


Centrum Energetických a Environmentálních Technologí – Explorer (CEETe)

Projektová dokumentace pro provádění stavby

SO 01.1.52 Chlazení

Technická zpráva

Stavební objekty

Archivní číslo:	20-026-5 / SO 01.1-52
Zhotovitel:	CHVÁLEK ATELIÉR s.r.o. Kafkova 1064/12, 702 00 Ostrava - Moravská Ostrava
Hlavní projektant:	Ing. Martin Ciešlar
Projektant:	Michal Zeman
Vypracoval:	Michal Zeman 
Stavebník:	Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava 17. listopadu 2172/15, 708 00 Ostrava - Poruba
Datum:	05 / 2021

OBSAH:

1. PŘEDMĚT PROJEKTU	4
2. PODKLADY PRO PROJEKT	4
3. TECHNICKÉ ÚDAJE	4
4. POPIS TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ	4
4.1. Popis zdroje chladu	4
4.2. Distribuce chladicí vody a nemrznoucí směsi glykolového okruhu	6
4.3. Volné chlazení	7
4.4. Armatury	7
4.5. Doplnňovací, expanzní a pojistné zařízení	8
4.6. Tepelné izolace	10
4.7. Ochrana před nepříznivými účinky hluku a vibrací	10
4.8. Měření a regulace systému chlazení	10
4.9. Bilance potřeb energií	10
5. BEZPEČNOST PRÁCE, OCHRANA ZDRAVÍ PŘI PRÁCI A OCHRANA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ	11
5.1. Bezpečnost práce	11
5.2. Chladivo	12
5.3. Požadavky na navazující profese	12
5.4. Přehled základních právních předpisů a norem	13

1. PŘEDMĚT PROJEKTU

Část SO 01.1.52 Chlazení řeší zajištění potřeby chladicí vody pro zařízení VZT klimatizující objekt Centra Energetických a Environmentálních Technologí – Explorer (CEETe) a odvodu tepla z okruhů elektrolyzérů. Odběry pro jiná zařízení VZT, či technologické chlazení není tímto souborem řešeno. Případné chlazení technických prostor pomocí split systémů je součástí části VZT.

2. PODKLADY PRO PROJEKT

- Architektonicko – stavební řešení
- Stavebně konstrukční řešení
- VZT a klimatizace
- Podklady technologie elektrolyzérů
- Požárně bezpečnostní řešení

3. TECHNICKÉ ÚDAJE

Předpokládaný maximální požadovaný výkon centrálního objektového zdroje chladu pro potřeby VZT a odvodu tepelné zátěže z okruhů elektrolyzérů je v cílovém stavu do 215kW.

4. POPIS TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ

4.1. Popis zdroje chladu

Pro zajištění potřebného výkonu chladu bude vybudován centrální zdroj chladu o požadované kapacitě s teplotním spádem vhodným pro chlazení VZT (7/13°C). Zdroj chladu bude v koncepci vnitřní vodou chlazená chladicí jednotka (chiller), která bude osazena v prostoru strojovny chlazení, v kombinaci se vzduchem chlazeným adiabatickým chladičem instalovaným ve venkovním prostředí na střeše objektu. Tato koncepce zajišťuje minimum objemu chladiva a možnost volného chlazení pomocí venkovního suchého (adiabatického) chladiče s nízkým akustickým výkonem.

Strojovna chlazení bude klasifikována jako neobsazený prostor. Provozovatel musí zajistit, že přístup je dovolen jen poučeným osobám, které provádějí nutnou údržbu strojovny, nebo celého zařízení. Prostor strojovny musí být temperován, řádně osvětlen, a větrán (strojně).

Chladicí jednotka je vodou chlazená, pro odvod tepla z kondenzátorové strany chladicí jednotky bude vybudován kapalinový okruh plněný nemrznoucí směsí o potřebné koncentraci. Odvod tepla z okruhu chlazení kondenzátoru bude zajištěn vzduchem chlazeným adiabatickým chladičem. Umístění adiabatického chladiče bude na střeše objektu. Adiabatický chladič je navržen na provoz bez skrápění (suchý provoz) do teploty minimálně 30°C. V případě vyšší teploty a zároveň velkého požadovaného výkonu budou skrápěny adiabatické výplně chladiče, které zajistí předchlazení chladicího vzduchu pro zajištění dostatečného výkonu. Množství skrápěné vody musí být regulováno vlastním řídicím systémem na základě skutečného požadavku na potřebu chladicí vody. Napájení skrápěcí vody bude z pitné vody, neodpařená voda bude volně odtékat na střeše objektu. Zajištění skrápěcí vody a její vypuštění při nízkých venkovních teplotách bude zajišťováno automaticky systémem MaR pomocí uzavíracích ventilů s pohonem. Okruh bude také vybaven tepelným výměníkem pro možnost zajištění volného chlazení v případě vhodných tepelných parametrů venkovního vzduchu. Více viz oddíl 4.3 Volné chlazení.

Systém zdroje a rozvodů chladicí vody bude jednookruhový s proměnným průtokem. Pro zajištění minimálního požadovaného průtoku zdrojem chladu bude osazen aktivní bypass řízený dle indukčního průmyslového měřiče průtoku na straně zdroje chladu (dod. MaR).

Základní minimální požadované parametry zdroje chladu při venkovní teplotě 35°C

Chladicí jednotka:

Chladicí výkon min.:	215 kW
EER min.:	2,45
ESEER (Eurovent) min.:	5,8
Akustický výkon max.:	80 dB(A)
Počet kompresorů min.:	4 ks
Počet regulačních stupňů:	min. 4 (nebo plynule, min. výkon max. 25%)

Počet chladivových okruhů min.: 2

Výparník:

Chladicí látka: voda (bez nemrznoucích přísad)
Teplotní spád chladicí vody: 6 K
Teplota vstupní vody: 13 °C
Teplota výstupní vody: 6 °C
Průtok chladicí vody: 9,06 l/s
Tlaková ztráta stroje max.: 20 kPa

Kondenzátor:

Výkon (potřeba odvodu tepla) cca 317 kW
Chladicí látka: voda + propylenglykol 35%
Vstupní teplota: 50 °C
Výstupní teplota: 55 °C
Průtok: 16,1 l/s
Tlaková ztráta: max. 45 kPa
Elektrické připojení:
Příkon provozní max: 95 kW
Napětí: 3 x 400 V
Proud provozní max.: 182 A
Proud startovací soft start: 287 A
Rozměry, hmotnosti, náplně:
Délka max.: 2.100 mm
Šířka max.: 1.000 mm
Výška max.: 1.900 mm
Hmotnost provozní max.: 1.300 kg
Chladivo: bezpečnostní skupina A1 (např. R410A)
Hmotnost chladiva max.: 33 kg

Adiabatický chladič výkon dle chladicí jednotky (při teplotě vzduchu 35°C)

Zkrápění bez rozstříku chladicí vody – chladicí výplně, spínání skrápění nad min. 30°C,
plynulé řízení množství skrápěné vody dle potřeby pomocí regulačního ventilů průtoků vody
a průtokoměru.

Chladicí výkon: 323 kW
Chladicí látka: voda + propylenglykol 35%
Vstupní teplota: 55 °C
Výstupní teplota: 50 °C
Průtok: 59,2 m³/h
Tlaková ztráta max.: 30 kPa
Akustický výkon max.: 75 dB(A)
Elektrické připojení:
Příkon max.: 1,6 kW
Napětí: 3 x 400 V
Proud provozní: 2,5 A
Proud nominální: 3,3 A
Rozměry, hmotnosti, náplně:
Délka max.: 4.100 mm
Šířka max.: 1.420 mm
Výška max.: 1.660 mm
Hmotnost provozní max.: 1.000 kg
Ventilátory: plynulé řízení EC motory
Řízení: autonomní dle teploty výstupní chlazené látky
Možnost vzdálené volby potřeby výstupní teploty pomocí dvou setpointů + noční režim

Zařízení budou osazeny na betonových, nebo ocelových základech (dod. stavby). Zařízení musí být pro eliminaci chvění osazeno na antivibrační tlumiče chvění, které musí být dodávkou zařízení. Základy musí být zhotoveny dle požadavků výrobců dodaného zařízení.

Chladicí jednotka i adiabatický chladič musí mít autonomní řízení výkonu dle výstupní teploty chlazené látky. Výkon adiabatického chladiče musí být volen tak, aby skrápění bylo požadováno nad teplotou okolního vzduchu 30°C, s řízenou spotřebou skrápěné vody dle skutečné potřeby výkonu. Zařízení musí být vybaveno možností externího povolení chodu a zpětné hlášky o provozu/poruše zařízení. Požadovaná je možnost vzdálené volby požadované teploty pro volbu provozu provoz s kompresorovým chlazením / freecooling a nastavení pro noční provoz.

Chladicí jednotka musí být vybavena průtokovým spínačem. Během provozu zařízení nesmí dojít k přerušení dodávky chladicí látky do chladicího agregátu. Čerpadlo, může být vypnuto až po řádném vypnutí zařízení s doběhem. Chladicí jednotka nemůže být bez průtoku chladicí vody provozována, v případě poklesu průtoku pod minimální přípustnou mez je jednotka pro svou ochranu havarijně odstavena, toto odstavení z provozu je za běžného provozu nepřípustné.

4.2. Distribuce chladicí vody a nemrznoucí směsi glykolového okruhu

Chladicí voda bude dopravována k jednotlivým zařízením rozvodným potrubím, oběh chladicí vody zajišťuje čerpadlová stanice okruhu chladicí vody (vodní okruh). Čerpadlová stanice je osazena dvěma čerpadly, z nichž je vždy jedno provozní a jedno záložní (1+1). Volbu provozního čerpadla bude provádět MaR na základě provozních hodin s možností ruční volby obsluhou. Čerpadla budou osazena integrovanými frekvenčními měniči pro možnost nastavení požadovaného výkonu na základě externích tlakových čidel (dod. MaR). Externí tlaková čidla budou umístěna do místnosti 324 strojovna VZT. Nastavení požadované tlakové difference bude provedeno při uvádění do provozu.

Nemrznoucí směs v okruhu kondenzátorové strany bude dopravována rozvodným potrubím, oběh nemrznoucí směsi zajišťuje čerpadlová stanice glykolového okruhu. Čerpadlová stanice je osazena dvěma čerpadly, z nichž je vždy jedno provozní a jedno záložní (1+1). Volbu provozního čerpadla bude provádět MaR na základě provozních hodin s možností ruční volby obsluhou. Čerpadla budou osazena integrovanými frekvenčními měniči pro možnost nastavení požadovaného výkonu. Nastavení požadovaného výkonu bude provedeno při uvádění do provozu.

Úprava vzduchu pro větrání vybraných místností je prováděná vzduchotechnickými jednotkami. Pro chlazení, případně také odvlhčování vstupního vzduchu je využito tepelného výměníku chlazení umístěného v příslušném VZT zařízení. Pro odvod tepelné zátěže vznikající ve vnitřních prostorech (osoby, osvětlení, instalovaná technologie...), kterou není možná odvést zařízením vzduchotechniky, budou ve vybraných místnostech instalovány koncové chladicí jednotky typu fancoil (FCU) v dodávce chlazení, nebo jednotky přesné klimatizace v dodávce VZT.

Pro odvod tepla z okruhů chlazení elektrolyzérů budou instalovány tepelné výměníky s řízením výkonu dle požadované teploty v chladicím okruhu. V rámci tohoto souboru je provedena pouze příprava pro možnost připojení (odbočky s uzávěry, samotné výměníky, rozvody a regulační uzly nejsou dodávkou tohoto souboru), více viz oddíl PS 02.13.3 – Odvod tepla z okruhů elektrolyzérů.

Koncové chladicí jednotky typu fancoil (FCU – fan-coil unit) – jedná se o ventilátorový konvektor, osazený vstupním filtrem, vlastním ventilátorem a tepelným výměníkem pro úpravu vzduchu. Toto zařízení nasává teplý vzduch z místnosti a po jeho tepelné úpravě (ochlazení, případně při provozu vytápění ohřátí) je vzduch opět vyfukován do prostoru. Při chlazení vzniká na tepelném výměníku kondenzát, který je nutný odvést do kanalizace (dod. ZTI).

Systém zdroje je koncipován jako jednookruhový s proměnným průtokem, řízení výkonu odběru chladicí vody jednotlivými zařízeními (VZT, FCU, tepelné výměníky technologie) je vždy prováděno změnou průtoku přes předmětný tepelný výměník škrcením pomocí dvoucestných regulačních ventilů. Požadovaný průtok celým systémem je zajišťován pouze čerpadlovou stanicí zdroje chladu. Při snižování potřeby chladu (zavírání regulačních ventilů) je pak snižován také průtok systémem, zachovány jsou pouze bypassy pro zajištění požadované teploty chladicí vody v místě odběru pro zajištění dostatečně rychlé odezvy na požadavek chlazení. Zdroj chladu (chladicí jednotka) však ke svému provozu pro zajištění správné funkce a požadované přesnosti regulace výstupní teploty vyžaduje určitý minimální průtok. Pro zajištění požadovaného minimálního průtoku bude tedy osazen průmyslový indukční průtokoměr a aktivní bypass osazený dvoucestným regulačním ventilem. Na základě informace z měřiče průtoku bude přes aktivní bypass přepouštěno pouze potřebné množství chladicí vody. Zapojení bypassu do systému je patrné z funkčního schématu.

V systému je využito typových armatur běžného typu v závitovém, přírubovém, nebo drážkovém provedení, v požadované tlakové řadě, materiálu a kvalitě dle protékající látky a požadavků na spolehlivý a hospodárny provoz zařízení. V systému je nezbytné množství diagnostických nástrojů pro sledování správného chodu soustavy.

Řízení výkonu registrů chladu zařízení VZT, FCU a tepelných výměníků technologie bude prováděno pomocí regulačních uzlů řízených MaR. Pro úpravu nastavení parametrů v místnostech budou osazeny místní regulátory připojené také do systému MaR. Systém MaR vyhodnocuje parametry v prostoru s přihlédnutím k nastavení místního ovladače a dle tohoto upravuje požadovaný výkon zařízení.

Řízení výkonu jednotlivých tepelných výměníků je řízeno kvantitativně, tj. změnou průtoku chladicí vody přes chladicí výměníky. Pro řízení výkonu chlazení VZT zařízení a jednotek FCU je vždy použito dvoucestného regulačního ventilu s elektropohonem (dod. chlazení včetně pohonu), napájení 24V, řízení zdvihu regulační kuželky 0-10V. Způsob zapojení jednotlivých registrů je patrný z funkčního schématu.

Veškeré dvoucestné regulační ventily jsou, pro hydraulické vyvážení soustavy, pro nastavení požadovaného průtoku přes výměníky chlazení, pro zajištění vysoké autority regulačního procesu a pro zabránění nežádoucích nadprůtoků přes regulační uzly, použity tlakově nezávislé s plynule nastavitelným omezovačem průtoku.

U vybraných místností, které budou chlazeny i vytápěny pomocí zařízení typu FCU bude využito zařízení v tzv. čtyřtrubkovém provedení, tedy se dvěma tepelnými výměníky (jeden pro chlazení, jeden pro ohřev). Každý tepelný výměník je osazen vlastním řídicím ventilem řízeným systémem MaR dle požadovaného provozu a potřebě výkonu.

4.3. Volné chlazení

Vzhledem k nutnosti zajištění chladicí vody pro místnosti s celoročním vývinem tepla a chlazení technologických okruhů pro chlazení elektrolyzérů se předpokládá provoz zdroje chladu celoroční. Na základě požadavku investora byla zrušena možnost zpětného získávání tepla (ZZT) z výroby chlazené vody pro využití v objektu. Pro možnost zajištění chladicí vody v případě nízkých venkovních teplot je instalován systém volného chlazení neboli freecooling (FC).

Volné chlazení je příprava chladicí vody bez použití kompresorů v chladicí jednotce v případě vhodných teplotních parametrů venkovního vzduchu (zimní období). Princip FC je v tomto objektu navržen pomocí glykolového okruhu kondenzátorové strany a tepelného výměníku. Při provozu FC je pomocí adiabatického chladiče (vždy pouze suchý provoz) zajišťována požadovaná teplota v glykolovém okruhu pro zajištění požadované teploty chladicí vody v systému rozvodu chladicí vody. Požadovanou teplotu chladicí vody v zimním období je vhodné nastavit dle provozních zkušeností co nejvýše, neboť čím je vyšší požadovaná teplota chladicí vody, tím je možnost využití FC vyšší. Volbu provozu systému na strojní (kompresorové) chlazení a FC je prováděno automaticky pomocí uzavíracích armatur s pohonem (dod. MaR). Princip funkce je patrný z funkčního schématu.

4.4. Armatury

V systému je využito typových armatur běžného typu v závitovém, přírubovém, nebo drážkovém provedení, v požadované tlakové řadě, materiálu a kvalitě dle protékající látky a požadavků na spolehlivý a hospodárny provoz zařízení. V případě glykolového okruhu musí být veškeré zařízení ve styku s nemrznoucí směsí odolné vystavení směsi vody a propylenglykolu o minimální koncentraci 40%.

V systému je nezbytné množství manometrů, teploměrů a ostatních diagnostických nástrojů pro sledování správného chodu soustavy. V nejnižších místech rozvodu musí být vždy osazeny vypouštěcí kohouty, v nejvyšších automatické odvzdušňovací ventily s plovákem řízeným bezúkapovým odvzdušňovacím ventilem, případně ruční odvzdušňovací ventily, a to i v případě, že toto místo není přímo určeno projektem. V případě osazení ručních odvzdušňovacích ventilů musí být ovládání umístěno do obsluhy lehce přístupného prostoru.

Veškeré regulační ventily jsou pro hydraulické vyvážení soustavy, pro nastavení požadovaného průtoku přes výměníky chlazení, pro zajištění vysoké autority regulačního procesu a pro zabránění nežádoucích nadprůtoků přes regulační uzly použity dvoucestné, tlakově nezávislé s plynule nastavitelným omezovačem průtoku. Nastavení omezovače průtoku musí být nezávislé na zdvihu regulační kuželky (bez omezení zdvihu). Po provedení proplachů, před spuštěním zařízení musí být všechny regulační armatury nastaveny na požadované parametry dle projektu. Před regulační uzly jsou do potrubí osazeny uzavírací armatury a filtr pevných nečistot.

Regulační ventily pro řízení výkonu FCU mohou být umístěny na přívodu i zpátečce chladicí vody dle montážních možností přímo pod dekoračním krytem zařízení, nebo v blízkosti zařízení na chodbě. Pro zajištění dostatečně rychlé regulační odezvy na potřebu chladicí vody jsou

do systému umístěny aktivní bypassy osazené také dvoucestnými, tlakově nezávislými ventily jako regulační uzly VZT a FCU. Aktivní bypassy budou řízeny reverzně k určenému zařízení. Veškeré regulační ventily a ventily aktivních bypassů budou osazeny elektromechanickými ovládacími pohony s plynulým řízením pomocí signálu 0-10V, napájení bezpečným napájením 24V.

V rozvodech jsou pro kontrolu, případně nastavení požadovaného průtoku osazeny také ruční vyvažovací ventily v místech dle výkresové části. Nastavení ručních vyvažovacích ventilů bude provedeno v průběhu zkušebního provozu. Pro správnou funkci ručních vyvažovacích ventilů je potřeba dodržovat uklidňující délky, které jsou 5D před a 2D za příslušnou armaturou.

4.5. Doplnovací, expanzní a pojistné zařízení

Okruhy chladicí vody i kondenzátorové strany (glykolový okruh) jsou uzavřené, budou proto pro eliminaci nadměrného přetlaku z tepelné roztažnosti vody vybaveny vlastním expanzním zařízením dle velikosti a objemu každého systému. Proti nedovolenému přetlaku v soustavě pak budou dále jištěny pojistnými ventily dle objemu, výkonu a maximálního povoleného přetlaku v soustavě.

Doplňování teplotnosné látky do systému bude automatické na základě poklesu tlaku v systému. V případě vodního systému pomocí cyklonové vakuové odplynovací jednotky pro soustavy chlazení s funkcí doplňování a přímého odplynění doplňovací vody. Řízení doplňování autonomní dle nastavení v řídicím systému stanice. U systému s nemrznoucí směsí bude využita automatická doplňovací stanice glykolových směsí, řízení doplňování bude systémem MaR, neboť se předpokládá využití této stanice také pro doplňování okruhu odvodu přebytečného tepla ze systému akumulace a rekuperace tepla (PS 02.2). Doplnění vody do systému chlazení musí být prováděno vhodnou vodou o požadovaných parametrech dle výrobců chladicího zařízení a VZT.

U tlakových nádob stabilních musí být provedeny zkoušky a revize dle platných norem. Připojení expanzních nádob musí být přes speciální uzavírací armaturu pro připojení expanzních nádob, umožňující odstavení expanzní nádoby od systému. Tato armatura umožňuje vypuštění vody z expanzní nádoby a kontrolu, případně úpravu tlaku vzduchu v expanzní nádobě. Armatura musí být uzpůsobena proti neoprávněné manipulaci.

Tlaková nádoba musí být dodána včetně pasportu tlakové nádoby a výchozí revize. Výchozí revize se provádí před uvedením nádoby do provozu. O výsledku výchozí revize musí být sepsána revizní zpráva. Výchozí revizi provádí revizní technik organizace, která provedla montáž, nebo instalaci nádoby.

Provozní revize zajišťuje provozovatel zařízení. První provozní revize musí být provedena do dvou týdnů po zahájení provozu nádoby, další provozní revize a zkoušky musí být prováděny s přihlédnutím k druhu, konstrukce, stavu a stáří nádoby, provozní tekutině a provozním podmínkám nádob v minimálních lhůtách dle platných norem a zákonů.

Výsledky revizí a zkoušek nádob se zapisují do revizního deníku, karet, nebo se vypracuje revizní zpráva. Revizní zprávy musí být u provozovatele po celou dobu provozu nádoby. Revize musí být provedena revizním technikem. Revizní technik nesmí být současně ve funkci pracovníka zodpovědného za bezpečný a hospodárny provoz nádob a ve funkci pracovníka zajišťující provoz, obsluhu a údržbu nádob jím revidovaných.

Vodní systém:

Vodní systém je opatřen expanzní nádobou o objemu 300l.

Nastavení expanzní nádoby vodního systému:

Tlak vzduchu na exp. nádobě (suchý stav) $P_0 = 1,4 \text{ bar}$

Minimální přípustný přetlak soustavy $P_{\min} = 1,5 \text{ bar}$ (hlášení alarmu)

Minimální provozní přetlak soustavy $P_d = 1,6 \text{ bar}$ (spuštění dopouštění)

Počáteční tlak soustavy (hodnota ukončení dopouštění) $P_a = 1,7 \text{ bar}$

Maximální přípustný přetlak v systému $P_e = 3,5 \text{ bar}$ (hlášení alarmu)

Systém je dále jištěn proti přetlaku pojistnými ventily, které jsou umístěny na expanzním potrubí, zásobní nádobě chladu, tepelném výměníku a zdroji chladu. Mezi zdrojem a pojistným ventilem zdroje nesmí být uzavírací armatura.

Expanzní potrubí je opatřeno pojistným ventilem nastaveným na otevírací přetlak 4bar a manometrem. Na manometru bude vyznačena hodnota 160 kPa (1,6bar), což je minimální přípustný tlak vody za studena v okruhu za klidu oběhových čerpadel a hodnota 350 kPa (3,5bar) znamenající maximální přípustný provozní přetlak soustavy. Situování návarků je patrné z výkresové dokumentace.

Doplňování systému je řešeno pomocí cyklonového vakuového odplyňovacího zařízení pro vodní chladicí soustavy. Zařízení zajišťuje doplňování vody dle nastavených parametrů a také přímé odplynění doplňovací vody pro redukci kyslíku v doplňovací vodě pro ochranu soustavy proti korozi s monitorováním a regulací doplňovací vody integrovaným vodoměrem a solenoidovým ventilem. Ovládání zařízení pomocí barevného dotykového displeje.

Možnost volby pro trvalý provoz, případně automatický provoz. Při automatickém provozu zařízení v případě že není detekován vzduch v soustavě neodplyňuje.

Pro prvotní napuštění systému, případně pro ruční doplnění systému mimo odplyňovací zařízení, je instalován bypass pro ruční plnění.

Doplňování vody do systému chlazení musí být prováděné vhodnou vodou s požadovanými parametry dle výrobce chladicího zařízení a VZT. V systému chlazení se předpokládají pouze běžně využívané materiály pro uzavřené chladicí systémy (ocel, měď a její slitiny, plast, EPDM...). Objem vody v systému cca 6 m³. V případě využití jiného, než běžného materiálu je nutné ověřit správnost návrhu a osazení úpravy vody. Pro úpravu surové vody na vhodné parametry je navržena společná úprava vody pro systém vytápění a chlazení, úprava vody je umístěna v místnosti 114 vodní hospodářství + TUV a je dodávkou souboru SO 01.1.51 Vytápění. Součástí úpravy vody je změkčení vstupní vody a dávkování inhibitorů koroze, který na površích z oceli, hliníku a jeho slitin, mědi a jejich slitin vytvoří ochrannou vrstvu a tím bude celý systém chráněn proti korozi. Aplikace inhibitoru koroze je s proporcionálním dávkováním dle impulzního vodoměru v závislosti na průtoku napájecí vody. Systém musí být prvotně napuštěn a následně doplňován pouze upravenou vodou z této úpravy vody s dostatečným dávkováním inhibitorů koroze. Po výstupu z úpravy vody bude vedena doplňovací voda do strojovny chlazení, kde bude pro zabránění vzniku bakterií, virů a hub, organických vrstev slizu a legionel instalováno ještě šokové dávkování biocidu. Šokové dávkování je již v dodávce chlazení.

Pro dávkování biocidního přípravku je navrženo automatické dávkovací čerpadlo, pomocí kterého bude šokově (předpoklad 1x za 3 týdny) aplikován biocidní přípravek. Nárazově se předpokládá dávka cca 1 litr biocidu (bude upraveno dle skutečného množství vody v systému a dle provozních zkušeností) dodavatelem biocidního přípravku. Dávkovací zařízení bude řízeno spínacími hodinami a dávkování musí probíhat přímo do okruhu, tak aby došlo k rovnoměrnému rozmíchání do celého systému.

Biocidní přípravek, potřebné množství dávky a četnost dávkování musí být ověřeno odbornou firmou dle aktuálních rozborů vody a skutečně navržené úpravy vstupní vody (v dodávce souboru SO 01.1.51 Vytápění) a je doporučováno pravidelně kontrolovat kvalitu vody v systému a případně upravit potřebné dávkování. Zajištění kvality vody v systému je považováno za servisní úkon a není tímto projektem dále řešeno.

Pro dávkovací zařízení je nutné zajistit 2x elektrickou zásuvku 230V.

Kondenzátorová strana zdroje chladu (glykolový okruh):

Glykolový okruh je opatřen expanzní nádobou o objemu 200l.

Nastavení expanzní nádoby glykolového okruhu:

Tlak vzduchu na exp. nádobě (suchý stav) $P_0=1,3\text{bar}$

Minimální přípustný přetlak soustavy $P_{\min}=1,4\text{bar}$ (hlášení alarmu)

Minimální provozní přetlak soustavy $P_d=1,5\text{bar}$ (spuštění dopouštění)

Počáteční tlak soustavy (hodnota ukončení dopouštění) $P_a=1,6\text{bar}$

Maximální přípustný přetlak v systému $P_e=3,5\text{bar}$ (hlášení alarmu)

Systém je dále jištěn proti přetlaku pojistnými ventily, které jsou umístěny na expanzním potrubí, tepelném výměníku pro FC, zdroji chladu a adiabatickém chladiči. Mezi zdrojem a pojistným ventilem zdroje nesmí být uzavírací armatura.

Expanzní potrubí je opatřeno pojistným ventilem nastaveným na otevírací přetlak 4bar a manometrem. Na manometru bude vyznačena hodnota 150 kPa (1,5bar), což je minimální přípustný tlak vody za studena v okruhu za klidu oběhových čerpadel a hodnota 350 kPa (3,5bar) znamenající maximální přípustný provozní přetlak soustavy. Situování návarků je patrné z výkresové dokumentace.

Doplňování glykolového okruhu bude pomocí stanice pro doplňování glykolových směsí, předem připravenou glykolovou směsí na požadované parametry. Koncentrace propylenglykolu min. 35% (bod tuhnutí min. -16,5°C). Doplňování bude na základě povelu z MaR dle tlaku v systému měřeném na expanzním potrubí, případně je možné doplňovat ručně.

4.6. Tepelné izolace

Veškeré rozvody, zařízení a armatury budou opatřeny speciální izolací pro chladicí techniku ze syntetického kaučuku s uzavřenou buněčnou strukturou potřebné tloušťky, ve venkovním prostředí jako ochrana proti povětrnostním podmínkám oplechováno.

Vodní okruh systému 7/13°C bude opatřen izolací o tloušťce min. 25mm bez povrchové úpravy. V místech připojení zařízení je možno upravit tloušťku tepelné izolace s ohledem na montážní a prostorové možnosti při zajištění dostatečné ochrany proti kondenzaci vody, případně zajištění sbírání a odvodu kondenzátu pomocí kondenzátní vaničky zařízení. Glykolový okruh bude opatřen izolací stejného typu o minimální tloušťce 32mm ve vnitřním prostředí bez povrchové úpravy, ve vnějším prostředí ještě opatřeno hydrofobizovanou minerální vlnou tloušťky min. 40mm a jako ochrana proti povětrnostním vlivům oplechováno Al plechem tloušťky 0,7mm.

V místech kotvení musí být použity izolační chladivové objímky pro mechanické kotvení příslušné tloušťky pro zabránění tvorby tepelných mostů v izolaci. Provedení tepelných izolací musí být provedeno parotěsně. Izolace při prostupu stavební konstrukce nesmí být přerušena, prostup musí být zapraven a umožňovat volný pohyb potrubí i s izolací.

4.7. Ochrana před nepříznivými účinky hluku a vibrací

Venkovní část zdroje chladu je vždy zdrojem hluku. Pro eliminaci hlukové zátěže byla vybrána koncepce s vnitřní vodou chlazenou jednotkou a venkovním adiabatickým chladičem s adiabatickými panely, tedy bez rozstřiku skrápěcí vody. Předpokládaný akustický výkon uvažovaného zařízení se předpokládá maximálně 75dB(A), což je hodnota předaná stavbě pro akustickou studii pro zpracování protihlukových opatření tohoto projektu. Tento maximální akustický výkon se předpokládá pouze při maximálním zařízení zdroje, tedy pouze v denní dobu, za vysokých venkovních teplot. V případě poklesu výkonu pak také klesá akustický výkon zařízení. Veškeré zařízení, která jsou zdrojem hluku, nebo vibrací budou osazeny na tlumiče chvění.

Tato část dokumentace dále přímo neřeší zatížení okolí hlukem, pro osazení zdroje musí být, v případě potřeby, vypracována akustická studie popisující další případná potřebná protihluková opatření, která musí být pro zajištění maximálního zatížení hlukem realizována. Protihluková opatření nesmí bránit dostatečnému přísunu chladicího vzduchu k zařízení.

4.8. Měření a regulace systému chlazení

Veškeré řízení systému chlazení bude zajišťováno automatickým systémem měření a regulace (MaR) dle aktuálních potřeb systému a odběru chladu.

4.9. Bilance potřeb energií

Jako zdroj chladicí vody bude využita kompresorová chladicí jednotka v kombinaci s venkovním adiabatickým chladičem, zařízení pro provoz vyžaduje připojení elektrické energie a přípojku napájecí vody.

Systém chladicí vody je uzavřený, po prvotním naplnění systému se pak uvažuje pouze velmi malé občasné doplnění provozních ztrát ze systému, případně pak při údržbě zařízení, při rozšíření zařízení, nebo při požadavku na výměnu náplně systému.

Pro skrápění adiabatického chladiče bude přivedena pitná voda. Skrápění se předpokládá pouze při vysokém zatížení zdroje chladu při teplotě nad 30°C. Pro snížení spotřeby vody musí být adiabatický chladič vybaven systémem pro řízení množství skrápěné vody dle aktuální potřeby. Neodpařená voda ze skrápění není nijak upravována a bude volně odtékat na střechu budovy kde bude odvedena systémem dešťové kanalizace.

Přehled předpokládaných potřeb chladicí vody:

Provoz zdroje chladu	- celoroční
Chladicí médium	- studená voda 7/13°C

Instalovaný výkon místní chlazení	- 157 kW (včetně technologie pro elektrolyzéry)
Instalovaný výkon pro VZT	- 136 kW
Instalovaný výkon celkem	- 293 kW
Předpokládaný součinitel současnosti:	
Místní chlazení	- 0,70
VZT	- 0,75
Předpokládaný výkon současný	
Místní chlazení	- 110 kW
VZT	- 102 kW
Celkem	- 212 kW
Celkový výkon zdroje chladu	- 215 kW

Přehled předpokládaných potřeb elektrické energie:

Chladicí jednotka:	100,0 kW	
Suchý chladič:	5,0 kW	
Čerpadla vodní strana:	2x4,0 kW	(1x provoz, 1x záloha)
Čerpadla glykolový okruh:	2x5,5 kW	(1x provoz, 1x záloha)
Doplňovací stanice glykolu:	1x0,5 kW	(občasný provoz)
Ostatní drobné zařízení:	do 5,0 kW	

Pozn.:

Zařízení je navrženo dle podkladů a parametrů předaných při zpracování projektové dokumentace. V případě, že bude upraveno zadání, nebo požadovaný výkon je nutné posoudit dopad na navržená zařízení a navržené řešení případně upravit. Jedná se zejména o zařízení navržené v rámci provozních souborů, u kterých jsou podklady z nižšího stupně projektové přípravy a mohou se lišit dle skutečně dodaného zařízení.

Nutné ověření se týká zejména těchto provozních souborů:

PS 02.13.5 Vzduchotechnika pro LVT (zařízení VZT 5 Laboratoř LVT a VZT 6 chlazení LVT)

PS 02.14.2 Odsávání technických plynů (VZT 4 Větrání LVVVS)

5. BEZPEČNOST PRÁCE, OCHRANA ZDRAVÍ PŘI PRÁCI A OCHRANA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

5.1. Bezpečnost práce

Při montáži, provozu a údržbě je nutné řídit se všeobecnými zásady pro dodržování bezpečnosti a ochrany zdraví při práci.

Pro vlastní montáž a údržbu platí příslušný bod provozních předpisů a pokyny pro montáž jednotlivých strojů od výrobce. Obsluha je povinna znát a dodržovat především bezpečnostní předpisy uvedené v následujících normách:

ČSN EN 378 - Předpisy pro chladicí zařízení

ČSN EN 50 110 – Obsluha a práce na elektrických zařízeních

Po celou dobu montáže, zkoušek i provozu je nutno dodržovat veškeré bezpečnostní předpisy a zásady bezpečnosti práce vztahující se konkrétní činnosti. Zejména je nutno se řídit vyhláškou ČÚBP č. 48/1982 Sb. ve znění platných předpisů, kterou se stanoví základní požadavky k zajištění bezpečnosti práce a technických zařízení, hygienickými předpisy a předpisy o požární ochraně a výnosy o zajištění bezpečnosti práce na stavbách, při dopravě a transportu.

Dodavatelé jsou povinni v součinnosti s požárním a bezpečnostním technikem stavby zajistit veškerá potřebná bezpečnostní a protipožární opatření a věnovat jim zvýšenou pozornost především při souběhu montážních prací různých profesí.

Všichni pracovníci jsou povinni dodržovat obecně platné předpisy požární ochrany a pravidelně kontrolovat stav zařízení z hlediska požární ochrany.

Pro vlastní montáž a údržbu platí příslušný bod provozních předpisů a pokyny pro montáž jednotlivých strojů od výrobce.

Obsluha je povinná znát a dodržovat především bezpečnostní předpisy uvedené v příslušných normách.

Při montážních pracích a při provozu zařízení je nutné dbát na zajištění bezpečnosti práce. Instalaci, servis, údržbu, opravu, znovuzískání a kontrolu těsnosti zařízení s obsahem fluorovaných skleníkových plynů a látek poškozujících ozonovou vrstvu (tzv. regulovaných látek) smějí provádět jen pracovníci s odpovídající kvalifikací pro prováděné úkony a platným certifikátem Ministerstva životního prostředí pro Stacionární chladicí a klimatizační zařízení, tepelná čerpadla příslušné kategorie.

Při nedovolených zásazích může dojít k ohrožení tlakovým, chemickým a fyziologickým působením a k ohrožení elektrickým napětím.

Na chladicích jednotkách musí být umístěny výstražné tabulky:

Zařízení smí obsluhovat jen pověřený pracovník

Zákaz kouření a přístupu s otevřeným ohněm

Zařízení obsahuje fluorované skleníkové plyny, na které se vztahuje Kjótský protokol a jejich množství

Ochrana zařízení před nebezpečným dotykovým napětím je provedena zemněním podle příslušných norem.

V případě jakékoliv havárie chladicí jednotky je nutné ji okamžitě zastavit, a to buď hlavním vypínacím přímo na zařízení, nebo stop – tlačítky.

5.2. Chladivo

Uvažovaná chladicí jednotka se předpokládá s chladivem R410A, což je běžně užívaná směs chladiv, plně vyhovující platné legislativě, HFC (halogenový uhlovodík) R32 (Difluormetan CH₂F₂ (50%)) a R125 (Pentafluoretan CHF₂CF₃(50%)). Potenciál rozkladu ozonu ODP=0, potenciál globálního oteplování GWP=2088, normální bod varu -51,6 až -51,5 °C, Praktická mezní hodnota (kritická koncentrace) 0,44 kg/m³. Chladivo je zařazeno do bezpečnostní skupiny A1 – žádné šíření plamene, malá toxicita.

Kategorizace mezní hodnoty náplně chladiva dle ČSN EN 378-1:

Strojovna chladu (strojovna neobsazená osobami):

Bezpečnostní skupina chladiva: A1

Kategorie přístupnosti: C – prostory s dozorem (Místnosti, části budov, budovy, kam mají přístup pouze oprávněné osoby, které jsou obeznámeny s obecnými a zvláštními bezpečnostními opatřeními předmětné instituce).

Kategorie zařízení: Nepřímé odvětrávané uzavřené zařízení – teplotonosná tekutina je v přímém kontaktu s obsazeným prostorem, únik chladiva do nepřímého okruhu bude odvětrán do ovzduší mimo obsazený prostor.

Klasifikace umístění: Třída III – Všechny části obsahující chladivo jsou umístěny ve strojovně nebo volném prostranství

Dle tabulky C. 1 – Požadavky na mezní náplň pro chladicí zařízení na základě toxicity je mezní hodnota náplně chladiva pro chladiva bezpečnostní skupiny A1 bez omezení.

V běžném provozu nedochází k uvolňování škodlivin do ovzduší, chladivo nesmí být záměrně vypouštěno. Pokud je pro případ zvýšení tlaku chladiva v chladicím okruhu zařízení vybaveno pojistnými ventily, musí být osazeny na třífázovém přepínacím ventilu, který umožňuje pravidelnou periodickou kontrolu pojistných ventilů bez nutnosti odsátí chladiva ze zařízení.

5.3. Požadavky na navazující profese

Obecně:

- musí se zamezit tomu, aby plyné chladivo, unikající ze strojovny vnikalo do sousedních místností, schodišť, nezastavěných ploch uvnitř budov, průchodů nebo kanalizačních soustav budovy
- v případě nebezpečí musí být možné okamžitě strojovnu opustit
- ve strojovně se nesmí skladovat žádné hořlavé materiály, než jsou chladiva a olej potřebný pro údržbu
- venkovní otvory se nesmí umístit pod schodiště nouzového východu
- veškerá potrubí, kabely a kanály, která procházejí stěnami, stropy a podlahou strojovny se musí nepropustně utěsnit

- alespoň jeden nouzový východ musí vést přímo do volného prostranství, nebo musí nouzový východ vést do spojovací chodby k východu. Dveře v nouzových východech musí být provedeny tak, že se mohou ručně otevřít z vnitřku místnosti (systém proti vzniku paniky)
- venkovní otvory nesmí být umístěny blíže, než 2 m od nouzových únikových schodišť budovy, nebo jiných otvorů budovy (okna, dveře, přívody větrání)

Vzduchotechnika

- zajistit nucené větrání s nezávislým nouzovým ovládáním umístěným vně strojovny a v blízkosti dveří strojovny, stejný vypínač uvnitř strojovny
- musí se zamezit tomu, aby chladivo vnikalo do sousedních místností, schodišť, nezastavěných ploch uvnitř budov, průchodů nebo kanalizačních soustav budovy a unikající plynné chladivo se musí odvádět do venkovního prostoru
- v případě úniku chladiva, musí být strojovna odvětrána do volného prostranství pomocí nuceného větrání. Toto větrací zařízení musí být nezávislé na jakémkoli jiném větracím zařízení
- musí se zajistit dostatečný přívod venkovního čerstvého vzduchu a distribuce tohoto vzduchu v celé strojovně tak, aby nevznikaly mrtvé prostory. Páry použitého chladiva jsou těžší než vzduch, přívod je vhodné volit pod stropem strojovny, odvod u podlahy
- minimální průtok větracího vzduchu pro nouzové větrání min. 350 m³/h, maximálně 15 výměn.
- tepelná zátěž z instalované technologie chlazení cca 5kW

Elektro a MaR

- dálkový vypínač pro zastavování chladicího zařízení umístit vně strojovny v blízkosti dveří strojovny a stejný vypínač uvnitř strojovny na vhodném místě.
- detektory chladiva, nebo senzory kyslíku (chladivo R410A) a poplachové zařízení (akusticky a vizuálně). Chladivo je těžší než vzduch, detektory umístit u podlahy
- v případě vyhlášení poplachu spustit nouzové větrání strojovny, mělo by být osazeno i nezávislé ruční spouštění na stejném místě jako dálkový vypínač chladicího zařízení
- přívod el. energie musí být vypnutelný nezávisle na ostatních zařízeních
- zajisti vhodné osvětlení, musí být k dispozici trvalé nouzové osvětlení přiměřené k tomu, aby umožnilo ovládání zařízení a evakuaci osob v případě poruchy normálního osvětlení

Zdravotechnika

- podlahové vpusti
- přívod pitné vody pro skrápění adiabatických chladičů

5.4. Přehled základních právních předpisů a norem

ČSN EN 378-1	Chladicí zařízení a tepelná čerpadla – Bezpečnostní a environmentální požadavky – Část 1: Základní požadavky, definice, klasifikace a kritéria volby
ČSN EN 378-2	Chladicí zařízení a tepelná čerpadla – Bezpečnostní a environmentální požadavky – Část 2: Konstrukce, výroba, zkoušení, značení a dokumentace
ČSN EN 378-3	Chladicí zařízení a tepelná čerpadla – Bezpečnostní a environmentální požadavky – Část 3: Instalační místo a ochrana osob
ČSN EN 378-4	Chladicí zařízení a tepelná čerpadla – Bezpečnostní a environmentální požadavky – Část 4: Provoz, údržba, oprava a rekuperace
ČSN EN 50110-1 ED.3	Obsluha a práce na elektrických zařízeních
ČSN 33 1500	Elektrotechnické předpisy. Revize elektrických zařízení
ČSN 69 0012	Tlakové nádoby stabilní
Zákon č. 73/2012Sb	o látkách, které poškozují ozonovou vrstvu a o fluorovaných skleníkových plynech
Vyhláška č. 257/2012Sb	o předcházení emisím látek, které poškozují ozonovou vrstvu, a fluorovaných skleníkových plynů
Vyhláška č. 193/2013Sb	o kontrole klimatizačních systémů