nároku na obsluhu. Regulátor zabezpečí spustenie fotovoltického ohrevu akumulčných ohrievačov podľa teploty vody a podľa slnečného žiarenia. Ohrev pitnej vody a úžitkovej vody v doskových výmenníkoch sa spustí v závislosti na dosahovanej teplote v solárnych akumulčných ohrievačoch. FV solárny systém bude **pracovať automaticky**, potrebná je občasná vizuálna kontrola panelov, či nie sú znečistené alebo poškodené. **Fotovoltické panely sú navrhnuté ako bezobslužné.**

Je potrebné aspoň raz ročne skontrolovať funkčnosť automatických odvodušňovacích ventilov. Jediný prevádzkový náklad bude spotreba elektriny na pohon obehových čerpadiel, max. príkon spolu za všetky čerpadlá 1,5 kW.

Obsluhovať vyhradené technické zariadenie určené bezpečnostnotechnickými požiadavkami (expanznú nádobu, ohrievač vody), môže **osoba** na obsluhu vyhradeného technického zariadenia, ktorá má **písomný doklad o overení odborných vedomostí vyhotovený revíznym technikom**; v zmysle Vyhlášky MPSVR SR č.508/2009 Z.z., § 17, ods. 3.

9. BEZPEČNOSŤ A OCHRANA ZDRAVIA PRI PRÁCI

Zariadenia solárneho systému na ohrev vody budú zaradené v zmysle **Vyhlášky č. 508/2009 Z.z. (príloha č.1 – rozdelenie technických zariadení podľa miery ohrozenia)**, do skupiny:

- Akumulačný solárny ohrievač 2 500 l / 3 bar, pol.č.1,2 a 3 – skupina A.b.1;
- Oddeľovacia nádobka 40 l / 10 bar, pol.č.4 - skupina A.b.1;
- Solárna expanzná nádobka 500 l / 6 bar, pol.č.5 – skupina A.b.1.

Z navrhovaných riešení v určených prevádzkových a užívateľských podmienkach nevyplývajú žiadne neodstrániteľné nebezpečenstvá a neodstrániteľné ohrozenia pri budúcej **prevádzke** technologicko-potrubnej časti solárneho systému.

Projekt svojím technickým riešením odstraňuje možné ohrozenia pri prevádzke nasledovne:

- **Točivé stroje (čerpadlo)** - ochrana: všetky točivé časti strojov, ktoré by mohli prísť do styku s obsluhujúcimi osobami, sú zakrytované;
- **Nebezpečné teplo (nad 40°C)** - ochrana: všetky potrubia (s vyššou teplotou ako 40°C) sú tepelne izolované.

Vyhodnotenie zostatkového nebezpečenstva:

Neodstrániteľné nebezpečenstvá počas montáže:

- Možnosť úrazu osôb nedostatočne a nesprávne zabezpečeným pracoviskom;
- Možnosť úrazu osôb nepoužitím pracovných a ochranných pomôcok;
- Možnosť úrazu osôb použitím nesprávnych pracovných a ochranných pomôcok;
- Možnosť úrazu osôb nepoužitím pracovných a technologických postupov;

- Možnosť úrazu osôb použitím nesprávnych pracovných a technologických postupov;
- Možnosť úrazu osôb pádom alebo pošmyknutím;
- Mechanické ohrozenie, pád z výšky a nepriaznivé atmosférické vplyvy (dážď, sneh, ľad, pri montáži aj teplo v letnom období).

Návrh ochranných opatrení:

- Realizovať dielo podľa uvedenej projektovej dokumentácie a citovaných a uvádzaných STN (STN EN ISO 12100 (83 3001) - Bezpečnosť strojov. Všeobecné zásady konštruovania strojov. Posudzovanie a znižovanie rizika);
- Dodržiavať bezpečnostné predpisy vyplývajúce z platných zákonov (Nariadenie Vlády SR č. 395/2006 Z.z. o minimálnych požiadavkách na poskytovanie a používanie osobných ochranných pracovných prostriedkov);
- Používať len schválené technologické postupy od výrobcov osadzovaných materiálov a zariadení;
- Dodržiavať schválené montážne predpisy montážnej organizácie prevádzajúcej montážne práce;
- Spracovať a následne aj dodržiavať schválené prevádzkové predpisy prevádzkovateľa zariadenia;
- Realizovať dielo kvalifikovanými pracovníkmi podľa vyhlášky MPSVaR SR č. 508/2009 Z.z.;
- Používať správne OOP, pracovné pomôcky a pracovné postupy;
- Realizovať dielo len so schválenými, certifikovanými výrobkami a materiálmi s príslušnými atestami – zhodou s CE;
- Školiť pracovníkov a zvyšovať ich vedomostnú úroveň.

10. SKÚŠKY ZARIADENIA

Po montáži zariadení treba previesť:

1. Prepláchnutie potrubia a zariadení;
2. Skúšky tesnosti (tlaková skúška);
3. Prevádzkové skúšky (vykurovací skúška).