

TECHNICKÁ ZPRÁVA

K REALIZAČNÍMU PROJEKTU CHLAZENÍ NÁSTROJÁRNY

1. Úvod

Podkladem pro zpracování projektu byly předané stavební podklady, zadávací podmínky investora a místní šetření. Projekt byl zpracován v souladu s platnými předpisy a normami. Návrh řeší instalaci centrálního zdroje chladu s rozvodem chladicí vody ke strojům v prostoru nástrojárny. V současnosti jsou pro výrobu chladicí vody využívány mobilní chladicí agregáty připojené k jednotlivým strojům. Stávající systém chlazení bude nahrazen novým centrálním zdrojem s potrubním rozvodem k jednotlivým strojům. Teplota chladicí kapaliny přiváděné do strojů je cca 20 °C až 24 °C, ohřátí kapaliny ve strojích je max. o 5 °C. Při teplotách kapaliny pod 18 °C a nad 30 °C nelze stroje provozovat. Elektrotechnická zařízení silnoproudu a MaR jsou součástí samostatných projektů.

2. Popis zařízení

Předmětem dodávky je zařízení pro výrobu chladicí vody a doprava chladicí směsi do 8 obráběcích strojů instalovaných v prostoru nástrojárny. Potřebný chladicí výkon se předpokládá cca 60 kW, z toho v 1. etapě výstavby cca 30 kW. V zimním provozu bude pro chlazení využíván free-cooling. Všechna cirkulační čerpadla budou zdvojena pro zajištění 100% provozní zálohy a vybavena motory řízenými frekvenčním měničem, případně EC motory. Přípojky chladicí vody ke strojům budou osazeny regulátory průtoku a uzavíracími armaturami se servomotory. Přívod chladicí vody do každého stroje bude zajištěn pouze při provozu. Výrobek chladné vody bude jeden, provozní záloha chlazení strojů při jeho odstavení z provozu bude zajištěna vodou z rozvodu pitné vody v hale. Umístění chladicí jednotky a dalšího zařízení je navrženo v úrovni skladu v 2.NP. Zdrojem chladicí vody bude výrobek chladné vody, t.j. chladicí jednotka se suchým chladičem o výkonu 124 kW. Suchý chladič bude umístěn ve venkovním prostoru na střeše výrobní haly a v zimním období bude využíván pro free-cooling. Součástí systému chlazení je rovněž akumulární nádoba, která slouží i jako hydraulický vyrovnávač tlaků a oběhová čerpadla okruhu výparníku rozvodných okruhů.

Chladicí jednotka.

Uvažuje se s použitím chladicí jednotky s vodou chlazeným kondenzátorem, které bude pracovat s teplotou vody na výstupu z výparníku 7°C.

Technické parametry jednotky:

chladicí výkon :	124 kW
elektr. Příkon :	40,2 kW
chladiivo :	R410A
množství :	13 kg
chlazené medium :	voda
obíhající množství:	21,5 m ³ /h
tlaková ztráta výparník:	28,6 k Pa
tlaková ztráta kondenzátor:	41,7 k Pa
teplota vstupní :	13 °C
teplota výstupní :	7 °C
hladina ak. výkonu :	78 dB(A)
provozní hmotnost :	725 kg
délka :	1222 mm
šířka :	873 mm
výška :	1496 mm

Provozní náplně

Chladicí zařízení

Jako chladivo je v chladicí jednotce použito R410A. Chladicí medium spadá do skupiny chladiv (skupina A Montrealského protokolu resp. jeho dodatků), které jsou vhodné svým použitím z hlediska omezení dle zák. 211/93 sb. resp. jeho novely 86/95 sb. Chladivo je nehořlavé, nevýbušné a není nijak zdraví škodlivé. Jedná se o směs 50% R32 (CH₂F₂)

a 50% R125 (C₂HF₅).

Vlastnosti:

- ~ potenciál rozkladu ozónu : ODP = 0
- ~ skleníkový efekt : GWP = 1980

Potrubní rozvod

Jako pracovní medium bude v potrubním rozvodu používána upravená voda.

Suchý chladič

Uvažuje se s použitím suchého chladiče se třemi ventilátory. Spínání ventilátorů je řízeno RaM v závislosti na teplotě ochlazené vody. Propojení mezi chladicí jednotkou a chladičem bude provedeno plastovým potrubím s tepelnou izolací.

Technické parametry zařízení:

chladicí výkon :	168 kW
vstupní/ výstupní teplota :	45 / 40°C
vnitřní objem :	29,6 dm ³
rozměry přípojek	
vstup/výstup :	2x DN 65
vzduchový výkon :	72000 m ³ /h
otáčky ventilátoru :	865 1/ min
el. příkon :	3x1,7 kW
EC motory	
hladina ak. výkonu :	86 dB(A)
provozní hmotnost :	790 kg
délka :	4100 mm
šířka :	2260 mm
výška :	1333 mm

Suchý chladič bude v zimním období využíván pro free-cooling. Chladicí jednotka bude v období nízkých venkovních teplot odstavena z provozu a suchý chladič bude provozován spolu s deskovým výměníkem umístěným ve strojovně. Proudění chlazené vody a glykolové směsi bude pomocí trojcestných ventilů přesměrováno z výrobníku chladné vody do deskového výměníku.

Technické parametry deskového rozebíratelného výměníku:

hmotnostní průtok: voda 21 m³/h , tlak. Ztráta 35 kPa
glykol 35%, 22,9 m³/h, tlak. Ztráta 52 kPa

vnitřní objem :	36 dm ³
rozměry přípojek	
vstup/výstup :	4x DN 100
přestupní plocha :	32,6 m ²
počet desek :	50
provozní hmotnost :	708 kg
délka :	611mm
šířka :	524 mm
výška :	1922 mm

Pojištění systému.

Chladicí systém na výparníkové i kondenzátorové straně je tlakový uzavřený s tlakem do 4 bar. Objemové změny vodního okruhu jsou kompenzovány expanzní nádobou, která zajišťuje udržování konstantního tlaku v soustavě. Tlaková expanzní nádoba s membránou je doplněna pojistným ventilem nastaveným na otevírací přetlak 300 a 350 kPa. Odfuk pojistného ventilu vodního okruhu bude sveden do nálevky napojené na odpadním potrubím do kanalizace. V okruhu bude zajištěno automatické udržování statického tlaku na min. 50 kPa doplňováním upravené vody. Tlak v systému bude hlídán RaM a jeho pokles pod nastavenou mez signalizován. Kondenzátorový okruh bude naplněn glykolovou směsí s konc. 35%. Odfuk pojistného ventilu glykolového okruhu bude sveden do sběrné nádrže. Tlak v systému bude hlídán RaM a jeho pokles pod nastavenou mez signalizován. Plnění a doplňování nemrznoucí směsi bude zajištěno ručně pomocí zařízení jehož součástí je dopravní čerpadlo s nádrží na mísení glykolu s vodou.

Oběhová čerpadla

Oběh kapaliny v jednotlivých okruzích zajistí vždy dvojice oběhových čerpadel s frekvenčními měniči (případně EC motory). Jedno čerpadlo bude v provozu, druhé jako 100 % rezerva, střídání čerpadel v provozu zajistí automatika.

1. okruh kondenzátoru:

Vysokotlaké odstředivé čerpadlo: průtok 31,4 m³/h, dopravní výška 25 m, DN 65, PN 16, příkon 4 kW, 3x400 V ,

2. okruh výparníku:

Odstředivé čerpadlo DN 80 Q=21,5 m³/h, H=6,4 m, P= 0,9 kW / 230V, EC motor

3. okruh vzduchotechniky

Odstředivé čerpadlo Q=10 m³/h, H=8 m, P= 0,59kW / 230V, EC motor

4. okruh strojů – chladná voda

Odstředivé čerpadlo- Q=12 m³/h, H=7 m, P= 0,59kW / 230V , EC motor

5. okruh deskového chladiče strojů

Odstředivé čerpadlo - Q=12 m³/h, H=5 m, P= 0,31kW / 230V ,EC motor

6. okruh strojů

Vysokotlaké odstředivé čerpadlo průtok 12,0 m³/h, dopravní výška 40 m, DN 6/4", PN 16, příkon 2,2 kW, 3x400 V ,

7. okruh antikorozní směsi strojů s chlazením vřetene

Vysokotlaké odstředivé čerpadlo Q= 0,66m³/h, H=55 m, P= 0,75 kW / 400V , včetně snímače tlaku, včetně frekvenčního měniče 2,2 kW, IP 55 (pro každý stroj bude jedno čerpadlo

Oběh chladicí vody.

Rozvodné potrubí z trubek plastových PP-R spojovaných svařováním bude uloženo pod střechou ve výši ca 5,8 m nad podlahou ve spádu směrem k akumulční nádrži. Potrubí se uchytlí pomocí systémových úložných prvků. Chladicí voda bude rozváděna k obráběcím strojům a vodním chladičům instalovaným ke dvěma stávajícím větracím jednotkám. V každém z těchto 2 okruhů bude jiná provozní teplota vody.

A/ Okruh strojů

Z rozvodného potrubí bude vysazeno celkem 8 odboček k obráběcím strojům. Celkem 4 stroje budou připojeny v I. etapě (stávající stroje), další 4 stroje v II.etapě (budoucí rozšíření). Odbočky budou opatřeny kulovými uzavíracími kohouty, regulátory průtoku a uzavíracími armaturami se servomotory. Servomotor otevře přívod chladicí vody pouze při provozu stroje. Oběh chladicí kapaliny o parametrech max. 18/25°C mezi stroji a akumulční nádobou s deskovým výměníkem tepla zajistí dvojice oběhových čerpadel s frekvenčními měniči. Jedno čerpadlo bude v provozu, druhé jako 100 % rezerva, střídání čerpadel v provozu zajistí automatika. Provozní záloha chlazení

strojů při odstavení výrobniku chladné vody z provozu bude zajištěna vodou z rozvodu pitné vody v hale. Přípojka vody bude zaústěna do potrubí před deskový výměník okruhu strojů.

Akumulační nádoba okruhu strojů propojená s deskovým výměníkem tepla umožní tlakové oddělení okruhu obráběcích strojů od okruhu vzduchotechnických jednotek a současně provoz s vyšším teplotním spádem odpovídajícím požadavku chlazení strojů. Některé z obráběcích strojů, kde je chlazeno vřetenem) jsou provozovány s náplní antikorozi směsí. V těchto případech budou na přípojkách k těmto strojům osazeny výměníky tepla včetně oběhových čerpadel a expanzních nádob, které umožní provoz chladicí kapaliny s příslušnou teplotou a tlakem potřebným pro tento stroj. Snímače průtoku umožní sledování provozu chladicích okruhů v jednotlivých strojích. Požadavek na zajištění přívodu pitné vody pro havarijný provoz chladicího okruhu strojů v množství minimálně 5m³/h a její odvedení do kanalizace. Přívod vody bude automaticky spouštěn v případě poruchy výrobniku studené vody, aby bylo možno zajistit chlazení strojů při výrobě.

B/ Okruh vzduchotechniky

Větrání - Prostor nástrojárny bude odvětrán tak, aby byly zajištěny požadované vnitřní teploty a dostatečný přívod vzduchu pro osoby pracující v hale, při uvažované dávce čerstvého vzduchu 70 m³/h na osobu. Uvažovaná dávka větracího vzduchu 70m³/h odpovídá pro 1 zaměstnance vykonávajícího práci zařazenou do tříd IIIa dle přílohy č.1 část A, tab.č. 1 nařízení vlády č.361/2007Sb. Dopravu a úpravu větracího vzduchu zajistí 2 stávající nástřešní rekuperační větrací jednotky Hoval Roof Vent condens, doplněné novými vodními chladiči připojenými na zdroj chladné vody. Po této úpravě zajistí každá jednotka dopravu ca 7000 m³/h vzduchu přiváděného i odváděného. Chlazení vzduchu v hale bude v letním období na max. teplotu ca 26 °C. Vzhledem k oddělení provozu nástrojárny od zbývajících částí výrobní haly novou příčkou bude demontováno stávající odtahové potrubí, které je připojeno na sání střešních jednotek. Současně s instalací vodních chladičů bude přemístěna i část přívodního potrubí od větracích jednotek v prostoru nástrojárny.

Oběh chladicí kapaliny o parametrech 7/13°C mezi 2 chladiči větracích jednotek a akumulační nádobou zajistí dvojice oběhových čerpadel s EC motory. Jedno čerpadlo bude v provozu, druhé jako 100 % rezerva, střídání čerpadel v provozu zajistí automatika. Pro řízení výkonu chladičů jsou v okruhu instalovány třicestné rozdělovací ventily se servopohony. Předpokládá se, že okruh vzduchotechniky bude provozován pouze v letním období při venkovních teplotách vyšších než 18°C. Při nižších venkovních teplotách není potřeba větrací vzduch chladit.

Tepelné izolace, nátěry

Akumulační nádoby a rozvody chladné vody 7/13°C budou opatřeny nátěrem a budou izolovány. Tepelná izolace bude rovněž provedena na rozvodném potrubí okruhu vzduchotechniky a rozvodném potrubí chladné vody ve strojovně.

Armatury

V chladicím systému budou použity závitové a přírubové armatury min. PN 6. Jako uzávěry budou použity kulové kohouty a mezipřírubové klapky PN16 s ručním ovládáním nebo vybavené servopohonem. Trojcestné směšovací ventily budou vybaveny servopohony (24 V) s proporcionálním řízením signálem 0-10 V, uzavírací kohouty a klapky budou opatřeny servopohony 24 V pracujícími v režimu otevřeno - zavřeno.

Úprava a doplňování vody

Ve stávající plynové kotelně s instalovaným výkonem 210 kW bude nově instalována úpravná vody pro plnění a doplňování topného i chladicího okruhu. V současné době je surová voda (dle poskytnutého rozboru z roku 2014 má tvrdost 3,27 mmol/l = tvrdá voda) doplňována do topného okruhu bez úpravy prostřednictvím doplňovacího zařízení Magcontrol.

Pro dosažení chemických parametrů plnicí a doplňovací vody v souladu s požadavky ČSN 077401 musí být úprava provedena ve dvou stupních:

- pro změkčení vstupní vody instalovat automatický změkčovací filtr

- pro dosažení normou předepsané hodnoty pH, zjevné alkality, přebytku fosforečnanu sodného a přebytku siřičitanu sodného v topném okruhu dávkovat antikorozi směsný inhibitor .
- pro uzavřený chladicí okruh dávkovat antikorozi směsný inhibitor .

Změkčení vody

Pro změkčování surové pitné vody je navržena bloková úpravna s automatickým změkčovacím filtrem s elektronickým objemovým řízením, solnou nádobou na regenerační sůl, sestavou obtokových ventilů a potrubním propojením osazená na rámu. Změkčovací filtr s kapacitou $44 \text{ m}^3 \times \text{°dH}$ upraví při tvrdosti 3,27 mmol/l ca $1,9 \text{ m}^3$ vody mezi dvěma regeneracemi. Ovládací ventil po protečení tohoto množství vody provede v nejbližší 2. hodině noční regeneraci.

Pro doplňování ztrát systému (max. 1% z vodního objemu za den) je kapacita změkčovacího filtru dostatečná. Při plnění chladicího systému, který bude mít objem vody ca 4 m^3 , musí obsluha udělat po protečení $1,9 \text{ m}^3$ vody přestávku na provedení regenerace (ca 80 minut) a poté znovu pokračovat v plnění. Během plnění soustavy by se tak regenerace musela provést 3x.

Přívod vody k úpravně se napojí na stávající potrubí v kotelně za potrubním oddělovačem a vodoměrem. Výstupní potrubí změkčené vody se za úpravnou rozdělí na dvě větve – jedna se napojí na vedle stojící dávkovací blok pro topný okruh, druhá bude vedena do sousední strojovny chlazení, kde se napojí na dávkovací blok pro chladicí okruh. Úpravna se rovněž napojí na elektroinstalaci (230 V/ 50 Hz, příkon 5 W) a kanalizaci. Provozní náplň je tabletovaná regenerační sůl (spotřeba ca 3 kg na 1 regeneraci).

Dávkování inhibitoru koroze pro topný okruh

Pro antikorozi ochranu kovových ploch topného systému je doporučeno dávkování inhibitoru pomocí elektromagnetického dávkovacího čerpadla. Dávkovací čerpadlo bude spřaženo s vodoměrem s impulsním výstupem (jmenovitý průtok Q_n $2,5 \text{ m}^3/\text{hod}$), který zajistí přesné dávkování vzhledem k množství protečené vody, nezávisle na lidském faktoru. Povinností obsluhy je pouze doplnit při nedostatku inhibitor do zásobní nádrže, která je také součástí dávkovacího kompletu osazeného na rámu.

Inhibitor je dodáván v kanystrech po 20 kg. Doporučená dávka je $380-760 \text{ g/m}^3$ plnicí a doplňovací vody. Provozně je třeba pravidelně vyhodnocovat pH a podle toho přizpůsobit dávkované množství inhibitoru.

Výstupní potrubí upravené vody se napojí na stávající doplňovací zařízení v kotelně. Dávkovací blok je třeba připojit na elektroinstalaci (230 V/ 50 Hz, příkon 18 W).

Dávkování inhibitoru koroze pro uzavřený chladicí okruh

Pro antikorozi ochranu kovových ploch chladicího systému je doporučeno dávkování inhibitoru pomocí elektromagnetického dávkovacího čerpadla. Dávkovací čerpadlo bude spřaženo s vodoměrem s impulsním výstupem (jmenovitý průtok Q_n $2,5 \text{ m}^3/\text{hod}$), který zajistí přesné dávkování vzhledem k množství protečené vody, nezávisle na lidském faktoru. Povinností obsluhy je pouze doplnit při nedostatku inhibitor do zásobní nádrže, která je také součástí dávkovacího kompletu osazeného na rámu.

Inhibitor je dodáván v kanystrech po 20 kg. Doporučená dávka je $1000-3000 \text{ g/m}^3$ plnicí a doplňovací vody.

Výstupní potrubí upravené vody se napojí přes uzávěry se servopohony na jednotlivé chladicí okruhy. Dávkovací blok je třeba připojit na elektroinstalaci (230 V/ 50 Hz, příkon 18 W).

3. Zkoušení

Po dokončení montáže a vyčištění potrubí se provede tlaková zkouška, která má prokázat těsnost smontovaných rozvodů. Součástí zkoušky je i vyregulování jednotlivých okruhů a nastavení provozních parametrů zařízení a armatur. V průběhu zkoušky se také ověří funkce automatické regulace, jejíž spolehlivost byla ověřena již předtím samostatnou zkouškou při simulaci různých provozních stavů včetně havarijních. O průběhu zkoušky se sepiše protokol.

4. Provoz a obsluha zařízení

Při uvedení chladicího systému do provozu musí být zpracován soubor návodů pro provoz, údržbu a obsluhu zařízení označený jako provozní dokumentace (provozní řád).

5. Požadavky na související profese

Stavba

- instalace ocelových konstrukcí pro uložení suchého chladiče na střeše haly
- zhotovení prostupů stěnami pro potrubí

Zdravotní instalace

- ~ odvedení kondenzátu z nově instalovaných vodních chladičů u dvou větracích jednotek v hale
- ~ odvedení odkapů chladicí vody od pojistných ventilů ve strojovně v úrovni 2. NP
- ~ zajištění přívodu pitné vody pro havarijný provoz chladicího okruhu strojů v množství minimálně 5m³/h a její odvedení do kanalizace. Přívod vody bude automaticky spouštěn v případě poruchy výrobce studené vody.

Elektroinstalace a MaR

- el. připojení čerpadel, pohonů ventilů, chladicí jednotky a suchého chladiče
- řízení provozu jednotlivých regulačních obvodů
- signalizace poruchových stavů

6. Závěr

Podkladem pro zpracování projektu byly předané stavební podklady, zadávací podmínky investora a místní šetření. Projekt byl zpracován v souladu s platnými předpisy a normami.

Montáž zařízení musí být provedena odbornou firmou v souladu s platnými technickými a bezpečnostními předpisy. Na zkompletovaném zařízení se provedou příslušné revize, tlakové a provozní zkoušky včetně předání protokolu.

Případné změny proti projektu je nutno konzultovat a odsouhlasit s projektantem.

V Liberci, leden 2016

Vypracoval: Ing. Luděk Jančík, Ing. Tomáš Pelcman