



**ENERGO CHOCEŇ, s.r.o.**  
Nádražní 631  
565 01 Choceň

HIP:	Ing. Jan Petera	
INVESTOR	Město Rumburk, se sídlem Tř.9. května 1366/48, 408 01 Rumburk	PROJEKTANT Ing. R. Mík
STAVBA	<b>Rekonstrukce technologie chlazení ZS Rumburk</b>	VYPRACOVAL A. Shustau, J. Višek
		PROFESE Technologie chlazení-strojní část
OBSAH	<b>Technická zpráva</b>	DATUM 04/2015
		STUPEŇ DPS
		ČÍSLO ZAK.
		ČÍSLO PARÉ

## Obsah:

1. Zadání
2. Popis navrženého zařízení
  - 2.1 Základní koncepce, charakteristika zařízení
  - 2.2 Rozčlenění rekonstrukce zařízení do stavebních objektů (etap), popis jednotlivých objektů
    - 2.2.1 SO 01 – Výměna kondenzátorů
    - 2.2.2 SO 02 – Výměna nízkotlaké strany ve strojově chlazení
    - 2.2.3 SO 03 – Výměna kompresorových soustrojí
  - 2.3 Popis zařízení po celkové rekonstrukci (po rekonstrukci všech stavebních objektů)
    - 2.3.1 Popis chladivového (čpavkového) okruhu
    - 2.3.2 Popis okruhu teponosné látky (nosiče chladu) ledové plochy
    - 2.3.3 Popis okruhu využití odpadního tepla
    - 2.3.4 Silnoproud a měření a regulace
3. Bezpečnostní opatření (ochrany chladicího zařízení)
4. Výkonové parametry chladicího zařízení
5. Energetická bilance
  - 5.1 Elektrický příkon instalovaného zařízení
  - 5.2 Voda pro plnění rolby
6. Provozní náplně - bilance
7. Nakládání s odpady a vliv na životní prostředí
  - 7.1 Vliv technologie na životní prostředí
  - 7.2 Pracovní média, vlastnosti, vliv na životní prostředí
8. Potřeba pracovních sil, požadavky na obsluhu
9. Požadavky na navazující profese a montáž chlazení
  - 9.1 Požadavky na silovou elektroinstalaci + měření a regulace
  - 9.2 Požadavky na stavební část
  - 9.3 Požadavky na technologickou a havarijní ventilaci a na osvětlení strojovny
  - 9.4 Požadavky na montáž
  - 9.5 Požadavky na zkoušky
  - 9.6 Nátěry ocelového potrubí
10. Značení a dokumentace chladicího zařízení
11. Závěr

Výkresová část:

SO 01 – Výměna kondenzátorů:

NP 14 616 – Schéma zapojení

NP 22 476 – Dispozice – strojovna chlazení, půdorys

NP 22 477 – Dispozice napojení kondenzátorů

SO 02 – Výměna nízkotlaké strany ve strojovně chlazení

NP 14 617 – Schéma zapojení

NP 22 478 – Dispozice – strojovna chlazení, půdorys

NP 22 479 – Dispozice – strojovna chlazení, řez A-A

NP 31 909 – Strojovna, půdorys – stavební úpravy

SO 03 – Výměna nízkotlaké strany ve strojovně chlazení

NP 14 618 – Schéma zapojení

NP 14 615 – Dispozice – strojovna chlazení, půdorys, pohled P3

NP 22 480 – Dispozice – strojovna chlazení, řez A-A

NP 22 481 – Dispozice – napojení na sněžnou jámu a garáž rolby

NP 31 910 – Strojovna, půdorys – stavební úpravy

## 1. ZADÁNÍ

Předmětem této projektové dokumentace je rekonstrukce technologického chladicího zařízení ve strojově chlazení na Zimním stadionu v Rumburku, zajišťující chlazení stávající ledové plochy o rozměru (26x56)m.

Rekonstrukce chladicího zařízení má být zpracována v následujícím členění:

- SO 01 – výměna kondenzátorů,
- SO 02 – výměna nízkotlaké strany ve strojově chlazení,
- SO 03 – výměna kompresorových soustrojí.

Součástí návrhu chladicího zařízení má být využití odpadního tepla z chladicího zařízení, rozsah využití odpadního tepla byl dohodnut v průběhu zpracování dokumentace, z chladicího zařízení bude využíváno teplo pro ohřev (předehřev) vody pro rolu a dále pro rozpouštění sněhu a ledu ve sněžné jámě. Zařízení pro využití odpadního tepla bude součástí SO 03.

## 2. POPIS NAVRŽENÉHO ZAŘÍZENÍ

### 2.1. Základní koncepce, charakteristika zařízení

Chladicí zařízení bude sloužit pro výrobu a udržování umělé ledové plochy na zimním stadionu v Rumburku. Předmětem rekonstrukce je zdroj chladu, tj. chladicí zařízení umístěné ve strojově chlazení a v navazujících prostorách. Řešení rekonstrukce je navrženo etapovitě (rozděleno do 3 etap.) Ledová plocha zůstává stávající, koncipována pro nepřímý systém chlazení s použitím teponosné látky solanky R. Koncepce navrženého řešení zůstává stávající - navržené chladicí zařízení bude pracovat na principu nepřímého chlazení. Zařízení se skládá z primárního chladivového okruhu, ze sekundárního okruhu teponosné látky pro chlazení ledové plochy, z okruhu chlazení hlav kompresorů a z okruhů pro využití odpadního tepla.

V primárním okruhu chladicího zařízení bude použit jako chladivo čpavek – NH<sub>3</sub> (mezinárodní označení R717), v sekundárním okruhu ledové plochy bude použita stávající náplň nemrznoucí směsi – solanka R, v okruhu chlazení hlav kompresorů bude roztok ethylenglykolu.

Navržené chladicí zařízení bude po rekonstrukci všech etap pracovat v automatickém režimu, bez trvalé přítomnosti obsluhy, s periodickým dozorem zaškolených pracovníků.

Předpokládaný provoz ledové plochy je uvažován cca od poloviny měsíce září do konce března.

Zapojení chladicího zařízení a dispoziční rozmístění chladicího zařízení je patrné z výkresové dokumentace (viz přílohy).

### 2.2. Rozčlenění rekonstrukce zařízení do stavebních objektů (etap), popis jednotlivých objektů

Rekonstrukce chladicího zařízení je rozdělena do následujících etap:

- SO 01 – výměna kondenzátorů,
- SO 02 – výměna nízkotlaké strany ve strojově chlazení,
- SO 03 – výměna kompresorových soustrojí.

### 2.2.1. SO 01 – Výměna kondenzátorů

Předmětem části SO 01 je výměna 12 ks stávajících vzduchem chlazených kondenzátorů VKH 100 za nové vzduchem chlazené kondenzátory.

Nové kondenzátory (2 ks) budou umístěny na střechu strojovny chlazení, na místo stávajících kondenzátorů. Pro usazení nových kondenzátorů bude částečně využita stávající ocelová konstrukce, která bude upravena pro uložení nových kondenzátorů. Ukotvení ocelové konstrukce ke stavební konstrukci strojovny zůstane stávající, zatížení od nových kondenzátorů se nenavýšuje – zatížení bude nižší.

Současně s instalací 2 ks vzduchem chlazených kondenzátorů bude na střeše strojovny chlazení (na stejnou ocelovou konstrukci – vedle kondenzátoru) instalován 1 ks vzduchem chlazený chladič kapaliny (ethylenglykolu) pro chlazení hlav stávajících kompresorů NF811 s výhledem využití pro chlazení hlav a oleje kompresorů nových, které budou předmětem další (třetí) etapy rekonstrukce.

Potrubní napojení (hranice napojení) nových vzduchem chlazených kondenzátorů na stávající čpavkové potrubí bude nad střechou strojovny (hranice patrná z výkresové dokumentace). Potrubní napojení chladiče kapaliny pro chlazení hlav stávajících kompresorů bude na kompresorech, potrubí bude vedeno střechou strojovny v místech stávajících průchodů potrubí (stejnými průchody ke stávajícímu chladiči). Po montáži nového potrubí budou tyto průchody nově utěsněny.

#### Základní parametry hlavních aparátů SO 01:

##### Vzduchem chlazený kondenzátor **E 03, E 04**

- pracovní médium – čpavek (R717)
- kondenzační výkon min. 300 kW / 1 ks (celkem 2 ks kondenzátorů)
- kondenzační teplota +37°C
- maximální venkovní teplota +25°C
- 6x ventilátor, celkový el. příkon 6900 W / kondenzátor

##### Vzduchem chlazený chladič kapaliny **E 05**

- pracovní médium – ethylenglykol (40%-ní roztok)
- chladicí výkon min. 30 kW
- chlazení glykolu – teplotní spád +45/+37°C
- maximální venkovní teplota +25°C
- 1x ventilátor, el. příkon 1250 W

##### Oběhové čerpadlo ethylenglykolu (okruh chlazení kompresorů) **P 01**

- pracovní médium – ethylenglykol (40%-ní roztok)
- dopravované množství 3,6 m<sup>3</sup>/hod. / dopravní výška 18 m.k.sl.
- elektromotor 0,75 kW , 1x 230V, 50 Hz

Detailní parametry – viz. specifikace zařízení.

Elektronapojení a řízení nových kondenzátorů a chladiče kapaliny včetně příslušenství – viz projektová dokumentace části silové elektroinstalace a MaR.

Režim řízení po rekonstrukci kondenzátorů zůstává beze změny, tj. provoz zařízení s trvalou přítomností obsluhy. Kondenzátory budou vybaveny autonomními silovými a řídicími rozvaděči, provoz kondenzátorů bude řízen automaticky dle velikosti

kondenzačního tlaku. Provoz vzduchem chlazeného chladiče kapaliny a oběhového čerpadla bude řízen ručně – zaučenou obsluhou.

### **2.2.2. SO 02 – Výměna nízkotlaké strany ve strojově chlazení**

Předmětem části SO 02 je náhrada 2 ks stávajících kotlových výparníků za 1 ks výměňkové sestavy pro chlazení solanky, tj. za sestavu odlučovače kapalného chladiwa (čpavku) a deskového výměníku (výparníku) čpavek / solanka.

Původní sestavy kotlových výparníků a vysokotlakých sběračů čpavku budou zdemontovány, betonové patky sestav budou vybourány, v místech vybouraných patek bude vyspravena podlaha. Nová sestava bude umístěna ve strojově chlazení poblíž vyústění kanálu od ledové plochy. Pro novou sestavu odlučovače čpavku a deskového výparníku bude zhotoven betonový „sokl“, na který bude sestava usazena a ukotvena.

Součástí instalace výměňkové sestavy bude přemístění stávajících čerpadel solanky na nové místo na nový betonový „sokl“, původní základy po čerpadlech budou vybourány, podlaha v místech vybouraných základů bude vyspravena.

Současně bude s instalací nové výměňkové sestavy instalován nový vysokotlaký plovákový regulátor chladiwa na nástřiku chladiwa do odlučovače chladiwa a dále nová plastová vyrovnávací nádrž solanky.

Potrubní napojení (hranice napojení) jsou patrná z výkresové dokumentace. Pro průchody potrubí stropem strojovny chlazení budou využity prostupy po starých zdemontovaných potrubích, po montáži potrubí budou tyto průchody nově utěsněny.

#### **Základní parametry hlavních aparátů SO 02:**

##### **Nízkotlaký sběrač chladiwa ležatý (odlučovač chladiwa) V 11**

- pracovní médium – čpavek (R717)
- průměr 1000 mm / L pláště 2400 mm
- max. pracovní tlak 13 bar(g)
- pracovní teplota -20 až +50 °C

##### **Polosvařený deskový výparník, chlazení solanky (CaCl<sub>2</sub>), ledová plocha E 07**

- pracovní médium – čpavek (R717) / solanka R (CaCl<sub>2</sub>)
- chladicí výkon 400 kW
- čpavek:
  - o vypařovací teplota -15°C
- nemrznoucí směs (solanka R):
  - o teplota vstup / výstup = -10 / -12,7°C

##### **Vyrovňovací nádrž na solanku V 13**

- pracovní médium – solanka R (CaCl<sub>2</sub>)
- objem nádoby 1500 dm<sup>3</sup>
- hranatá, rozměry (d\*š\*v) = (1300\*1000\*1100)mm
- pracovní teplota -15 až +35°C

Detailní parametry – viz. specifikace zařízení.

Elektronapojení a řízení nové výměňkové sestavy včetně příslušenství – viz projektová dokumentace části silové elektroinstalace a MaR.

Režim řízení po rekonstrukci výměňkové sestavy zůstává beze změny, tj. provoz zařízení s trvalou přítomností obsluhy. Provoz zařízení bude řízen ručně – zaučenou obsluhou.

### 2.2.3. SO 03 – Výměna kompresorových soustrojí

Předmětem části SO 03 je náhrada 2 ks stávajících kompresorových soustrojí NF 811 za soustrojí nová. Nová navržená kompresorová soustrojí jsou s pístovými kompresory, soustrojí jsou navržena pro automatický provoz, každé soustrojí je vybaveno mikroprocesorovou řídicí jednotkou. Detailní popis navržených soustrojí – viz. popis zařízení po celkové rekonstrukci (bod 2.3).

Pro uložení kompresorových soustrojí bude využit jeden stávající základ, jeden základ bude nový (z důvodů úpravy dispozičního rozmístění zařízení). Součástí rozsahu rekonstrukce kompresorových soustrojí bude kompletní automatizace celého chladicího zařízení.

Dále je součástí SO 03 návrh využití odpadního tepla z chladicího zařízení, a to jednak využití odpadního tepla z přehřátých par chladiva pro ohřev (předehřev) vody pro rolu a jednak využití části kondenzačního tepla pro rozpouštění sněhu a ledu ve sněžné jámě. Část využití odpadního tepla může být realizována v etapě výměny kompresorových soustrojí, může se realizovat i samostatně (např. jako další etapa rekonstrukce).

Návrh umístění zařízení včetně potrubních napojení (hranic napojení) je patrný z výkresové dokumentace. Pro průchody potrubí stěnami a stropem strojovny chlazení budou částečně využity prostupy po starých zdemontovaných potrubích, částečně budou prostupy nové, veškeré prostupy budou po montáži potrubí nově utěsněny.

#### Základní parametry hlavních aparátů SO 03:

##### Kompresorová soustrojí **K 01, K 02**

chladivový pístový kompresor, parametry pro 1 ks:

- Kompresor: pístový
- Dopravovaný plyn: čpavek
- Prostředí: strojovna BNV, +5 až +35°C
- Chladicí výkon: min. 200 kW  
při  $t_o = -15^\circ\text{C}$ ,  $t_k = +35^\circ\text{C}$ , 1485 ot/min.
- Instalovaný elektromotor: 75 kW / 400V / 50Hz / Y/D / IP54

##### Kondenzátor kotlový ležatý - trubkový **E 06**

- pracovní médium – čpavek (R717) / voda
- kondenzační výkon 200 kW
- kondenzační teplota +35°C
- primár – čpavek – vstup +80°C
- sekundár – voda – vstup/výstup: +10 / +23°C

##### Deskový výměník tepla **E 08**

Chladič přehřátých par chladiva:

- pracovní médium – čpavek (R717) / voda
- tepelný výkon min. 44 kW
- primár – čpavek – vstup/výstup: +80 / +50°C
- sekundár – voda – vstup/výstup: +40 / +47°C

**Oběhové čerpadlo vody (okruh ohřevu vody pro rolbu) P 02**

- pracovní médium – voda
- dopravované množství 5,5 m<sup>3</sup>/hod. / dopravní výška 5 m.k.sl.
- elektromotor 0,2 kW , 1x 230V, 50 Hz

**Ponorné čerpadlo vody (okruh sněžné jámy) P 05**

- pracovní médium – voda
- dopravované množství 13,5 m<sup>3</sup>/hod. / dopravní výška 12 m.k.sl.
- elektromotor 1,6 kW , 3x 400V, 50 Hz

**Zásobní nádrž na vodu V 12**

- pracovní médium – voda
- objem nádoby 2000 dm<sup>3</sup>
- max. pracovní tlak 6 bar(g)
- pracovní teplota +15 až +80 °C

**Automatická úpravna doplňkové vody pro rolbu X 17**

- max. průtok vody: 2,4 m<sup>3</sup>
- jednoduchý automatický odželezňovací filtr s řídicím ventilem + příslušenství
- 1 ks dávkovací čerpadlo vč. příslušenství

Detailní parametry – viz. specifikace zařízení.

Elektronapojení a řízení chladicího zařízení – po realizaci SO 03 (po 3 etapě) – viz projektová dokumentace části silové elektroinstalace a MaR.

Režim řízení po realizaci SO 03 (po 3 etapě) bude plně automatický, pouze s periodickým dozorem zaučené a proškolené obsluhy.

### **2.3. Popis zařízení po celkové rekonstrukci (po rekonstrukci všech stavebních objektů)**

#### **2.3.1. Popis chladičového (čpavkového) okruhu**

Základním prvkem čpavkového okruhu budou 2 kusy plně automatických pístových kompresorových soustrojí K01, K02 s mikroprocesorovými řídicími systémy. Každý kompresor je vybaven topným tělesem ve skříni kompresoru, účinným odlučovačem oleje a automatickým vrácením oleje do skříně kompresoru. Kompresoru pracují s automatickou regulací výkonu (33,3-66,6-100)% pro každý kompresor. Hlavy válců jsou chlazeny samostatným glykolovým okruhem, glykol je chlazen ve venkovním vzduchovém chladiči kapaliny.

Kompresory K 01, K 02 nasávají čpavkové páry z odlučovače kapalného chladiče (čpavku) V 11 u deskového výparníku E 07 (ve kterém se chladí nemrznoucí směs) a vytlačují je přes výměník pro využití tepla z přehřátých par čpavku E 08 do vzduchem chlazených kondenzátorů E 03 a E 04, ve kterých kondenzují. Zkondenzovaný čpavek odtéká potrubím z kondenzátorů do elektronického vysokotlakého regulátoru, který přepouští čpavek do nízkotlakého sběrače (odlučovače čpavku) V 11 u deskového výparníku. Z tohoto odlučovače je kapalným čpavkem gravitačně zaplavován deskový výparník E 07, ve kterém se ochlazuje nemrznoucí směs (solanka), čpavek se vypařuje a parokapalinná směs čpavku



se vrací do odlučovače (nízkotlakého sběrače). V odlučovači se odloučí kapalná složka směsi a páry čpavku nasávají opět kompresory.

### **2.3.2. Popis okruhu teponosné látky (nosiče chladu) ledové plochy a okruhu ohřevu podloží**

Ledová plocha je chlazena nepřímým systémem pomocí teponosné látky (nemrznoucí směsi – použita solanka R). Ledová plocha je stávající, potrubní rošt ledové plochy je plastový (potrubí PE-HD), rozdělovací a sběrné potrubí ledové plochy uložené v potrubním kanále po krátké strany ledové plochy je také plastové – z materiálu PE-HD. Hranice napojení nového zařízení na rozvodné a sběrné potrubí bude ve vyústění potrubního kanálu ve strojovně chlazení.

Cirkulace nemrznoucí směsi (solanky) v okruhu ledové plochy je zajištěna pomocí dvojice stávajících čerpadel – *P 03* a *P 04*. Čerpadla nasávají oteplený nosič chladu (solanku) z vratného potrubí od ledové plochy a vytlačují ho do deskového výparníku *E 07*, kde se působením vypařujícího se čpavku ochlazuje a je veden zpět do rozdělovacího spoje u ledové plochy. Zde ochladí beton a následně ledovou plochu, ohřeje se a je veden do sacího spoje u plochy, následně ho nasávají příslušná cirkulační čerpadla a celý cyklus se opakuje. Objemové rozdíly vzniklé ohřevem a ochlazováním nosiče chladu (solanky), a dále oteplením v době, kdy bude plocha mimo provoz, budou eliminovány v expanzní (vyrovnávací) nádobě *V13* o objemu 1 m<sup>3</sup>, která bude umístěna ve strojovně. Součástí okruhu nosiče chladu je také stávající servisní jímka, do které se nemrznoucí směs v případě potřeby (např. při poruše) vypustí. Servisní jímku je nutné trvale udržovat čistou a suchou.

### **2.3.3. Popis okruhu využití odpadního tepla**

Z chladicího zařízení bude využíváno jednak teplo z přehřátých par chladiva a dále část tepla kondenzačního.

Teplo z přehřátých par chladiva:

Teplo z přehřátých par chladiva bude využíváno pro ohřev (předehřev) vody pro rolbu. Ve výtlačném potrubí kompresorových soustrojí bude instalován výměník přehřátých par chladiva *E 08*. Toto teplo bude využíváno pro ohřev (předehřev) vody pro rolbu shromažďovanou v zásobní nádrži *V 12* o objemu 2000 dm<sup>3</sup>. Množství získaného tepla je závislé na momentálním výkonu provozovaných kompresorů, resp. na momentálním výkonu chladicího zařízení. Ze zásobní nádrže *V 12* bude voda následně vedena do stávající nádrže vody pro rolbu o objemu 800 dm<sup>3</sup>, umístěné v garáži rolby, kde bude v případě potřeby dohřívána elektricky na požadovanou teplotu.

Teplo kondenzační:

Část kondenzačního tepla bude využívána pro rozpouštění sněhu a ledu ve sněžné jámě.

Ve výtlačném potrubí bude za výměníkem přehřátých par instalován paralelně se vzduchem chlazenými kondenzátory kotlový kondenzátor *E 06*. Oteplená voda z tohoto kondenzátoru bude využívána pro rozpouštění sněhu a ledu ve sněžné jámě, pomocí ponorného čerpadla *P 05* a rozstřikovacího potrubí instalovaného po obvodu sněžné jámy. Řízení systému ohřevu vody v jámě kondenzačním teplem bude od teploty vody ve sněžné jámě.

### **2.3.4. Silnoproud a měření a regulace**

#### **Silnoproud**

Veškerá silová elektroinstalace stávajícího (původního) zařízení je cca 7 let po rekonstrukci. Při realizaci rekonstrukce stavebních objektů SO 01 až SO 03 budou částečně využity stávající silové elektrorozvaděče, ve kterých bude upravena výzbroj rozvaděčů. Veškerá

silová elektroinstalace pro chladicí zařízení je umístěna ve stávající elektrorozvodně. Elektrická instalace bude provedena dle platných norem ČSN. V elektrorozvodně budou silové rozvaděče pro připojení veškerých spotřebičů technologie chlazení, tj. elektromotorů kompresorů, čerpadel, ventilátorů vzduchem chlazených kondenzátorů a chladiče kapaliny, řídicích jednotek kompresorů, napájení podružných rozvaděčů a napájení rozvaděče měření a regulace. Jednotlivá pole rozvaděčů technologie chlazení budou obsahovat jistící, spínací a ochranné prvky pro kompresory, pro ventilátory kondenzátorů, pro ventilátor chladiče kapaliny a pro čerpadla.

U jednotlivých elektromotorů čerpadel a ventilátorů budou umístěny deblokační skříňky s možností volby provozu (ručně / vypnuto / automat). Kompresorová soustrojí budou mít svůj vlastní autonomní systém s vypínacím STOP tlačítkem. Celé chladicí zařízení bude možné v případě potřeby nouzově vypnout buď na řídicím systému ve velínu nebo pomocí havarijních STOP tlačítek (dálkových nouzových vypínačů) umístěných vně strojovny v blízkosti dveří (vrat) a uvnitř strojovny na vhodném místě.

Kabelové trasy budou vedeny částečně v kabelovém kanálu a dále kabelovými žlaby, chráničkami a po stavebních konstrukcích strojovny chlazení a rozvodny v kabelových roštech.

Detailní návrh silnoproudé elektroinstalace – viz projektová dokumentace části silové elektroinstalace.

### **Měření a regulace**

Ovládání a řízení části technologie chlazení bude zajištěno nadřazeným řídicím systémem. Tento bude součástí provozního souboru SO 03, jehož předmětem je realizace automatizace celého chladicího zařízení. Řídicí automat bude umístěn v novém rozvaděči DT ve velínu.

Základním prvkem zařízení jsou 2 ks kompresorových soustrojí s pístovými kompresory. Každé soustrojí je řízeno vlastním řídicím systémem. Řídicí automat nadřazeného systému bude propojen komunikační linkou s řídicími jednotkami kompresorových soustrojí a zajistí automatické řízení kompletní technologie chlazení, tj. řízení chlazení ledové plochy, vyhodnocování provozních stavů a dle těchto stavů ovládaní jednotlivých prvků chladicího zařízení. Chod zařízení bude plně automatický, pouze s periodickým dozorem zaučené obsluhy.

Detailní návrh měření a regulace - viz. projektová dokumentace této části (části MaR).

## **3. BEZPEČNOSTNÍ OPATŘENÍ, OCHRANY CHLADICÍHO ZAŘÍZENÍ**

Chladivová kompresorová soustrojí budou osazena řídicími mikroprocesorovými jednotkami, které budou monitorovat jejich chod a automaticky signalizovat, pokud se nastavené provozní hodnoty změní a mohlo by dojít k havárii (ALARM) nebo kompresory a celé zařízení vypnou, pokud se dosáhne limitních bezpečnostních hodnot (TRIP). Tyto stavy se zaznamenají do paměti řídicích jednotek a dále budou opticky a akusticky signalizovány.

Kompresory budou chráněny před nasátím mokrých par čpavku z odlučovače havarijním snímačem hladiny, v případě dosažení havarijní hladiny budou kompresory vypnuty.

Tlakové nádoby budou osazeny zdvojenými pružinovými pojistnými ventily a hladinoznaky, na kompresorech je navíc ještě vnitřní pojistný ventil, který přepouští páry čpavku z výtlaku do sání kompresoru a dále elektrické tlakové snímače, které jsou napojeny do řídicích jednotek. V případě dosažení výpočtového tlaku některé z tlakových nádob obsahující čpavek, dojde k otevření pojistného ventilu a k odvodu plynného čpavku do atmosféry, kde se rozptýlí vzhledem k tomu, že za atmosférického tlaku při normálních podmínkách je lehčí než

vzduch. Tato situace není považována za běžný provozní stav. Odfuky pojistných ventilů budou vyvedeny nad střechu strojovny chlazení.

Pro případ úniku kapalného nebo plynného čpavku je ve strojovně chlazení instalován automatický analyzátor úniku čpavku, který bude mít nastaveny dvě úrovně koncentrace čpavku. Při dosažení prvního stupně úniku čpavku zapíná havarijní ventilace strojovny a je signalizován tento stav. Při dosažení druhého stupně úniku čpavku je vypnuta technologie chlazení, havarijní ventilace zůstává v chodu, je zapnuto havarijní osvětlení strojovny chlazení. Signalizace úniku čpavku bude napojena také do velínu (na dispečink) s trvalou přítomností osob.

Okruh nemrznoucí směsi (solanky) pro chlazení ledové plochy bude monitorován na únik nemrznoucí směsi. V případě úniku bude zařízení vypnuto a bude signalizován tento stav. Součástí okruhu nemrznoucí směsi (solanky) je servisní podzemní jímka (nádrž), do které se nemrznoucí směs v případě potřeby (např. při poruše) vypustí.

Vně strojovny v blízkosti dveří (vrat) a uvnitř strojovny na vhodném místě jsou umístěna centrální STOP tlačítka, po jejichž stisknutí se vypne celé zařízení ve strojovně a zároveň se zapne i havarijní větrání.

#### 4. VÝKONOVÉ PARAMETRY CHLADICÍHO ZAŘÍZENÍ

Celkový chladicí výkon kompresorových soustrojí pro chlazení nemrznoucí směsi (solanky R) pro ledovou plochu bude cca 400 kW při teplotách  $t_o/t_k = -15/+37^{\circ}\text{C}$  a při chlazení nemrznoucí směsi (solanky R) z teploty  $-10^{\circ}\text{C}$  na teplotu  $-12,7^{\circ}\text{C}$ .

#### 5. ENERGETICKÁ BILANCE

##### 5.1. Elektrický příkon instalovaného zařízení

Instalovaný el. příkon dle štítkových hodnot elektromotorů nových zařízení:

1ks elektromotor M1 kompresoru K 01		75,0 kW
1ks elektromotor M2 kompresoru K 02		75,0 kW
1ks topné těleso EH1 soustrojí K 01		0,5 kW
1ks topné těleso EH2 soustrojí K 02		0,5 kW
6 ks elektromotor kondenzátoru M7-12 (chladič E 03)	6x 1,15 kW =	6,9 kW
6 ks elektromotor kondenzátoru M13-18 (chladič E 04)	6x 1,15 kW =	6,9 kW
1 ks elektromotor chladiče kapaliny M6 (chladič E 05)		0,34 kW
1 ks elektromotor M5 čerpadla (okruh chlazení hlav kompr.) P 01		0,75 kW
1 ks elektromotor M19 čerpadla (okruh ohřevu vody) P 02		0,2 kW
1 ks elektromotor M20 čerpadla ve sněžné jámě P 05		1,5 kW
1 ks topný kabel (ohřev potrubí)		0,1 kW

##### 5.2. Voda pro plnění rolby

Množství vody pro jedno plnění:	cca 800 litrů
Odhad počtu plnění:	cca 8 až 12 x za den
Celková spotřeba vody je při výše uvedeném předpokladu:	cca 9,6 m3/den

Voda použitá pro úpravu plochy musí být prostá jakéhokoliv zabarvení. Před použitím vody do rolby musí být předehřátá na teplotu doporučenou dle typu použité rolby. Tento ohřev je prováděn ve strojovně chlazení odpadním teplem, popřípadě dohřevem pomocí topné vody. Jako doplňková vody pro dopouštění vody pro rolbu se uvažuje voda z řádu.

## 6. PROVOZNÍ NÁPLŇ

V primárním chladicím okruhu bude použit jako chladivo čpavek. Čpavek je (z hlediska ozónové vrstvy a skleníkového efektu) ekologicky nezávadné chladivo, nemá žádný negativní vliv na ozónovou vrstvu ani na skleníkový efekt, má vysokou chladivost a nízkou pořizovací cenu.

Celková náplň bude cca 320 kg.

V sekundárním chladicím okruhu chlazení ledové plochy, bude použit jako nosič chladu stávající roztok nemrznoucí směsi – solanka R. Stávající náplň bude doplněna.

Celková náplň bude cca 16.000 dm<sup>3</sup>.

V okruhu chlazení hlav kompresorů bude použit jako nosič chladu roztok nemrznoucí směsi na bázi monoethylenglykolu.

Celková náplň v okruhu chlazení hlav kompresorů bude cca 200 dm<sup>3</sup>.

V kompresorových soustrojích je použit olej, přesný typ použitého oleje určí dodavatel (výrobce) kompresorového soustrojí. Předpokládá se použití minerálního oleje.

Celková náplň bude cca 70 kg.

## 7. NAKLÁDÁNÍ S ODPADY A VLIV NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

### 7.1. Vliv technologie chlazení na životní prostředí

Kompresorové chladicí zařízení je energetickým zařízením, které při provozu neprodukuje žádné škodliviny či nebezpečné odpadní látky a nezatěžuje životní prostředí.

K možným únikům pracovních látek může dojít jen mimořádně při poruše těsnosti přírubových spojů, případně ucpávek armatur. Za odpad je však možno pokládat opotřebený olej z chladivových kompresorů, který se odevzdává k ekologické likvidaci nebo recyklaci. Zajišťuje dodavatel nebo odborná servisní firma.

Strojovna chlazení je navržena s nepropustnou podlahou, odolnou vůči vodě, oleji i čpavku. S ohledem na hlučnost kompresorů je doporučeno provést stěny strojovny s protihlukovou izolací. Vzduchem chlazené kondenzátory a chladič kapaliny jsou navrženy s ohledem na požadované hygienické požadavky.

### 7.2. Pracovní média, vlastnosti, vliv na životní prostředí

#### Chladivo

- obchodní název:	čpavek bezvodný
- výrobce:	Chemopetrol Litvínov
- chemický vzorec:	NH <sub>3</sub>
- barva:	bezbarvý
- zápach:	silně čpavý
- látka skupiny výbušnosti:	IIA
- meze výbušnosti:	15% dolní mez, 28% horní mez
- třída výbušnosti:	P
- skupina vznícení:	A

**T: toxický, C: žíravý, N: nebezpečný pro životní prostředí**

**R-věty (úplné znění):** R10 Hořlavý

R23 Toxický při vdechování

R34 Způsobuje poleptání  
R50 Vysoce toxický pro vodní organismy

Čpavek působí škodlivě na dýchací systém a stává se při směsném poměru se vzduchem 15 až 28 % objemových výbušným v případě zapálení jiskrou, nebo od otevřeného ohně.

#### **Upozornění:**

Obvykle je člověk varován silným zápachem čpavku již dlouho před tím, než je této nebezpečné koncentrace dosaženo.

#### Ekologické parametry:

- poměrný potenciál rozkladu ozonu: ODP = 0
- skleníkový efekt: GWP = 0
- způsobuje kontaminaci terénu i vod
- rozpouští se ve vodě a vytváří leptavé směsi
- je vysoce toxický pro vodní organismy

#### Bezpečnostní opatření pro ochranu životního prostředí:

- zabránit dalšímu úniku látky
- ohraničit prostor
- zabránit průniku látky do půdy, vody a kanalizace
- snížit šíření par amoniaku srážením vodní clonou
- při úniku do vodních toků informovat okamžitě odběratele vody

#### Pokyny pro zneškodnění úniku čpavku:

- páry čpavku srážet vodní mlhou
- čpavek rozpuštěný ve vodě shromáždit v nepropustné jímce a odtud odčerpat do vhodných obalů a odvést k ekologické likvidaci v souladu s platnou legislativou
- neutralizace zředěným roztokem kyseliny (např. kyseliny dusičné)

Poznámka: Čpavek je silně absorbován do vody. Jeden litr vody může při teplotě 15°C absorbovat 0,5 kg čpavku (asi 700 dm<sup>3</sup> čpavkové páry). Vzhledem k této vysoké absorpční schopnosti čpavku ve vodě je doporučeno zajistit přívod vody do strojovny pro ruční rozstřikování (hadice s rozprašovací koncovkou).

Podrobné údaje: viz bezpečnostní list Amoniak

#### **Teplonosná látka – solanka R (stávající náplň)**

Teplonosná kapalina, roztok chloridu vápenatého se speciálními inhibitory koroze. Produkt je klasifikován jako nebezpečný (Xi, R36), působí dráždivě na kůži, sliznice a oči.

- složení: 25% -ní roztok chloridu vápenatého
- skupenství: roztok
- barva: bezbarvý
- zápach: bez zápachu

Podrobné údaje: - viz bezpečnostní list Solanka R

#### **Teplonosná látka – monoethylenglykol (vodní roztok 40% (25%))**

Teplonosná kapalina na bázi ethylenglykolu se speciálními inhibitory koroze pro chladicí systémy. Jedná se o nebezpečný přípravek ve smyslu zákona č. 356/2003 Sb., je klasifikován jako Xn Zdraví škodlivý. Je hořlavinou IV. třídy nebezpečnosti.

- složení: 40% (25%) -ní roztok monoethylenglykolu pro chladicí systémy, včetně inhibitoru koroze a pomocných látek

- skupenství: kapalina slabě viskózní
- barva: zelená (standardně)
- zápach: slabý zápach

Podrobné údaje: - viz bezpečnostní list ethylenglykolu

#### **Olej**

- přesný typ použitého oleje určí dodavatel kompresorů.
- k úniku mazacího oleje může dojít při poruše olejového systému u některého z kompresorů. Pro tento případ je kompresorovna vybavena nepropustnou olejovzdornou podlahou. Havarijní úniky oleje budou likvidovány zásypem pilinami nebo Vapexem. Při revizích ev. opravách kompresorů budou pro zachycení úniků a odpadů oleje použity plechové vany.
- opotřebený olej z chladivových kompresorů se odevzdává k ekologické likvidaci nebo recyklaci - zajišťuje dodavatel nebo odborná servisní firma.

#### **Voda**

- únik vody nepředstavuje pro životní prostředí žádné riziko.

## **8. POTŘEBA PRACOVNÍCH SIL, POŽADAVKY NA OBSLUHU**

Celé chladicí zařízení je navrženo jako automatické s provozem bez trvalé přítomnosti obsluhy a s periodickým dozorem zaškolených pracovníků obsluhy. Zařízení pracuje s automatickou regulací výkonu a jištěním havarijních stavů.

Manipulovat s chladicím zařízením mohou jen osoby řádně instruované (pouze zaučená obsluha). Pro každou směnu je potřeba min. jedna odborně způsobilá osoba.

Pro potřebu obsluhy je nutné zajistit následující osobní ochranné prostředky a vybavení – zajišťuje investor:

- |  |      |
|--|------|
| - celobličejeová ochranná maska s filtrem K proti parám čpavku   | 2 ks |
| - náhradní filtry K pro ochranné masky   | 2 ks |
| - samostatný vzduchový dýchací přístroj  | 2 ks |
| - celobličejeových ochranný plexi štít   | 1 ks |
| - těsně přiléhavé ochranné brýle   | 2 ks |
| - gumové rukavice prstové  | 2 ks |
| - gumový protichemický oděv  | 1 ks |
| - gumové holínky (s podrážkou odolnou proti ropným produktům a zásaditým látkám – louhům)                              | 2 ks |
| - tlumiče hluku (chrániče sluchu)  | 2 ks |
| - lékárnička, ve které musí být kromě běžného vybavení i prostředky první pomoci při úrazu čpavkem – specifikuje lékař | 1 ks |

Všechny uvedené prostředky musí být umístěny ve velínu tak, aby byl možný bezproblémový přístup k těmto prostředkům i v případě úniku čpavku.

## **9. POŽADAVKY NA NAVAZUJÍCÍ PROFESE A MONTÁŽ ZAŘÍZENÍ**

### **9.1. Požadavky na silovou elektroinstalaci + měření a regulace**

Požadavky na silovou elektroinstalaci a požadavky na měření a regulaci byly předány projektantům těchto profesí.

Silová elektroinstalace a MaR chladicího zařízení jsou předmětem samostatné části projektové dokumentace.

## **9.2. Část stavební**

S rekonstrukcí SO 01 až SO 03 souvisejí stavební úpravy strojovny chlazení. Návrh úprav je součástí technologického projektu.

Stavební práce spojené s rekonstrukcí chladicího zařízení:

SO 01 – výměna kondenzátorů:

- bez stavebních úprav

SO 02 – výměna nízkotlaké strany ve strojovně chlazení:

- vybourání stávajících betonových patek a základů + úprava podlahy po vybourání:
  - 4 ks, rozměr 800x300x600 mm
  - 2 ks, rozměr 1850x900x300 mm
- zásyp a přebetonování elektrokanálu:
  - 1 ks, 2200x300x400 mm
- zhotovení nových betonových základů pod technologické zařízení:
  - 1 ks, 1850x1800x120 mm
  - 1 ks, 1850x700x100 mm
- zhotovení otvoru (průchodu) ve stěně strojovny (cca 300x200)mm pro potrubí – 4 ks
- zatěsnění prostupů po montáži technologického potrubí

SO 03 – výměna kompresorových soustrojí (spojená s využitím odpadního tepla a automatizací zařízení):

- vybourání stávajících betonových patek a základů + úprava podlahy po vybourání:
  - 1 ks, rozměr 2350x1000x350 mm
  - 2 ks, rozměr 500x500x100 mm
- zásyp a přebetonování elektrokanálu:
  - 1 ks, 6100x300x400 mm
  - 1 ks, 6820x300x400 mm
- zhotovení nového elektrokanálu:
  - 1 ks, 3500x300x400 mm
- zhotovení nových betonových základů pod technologické zařízení:
  - 1 ks, 2350x1000x1100 mm (350 mm nad úroveň podlahy, 750 mm pod úroveň podlahy)
- zhotovení otvoru (průchodu) ve stěně strojovny (cca 300x200)mm pro potrubí – 10 ks
- zatěsnění prostupů po montáži technologického potrubí

## **9.3. Požadavky na technologickou a havarijní ventilaci a na osvětlení strojovny chlazení**

Ventilace strojovny chlazení a osvětlení strojovny chlazení je již po rekonstrukci, zůstává stávající, není předmětem rekonstrukce stavebních objektů.

#### **9.4. Požadavky na montáž**

Montáž chladicího zařízení musí být provedena odbornou firmou, která má pro tuto činnost veškerá oprávnění a osvědčení.

Montáž kompresorů, čerpadel a ostatních aparátů chladicího zařízení musí být provedena dle návodu výrobce. Přípravu zařízení a uvedení zařízení do provozu může provádět pouze firma autorizovaná výrobcem k provádění této činnosti.

Montáž zařízení, zkoušky zařízení před uvedením do provozu a vlastní uvedení zařízení do provozu musí být provedeno v souladu s příslušnými normami.

Před uvedením do provozu bude provedena kontrola kompletnosti instalovaného zařízení. Kontrola bude provedena porovnáním s příslušnými instalačními výkresy, schémata obvodů a schémata potrubí a přístrojů chladicího zařízení, a se schémata elektrického zapojení.

#### **Podmínky pro montáž ocelového potrubí (uhlíková ocel)**

Potrubí musí být před montáží vyčištěno, zbaveno konzervace, nečistot, rzi, apod. Armatury musí být rozebrány, odkonzervovány, po navaření zkompletovány. Montáž potrubí je nutné provádět tak, aby nevznikala v potrubí přídavná namáhání. Spojování potrubí bude prováděno svařováním nebo pomocí přírubových spojů. Na čpavkových rozvodech budou přírubové spoje v provedení pero / drážka, na rozvodech teplotonosných látek a vody v provedení s hrubou těsnicí lištou.

Potrubí a armatury musí být kotveny tak, aby nepřenášely síly na kompresory, čerpadla a výměníky. Nosiče budou vyrobeny na montáži z plechů a „U“profilů, připevněné hmoždinkami do zdi (podlahy) strojovny.

Materiály potrubí jsou voleny v souladu s ČSN EN 13 480. Navržené materiály je možné po dohodě změnit, vždy v rozsahu dle uvedené normy.

Po ukončení jednotlivých etap montáže je nutné jednotlivé části potrubních rozvodů vyčistit od mechanických nečistot profukováním vzduchem.

Před plněním zařízení chladivem musí být celý systém vysušen a zbaven vzduchu vakuováním.

Podrobný technologický postup montáže potrubních rozvodů včetně zkoušek potrubních rozvodů stanovuje oprávněná montážní organizace. Tyto postupy musejí být v souladu s ČSN EN 13 480.

#### **9.5. Požadavky na zkoušky**

##### **Svarové spoje**

Rozsah zkoušek svarových spojů zhotovených na montáži stanovuje tento projekt v souladu s požadavky ČSN EN 13 480 – 5. Rozsah zkoušek u výrobků zhotovených ve výrobních závodech stanovuje výrobce a o provedení těchto zkoušek vydává protokol, který je součástí průvodní dokumentace výrobku.

Detailní rozsah a postup provádění zkoušek svarových spojů zhotovených na montáži musí být předmětem montážní dokumentace prováděcí organizace.

V případě zjištění vad na svarových spojkách, musí být tato místa odborně opravena a opětovně přezkoušena. Oprava svarových spojů se provádí za stejných podmínek, za jakých byl proveden původní spoj. Pracovníci, kteří kontrolují svarové spoje, musí být kvalifikováni dle ČSN EN 473.



Rozsah svarových zkoušek se stanoví jednak podle materiálu potrubí, tj. zařazení do skupiny materiálu dle ČSN EN 13 480 – 2 a jednak dle zařazení do kategorie potrubí dle ČSN EN 13 480 – 1.

**Na základě výše uvedeného (materiálu potrubí a zařazení do kategorie potrubí) je určen dle tabulky 8.2-1 ČSN EN 13 480 – 5 rozsah zkoušek následovně:**

Čpavkové potrubí pod tlakem do DN 25 včetně (kategorie 0)	
- Vizuální kontrola	100 %
Čpavkové potrubí pod tlakem do DN 200 včetně (kategorie I a II)	
- Vizuální kontrola	100 %
- Zkouška prozářením nebo ultrazvukem	5 %
Čpavkové potrubí pod tlakem nad DN 250 včetně (kategorie III)	
- Vizuální kontrola	100 %
- Zkouška prozářením nebo ultrazvukem	10 %
Čpavkové potrubí beztlaké – odpuky pojistných ventilů (kategorie 0)	
- Vizuální kontrola během montáže	100 %
Potrubí vody a teplotnosných látek (nemrznoucích směsí) (kategorie 0)	
- Vizuální kontrola během montáže	100 %

Vizuální kontrola se provádí pouhým okem, nebo s použitím jednoduchých optických přístrojů. Kontrola se provádí v celé délce kontrolovaného svaru, před provedením vizuální kontroly musí být spoj řádně očištěn. Vizuální kontrolou se zjišťují úchytky rozměru svaru, tvaru svaru, přesazení hran, střechovitou, převýšení, apod. Vady svarů jsou hodnoceny dle ČSN EN 25 817.

#### **Těsnostní tlaková zkouška potrubí**

Po montáži zařízení technologie musí být provedena těsnostní tlaková zkouška v souladu s ČSN EN 13 480 – 5, a dle požadavků uvedených v čl. 9 této normy. Tlakovou zkoušku čpavkového okruhu vykonat suchým vzduchem, dusíkem, nebo jiným inertním plynem, za podmínek uvedených v článku 9.3.3 ČSN EN 13 480. Tlakovou zkoušku okruhu chlazení ledové plochy, vykonat suchým vzduchem. Tlakovou zkoušku okruhu nemrznoucí směsi a vody, lze vykonat suchým vzduchem, příp. vodou.

Norma ČSN EN 378-2 a projekt definuje nejvyšší pracovní přetlaky ( $p_s$ ) jednotlivých částí okruhů.

Maximální pracovní přetlaky jednotlivých částí okruhů:

- vysokotlaká část okruhu NH <sub>3</sub>	1,8 MPa(G)
- nízkotlaká část okruhu NH <sub>3</sub>	1,3 MPa (G)
- okruh nemrznoucí směsi (chlazení ledové plochy)	0,40 MPa (G)
- okruh nemrznoucí směsi (okruh chlazení kompresorů)	0,50 MPa (G)
- okruhy vody	0,50 MPa (G)

Po těsnostní zkoušce je nutné vystavit protokol revizním technikem a tlak z okruhu vypustit.

Před naplněním okruhu chladivem je třeba ze zařízení odstranit nekondenzující plyny (vzduch) a zařízení řádně vysušit vakuováním. Přítomnost nekondenzujících plynů v okruhu, které se shromažďují v kondenzátoru, má vliv na snížení chladicího výkonu zařízení a zvýšení spotřeby elektrické energie kompresorů.

#### **9.6. Nátěry ocelového potrubí a ocelových konstrukcí**

Po vykonané zkoušce svarových spojů a tlakové zkoušce potrubních rozvodů budou provedeny nátěry. Nátěrový systém musí splňovat stupeň korozní agresivity minimálně C3,

s předpokládanou životností M (střední, 5 – 15 let), odpovídající normě ČSN EN ISO 12944-1 až 8.

Stupeň přípravy povrchu musí být v souladu s ČSN ISO 8501, St 2 - důkladné ruční a mechanické čištění (Při prohlídce bez zvětšení se nezjistí přítomnost olejů, mastnot a nečistot, včetně nepřilnavých vrstev okují, rzi, nátěrů a cizích látek)

Součástí povrchové úpravy potrubních rozvodů bude barevné značení potrubí. Barevné značení bude provedeno barevnými pruhy dle dopravovaných médií a dále budou potrubí opatřena barevnými šipkami (dle dopravovaných médií), udávající směr proudění látky.

## **10.ZNAČENÍ A DOKUMENTACE CHLADICÍHO ZAŘÍZENÍ**

### **Značení chladicího zařízení**

Chladicí zařízení a jeho komponenty musí být identifikovatelné pomocí značení. Uzavírací a hlavní řídicí přístroje musí být označeny štítkem, pokud není zřejmé, co řídí, nebo uzavírají. Chladicí zařízení musí být označeno identifikačním štítkem (s údaji dle ČSN EN 378-2 čl. 6.4.2.2).

Tlakové nádoby musí být označeny v souladu s existujícími normami. Na štítku by měl být uveden výrobce, dále označení typu nádoby, rok výroby, výpočtový nebo nejvyšší pracovní přetlak, rozsah pracovních teplot a pracovní objem nádoby.

Potrubí musí být označena barevnými kódy média a štítky směru toku média, výfuková potrubí od pojistných ventilů musí být označena.

Ventily umožňující odpojení částí zařízení musí být označeny, pokud jejich funkce není zřejmá.

### **Dokumentace chladicího zařízení**

Dokumentace chladicího zařízení musí být vyhotovena v rozsahu uvedeném v ČSN EN 378-2 čl. 6.4.3.

## **11.ZÁVĚR**

Navržené chladicí zařízení musí být vyrobeno, instalováno a zprovozněno dle platných, respektive doporučených norem, z nichž uvádíme zejména:

ČSN EN 378	Chladicí zařízení a tepelná čerpadla – bezpečnostní a environmentální požadavky Část 1. Základní požadavky, definice, třídění a kritéria volby Část 2. Konstrukce, výroba, zkoušení, značení a dokumentace Část 3. Instalační místo a ochrana osob Část 4. Provoz, údržba, oprava a rekonstrukce
ČSN EN 13 480	Kovová průmyslová potrubí Část 1 až 6