

TECHNICKÁ ZPRÁVA – TECHNICKÝ POPIS ŘEŠENÍ

1. ÚVOD

Předmětem řešení této DSP dokumentace jsou rozvody vodního chlazení pro chlazení a vzduchotechniku na akci UKB Zelená etapa, fáze E objekt A19 aby byly zajištěny potřebné chladicí výkony pro vzduchotechniku k pokrytí tepelných zisků a chlazení daných prostor.

1.1. Podklady pro zpracování

Podkladem pro zpracování této PD byla stavební dokumentace stavební části objektu, realizační dokumentace chlazení, a zakreslené změny v PD realizační firmou. Dimenzování systému bylo provedeno podle požadavků profese VZT, tj. profese chlazení zajišťuje potřebné chladicí výkony.

1.2. Výpočtové hodnoty klimatických poměrů

místo: Brno, Česká republika
nadmořská výška: 277 m.n.m.
normální tlak vzduchu: 99,3 kPa
výpočtová teplota vzduchu: léto teplota exteriéru + 32 °C, entalpie 56,0 kJ/kg

2. SEZNAM POUŽITÝCH NOREM A PŘEDPISŮ

Návrh, montáž a provoz systému chlazení je v souladu s příslušnými bezpečnostními a protipožárními předpisy a normami platnými na území České republiky, přitom implicitní hodnoty údajů ve výpočtech dále uvažovaných, jakož i předmětné výpočtové metody jsou převzaty zejména z obecně závazných předpisů a norem:

- Nařízení vlády 361/2007 Sb.ze dne 12. prosince 2007, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci .
- Hygienické předpisy sv.39/1978, Směrnice č.46 o hygienických požadavcích na pracovní prostředí
- Hygienické předpisy sv.58/1985, Směrnice č.66, kterou se mění Směrnice č.46/1978
- Nařízení vlády z 27.11.2000 o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací Sb.č. 502/2000 částka 146
- Vyhláška č. 246/2001 Sb. O požární prevenci
- ČSN 73 0548 - Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů (1986)
- ČSN 12 7010 - Navrhování větracích a klimatizačních zařízení (1988)
- ČSN 73 0802 - Požární bezpečnost staveb (12/2000)
- ČSN 06 0310 – Ústřední vytápění, projektování, montáž
- ČSN 06 0830 – Zabezpečovací zařízení pro teplovodní soustavy
- ČSN 13 0020 – Potrubí. Technické předpisy.
- ČSN EN 378-1 – Chladicí zařízení a tepelná čerpadla: Požadavky na bezpečnost a ochranu životního prostředí. Část 1: Základní požadavky, definice, klasifikace a kritéria výběru
- ČSN EN 378-2 – Chladicí zařízení a tepelná čerpadla: Požadavky na bezpečnost a ochranu životního prostředí. Část 2: Návrh, výroba, zkoušení, značení a dokumentace
- ČSN EN 378-3 – Chladicí zařízení a tepelná čerpadla: Požadavky na bezpečnost a ochranu životního prostředí. Část 3: Instalace a ochrana personálu
- ČSN EN 378-4 – Chladicí zařízení a tepelná čerpadla: Požadavky na bezpečnost a ochranu životního prostředí. Část 4: Provoz, údržba, opravy a regenerace+
- Evropské směrnice pro kontrolu a prevenci legionářské nemoci: United Chemistry 2006

3. ZÁKLADNÍ KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ

Zdrojem chladu je bloková chladicí jednotka se spirálovým kompresorem a vzduchem chlazeným kondenzátorem umístěná na střeše objektu s plnou zimní výbavou do -20°C bez hydraulické sekce, hydraulickou sekce je umístěna ve strojovně CHL a VZT v 1.PP. Zařízení je osazeno na ocelové konstrukci. Teplotní spád chladné vody je 6/12°C (médium upravená voda) a je vyráběna ve zdroji

chladu, po ochlazení z 12 °C na 6 °C, je distribuována jednostupňovým suchoběžným čerpadlem do anuloidu (HVDT), toto čerpadlo je 100% zálohováno a bude podle týdenního cyklu střídáno – tento okruh výroby chladu a jeho distribuci k anuloidu tvoří tzv. primární okruh. Z anuloidu je chladná voda dále distribuována pomocí suchoběžných čerpadel koncových spotřebičů řízených frekvenčními měniči, čerpadla jsou umístěna ve strojovně chlazení. Čerpadla budou pracovat v paralelním provozu, jsou dimenzována na 2x60% průtoku, při poruše jednoho z čerpadel lze systém provozovat na 80% průtoku jedním čerpadlem. Čerpadla koncových spotřebičů, tj. pro okruh fan-coilů a VZT a jsou osazena frekvenčními měniči pro plynulou regulaci otáček (regulace na dp-variabilní, charakteristika dP-v). Tato chladná voda o teplotě 6 °C pojme tepelnou energii ve výměnících fan-coilů a vzt jednotek z chlazeného vzduchu a při výstupní teplotě 12 °C je přivedena zpět do anuloidu a do výparníků zdrojů chladu. Přes chladivový okruh zdroje chladu je odejmuté teplo chladicí vodě z výparníku dopravené pomocí kompresorů do kondenzátoru, kde dochází ke kondenzaci chladiva (ekologické chladivo R410A) při odvádění tepla přes teplosměnnou plochu kondenzátoru do okolního vzduchu pomocí axiálních ventilátorů.

Jednotlivé nápojné body koncových spotřebičů jsou ukončeny uzavírací armaturou a armaturou umožňující měření průtoků teplotnosného média a diagnostiku systému chlazení. Měření chladu není požadováno. Na odbočce rozvodu pro každé podlaží je rovněž umístěny armatury pro uzavírání a měření průtoku.

4. POPIS FUNKCE, OVLÁDÁNÍ A PROVOZNÍCH STAVŮ SYSTÉMU CHLAZENÍ

Primární okruh (okruh výparník – anuloid):

Zdroj chladu je řešen kompaktní chladicí jednotkou ve venkovním provedení, bez hydraulické sekce se zimní výbavou do -10 °C o celkovém chladicím výkonu 149,0 kW, která je umístěna na střeše objektu. Zařízení je osazeno na ocelové konstrukci a je osazeno na antivibračních podložkách, které zabraňují přestupu vibrací do stavební konstrukce. Napojení na rozvod bude přes gumové kompenzátory a všechny prvky budou pružně uloženy (pružné objímky a odpružené závěsy). Vzhledem k nutnosti vypouštět zdroj chladu za extrémních venkovních podmínek, je před zdrojem chladu osazen filtr pro čištění nečistot vzniklých při vypouštění potrubí.

Definici jednotlivých provozních období musí stanovit dodavatel ve spolupráci s profesí MaR dle konkrétně dodaného zařízení. Z hlediska profese CHL je předpokládáno následující rozdělení :

- 1) plný letní provoz (květen-červen až 1.dekáda září) - bez omezení
- 2) přechodné období (září-říjen a poslední dekáda března-duben) - podmíněný omezený provoz (minimální rychlosti větru, denní teploty +5 a více st.C a noční teploty okolo nuly)
 - primární čerpadlo trvale v chodu, při regulovaných otáčkách ventilátoru a hlídané teplotě vody na výstupu přes den bude zdroj odblokován MaR pro provoz POUZE za vyhovujících podmínek).
 - voda je napuštěna a v nevyhovujících podmínkách ji musí ZCH do požadované venkovní teploty -10 °C ochránit (aktivována protimrazová ochrana zdroje a přivedeno napájení do samoregulačních topných kabelů na potrubí)
- 3) zimní provoz (poslední dekáda října až březen - útlum (zdroje odstaveny z provozu) voda ručně vypuštěna ve strojovně ze zdrojové části a zdroj při vypouštění musí být potrubí přivzdušňováno a potrubí mají aktivovanou protimrazovou ochranu a (přechod ze zimního provozu do jarního přechodného období je spojen s napuštěním, čištěním filtru před zdrojem chladu a odvzdušňováním soustavy a je nutná přítomnost pověřené obsluhy).

Vypouštění systému: systémy chlazení nelze vypouštět automaticky prostřednictvím MaR. Části systémů v exteriéru, u kterých je nebezpečí zamrznutí, se musí vypustit ručně za otevřeného přivzdušňovacího ventilu. Dále musí následovat vypouštění a vyčištění filtrů a odstranění zbytků vody z potrubí a výměníků vyfoukáním tlakovým vzduchem

Ochlazená voda (+6 °C) z chladicí jednotky je potrubím přivedena do suterénu, kde je ve strojovně VZT a CHL umístěn zásobník chladu (objem 1000l - celkový objem soustavy je cca 3300l). Tento "primární" okruh je plně podřízen požadavkům zdroje chladu na průtok a čerpadlo bude ovládáno dle sezónních požadavků. Z anuloidu je chladná voda dále distribuována pomocí suchoběžných čerpadel koncových spotřebičů řízených frekvenčními měniči, čerpadla jsou umístěna ve strojovně chlazení. Čerpadla budou pracovat v paralelním provozu, jsou dimenzována na 2x60%

průtoku, při poruše jednoho z čerpadel lze systém provozovat na 80% průtoku jedním čerpadlem. Potrubí je navrženo v nejmenší možné dimenzi z hlediska vzniku hluku v potrubí. Okruh chladicí vody je navržen jako uzavřený a proto je v okruhu umístěna expanzní tlaková nádoba o objemu 80l vyrovnávající vliv objemové roztažnosti vody v důsledku její teplotní změny.

Prvotní napouštění soustavy bude realizováno upravenou vodou dle ČSN. Pro provozní dopouštění malých množství vody (během sezóny max.18l/hod - 0,5% objemu soustavy) je dohodnuto napojení na vratnou větev horkovodu ($t_{\max}=80^{\circ}\text{C}$ PN16) s centrálně upravovanou vodou.

Sekundární okruh (okruh anuloid – koncové spotřebiče):

Hlavní rozvody chladné vody v objektu v dimenzích DN100 až DN20 jsou navrženy v technologii černého svařovaného potrubí. Přípojky ke spotřebičům jsou navrženy z potrubí z polotvrdé mědi spojovaného pájením. Vlastní napojení koncových fan-coilů bude pružnými velkopřůměrovými hadicemi (min.světlost 19mm). Potrubí bude upevněno na stěnách a ke stropu pomocí kluzných tepelně izolačních podložek a konzol. Maximální rozteč závěsů viz. kapitola 6. Izolované potrubí z ocelových trubek je opatřeno základním nátěrem. Rozvod potrubí je v nejvyšším místě a ve směru toku vody osazen odvzdušňovacími armaturami a v nejnižším místě vypouštěcími armaturami. Ve výpisu materiálu je vyhrazena rezerva v odvzdušňovacích a odvodňovacích armaturách pro případné přizpůsobení trasy souvisejícím instalacím.

S ohledem na problematiku těsnost automatických odvzdušňovačů budou nad sádkartonovými podhledy umístěna zařízení se zaručenou těsností bez rizika úkapu (odvzdušňovací nádoby s těsnými odvzdušňovacími ventily budou svedeny nad montážně dostupnou kazetu v blízkosti umývadla či výlevky).

Pro regulaci průtoku do jednotlivých spotřebičů je v potrubním rozvodu u každé FC jednotky umístěn regulátor průtoku TA TBV-C od TA HYDRONIC, všechny osazen měřicími koncovkami. Na těchto armaturách bude předem nastaven požadovaný průtok v procentech a po jejich zabudování do soustavy již není nutno provádět další seřízení. Na každé odbočce do podlaží jsou instalovány vyvažovací ventily s možností měření a nastavení průtoku STAD (STAF) a a regulátor tlakové difference STAP (DA). V tomto místě se dá při problémech překontrolovat hmotnostní průtok větví. Všechny regulační armatury s měřicími vývody budou přístupné pro možnou kontrolu provozních parametrů přes demontovatelné kryty otvorů (dvířka, vyjímatelné kazety,...) v dodávce stavby. Na hlavním filtru u čerpadla bude po dobu zkoušek umístěna filtrační tkanina do úplného vyčištění vody.

Řízení provozu jednotek je řešeno regulací otáček ventilátoru a škrcením média na armatuře TA TBV-C (regulaci dodá část MaR) s úpravou pracovního bodu regulovaného čerpadla. Všechny VZT jednotky jsou řízeny dvoucestnou škrtící armaturou spojitou regulací (dodávka MaR).

5. TECHNICKÉ PARAMETRY

Okruh zdroje chladu

Teplotní spád chladné vody	6/ 12 °C
Střední teplota chladné vody	9,0 °C
Hustota vody při 11 °C	999,8 kg.m ⁻³
Měrná tepelná kapacita při 11 °C	4197,0 J/kg.K

Instalované výkony

Chladicí výkon koncových spotřebičů – FC	68,8 kW
Chladicí výkon koncových spotřebičů – VZT jednotky	70,0 kW
Celkový chladicí výkon koncových spotřebičů	138,5 kW
Instalovaný chladicí výkon zdroje chladu	149,0 kW
Současnost systému chlazení	1,0
Celkový provozní elektrický příkon všech zařízení při max. výkonu (zdroje, čerpadla, ostatní, bez příkonu ventilátoru VZT)	63,0 kW

CELKOVÝ COP SYSTÉMU (k instalovanému výkonu zch) **2,37**

CELKOVÝ COP SYSTÉMU (k instalovanému výkonu spotř.) **2,20**

Akustický tlak suchého chladiče v 20m – umístění v exteriéru u rampy $L_p = 45,7 \text{ dB(A)}$

6. POTRUBNÍ TRASY, ZÁVĚSY, ARMATURY, FILTRY

Pro rozvod chladné vody bude použito ocelových trubek bezešvých hladkých a ocelových trubek závitových, jakost materiálu 11 353.1 a 11373.1 pro rozvody stoupací a 600 mm za požárně dělící konstrukci požárně únikových cest, rozvody potrubí v jednotlivých podlažích k FC a VZT jednotkám bude z plastového potrubí NIBCO SCH40 spojovaného lepením. Potrubí bude vedeno převážně pod stropem, v podhledech. Systém rozvodu dvoutrubkový protiproudý V nejvyšších bodech jsou osazeny automatické odvzdušňovací ventily v nejnižších místech vypouštěcí kohouty (výkresová dokumentace nepostihuje osazení všech těchto armatur).

Potrubí je uloženo na izolačních závěsech ARMAFIX třmeny pro posuvné uložení nebo konzolami z L profilů (typové prvky závěsů). Dilatace potrubí je přirozeně vytvořenými kompenzátory tvaru U, L, Z, na trasách potrubí jsou instalovány pevné body. Potrubí vedená po střeše jsou uložena na ocelové konzole společně s ostatními rozvody, ocelová konstrukce je dodávkou stavby. Spád potrubí min. 0,2%.

Dopojení fan-coilů a vzt jednotek je pomocí plnoprůtočných ohebných ocelových hadic MEIBES v provedení nerez oplet. Doplnění je prováděno automaticky ve strojovně chlazení pomocí napojení na rozvod technologické vody přes soustavu armatur – zajišťuje profese MaR.

Potrubí je osazeno návarky a odběry pro teploměry, tlakoměry a přístroje MaR.

Spojování potrubí je závitovými spoji nebo svařováním (vše dle ČSN), konce potrubí byly před svařováním upraveny, zabroušeny a bylo dbáno na dodržení předepsaných odchylek přiložení obou konců potrubí, je nepřípustné ponechání okují od dělení potrubí ve svaru.

Veškeré napojení, odbočky a rozbočky budou zhotoveny z kolen nebo opatřeny náběhem.

Pro změnu směru byly použity varná kolena a oblouky s poloměrem ohybu $R=1,5xD$ u potrubí DN 32-150 a $R=1,0xD$.

Potrubí bylo vodivě propojeno v souladu s technickými normami.

Ocelové potrubí je zavěšeno na izolačních závěsech do stropu nebo uloženo na konzolách, vzdálenosti jednotlivých závěsů dle dimenzí viz. tabulka.

Dimenze potrubí	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150
Vzdálenost závěsů v m	1,5	2,0	2,3	2,6	2,8	3,3	3,7	4,1	4,5	4,5	4,5

Plastové potrubí je zavěšeno na izolačních závěsech do stropu nebo uloženo na konzolách, vzdálenosti jednotlivých závěsů dle dimenzí viz. tabulka.

Dimenze potrubí	15	20	25	32	40	50	75
Vzdálenost závěsů v m	1,1	1,25	1,45	1,6	1,65	1,9	2,4

Potrubí vedené exteriérem bude opatřeno topnými kabely, jedná se o tyto úseky:

- primární okruh zdroje chladu ZCH (útlumový a zimní provoz) – topné kabely instalované pod tepelnou izolací potrubí, potrubí je chráněné od stropu 3NP po napojení zdroje chlazení, popř. další prvky systému, kde hrozí nebezpečí zamrznutí

Instalaci a ovládání topných kabelů zajišťuje profese elektro, při montáži je nutné zajistit součinnost profesí elektro a chlazení.

Montáž ležatého potrubí v jednotlivých patrech objektu je provedena dle výkresové dokumentace, odbočky pro fan-coily budou vysazeny na hlavním rozvodu s náběhem pod úhlem cca. 60°, veškeré odbočky budou do DN 32, je nutné zabezpečit dostatečně velký otvor do hlavního potrubí pro napojení odbočky.

Při přechodu izolovaného potrubí přes stavební konstrukce oddělující požární úseky v budově je vstup potrubí opatřen požární ucpávkou.

Armatury jsou přírubové a závitové pro PN16, těsnící plochy přírubových armatur jsou s hrubou těsnící lištou. Drobné armatury jsou závitové. Jednotlivé administrativní a obchodní prostory mají potrubní rozvod osazený kulovým kohoutem a vyvažovacím ventilem s uzavírací funkcí a označením nastavení ventilu na jeho štítku.

Proti přenosu chvění do potrubí budou na vstupu a výstupu z chladících jednotek a na čerpadlech osazeny gumové kompenzátory. Gumové kompenzátory není dovoleno zatěžovat potrubním systémem či jiným zatížením, proto musí být potrubí v místě gumového kompenzátoru pečlivě vyvšesné na závěs, gumový kompenzátor umožňuje stlačení, prodloužení, osovou a úhlovou odchylku – vše však dle max. dovolených deformací výrobce.

Zařízení (tj. čerpadla a výměníky) jsou chráněny před možným poškozením či zanesením filtry pro zachycení nečistot z rozsáhlých potrubních rozvodů. Proti prvotnímu poškození výměníků, armatur a čerpadel bylo před spuštěním čerpadel potrubí důkladně propláchnuto, poté jsou jednotlivá zařízení chráněna filtry. Filtry se standardním sítím jsou osazeny na vratných potrubích na sběrači a před čerpadlem primárního okruhu, každý filtr obsahuje vypouštěcí šroub a mimo to je osazen pod tělesem filtru vypouštěcí kohout pro odvodnění filtru během čištění. Pro zachycení drobných nečistot v rozvodu slouží filtry s jemným sítím osazené před čerpadlem na vstupu do výparníku zdroje chladu, tyto filtry jsou dobře přístupné, instalované ve výšce cca. 1200mm, u těchto filtrů se předpokládá pravidelné a časté čištění. Pro důkladné a „civilizované“ čištění filtračních sítí filtrů je ve strojovně instalován nerezový dřez s výtokem studené vody. Před některými regulačními armaturami jsou osazeny navíc závitové filtry.

7. REGULACE SPOTŘEBIČŮ, VYVÁŽENÍ SYSTÉMU

Regulace chladičů vzt jednotek je pomocí dvojcestných ventilů se spojitou regulací (dodávka MaR), regulace fan-coilů je pomocí dvojcestných škrtkových ventilů (termoelektrický pohon řízený „spojitě“ přerušovaným signálem z MaR, ventily jsou dodávkou CHL) a změny otáček ventilátorů. Zdroj chladu a čerpadla na sekundární a primární straně jsou regulovány autonomně z regulace zdroje dle teploty vratného potrubí, MaR s regulací zdrojů ovládá chod jednotlivých zdrojů chladu a signalizuje poruchu.

Vyregulování soustavy je provedeno vyvažovacími armaturami. Každý fan-coil je napojen přes uzavírací armatury, jednotlivé fan-coily a chladiče VZT jednotek je možné přesně zaregulovat pomocí vyvažovacích armatur. Vyvažovací armatury jsou osazeny v potrubí a je k nim umožněn přístup. Měřicí místa vyvažovacích ventilů musí být přístupná i po tepelné izolaci rozvodů, pokud by tepelná izolace zakryla měřicí vsuvky je nutné jejich prodloužení přes izolaci.

Hydraulické vyvážení systému v strojovně chlazení a přeměření průtoků na hlavních větvích koncových spotřebičů je zajištěno pomocí armatur s možností měření průtoku kapaliny STAD (STAF) měření průtoku kapaliny.

8. TEPELNÉ IZOLACE

Potrubní rozvody jsou izolované. Jako izolační materiál potrubí chlazení vedeném v interiéru je navržena izolace z pěnového syntetického elastomeru tl.19-26mm společně se systémem speciálních izolačních závěsů. Tento systém izolací je určen pro chladící okruhy.

Na ležatých rozvodech v objektu je použit systém izolace pomocí samolepících hadic s umístěním spoje směrem dolů pro kontrolu montáže a provozní kontroly stavu izolace. Změny směru jsou navíc přelepeny samolepící páskou.

Pravidla a pokyny k montáži systému izolace Armaflex:

- Povrch izolace musí být čistý a suchý. Jestliže je to nezbytné, povrch je nutno vyčistit pomocí Armaflex čistidla, aby se odstranil prach, špína, olej či mastnota.
- Nástroje užívané pro práci s Armaflexem musí být udržovány v dobrém stavu, t.j. nože dostatečně ostré, lepidlo "čerstvé" a štětce čisté.
- Vždy dbejte na to, aby spoje jednotlivých částí Armaflexu byly pod "tlakem", nikdy ne pod "tahem". To je obzvláště důležité v koncových spojích a při instalaci deskového materiálu na zakřivených plochách.
- Veškeré instalační práce na rozvodech a armaturách musí probíhat za teploty zařízení odpovídající teplotě okolního prostředí, t.j. zařízení by nemělo být v provozu.
- Po dokončení izolační práce s lepením je nutno ponechat izolované rozvody 36 hodin bez provozu z důvodu celkového vytvrzení lepidla.
- Ocelové potrubí a ocelové nádrže je nutné nejdříve očistit a odstranit rez z povrchu a poté natřít vhodným antikorozním nátěrem.
- U každé hadice Armaflexu přilepte oba konce k trubnímu rozvodu pomocí lepidla Armaflex 520. Plocha každé přilepené části by měla být přibližně stejně široká jako je tloušťka

izolace. U potrubí velkých průměrů (obecně nad 219 mm) provádíme izolování pomocí deskových izolací, které doporučujeme lepit na potrubí celoplošně, kde doporučujeme použití samolepicích provedení desek či pásů.

- Mezi izolovanými povrchy trubních rozvodů pro chladicí a klimatizační systémy musí být zachována mezera alespoň 25 mm. Tento volný prostor dovoluje vhodnou cirkulaci vzduchu a zabraňuje kondenzaci.
- Při venkovním použití je nezbytná povrchová úprava (Al plech) do 3 dnů po instalaci.

9. NÁTĚRY

Potrubí z oceli je pod tepelnou izolací opatřeno dvojnásobným základním nátěrem. Neizolované potrubí, ocelové podpěrné konstrukce a ostatní neupravené povrchy jsou opatřeny dvojnásobným základním a dvojnásobným syntetickým vrchním nátěrem. Použitý odstín (např. RAL 7005, před prováděním nátěrů odsouhlasit s architektem) vrchního nátěru je shodný na všech natřených plochách, výjimku tvoří potrubí, kde norma předepisuje jiné značení.

10. ZABEZPEČOVACÍ ZAŘÍZENÍ

Zabezpečovací zařízení tvoří expanzní a pojistné zařízení chladicího systému a zabezpečují pokrytí změn objemu vody v soustavě a zamezení nárůstu tlaku nad dovolenou mez.

Strojovna chlazení

Pro systém chlazení tvoří expanzní zařízení 1ks uzavřené expanzní nádoby PNEUMATEX STATICO SD 80.10. Teplonosným médiem je upravená voda.

Statická výška soustavy	17,3m (od -3,800m po +13,500m)
Umístění expanzního zařízení	-3,800m (strojovna chlazení 1.PP)
Nejvyšší dovolený přetlak soustavy	400 kPa
Objem teplonosné látky v soustavě	3300 litrů
Otevírací přetlak pojistného ventilu	400 kPa
Nejvyšší provozní přetlak soustavy	380 kPa
Nejnižší dovolený přetlak soustavy	190 kPa
Nejnižší provozní přetlak soustavy	200 kPa
Počáteční tlak plynu v expanzní nádobě	400 kPa
Tlak plynu v expanzní nádobě po seřízení	190 kPa

Pojistným zařízením je pojistný ventil umístěný za deskovým výměníkem, mezi pojistným ventilem a výměníkem nesmí být instalována uzavírací armatura.

Výpočet pojistného ventilu na deskovém výměníku - sekundár:

- otevírací přetlak pojistného ventilu 400 kPa
- výměník tepla, teplotní interval $T_1 < 100$, vstup voda, výstup voda

$$S = \frac{2 \cdot Q_p}{\alpha_v \cdot \sqrt{p_{ot}}} \rightarrow \rightarrow \rightarrow S = \frac{2.153,4}{0,444 \cdot \sqrt{400}} = 35 \text{ mm}^2$$

S – plocha sedla ventilu [mm²]

Q_p – pojistný výkon zdroje chladu [kW]

α_v – výtokový součinitel [-]

p_{ot} – otevírací přetlak pojistného ventilu [kPa]

Navržen pojistný ventil DUCO 15/20KD, otevírací přetlak 400kPa, plocha sedla ventilu 113mm².

11. POUŽITÁ MÉDIA A NÁPLNĚ

Výroba a distribuce chladu je uskutečněna pomocí strojního zařízení, pro přenos chladu slouží teponosná média a náplně. Při výrobě chladu je v uzavřených chladicích okruzích zdrojů chladu použito ekologické chladivo R410A, pro distribuci chladu od zdroje ke spotřebičům slouží upravená voda.

11.1. Technologická voda

Teponosným médiem systému chlazení je tzv. technologická voda, kterou je rovněž systém chlazení dopouštěn. Technologická voda dále slouží k dopouštění primárního okruhu zdroje chladu, úprava vody je společná s topnou vodou (dodávka vytápění).

Prvotní napouštění soustavy bude realizováno upravenou vodou dle ČSN. Pro provozní dopouštění malých množství vody (během sezóny max.18l/hod - 0,5% objemu soustavy) je dohodnuto napojení na vratnou větev horkovodu ($t_{\max}=80^{\circ}\text{C}$ PN16) s centrálně upravovanou vodou. Odbočka je vybavena redukčními, pojistnými a měřicími armaturami za vychlazovacím zásobníkem vody (cca 1000mm potrubí DN65-DN80 ve VS), který zajistí zdržení dopouštěné vody minimálně o jeden dopouštěcí cyklus. Sezónní dopouštění tak zvýší teplotu vratné vody do ZCH maximálně o 0.5°C . Dopouštění vody na jaře při přechodu ze zimního provozu by mělo představovat cca 150-180l vody. Zdroj chladu bude spuštěn až po technologické pauze (vychládání, odvzdušňování,...) a zvýšená teplota vody je v tomto období žádoucí.

Pracovní objem vody v uzavřeném systému chlazení: 3300 litrů
Odhadovaná spotřeba vody roční na provozní dopouštění: do 18 litrů/hod.

11.2. Chladivo R410A

V systému chlazení jsou jako zdroje chladu použity chladicí soustrojí se spirálovým kompresorem a vodou chlazený kondenzátorem. Náplň chladicího oběhu je ekologické chladivo R410A, soustrojí má 1 okruh chladiva. Chladicí soustrojí je kompaktní zařízení s plnou provozní náplní chladiva již z výrobního závodu, tj. odpadá plnění při uvádění do provozu. Bezpečnost list chladiva viz příloha TZ.

Náplně chladiva udávané v kg jsou následující:

Náplň chladiva chladicího stroje (maximální) : 2 x 22 kg chladiva R410A
Množství chladiva v systému pro výrobu 1kW chladu : $44/117,08 = 0,376 \text{ kg/kW}$

Max. náplň chladiva R410A pro jeden chladicí stroj (okruh) je 500kg, tj. není nutná detekce chladiva ve vodních okruzích zdroje chladu.

12. NÁROKY NA ENERGIE, EKOLOGIE

Nároky na energie pro zdroje chladu, čerpadla a ostatní zařízení jsou uvedeny na výkrese – schématu chlazení.

Systém je navržen tak, aby byl maximálně hospodárný a ekologii šetřící při všech provozních stavech během svého provozu. Jako zdroj chladu byly použity kompaktní jednotky s nízkými náplněmi chladiva a oleje již z výrobního závodu, což minimalizuje úniky při plnění těchto látek na místě. Zdroje chladu používají při svém provozu ekologické a schválené chladivo R410A. Veškeré prvky systému jsou navrženy z ekologicky šetrných výrobků s možností ekologické likvidace při skončení životnosti zařízení.

13. NÁROKY NA SPOLUSOUVISEJÍCÍ PROFESE

Stavba:

- stavební a výpomocné práce
- otvory pro prostupy včetně zapravení
- energie pro montáž, el. napětí 3/400V/50Hz, 1/230V/50Hz

MaR:

- ovládání zdroje chladu, prodrátování
- regulaci, ovládání, silové připojení, prodrátování s externím FM a hlášení poruchy od všech čerpadel a ostatních zařízení
- regulaci chladicího výkonu chladičů VZT pomocí škrtkových armatur (dodávka MaR)
- regulaci chladicího výkonu fan-coilů pomocí škrtkových armatur (dodávka CHL)
- signalizaci min. tlaku v systému
- dopouštění upravené vody do systému chlazení v kotelně č.m. 1S05 z úpravny vody UT pomocí solenoidového ventilu
- v zimním režimu odstavit dopouštění chladné vody a zdroje chladu (při vypuštění zdroje chladu a potrubí v exteriéru)
- záskok čerpadel primárního okruhu, periodické střídání chodu
- zaplavení strojovny chlazení

Elektro:

- silové připojení, prodrátování
- topné kabely na potrubí vedoucím exteriérem ke zdroji chladu

ZTI:

- osazení podlahové vpusti v místnosti strojovny chlazení č.m. 1S05

Vytápění:

- zajištění min. vnitřní teploty v místnosti strojovny chlazení v zimním období $t_i = 10\text{ }^{\circ}\text{C}$

14. ZKOUŠKY ZAŘÍZENÍ, UVEDENÍ DO PROVOZU

Po montáži rozvodů byl potrubní systém napuštěn, poté bylo provedeno vyčištění a proplach systému, spuštěno čerpadlo a dle potřeby (cca. 3x) provedeno vyčištění filtru. Teprve po vyčištění (vč. filtrů) a propláchnutí potrubí může být systém naplněn provozním médiem a řádně odvzdušněn. Poté bylo provedeno hydraulické vyvážení celého systému a byl vypracován protokol o vyvážení systému (všech vyvažovacích armatur s jejich popisem a uvedením naprojektované a skutečné hodnoty průtoku teplotonosného média).

Před uvedením zařízení do provozu musí být provedené tlakové, dilatační a provozní zkoušky v trvání min. 72 hodin. Při zkouškách je nutné pravidelně kontrolovat tlak v systému.

Seznam nutných kontrol a zkoušek:

- Kontrola prováděných prací a svarů – prováděna během montáže a po montáži
- Kontrola pracovních náplní chladicí jednotky – autorizovaný servis
- Vizuální prohlídka celého systému
- Tlaková zkouška těsnosti
- Ověření funkce uzavíracích armatur a pojistných ventilů
- Ověření funkce odvzdušnění a odvodnění
- Kontrola uložení a spádování potrubí
- Dilatační zkouška
- Kontrola těsnosti systému (svary, závitové a přírubové spoje)
- Kontrola dosažení technologických předpokladů projektu (teploty, tlaky, průtoky)
- Kontrola správné funkce měřících a regulačních armatur
- Kontrola zařízení a systému zda dosahuje jmenovité parametry dané projektem
- Přezkoušení elektrických přístrojů a zařízení, kontrola uzemnění a pospojování

Při tlakové zkoušce postupovat dle ČSN, zkušební přetlak 1,5x provozního tlaku měřeného ve strojovně, tlakování vodou (ne vzduchem!!!).

Zkušební přetlak v systému chlazení $400 \times 1,5 = 600\text{ kPa}$

Při zkoušení vyšší tlakem je nutný přepočet pevných bodů.

Provozní zkoušky trvají min. 72 hodin bez větších provozních přestávek (do 60 minut celkem) a v jejím průběhu se dodržují normální provozní parametry zkoušeného zařízení. V průběhu zkoušky se zaškolí budoucí obsluha zařízení, doporučuji účast obsluhy během provozních i ostatních zkoušek, bude proveden záznam o zaškolení obsluhy, zaškolené osoby jsou určeny provozovatelem (investorem). Provozní zkoušky se provedou za účasti dodavatelů všech částí systému, zástupce investora,

uživatele a projektanta realizačního projektu. Po ukončení provozních zkoušek se vystaví protokol o provedení provozní zkoušky s uvedením výsledku zkoušky a vše se zapíše do stavebního deníku. Pokud se během provozní zkoušky zjistí závady bránící dokončení zkoušky je nutné zkoušky přerušit odstranit závady a provozní zkoušku opakovat. Pokud se provozní zkouška (předání díla) uskutečňuje mimo období hlavního provozu systému je nutné splnit provozní zkoušku v rozsahu, který nám umožňuje daná situace a zpravidla pouze kontrola systému, zda dosahuje jmenovité parametry dané projektem se uskuteční později již za plného provozu systému opět za účasti všech zainteresovaných stran.

15. PROVOZ A OBSLUHA SYSTÉMU, PROVÁDĚNÍ KONTROL A REVIZÍ

Pro správnou funkci celého systému chlazení je nutné zajistit kvalifikované pracovníky pro obsluhu, dozor a údržbu, tito pracovníci musí být řádně zaškoleni o obsluze všech zařízení systému. Doporučuji, aby budoucí obsluha byla přítomna při provozních zkouškách systému a pokud je to možné, aby se budoucí provozovatel pokud je znám účastnil většiny jednání od projektu po výstavbu objektu. Některé složitější celky systému (zdroje chladu, čerpadla) požadují dodavatelem zařízení zaškolení o provozu a údržbě obsluhu zvlášť pro tyto zařízení.

Obsluha musí být s provozem zařízení seznámena prakticky i teoreticky a musí být prokazatelně poučena o všech bezpečnostních předpisech a opatřeních při práci se zařízením a o první pomoci při úrazech elektrickým proudem a chladivem.

Součástí dodávky jednotlivých částí zařízení musí být návod na provoz, obsluhu a údržbu (v národním jazyce). Ochranné prostředky (lékárnička s potřebným vybavením pro první pomoc při úrazech el. proudem a chladivem) a protipožární prostředky (hasící zařízení) zajistí uživatel zařízení.

Před zahájením chladicí sezóny a po jejím ukončení bude každá chladicí jednotka prohlédnuta technikem autorizované servisní firmy – servisní smlouvu o pravidelných servisních podmínkách zajistí uživatel zařízení. Doporučená četnost servisních prohlídek chladicího zařízení je 4x ročně u zařízení pracující celoročně a 2x ročně u zařízení pracující sezónně, popř. je určeno dodavatelem s vazbou na držení záruk za zařízení.

Doporučené kontroly během provozu:

- | | |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1xdenně | <ul style="list-style-type: none"> - vizuální kontrola chladicích strojů včetně pravidelného servisu - vizuální kontrola ostatních zařízení ve strojovně - vizuální kontrola chodu čerpadel - kontrola tlakových poměrů v systému chlazení - vizuální kontrola okruhu úpravy vody – zajišťuje profese vytápění - vyčištění filtrů pokud vykazují tlakovou ztrátu zanesením |
| 1xměsíčně | <ul style="list-style-type: none"> - kontrola funkce pojistného ventilu - kontrola expanzní nádoby, tlaku náplně - kontrola armatur v podhledech, zvláště automatických odvzdušňovacích ventilů - kontrola odvzdušnění systému, odkalení systému na anuloidu |
| 1xčtvrtročně | <ul style="list-style-type: none"> - kontrola stavu tepelné izolace ve strojovně chlazení a venkovních rozvodů - kontrola stavu a těsnosti armatur, správné funkce teploměrů a tlakoměrů - kontrola uzlů ve VZT jednotkách - vizuální kontrola všech armatur v chladicím systému - úklid ve strojovně, důkladné očištění zařízení od prachu (zvláště čerpadel řízených frekvenčními měniči) |
| 1xročně | <ul style="list-style-type: none"> - kontrola výkonu systému a vyvážení systému (pokud se nedosahuje požadovaných parametrů) - kontrola elektro (příkonů a odběrových proudů všech zařízení) - kontrola všech potrubních tras, ohebných napojení - kontrola funkce všech armatur v chladicím systému |

Ostatní kontroly- dány provozními předpisy jednotlivých zařízení (popsány v návodech na provoz a Údržbu jednotlivých zařízení) vč. intervalů provádění a postupu prací

Součástí kontrol musí být i pravidelné provádění revizí elektro na všech zařízeních – viz. profese elektro. Součástí kontrol musí být i pravidelná kontrola ochranných prostředků a protipožárních prostředků.

O jednotlivých kontrolách bude prováděn zápis do zápisového listu kontroly umístěném u zařízení, popř. ve strojovně chlazení. Zápisový list kontroly bude obsahovat podrobný seznam všech

kontrolních či servisních úkonů nutných k provedení na kontrolovaném zařízení, pro splnění kontroly je nutné provést všechny úkony, poté bude proveden zápis s uvedením data, času, a osoby provádějící kontrolu. Pokud kontrola zjistí závadu, či zjistí nedodržení provozních parametrů neprodleně ji oznámí provozovateli, který provede veškeré kroky k jejímu odstranění. Pokud obsluha provádějící kontrolu si nebude jista splněním kontroly rovněž vše oznámí provozovateli. Zápisové listy kontrol budou archivovány po celou životnost chladicího systému.

16. OBECNÁ USTANOVENÍ

Při návrhu zařízení je dbáno na dodržování platných norem a jsou navrhovány pouze výrobky s příslušnou certifikací pro použití v ČR a zemích EU.

17. BEZPEČNOST A OCHRANA ZDRAVÍ PŘI PRÁCI

Po celou dobu montáže, zkoušek i provozu je nutné dodržovat veškeré bezpečnostní předpisy a zásady bezpečnosti práce vztahující se na konkrétní prováděnou činnost. Dále je nutné při všech činnostech používat předepsané ochranné prostředky a potřebné stavební mechanismy a pomůcky s prokazatelnou certifikací či plánem bezpečnostních prohlídek.

Na dveřích strojoven a na zařízení musí být (i v průběhu montáže) umístěny nápisy zakazující vstup a manipulaci se zařízením neoprávněným osobám.

Po celou dobu montáže, zkoušek i provozu je nutné dodržovat veškeré předpisy požární bezpečnosti.

18. ZÁVĚR

Navržené chladicí zařízení a rozvody jsou zkresleny a zpracovány dle skutečných zařízení a rozvodů na stavbě UKB Bohunice.

Navržené chladicí zařízení splňuje nároky kladené na provoz budovy daného typu a charakteru. Sezónní provoz zabezpečuje výrobu a dopravu chladicího média ke koncovým spotřebičům při dosažení max. hospodárnosti zařízení. Veškeré změny při realizaci díla musí být zkontrolovány s investorem a odsouhlaseny projektantem profese chlazení.

Vypracoval: Ing. Vít Jevočin

V Brně, dne: 15.01.2010