

## ZIMNÍ STADION OPAVA

REKONSTRUKCE A PŘÍSTAVBA K OBJEKTU  
na pozemcích s p.č.: 4/1, 5/1, 5/2, 5/3, 5/4, 6/1, 6/22,  
6/11, 6/13, 6/2, 6/15

ŽADATEL

**Statutární město Opava**

Horní náměstí 382/69, Město, 746 01 Opava

GENERÁLNÍ PROJEKTANT

**QARTA ARCHITEKTURA**

Jindřišská 889/17, 110 00 Praha 1

Tel: +420 226 200 150, email: qarta@qarta.cz

AUTORI

Jiří Řezák, David Wittassek, Pavel Fanta

VYPRACOVAL

Tereza Stambolijská, Martin Vančura, Jan Zmátlík

ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT

Ing. arch. David Wittassek, ČKA 03078

HLAVNÍ INŽENÝR PROJEKTU

QARTA ARCHITEKTURA

ZPRACOVATEL ČÁSTI DOKUMENTACE

**BRNOFROST** spol. sr.o.

Miroslav Máčala

Charbulova 74, 618 00 Brno



ODPOVĚDNÝ PROJEKTANT ČÁSTI

Ing. Ladislav Berka, ČKAIT č. 0700877

VYPRACOVAL

Ing. Tomáš Malec

1.NP | ±0.000 = 250,70 m n.m. (Bpv)

REVIZE	ČÍSLO ZAKÁZKY	DATUM
	392	12/2020
	RAZITKO	PARE
NÁZEV VÝKRESU	ČÍSLO VÝKRESU	MĚŘITKO
TECHNICKÁ ZPRÁVA	392_DUSP_D14c_TZ_00	-
PROFESE	DOKUMENTACE - STUPEŇ	DOKUMENTACE ČÁST
<b>TECHNOLOGIE CHLAZENÍ</b>	<b>DUR+DSP</b> Dokumentace pro společné povolení	<b>D.1.4c</b>

# TECHNICKÝ POPIS

## 1 Zadání

Město Opava zadala zpracování projektové dokumentace pro stavební povolení na modernizaci technologie chladicího systému na zimním stadionu.

Zadání požaduje v projektové dokumentaci zpracovat nové řešení čpavkového chlazení, které bude minimalizovat rizika při užívání systému a zajistí automatický provoz v době udržování ledu. Projekt musí splňovat i dostatečné úpravy pro zpětné využití tepla pro stávající tepelné čerpadlo a pro ohřev podloží ledové plochy.

Modernizované chladicí zařízení musí být navrženo s cílem plnění úspornějšího provozu při chlazení ledové plochy. Projekt musí být zaměřen rovněž na minimalizaci následných provozních nákladů na servis a údržbu.

## 2 Podklady pro zpracování nabídky

Dokumentace je zpracována na základě následujících zadávacích podkladů:

- prohlídka ZS Opava na místě
- jednání se zástupci zimního stadionu ZS Opava
- stavební podklady zaslané generálním projektantem Qarta Architektura

## 3 Technologické požadavky pro výkonové parametry strojovny chlazení

Centrální chladicí zařízení bude sloužit k chlazení ledové plochy o rozměrech 28 x 59 m (cca 1652m<sup>2</sup>). Měrný instalovaný chladicí výkon pro obdobné zimní stadiony s kapacitou cca 2500 diváků a celoroční provoz mívá hodnotu cca 275 W/m<sup>2</sup>.

Navrhované výkonové parametry chladicího zařízení:

Min. 455 kW – chlazení ledové plochy (vypařovací teplota -10 °C)

Chladicí zařízení je navrženo jako tzv. přímý systém chlazení s použitím přírodního ekologického primárního chladiva R717 – NH<sub>3</sub> (čpavek).

Typ plochy	Zastřešená
Způsob chlazení	Přímé chlazení
Vypařovací teplota čpavku	-10 °C
Kondenzační teplota	+33 °C
Instalovaný chladicí výkon	490 kW
Rozměry ledové plochy	28 x 59 m

## 4 Princip řešení chladicího okruhu

Kapalné chladivo je z odlučovače čpavku dopravováno do potrubního registru v ledové ploše čpavkovým čerpadlem. V potrubním systému ledové plochy se odpařuje čpavek při konstantní teplotě, což zajišťuje konstantní teplotu, a tedy i kvalitu ledu. Mokrý páry čpavku jsou zpět nasávány do odlučovače čpavku, kde se odloučí kapalina a čpavkové páry jsou nasávány kompresory, ve kterých se stlačují. Stlačené čpavkové páry jsou vedeny do výměníku čpavek / glykol, kde čpavek předá část tepla Glykolu. Tímto se glykol ohřívá a toto teplo je využíváno jako zdroj pro stávající tepelné čerpadlo. Zbytek čpavkových par je přiváděn do kondenzátoru, kde tyto páry kondenzují. Kapalný čpavek z kondenzátoru je veden do odlučovače čpavku, kam se přes motorický regulační ventil nastříkuje.

Okruh chladicího zařízení bude osazen dvěma pístovými kompresory a odlučovačem nízkotlakého chladiva

s cirkulačními čerpadly a pomocnými aparáty na společném ránu, jedním odpařovacím kondenzátorem. V chladicím okruhu bude instalován podchlazovač kapalného chladiva, který bude předávat teplo do glykolu. Toto teplo bude využito pro ohřev podloží ledové plochy.

## 5 Rozsah rekonstrukce

Kompletní rekonstrukce stávajícího chladicího systému technologie chlazení strojovny a potrubního roštu ledové plochy vč. potrubního systému vyhřívání podloží, izolace potrubí, mantinelů, trestních a hráčských lavic, elektroinstalace, MaR technologie chlazení vč. osvětlení přívodního a rozdělovacího kanálu technologie chlazení a strojovny.

Demontáže: odsátí a odvoz olejové náplně a náplně čpavku (NH<sub>3</sub>), odvětrání stávajícího chladicího systému technologie chlazení bez demontáže stávajícího zařízení technologie chlazení.

## 6 TECHNICKÁ SPECIFIKACE

### 6.1 Bloková chladicí jednotka (SKID):

**1 ks Sdružená dvou kompresorová jednotka s odlučovačem pro systém přímého odparu NH<sub>3</sub> obsahující:**

- 2 pístové kompresory, jeden z nich vybaven FM. Kompresory jsou pístové, jednostupňové s přímým pohonem asynchronním elektromotorem. Je vybaven stupňovitou regulací vypínáním válců v rozmezí 100 %, 75%, 50%. Kompresor bude vybaven odlučovačem oleje na výtlačku s automatickým přepouštěním oleje zpět do frémy kompresoru. Tímto řešením bude prakticky eliminován únos mazacího oleje do okruhu a s tím spojené problémy. To umožní demontovat bez náhrady venku stojící odlučovač a sběrač oleje.
- Použitý kompresor nebude vyžadovat externí chlazení hlav válců, ani oleje. To umožní v zimním období odstavit kompletní vodní hospodářství v případě, že venkovní teploty dovolí využít odpařovací kondenzátor jako vzduchový.
- Odlučovač/sběrač čpavku vč. výstroje
- Odlučovač oleje
- 2 ks NH<sub>3</sub> čerpadel obě vybavené frekvenčními měniči (1+1R)
- Příslušné armatury a instrumentaci nutné pro bezpečný chod a obsluhu
- Vše osazeno a dodáno, propojeno a smontováno na společném rámu; z důvodu přepravy bude jednotka rozebrána na max. 2 části. Sestava hladinoznaku a pojistného ventilu bude z důvodu možného poškození těchto drobných částí dodána společně s jednotkou volně.
- Neobsahuje kabeláž mezi rozvaděčem a instrumentací

*Technická specifikace kompresorové jednotky (SKID):*

Kompresor	K1 s FM	K2	Hodnota	Jednotka
Chladicí výkon	245	245	490	kW
Příkon na spojce	61,0	61,0	122	kW
Krytí motoru	IP23	IP23		
Otáčky	500-1500	1500		ot/min
Vypařovací teplota	-10,0	-10,0	-10,0	°C
Kondenzační teplota	+33	+33	+33	°C
Chladivo	NH <sub>3</sub>	NH <sub>3</sub>	NH <sub>3</sub>	
Zkušební atesty	CE PED	CE PED		

### Výměník ZZT z horkých par – Ohřev glykolu pro tepelné čerpadlo

- Deskový výměník
- Příslušné armatury a instrumentaci nutné pro bezpečný chod a obsluhu
- Ohřívá glykol, který je dále využíván pro stávající tepelné čerpadlo

Technická specifikace:

Topný výkon	-	kW
Teplota glykolu vstup/výstup	-	°C
Průtok glykolu	-	m <sup>3</sup> /h
Teplota NH <sub>3</sub> vstup/výstup	+120 / +37	°C
- Parametry tepelného výměníku budou upřesněny v prováděcí dokumentaci		

### Čpavková čerpadla:

- Hermetická čpavková čerpají kapalný čpavek ze sběrače chladiva a do registru ledové plochy
- SKID obsahuje příslušné armatury a instrumentaci nutné pro bezpečný chod a obsluhu

Technická specifikace:

Průtok	4,5	m <sup>3</sup> /h
Dopravní výška	25	m
Příkon	1,0	kW
Pracovní látka	NH <sub>3</sub>	

### Odlučovač čpavku:

- V odlučovači čpavku je od sebe oddělován kapalný a plynný čpavek

Technická specifikace:

Objem	3,8	m <sup>3</sup>
Průměr	1000	mm
Délka	4700	mm
Pracovní látka	NH <sub>3</sub>	
Teplota NH <sub>3</sub>		

### Podchlazovač čpavku:

- V podchlazovači čpavku dochází k ohřevu glykolu, který je využívám pro ohřev podloží ledové plochy

Technická specifikace:

Topný výkon	18	kW
Teplota glykolu vstup/výstup	+10 / +15	°C
Průtok glykolu	3,2	m <sup>3</sup> /h
Teplota NH <sub>3</sub> vstup/výstup	+33 / +25	°C

## 6.2 Odpařovací kondenzátor

Výkon:	648 kW
Kondenzační teplota:	+33°C
Teplota vlhkého teploměru:	+22
Hmotnost:	5100 kg
Rozměr d x š x v	3995x2583x4828 (včetně tlumičů)
Příkon motoru ventilátoru:	1x18,5 kW
Příkon skrápěcího čerpadla:	1,5 kW
Průtok skrápěcí vody:	50 m <sup>3</sup> /h
Dopouštění vody:	1,5 m <sup>3</sup> /h (tlak min 1,5 baru)
Akustický výkon:	81 db(A)

\*Ventilátor řízen frekvenčním měničem, včetně ohřevu vany 4 kW

### 6.3 Cirkulační čerpadlo glykolu pro ohřev podloží

Technická specifikace:

Průtok	3,2	m <sup>3</sup> /h
Dopravní výška	12	m
Příkon	0,75	kW
Pracovní látka	30% MPG	

### 6.4 Expanzomat pro okruh ohřevu podloží

Expanzomat o objemu 120 l

## 7 POŽADAVKY NA OSTATNÍ PROFESE

### 7.1 Elektrická energie

V nabídce se počítá s vhodným přívodem elektrické energie do strojovny z rozvodny, který zajistí objednatel.

Napěťová soustava: 3/N/PE AC, 50Hz 400/230V, TN-C-S

Instalovaný příkon: 222 kW

Tabulka elektrospotřebičů je nedílnou přílohou této technické zprávy.

### 7.2 Hlavní přívod pro strojovnu chlazení

- Elektrické napájení – kabelový odjištěný přívod s deonem s vyrážecí cívkou (mimo strojovnu chlazení)
- Nezávislý elektrický přívod pro ústřednu detekce NH<sub>3</sub>, včetně zálohování
- Kompenzace účinníku a harmonických složek, přívod elektro NN 400V

### 7.3 Voda pro odpařovací kondenzátor

Do odpařovacího kondenzátoru musí být přivedena upravená voda o minimálním tlaku 1,5 baru na vstupu do jednotky. Množství dopouštěné vody je cca 1,5 m<sup>3</sup>/h. Požadovaná kvalita vody viz. dokumentace výrobce.

Úprava vody je dodávkou

Předběžné požadavky na kvalitu vody:

Vlastnost vody	Škála
PH	7,0 – 9,0
Tvrdost (vyjádřená hodnotou CaCO <sub>3</sub> )	30 – 500 mg/l
Zásaditost (vyjádřená hodnotou CaCO <sub>3</sub> )	500 mg/l max
Rozpuštěné pevné látky	1000 mg/l max
Chloridy	125 mg/l max
Sulfáty	125 mg/l max
Vodivost	1200 µS/m
Permanentní obsah chloru	1 mg/l max
Obsah chloru pro čištění a desinfekci	5-15 mg/l max po dobu 6 hod

## 7.4 Havarijní a provozní ventilace

Rozměr strojovny: 5,6 x 9,0 x 4,0 m  
Objem strojovny: 202 m<sup>3</sup>

Rozměr kanálu: 80 x 1,5 x 2 m  
Objem kanálu: 240 m<sup>3</sup>

Celkový objem: 442 m<sup>3</sup>  
Celková náplň čpavku: max 1200 kg

### Požadavek na havarijní větrání:

- Dostatečný průtok vzduchu dle ČSN378-3: **6 000 m<sup>3</sup>/hod**
- ventilátor v provedení do nevýbušného prostředí, s kontaktem na spuštění od havarijních stop tlačítek anebo detekce úniku čpavku
- Včetně nasávacích žaluzií, které musí být instalovány i v kanálu u ledové plochy

### Požadavek na provozní větrání:

- Produkce tepla od kompresorů, FM s ostatních strojů (fáze č.1): **28 kW**
- Min. obrátka vzduchu dle ČSN (4x): **1 780 m<sup>3</sup>/hod**
- Maximální teplota strojovny **+36°C**
- Minimální teplota strojovny **+10°C**
- Včetně nasávacích žaluzií

Odtah vzduchu z havarijního ventilátoru ze strojovny chlazení a kanálu musí být napojen na stávající sprchování čpavku, které je v současné době umístěno na střeše objektu.

## 7.5 Vytápění strojovny chlazení

Vytápění strojovny chlazení na min. teplotu +10°C například teplovodní „saharou“ ovládanou z MaR. Elektrické obvody sahary musí být bezpečně odpojitelné od 2°úniku NH<sub>3</sub> a havarijních stop tlačítek.

## 7.6 Stavební úpravy ve strojovně chlazení a kanálu

- Betonový základ pro blokovou kompresorovou jednotku včetně antivibrační podložky
- Montážní otvor pro nastěhování hlavních komponent do strojovny chlazení
- Konstruktivní provedení stěn, podlahy a stropu strojovny chlazení s alespoň jednohodinovou požární odolností, dveře otevírající se směrem ven (dostatečný počet) s proti panikovým kováním, únikové východy
- Podlaha strojovny provedena jako jímka v případě uniku NH<sub>3</sub> a oleje – musí být zamezeno uniku NH<sub>3</sub> ze strojovny chlazení
- Ocelová konstrukce pro instalaci odpařovacího kondenzátoru včetně obslužné lávky, zábradlí, přístupu
- Přístup do kanálu, včetně přístupových žebříků a plynotěsného poklopu únikového východu v prostoru haly.
- Primární ocelové konstrukce pro uchycení potrubí v kanálu

## 7.7 Protipožární ochrana

- Projekt technologické části chladicího zařízení neřeší protipožární zabezpečení stavby. Součástí projektu jsou požární prostupy pro potrubí a kabely, které procházejí protipožárními stěnami.

## 7.8 Ostatní

- Prívod vody do strojovny včetně umyvadla
- Zemnici sít a ochrana před bleskem
- Utěsnění požárních prostupů při průchodu potrubí (kabelů) požárními stěnami
- Připojení tepelného čerpadla na výměník na blokové kompresorové jednotce – hranice dodávky hrdla výměníku na blokové jednotce (SKID)
- Dodávka bezpečnostních pomůcek a havarijní sprchy (včetně očí), včetně přívodu vody s regulovatelnou teplotou 25-30°C, průtok 60 l/min
- Základová deska pro ledovou plochu včetně dilatačních spár oddělující plochu od zbytku stavby
- Jeřábová drážka s nosností 9000 kg pro instalaci kompresorové jednotky

## 8 STAVEBNÍ ÚPRAVY – Ledová plocha a kanál

### 8.1 Ledová plocha *(není dodávkou PS chlazení)*

Rozměr ledové plochy bude 28x59 m.

Nová skladba ledové plochy bude následující:

- Makadam (dle výsledků geologického průzkumu)
- Betonová deska
- Vyhřívání podloží (dodávka technologie chlazení)
- Geotextilie 300 g/m<sup>2</sup>
- Hydroizolace PVC folie tl. 1,5 mm, spojená s horní vrstvou
- Geotextilie 200 g/m<sup>2</sup>
- Tepelná izolace XPS 300, 2x 50 mm, pero/drážka
- Geotextilie 200 g/m<sup>2</sup>
- Hydroizolace PVC folie tl. 1,5 mm
- Podkladní beton
- Kluzná vrstva HDPE folie 0,5 mm
- Betonová chladicí deska, beton C30/37 XC4, XF1, strojně hlazené, uzvavírací nástřik
- Kari síť, atypická
- Technologický rošt uložený na distanční plechy (dodávka technologie chlazení)
- Kari síť, atypická
- Uložení husích krků a vodotěsných krabic v ochozu pro teplotní čidla ve vzdálených obloucích ochozů ledové plochy.

Nový mantinel bude instalován bez soklu, na rovnou plochu (dodávka technologie chlazení).

### 8.2 Vyhřívání podloží

Vyhřívání podloží bude zajištěno 30% glykolem ohřátým v podchlazovači na blokové kompresorové jednotce. Distribuce ohřátého glykolu v podloží bude zajištěna pomocí topného roštu. Topný rošt z PEHD trubek ø 25 s roztečí 600 mm bude instalován v podloží. Trubky topného roštu budou navařeny přímo do rozvodných PEHD trubek ø 75 mm

### 8.3 Kanál pro potrubní rozvody NH<sub>3</sub> *(není dodávkou PS chlazení)*

Pro potrubní rozvody čpavku pro chlazení ledové plochy bude vybudován nový průchozí kanál o šířce 1500mm a hloubce 2000mm. Kanál bude stavebně propojen se strojovnou chlazení. Vstup do kanálu

bude umístěn taktéž ve strojově chlazení. V kanálu musí být umístěna detekce úniku čpavku a na jeho koncích musí být instalovány sací žaluzie s přívodem venkovního vzduchu tak, aby bylo možné v případě úniku kanál odvětrat. Kanál musí být vybaven plynotěsnými poklopy, které budou využity jako únikový východ do prostoru haly v případě havárie.

#### 8.4 Vjezd rolby (není dodávkou PS chlazení)

Vjezd rolby na plochu bude výškově upraven pro novou plochu.

## 9 MATERIÁLOVÁ A OSTATNÍ SPECIFIKACE

### 9.1 Dodávka a montáž zařízení a propojovacích potrubí

Instalace a montáž výše uvedených zařízení a dodávka veškerých propojovacích potrubí v rámci strojovny včetně kondenzační strany, propojení strojovny a registru ledové plochy a ohřevu podloží.

Veškeré potrubí bude zhotoveno z materiálu P235GH/P265GH. Potrubí je navrženo z černých ocelových bezešvých hladkých a závitových trubek z uhlíkové oceli tř. 11 a 12 pro čpavkový okruh.

Okruh glykolu bude proveden z materiálu P235TR1.

Regulační potrubí v potrubním kanále ledové plochy bude provedeno z černé oceli – bezešvé trubky, materiál P235GH/P265GH.

### 9.2 Tepelné izolace

Veškeré studené části zařízení a potrubí budou opatřeny tepelnou izolací proti ztrátě chladu a orosení. Tepelná izolace zabraňuje únikům chladu a tepla z potrubí a aparátů chladicího zařízení a musí být dimenzována tak, aby nedocházelo k orosování povrchové úpravy tepelné izolace.

Izolace armatur bude provedena jako snímatelná z pěnového kaučuku. Izolace nebude provedena u armatur, kde to ohrožuje jejich funkci nebo kde izolace podstatně snižuje možnost manipulace – filtry, magnetické ventily a automatika. Povrchy, spoje a čela tepelných izolací budou opatřeny vhodnou nepřerušovanou parotěsnou vrstvou k zamezení pronikání vlhkosti difúzí vodních par. Součástí finální povrchové úpravy chladicího zařízení je jeho označení. Každé chladicí zařízení a jeho hlavní komponenty musí být identifikovatelné. Toto značení musí být vždy viditelné.

- *Obecné provedení tepelných izolací – strojovna chlazení a rozvody v kanálu:*

Potrubní rozvody čpavku ve strojově chlazení a kanálu budou izolovány pěnovým kaučukem bez další povrchové úpravy

*Fyzikální vlastnosti pěnového kaučuku:*

Použitý izolační materiál:

Hustota:

Tepelná vodivost při -20 °C

Tepelná vodivost při ± 0°C

Tepelná vodivost při +40 °C

Použitelnost do teploty, max.

Použitelnost do teploty

Difuze vodní páry

K-Flex ST, AF / Armaflex, Kaiflex KK, nebo výrobek jiného výrobce shodných vlastností

$\rho = 50 \div 100 \text{ kg / m}^3$

$\lambda = 0,034 \text{ W / m K}$

$\lambda = 0,036 \text{ W / m K}$

$\lambda = 0,040 \text{ W / m K}$

+105 °C

min. -40 °C

$\mu \geq 7000$



#### Požární vlastnosti:

Stupeň hořlavosti	M1, C1 dle ČSN 73 0862
Požární chování	samozhášivý, nešíří plamen, nekapající
Požární odolnost průniku stěnou	do R 90
Požární odolnost průniku stropem	do R 120

### 9.3 Armatury

#### 9.3.1 Armatury pro vodu/glykol

- závitové nebo přírubové armatury pro jmenovitý tlak minimálně PN 16
- úprava těsnících ploch u přírubových armatur, hrubá těsnicí lišta
- materiál všech částí včetně ucpávek a mezi přírubového těsnění odolné vůči vodě, solance a glykolu

#### 9.3.2 Armatury pro chladivo R 717 (NH<sub>3</sub>)

- přivařovací, nebo přírubové armatury pro jmenovitý tlak minimálně PN25, kulové kohouty PN40
- úprava těsnících ploch u přírubových armatur, pero-drážka nebo nákrůžek-výkružek
- materiál všech částí včetně ucpávek a mezi přírubového těsnění odolný vůči NH<sub>3</sub> – čpavku, materiály nesmějí obsahovat měď nebo zinek a jejich slitiny!!!

### 9.4 Závěsné systémy

Závěsné systémy pro uchycení potrubí budou provedeny ze standardních ocelových montážních nosníků či z pozinkovaných stavebnicových systémů.

### 9.5 Elektromotorická instalace (dodávka PS chlazení)

- Havarijní a provozní osvětlení
- Osvětlení a servisní zásuvky ve strojovně chlazení musí být bezpečně odpojitelné od napájení havarijním signálem z rozvaděče PS chlazení.
- Havarijní a nouzové osvětlení ve strojovně chlazení v nevýbušném provedení min. do zóny 1 s kontaktem pro aut. zapnutí od havarijních stop tlačítek a detekce úniku čpavku.
- EMI a MaR technologie chlazení je řešeno v samostatné části projektové dokumentace.

### 9.6 Ledová plocha

Technologie chlazení ledové plochy bude zajištěna přímým odparem chladiva (čpavku) v chladicím roštu. Chladicí rošt z ocelových bezešvých trubek ø 26,9 x 2,6 s roztečí 80 (85) mm bude instalován v ledové ploše vč. přívodního potrubí a rozdělovačů.

### 9.7 Ostatní

- náplň NH<sub>3</sub> cca 1200 kg
- olej pro kompresory vč. náplně pro první výměnu dle doporučení výrobce
- inženýrská činnost a vedení projektu
- projektová dokumentace skutečného stavu a instrukční příručka
- těsnostní a tlakové zkoušky, certifikace autorizovanou osobou dle platné evropské směrnice 2014/68/EU, aplikované do našeho zákonodárství nařízením vlády č. 219/2016 Sb dle zákona č.90/2016 Sb., vč. prohlášení o shodě na celý systém
- uvedení kompletního systému do provozu a zaškolení obsluhy

## 9.8 Požadavky na firmu provádějící montáž

Aby byla zajištěna dostatečná kvalita provedení stavby, musí být provedena vlastní realizace akreditovanou firmou, která má zkušenostmi se stavbami obdobného charakteru, t.j. technologie čpavkového chlazení, a která dále splňuje kvalifikační, profesní a ekonomické předpoklady.

## 10 Charakteristika a technologie zařízení

Chladicí zařízení lze charakterizovat jako zařízení s nucenou cirkulací chladiva. Teplo směnná plocha, která slouží k výrobě ledu na ploše, je tvořena trubkovým systémem, který je zalit do poslední betonové vrstvy ledové plochy. Pro cirkulaci chladiva mezi nízkotlakým sběračem chladiva (expanzní nádobou) ve strojovně chlazení v a trubkovým systémem v ledové ploše zimního stadionu jsou ve strojovně instalována cirkulační chladivová čerpadla. Systém pracuje v hermeticky uzavřeném chladicím okruhu.

Pro Ledové plochy platí normativní příloha „G“ ČSN EN 378-1+A2: 2017. Tato příloha určuje:

### Vnitřní ledové plochy

Zařízení mají být klasifikována jako nepřímé systémy tehdy, jsou-li části obsahující chladivo odděleny od obecných míst umístění pomocí vhodné, zesílené, dobře utěsněné betonové podlahy (platí pouze pro chladiva A1, B1 a B2). V tomto případě musí být splněny následující požadavky:

- musí být k dispozici sběrače chladiva, které mohou zachytit celou náplň chladiva;
- potrubí a sběrací kusy musí být svařeny nebo pájeny na tvrdo bez přírub a uloženy do betonové podlahy;
- přívodní potrubí a zpětné potrubí musí být uspořádána v odděleném rozdělovacím kanálu, který je plynotěsný a odvětrán do strojovny.

Klasifikace zařízení dle ČSN EN 378-1+A2: 2017

### Ledová plocha:

Speciální požadavky na ledové plochy, s odvoláním na normativní přílohu „F“:

Podle umístění:

článek F.1:

Zařízení obsahující chladiva A1, A2L, B1 a B2L se mají klasifikovat jako nepřímá zařízení tehdy, jsou-li části obsahující chladivo odděleny od prostoru, který je kategorizován jako přístupný veřejnosti, pomocí vhodné, vyztužené dobře utěsněné betonové podlahy. V tomto případě se musí splnit následující požadavky:

- Musí být k dispozici sběrač chladiva, který pojme celou náplň chladiva
- Potrubí a rozdělovací kusy musí být svařeny nebo pájeny na tvrdo bez přírub a kryté v betonové podlaze
- Přívodní a zpětné potrubí musí být vedeno ve vyhrazeném trubním kanálu, který je navržen tak, že únik chladiva nemůže proudit do obsazeného prostoru, a který je odvětrán do strojovny

## **Strojovna chlazení:**

Podle způsobu odnímání tepla:

Přímé chladicí zařízení čl. 4.1.2

Podle umístění:

článek 4.2 – článek 4.2.4 – Kategorie C:

Prostory s přístupem pouze oprávněných osob. Prostory, které nejsou přístupné veřejnosti a kam mají přístup pouze oprávněné osoby, které jsou obeznámeny s všeobecnými a zvláštními bezpečnostními opatřeními.

Zatřídění do tabulky C.1 dle ČSN EN 378-1+A2: 2017

Chladivo - bezpečnostní skupiny B2, umístění - kategorie A, nepřímé zařízení:

Řádek 6:

Bez omezení tehdy, je-li východ do volného prostranství a není-li přímé spojení s prostory kategorií A a B

### **10.1 Suroviny, pomocné a odpadní látky**

#### **10.1.1 Čpavek**

Jako chladiva je použito technického bezvodého syntetického čpavku ( $\text{NH}_3$ ), jakost "A", ČSN 65 1311.

ODP (Ozon Depletion Potential) chladiva R 717 ( $\text{NH}_3$ ) = 0

GWP<sub>100</sub> (Global Warming Potential) chladiva R 717 ( $\text{NH}_3$ ) = 0. Hodnoty GWP<sub>100</sub> jsou relativní a jsou vztaheny k oxidu uhličitému ( $\text{CO}_2$ ) a k časovému horizontu 100 let.

**Chladivo cirkuluje v hermeticky uzavřeném chladicím okruhu.**

Zatřídění chladiva dle ČSN EN 378-1+A2: 2017

Podle přílohy „E“ ČSN 378-1 – Bezpečnostní skupina B2

**Celková náplň chladiva v zařízení**

**cca 1 200 kg**

#### **10.1.2 Olej**

Pro provoz zařízení je nutný minerální nebo syntetický mazací olej pro chladivové kompresory. Typ a množství oleje určuje dodavatel kompresorů.

**Náplň oleje v zařízení je**

**cca 60 l**

#### **10.1.3 Odpadní látky**

Při provozu chladicího zařízení nevznikají žádné plynné, kapalné a ani tuhé odpadní látky.

Při provozu dochází k vymrzání, případně vysrážení, atmosférické vlhkosti na neizolovaných rozvodech chladiva v rozvodném kanále. Tato vlhkost odtává při odstavení zařízení z provozu.

## 11 Zdravotní a bezpečnostní opatření

### 11.1 Zdravotní opatření a ochranné pomůcky

Chladicí zařízení pracuje s **chladičem R717 (NH<sub>3</sub>)**.

Dále uvádím hlavní zásady, které plynou z norem ČSN EN 378-2 až 4.

Obsluhující (dozorující) personál chladicího zařízení musí být vyškolen a poučen o předpisech ochrany zdraví a poskytnutí první pomoci při úrazu chladičem. **Školení zajistí provozovatel.**

Chladicí zařízení musí být podrobena preventivní údržbě v souladu s instrukční příručkou dle ČSN EN 378-2+A1: 2017. **Údržbu zajistí provozovatel.**

Obsluhující personál chladicího zařízení musí být podrobně seznámen s obsluhou zařízení podle ČSN EN 378-4+A1:2017: Chladicí zařízení a tepelná čerpadla – Bezpečnostní a environmentální požadavky – Část 4: Provoz, údržba, oprava a rekuperace. **Školení zajistí provozovatel.**

Podle Informativní přílohy „A“ ČSN EN 378-3+A1:2017: Chladicí zařízení a tepelná čerpadla – Bezpečnostní a environmentální požadavky – Část 3: Instalační místo a ochrana osob} musí být snadno k dispozici osobní ochranné prostředky, přiměřené k množství a typu chladiva. Tyto prostředky musí být pečlivě uskladněny mimo vlastní strojovnu, avšak v blízkosti vchodu do strojovny a zajištěny proti nevhodnému zasahování. Osobní ochranné prostředky musí být pravidelně kontrolovány a udržovány podle doporučení výrobce. **Správné umístění, kontrolu a údržbu ochranných prostředků zajistí provozovatel.**

Informativní příloha „A“ normy ČSN EN 378-3+A1:2017 předepisuje následující ochranné prostředky, které musí být poskytnuty každé osobě k použití při údržbě, opravě a rekuperaci:

#### Normální používání

Každé osobě, která provádí údržbu, opravu a rekuperaci mají být poskytnuty následující osobní ochranné prostředky:

Pro veškerá chladiva a bez ohledu na vlastnosti chladiva:

ochranné rukavice a ochrana zraku;

Pro chladiva skupiny B2 (NH<sub>3</sub>):

ochranné prostředky dýchacích orgánů podle EN 132, EN 133, EN 134, EN 135, EN 136, EN 14593-1, EN 14593-2 a EN 14594.

**Pro použití v případě nouzových situací musí být k dispozici následující zařízení:**

- ochranné prostředky dýchacích orgánů podle EN 132, EN 133, EN 134, EN 135, EN 136, EN 137, EN 14387 a EN 14594;.
- zařízení pro první pomoc;
- ochranný respirátor s filtrem (celo obličejová maska) nebo samostatné dýchací přístroje.

#### Ochranné prostředky dýchacích orgánů

Ochranné prostředky dýchacích orgánů mají být vhodné pro použité chladivo. Pokud jsou v místě instalace k dispozici samostatné dýchací přístroje (se souhlasem místní záchranné služby), mají být v pravidelných intervalech udržovány kvalifikovanou osobou a mohou být používány pouze vhodně zacvičenými osobami, které jsou s nimi náležitě seznámeny a jsou-li opatřeny druhem a typem zařízení, u něhož jsou použitelné.

## Zařízení první pomoci

Musí být k dispozici zařízení pro první pomoc, léky a speciální chemikálie vztahující se k použitým chladivům, společně s ochrannými pokrývkami atd., které jsou uskladněny mimo strojovnu, ale v blízkosti vstupu do místnosti strojovny.

Zvláštní pozornost musí být věnována prostředkům pro rychlé ošetření poraněných očí.

Léky a jiné chemikálie smí být v zařízeních pro první pomoc jen po konzultaci s lékařskými odborníky.

## Sprchy v případě nouzových situací

U chladicích zařízení, která používají čpavek (R717) nebo jiné žraviny kůže nebo chladiva dráždící oči, mají být k dispozici mycí zařízení očí (např. promývací zařízení očí) a pro náplň chladiva větší než 1 000 kg má být dále instalována sprcha pro případ nouzové situace.

Voda pro sprchy má mít termostaticky řízenou teplotu (směšování horké a studené vody) k vyloučení šoku zraněných osob z nízké teploty.

Vybavení ochrannými pomůckami je nutno konzultovat s místně příslušným IPB.

**Vybavení strojovny osobními ochrannými prostředky a zařízeními k použití v případě nouzových situací zajistí provozovatel strojovny chlazení.**

### 11.1.1 Bezpečnostní opatření

Projekt chladicího zařízení byl vypracován v souladu s ČSN EN 378-1 až 4: Chladicí zařízení a tepelná čerpadla – Bezpečnostní a environmentální požadavky.

Tuto ČSN EN je nutno dodržet v projektech stavby, elektroinstalace, vzduchotechniky, M+R a případných dalších navazujících projektech.

### 11.1.2 Detekce úniku chladiva

ČSN EN 378-3+A1:2017:Chladicí zařízení a tepelná čerpadla – Bezpečnostní a environmentální požadavky. v čl 7.1 stanoví:

„Pokud je vyvolán poplach k varování o úniku ve strojovně a/nebo v prostoru obsazeném osobami, musí poplach varovat o úniku chladiva podle 7.3. Poplach musí být spuštěn signálem od detektoru podle kapitoly 8. Poplach musí také upozornit oprávněnou osobu na započetí odpovídajících opatření“.

Detektory čpavku varující před nebezpečím **výbuchu nebo požáru** musí pro účely ovládání fungovat při koncentracích předepsaných v čl. 8.7 EN 378-3+A1:2017.

- 350 mg/m<sup>3</sup> (500 ppm) dolní hodnota poplachového zařízení
- 21 200 mg/m<sup>3</sup> (30 000 ppm) horní hodnota poplachového zařízení

Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, stanoví mimo jiné i přípustné expoziční limity (PEL) a nejvyšší přípustné koncentrace (NPK-P) pro Amoniak. Faktor přepočtu mg/m<sup>3</sup> na ppm je dle uvedeného NV č. 361/2007 Sb. =1,438.

Dle přílohy 2, část A, NV č. 361/2007 Sb. jsou expoziční limity pro amoniak stanoveny:

- PEL = 14 mg/m<sup>3</sup> = 20,1 ppm
- NKP-P = 36 mg/m<sup>3</sup> = 51,8 ppm

V příloze E.1 ČSN EN 378-1 je stanovena pro chladivo R 717 (NH<sub>3</sub>) praktická mezní hodnota kritické koncentrace chladiva ve vzduchu na 0,000 35 kg/m<sup>3</sup> = 350 mg/ m<sup>3</sup> (500 ppm). Tato hodnota je hodnotou IDLH (Immediate Danger to Life and Health), to je hodnota koncentrace, při níž může člověk

opustit po 30 min. prostor, aniž by utrpěl újmu na zdraví. V čl. 7.4.1 ČSN EN 378-1 je určeno, že detektory chladiva musí fungovat při koncentraci nepřesahující praktické mezní hodnoty chladiva ve vzduchu.

Na základě výše uvedeného navrhuje zvolit dále uvedené hranice poplašného zařízení, na které bude nastaven systém detekce úniku chladiva.

- **50 ppm**; 1. stupeň výstraha, únik chladiva
- **350 ppm**; 2. stupeň dolní hranice poplašného zařízení
- **900 ppm**) havarie; 3. stupeň, horní hranice poplašného zařízení

Při 1. stupni, výstraze řídicí systém upozorní oranžovým blikajícím světlem na únik chladiva, jehož koncentrace již nevyhovuje nejvyšší přípustné koncentraci stanovené nařízením vlády č. 361/2007 Sb.

Při 2. stupni, to je při dolní hladině poplašného zařízení musí být uvedeno do činnosti poplašné zařízení a mechanické větrání.

Při 3. stupni, to je při horní hladině poplašného zařízení musí být uvedena do činnosti poplašná signalizace, mechanické větrání, nouzové osvětlení a chladicí zařízení musí být automaticky odstaveno včetně osvětlení, pokud toto není v nevyhnutném provedení.

Článek 7.2. ČSN EN 378-3+A1:2017 určuje, že v případech, kdy je instalováno poplachové zařízení, musí být zdroj energie poplachového zařízení nezávislý na zdroji energie mechanického větrání. Pro poplachová zařízení mohou být použity záložní akumulátorové baterie.

Stejnou funkci jako dosažení horní hranice poplašného zařízení budou mít havarijní tlačítka na únikových cestách ze strojovny chlazení.

Umístění detektorů musí být voleno v závislosti na chladivu a musí být umístěny tam, kde se bude chladivo po úniku shromažďovat.

Chladicí zařízení je zařízení kde chladivo (R 717 – NH<sub>3</sub>) cirkuluje v hermeticky uzavřeném okruhu. To znamená, že za normálních provozních stavů nedochází k úniku chladiva z chladicího okruhu do okolí. Z hlediska úniku chladiva z chladicího okruhu je třeba věnovat zvýšenou pozornost místům kde prostor chladiva je od okolního prostředí oddělen technickými těsnicími prostředky. Jedná se zejména o:

- mechanické ucpávky hnacího hřídele chladivových kompresorů
- těsnění vřeten veškerých chladivových armatur
- armatury pro ruční odolejování některých míst chladicího okruhu

Místa pro ruční odolejování některých částí chladicího okruhu jsou vybaveny samouzavíracími ventily. Samouzavírací ventil slouží pouze k odolejování, odkalení zařízení. Před samouzavíracím ventilem je namontován ještě ruční uzavírací ventil, který musí být, pokud se právě neprovádí odolejování, uzavřen!

Provoz, dozor a údržba zařízení musí být, v souladu s ČSN EN 378-4, zabezpečována řádně instruovanými a odborně způsobilými pracovníky. Tito mohou být kmenovými zaměstnanci provozovatele, nebo příslušníky odborné servisní firmy. Termíny a obsah pravidelných prohlídek vyplývají z předpisů dodavatelů jednotlivých komponent a budou předmětem servisní smlouvy mezi provozovatelem a vybranou servisní firmou.

Strojovny musí být na vstupu jasně označeny spolu s výstražnými upozorněními s tím, že neoprávněné osoby nesmí do strojovny vstupovat a je zakázáno kouřit a používat otevřený oheň nebo plamen. Výstražná upozornění musí dále uvádět zákaz neoprávněného provozu zařízení. Uvnitř

prostoru obsazeném osobami musí být jasně viditelná upozornění, která uvádějí postupy, které musí být provedeny v případě poplachu.

#### 11.1.3 Zabezpečení zařízení proti překročení nejvyššího pracovního tlaku

K zamezení překročení nejvyššího pracovního tlaku jsou, v souladu s ČSN EN 378-2+A2:2017, jednotlivé tlakové nádoby vybaveny pružinovými pojistnými ventily.

Výfuky pojistných ventilů jsou potrubím vyvedeny nad střechu objektu. Provedení výfukového potrubí musí odpovídat ČSN EN 2-2+A1:2017.

Nastavení otevíracího tlaku pojistných ventilů:

nízkotlaká část 1,6 MPa

vysokotlaká část 2,3 MPa

Zdrojem tlaku v zařízení jsou kompresory, které jsou vybaveny přístroji tlakových ochran, které při překročení nastavené hodnoty kompresor vypnou.

#### 11.1.4 Protipožární ochrana

Projekt technologické části chladicího zařízení neřeší protipožární zabezpečení.

### 11.2 Potřeba pracovníků pro provoz a údržbu zařízení

Ke správné a bezpečné činnosti chladicího zařízení je třeba zajistit pro dozor, údržbu a případnou obsluhu kvalifikované pracovníky v souladu s ČSN EN 378-4+A1:2017 : Chladicí zařízení a tepelná čerpadla – Bezpečnostní a environmentální požadavky – Část 4: Provoz, údržba, oprava a rekuperace.

Servis chladicího zařízení musí být zajištěn u odborné firmy.

### 11.3 Patentní a licenční nároky

Pro technologické zařízení ledové plochy zimního stadionu není navrhováno využití žádné licence. Rovněž není navrhováno řešení, které by bylo chráněno patentem.

### 11.4 Větrání a vzduchotechnika

Požadavky na větrání chladicího zařízení jsou v ČSN EN 378-3+A1:2017

Chladivo R 717 (NH<sub>3</sub>) je zařazeno dle tabulky E.1 ČSN EN 378-1+A2:2017 do bezpečnostní skupiny B2.

Norma ČSN EN 378-3+A1:2017 předepisuje v čl. 5.16 pro zvláštní strojovny chlazení větrání. Pro chladiva lehčí než vzduch, což je i chladivo R 717 (NH<sub>3</sub>), musí být odpadní vzduch odebírán z nejvyššího místa místnosti zvláštní strojovny. Vstup venkovního vzduchu do zvláštní strojovny musí být v blízkosti nejnižšího místa místnosti.

Čl. 5.16.4 ČSN EN 378-3+A1:2017 stanoví výkon větracích ventilátorů pro **mechanické větrání**. Požadavek na maximální kapacitu nesmí být vyšší než 15 výměn vzduchu za hodinu. Ventilátory musí být možno zapnout i vypnout jak uvnitř tak i vně místnosti zvláštní strojovny chlazení.

$$V = 14 \times 10^{-3} \times m^{2/3}$$

Kde V je průtok vzduchu v m<sup>3</sup>/s

m je hmotnost náplně chladiva v kg

14 x 10<sup>-3</sup> je přepočítávací faktor

Nouzový sací ventilátor větrání musí být buď:

a) s motorem mimo průtok vzduchu nebo

b) pro nebezpečné prostory podle požadavků 6.2.13 v EN 378-2+A2:2017

Ventilátory nuceného větrání lze použít i k běžnému provoznímu větrání.

### 11.5 Povrchová ochrana a barevné řešení

Ocelový trubkový systém ledové plochy je zalit betonem. Protikorozně se nátěrem ošetří pouze konce trubek vyčnívající z betonové vrstvy do rozvodného kanálu, rozdělovací a sběrací kusy rekonstruované ledové plochy a přívodní a zpětné chladivové potrubí v rozvodném kanále ledové plochy.

Všechny stroje a aparáty jsou z výrobního závodu opatřeny kompletním nátěrovým systémem. Po ukončení montáže je však nutno opravit všechny nátěry poškozené během dopravy a montáže. To se týká všech strojů a aparátů, které nebudou izolovány. Izolované aparáty jsou opatřeny základním nátěrem a budou po ukončení montáže opatřeny parotěsnou izolací. Izolované potrubí bude před započítím izolačních prací opatřeno rovněž základním krycím nátěrem.

Nátěry potrubí budou provedeny na suchý, čistý, odmaštěný povrch, zbavený rzi:

- pod izolaci základní barvou, tloušťka vrstvy 80 µm.

Barevné označení potrubí podle provozní tekutiny vychází z ČSN 13 0072. Barevné označení potrubí se doplňuje zpravidla nápisy, štítky a bezpečnostními tabulkami dle stejné ČSN 13 0072.

Dále jsou uvedeny nátěry a odstíny vrchních nátěrů.

#### 11.5.1 Potrubí neizolované

Barva	Sad	Název	Odstín	Počet nátěrů
Synt.základní S 2000	1	Základní nátěr	šedá 0110	2
Email syntet. S 2013	1	Potrubí s teplým plynným NH <sub>3</sub>	červen rumělková 8190	2
Email syntet. S 2013	1	Potrubí s kapalným NH <sub>3</sub>	fialová 3500	2
Lak asfaltový A 1010	1	Neizolované rozvody chladiwa v kanále LP	černý 1999	2
Email syntet. S 2013	1	Odvzdušňovací potrubí	modř světlá 4400	2
Email syntet. S 2013	1	Pojistné potrubí	oranž návěstní 7550	2
Email syntet. S 2013	1	Olejoyé potrubí	hněd kávová 2320	2
Email syntet. S 2013	1	Voda	zeleň světlá 5014	2

#### 11.5.2 Potrubí izolované

Barva	Sad	Název	Odstín	Počet nátěrů
Synt.základní S 2000	1	Základní nátěr	šed' sivá 1018	1



### 11.5.3 Ocelové konstrukce

Závěsný systém pro potrubí je povrchově přednostně ošetřen pozinkováním. Pokud nebudou některé části pozinkované, ošetří se nátěry dle tabulky

Barva	Sad	Název	Odstín	Počet nátěrů
Synt.základní S 2000	1	Základní nátěr	šedá 0110	2
Email syntet. S 2013	1	Ostatní	černá 1999	2

## 12 Použité normy a předpisy

Rekonstruovaná část zařízení byla navržena s přihlédnutím k následujícím normám:

ČSN EN 378-1+A2 Chladicí zařízení a tepelná čerpadla – bezpečnostní a environmentální požadavky

Část 1. Základní požadavky, definice, třídění a kritéria volby

ČSN EN 378-2+A2 Chladicí zařízení a tepelná čerpadla – bezpečnostní a environmentální požadavky

Část 2. Konstrukce, výroba ,zkoušení, značení a dokumentace

ČSN EN 378-3+A1 Chladicí zařízení a tepelná čerpadla – bezpečnostní a environmentální požadavky

Část 3.Instalační místo a ochrana osob.

ČSN EN 378-4+A1 Chladicí zařízení a tepelná čerpadla – bezpečnostní a environmentální požadavky

Část 4. Provoz, údržba, oprava a rekonstrukce

ČSN EN 14276-1+A1 Tlaková zařízení chladicích zařízení a tepelných čerpadel

Část 1 Nádoby – Všeobecné požadavky

ČSN EN 14276-2+A1 Tlaková zařízení chladicích zařízení a tepelných čerpadel

Část 2 Potrubí – Všeobecné požadavky

ČSN EN 14276-2+A1 Chladicí zařízení a tepelná čerpadla

Pojistná zařízení proti překročení tlaku a jim příslušná potrubí

– Výpočtové postupy

ČSN EN 13 480 Kovová průmyslová potrubí

**Příloha č.1: ZS Opava – Tabulka elektrospotřebičů**

				Jednotkový		Celkový	
Zařízení	Umístění	Provoz	Rezerva	Provozní příkon MAX. [kW]	Nominální příkon [kW]	Provozní příkon MAX. [kW]	Instalovaný příkon [kW]
Kompresor NH3, řízeno FM - 2 ks	Strojovna	2	0	79,5	90,0	159,0	180
Odpařovací kondenzátor, řízeno FM - 1 ks	Strojovna	1	0	24,7	24,7	24,7	24,7
Čerpadlo NH3, řízeno FM - 2 ks	Strojovna	1	1	1,8	2,2	1,8	4,4
Čerpadlo glykolu pro ohřev podloží, řízeno FM - 2 ks	Strojovna	1	1	1,1	1,5	1,1	3
Armatury a instrumentace	Strojovna	1	0	10,0	10,0	10,0	10
<b>TZB strojovny (ventilace, osvětlení, topení atd.) - není zahrnuto</b>	Strojovna	-	-	-	-	-	-
					Celkový provozní příkon [kW]	<b>196,6</b>	
					Celkový nominální příkon [kW]		<b>222,1</b>