

Chlazení Zdeněk Daněk  
Soškova ul. 1353  
59231 Nové Město na Mor.

MEZIFAKULTNÍ CENTRUM ENVIROMENTÁLNÍCH VĚD II

LABOTRATORNÍ CHLADÍCÍ BOXY

PROJEKTOVÁ DOKUMENTACE  
A PODKLADY PRO STAVEBNÍ ČÁST

TECHNOLOGIE CHLAZENÍ

Zpracoval: Zdeněk Daněk  
Datum zpracování: 2.5.2013

**Zakázka:** MEZIFAKULTNÍ CENTRUM ENVIRONMENTÁLNÍCH VĚD II

## **1. Úvod a zadání**

Předmětem projektu je návrh dispozičního řešení strojního chladicího laboratorního zařízení pro skladování a výzkum chlazených produktů

**Objednatel:** Česká zemědělská univerzita v Praze

Generální projektant: Arch. Design, s.r.o.

Zhotovitel: Zdeněk Daněk, Soškova 1353, 592 31 Nové Město na Moravě

Projekt byl vypracován na základě dispozice předané objednatelem a požadavky objednatele. Podkladem pro stanovení potřebných chladících výkonů byly technické výkresy chladících boxů a výpočty tepelných ztrát pro chlazené prostory.

Projektová dokumentace specifikuje technické podklady pro dodávku a montáž strojního chlazení, jeho zapojení a připojení na hlavní automatické přístroje, které budou součástí dodávky chladicí technologie. Součástí projektu je technická specifikace chladicího zařízení, která obsahuje specifikaci přídatného zařízení, rozvodů chladu a izolací.

Projektová dokumentace dále obsahuje podklady pro navazující profese, tj. stavbu, ZT, ÚT, elektroinstalaci a vzduchotechniku.

## **2. Technické řešení**

S ohledem na zadání investora bylo zvoleno provozně úsporné a bezpečné technické řešení technologie chlazení.

Chlazení bude provedeno nepřímým chlazením v chladících vzduchu umístěných v chladících boxech.

Technologie bude zabezpečovat udržení klimatu (teplota a vlhkost) v jednotlivých chlazených boxech (komorách). Technologie bude zabezpečovat dle požadavku provozovatele udržení a zajištění požadovaných provozních podmínek tedy dosažení a udržení požadované teploty a vlhkosti v komoře. Dle provozních podmínek může docházet k požadavku na snižování a zvyšování požadované teploty komor a

požadavku snižování nebo zvyšování relativní vlhkosti v komorách. Komory jsou uzavřené, ale je nezbytné uvažovat s vlivy otevíráním dveří, vstupem osob atd.

S ohledem na uvedené bylo zvoleno následující technické řešení:

Komory budou chlazeny pomocí suchých chladičů. Chlazení je zajištěno pomocí uzavřeného středotlakého oběhu nemrznoucí kapaliny. Nemrznoucí kapalina bude chlazená kompaktním chladicím strojem umístěným na střeše objektu. Jednotlivé suché chladiče v komorách budou vybaveny kompletní provozní automatikou a technologií pro regulaci teploty v komorách (snižování a zvyšování teploty, typicky od  $-2^{\circ}\text{C}$  do  $+15^{\circ}\text{C}$ ) a technologií pro regulaci vlhkosti (snižování a zvyšování, typicky od 70% do 98%RH). Přesná definice požadavků je v tabulce požadavků níže.

Jako zdroj chladu byla zvolena kompaktní venkovní strojní chladicí jednotka s frekvenčně řízeným hermetickým kompresorem, integrovaným vzduchem chlazeným kondenzátorem deskovým chladičem a sběračem chladicí kapaliny /Frízium/, která je pomocí čerpadla rozvedena do jednotlivých chladičů v chladicích boxech.

Chladicí jednotka (kompaktní chladič kapaliny) bude umístěna na střeše objektu na ocelové konstrukci. Jednotka obsahuje zásobník nemrznoucí kapaliny také hlavní oběhové čerpadlo, včetně záložního a kompletní systém udržení stabilního tlaku v okruhu nemrznoucí kapaliny.

Jednotka je umístěna ve zvukově izolované karosérii s maximální akustickým tlakem 47dB/Lp při plném vytížení a teplotě okolí  $+36^{\circ}\text{C}$ . Jednotka je vybavena elektronickou regulací výkonu kompresoru v závislosti na výstupní teplotě nemrznoucí kapaliny v rozsahu 30-100% pomocí frekvenční modulační výkonu. Vstřikování chladiva elektronické pomocí krokového motoru. Regulace ventilátorů kondenzátoru plynulá, v režimu plovoucí kondenzační teploty s limitem  $+15^{\circ}\text{C}$ . Jednotka s vysokou provozní účinností. Maximální rozměry chladicího stroje 1700x800x2000mm.

Jednotlivé chladicí komory jsou vybaveny bohatě dimenzovanými ventilátorovými chladiči. Regulace teploty bude řízena změnou teploty chladicího média (individuálně u každého boxu, komory). Tato regulace zahrnuje samostatné oběhové čerpadlo a třicestný přímo ovládaný ventil pro každý chladič v chlazených komorách.

V chlazených prostorech č 1; č.2; č.3; č.4; umístěných v místnosti č.138 je umístěno zařízení zajišťující regulaci vlhkosti. Technologie je vybavena elektronickým řízením zajišťující přesnou teplotu od  $-2^{\circ}\text{C}$  po  $1^{\circ}\text{C}$  do  $15^{\circ}\text{C}$  a vlhkost vzduchu pomocí parního vyvíječe.

Každý box bude vybaven silovým a řídicím rozvaděčem, který zajistí regulaci ventilátorů chladiče, elektrického odtávání, oběhového čerpadla a třicestného ventilu. Dále je zajištěna regulace osvětlení, otevření dveří a vyhodnocení poruchových stavů. Pro definované boxy je řešena regulace vnitřní relativní vlhkosti a jednak možnost udržení, snížení i zvýšení této hodnoty. Rozvaděč pro regulaci chlazené komory bude vždy umístěn na stěně boxu. Teplotní sondy vyhodnocují teplotu vzduchu na sání i výfuku a samostatně teplotu prostoru na stěně ve výšce 1500mm.

Součástí dodávky bude centrální elektrický silový rozvaděč, do kterého bude ze stavby přiveden hlavní elektrický přívod. Tento rozvaděč zajistí elektrické rozjištění a napájení chladicí jednotky umístěné na střeše objektu a jednotlivých rozvarů pro regulaci chlazených komor.

V jednotlivých chlazených komorách budou umístěny chladiče zajišťující vychlazení jednotlivých komor na požadovanou teplotu. Návrh jednotlivých chladičů vychází z požadavků na chladicí výkon definovaných v bodě 3. Jednotlivé chladiče budou výpočtově navrženy na vstupní teplotu nemrznoucí směsy  $-6^{\circ}\text{C}$  a její ohřátí cca 4K. Rozteč lamel se uvažuje min 6mm, minimální počet ventilátorů na chladiči 2ks, ventilátory třídy EC. Odtávání jednotlivých komor bude kombinované, tedy prioritně prodlouženým chodem ventilátorů ventilátorů, doplňkově elektrické (automatická volba vhodného režimu). Vždy bude použita teplotní sonda pro ukončení odtávání.

U pozic, kde je vyžadován elektrický do ohřev s ohledem na snížení relativní vlhkosti, bude tento ohřev řešen samostatnými topnými tyčemi umístěnými před chladičem. V tomto případě bude komora vždy vybavena bezpečnostním termostatem.

Zvyšování relativní vlhkosti v jednotlivých komorách se předpokládá parní (ale není podmínkou). Pro tento systém se předpokládá zajištění stanice pro úpravu vody z řádu, která bude společná pro celou technologii. Jednotlivé vyvíječe budou řízeny z regulačních pozic a budou individuální pro každou chlazenou komoru.

Vyvíječ páry musí být napojen na výrobník demineralizované vody. Připojení na tlakovou pitnou vodu o tlaku 3 až 10 bar.

Výrobník umístěn v místnosti toalet dle výkresové dokumentace a připojen na tlakovou vodu  $\frac{1}{2}$ " potrubím. Současně je nutné zajistit odpad od výrobníku potrubím DN 50.

Potrubní rozvody nemrznoucí kapaliny budou v plastovém kompozitním provedení, včetně tepelných izolací. Potrubní rozvody kotveny přes izolační objímky. Rozvody upravené vody v plastovém provedení s ochranou proti zámru v místech vstupu do prostor s nízkou teplotou.

Technologie bude vybavena centrálním monitorovacím a řídicím systémem. Tento systém zabezpečuje kompletní sběr dat (min 365dní) vzdálený přístup přes vpn rozhraní a vizualizaci dat pomocí webového rozhraní. Data bude možné třídit a zpracovávat individuálně (po jednotlivých komorách), nebo hromadně. Systém zabezpečí vyhodnocení nízkých a vysokých teplotních alarmů, alarmů hodnot relativní vlhkosti, otevření dveří a poruch jednotlivých částí technologie.

Lokální komunikace mezi regulátory pomocí průmyslového protokolu po sběrnici LON, nebo ModBus, nebo IP komunikace.

Systém zabezpečuje vizualizaci dat na zobrazovacím displeji, který je součástí dodávky technologie.

Navržená chladicí technologie pracuje s náplní chladiva R 407F (dále jen „chladiivo“, které splňuje ekologické i hygienické požadavky a vyhovuje požadavkům zákona o ochraně ovzduší č. 86/2002 Sb. Ze dne 14.2 2002. Podle ČSN 14 0647 – ENV 378 patří chladivo R407 F do skupiny L1 a bezpečnostní skupiny A1/A1.

Chladicí kapalina zajišťující rozvod chladu bude nemrznoucí směs dle klasifikace ES:209-677-9 o koncentraci pro teploty -30°C. Nemrznoucí směs není nebezpečnou látkou, nebo přípravkem dle EU 67/548/EHS a 1999/45/ES.

### 3. Tepelné bilance a vstupní parametry

Předmětem projektu je stanovení chladicího výkonu jednotlivých chlazených prostorů, chladicího výkonu chladicí jednotky, výkonu jednotlivých chladičů a kondenzátoru, návrh regulačních prvků a způsob regulace technologie.

#### Vstupní parametry pro dimenzování strojní chladicí technologie...

Místo:	Nespecifikované 650 m n.m.
Výpočtová teplota vzduchu venkovní:	+36 °C
Výpočtová teplota vzduchu kolem prostoru boxů:	+25 °C
Použité chladivo:	R 407F
Výpočtová teplota kondenzace chladiva:	+43°C
Výpočtová vypařovací teplota chladiva chladicího okruhu:	-12°C
Výpočtová nemrznoucí směs zajišťující vlastní chlazení komor:	-7°C

#### pracovní teploty chlazeného prostoru boxů

Chlad. box č. 1:	-2°C / +15°C reg.po 1°+reg vlhkosti
Chlad. box č. 2:	-2°C / +15°C reg.po 1°+reg vlhkosti
Chlad. box č. 3:	0°C / +15°C reg.po 1°+reg vlhkosti
Chlad. box č. 4:	0°C / +15°C reg.po 1°+reg vlhkosti
Chlad. box č. 5:	0°C / +15°C
Chlad. box č. 6:	-2°C / +15°C

#### Určení prostředí dle ČSN 33 2000 – 3...

Kondenzační jednotka umístěná ve venkovním prostředí:	AB8/AQ1/AS2 – venkovní prostředí
chladicí boxy a přípravný:	AB4 – vlhké
Dle protokolu o určení vnějších vlivů by mělo být stanoveno:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. v chladírnách prostředí AD1 – výskyt vody zanedbatelný</li> <li>2. popřípadě ošetřeno místně provozními předpisy.</li> </ol>

**Žádáme generálního projektanta stavby o schválení výše uvedených prostředí dle ČSN 33 20 00-3.**

#### 4. Izolace chlad boxů

Chladicí boxy jsou z polyuretanových sendvičových panelů navzájem spojovaných excentrickými zámkami. Základní modulová šířka panelů je 1200mm, vnitřní rozměry boxů jsou odstupňovány po 250mm.

Chladicí boxy jsou z panelů tl. 75 mm, Vnitřní výška boxů je v obou případech 2700mm. Chladicí boxy jsou dodávány včetně podlah. Podlahy boxů jsou zapuštěny do podlahy stavby., Podlaha chlad. boxů je zapuštěna – 79mm .

Dveře jsou standardně dodávány s rozměry 800 nebo 900x1970mm.

Stupeň hořlavosti sendvičových PUR panelů C2 – středně hořlavé (dle ČSN 73 0862) a konstrukce druhu D3.

Před chladicími boxy č. 1; 2; 3; 4 je nutné zhotovit odpadní žlab napojený na odpadní potrubí - pro zkondenzovanou páru. Při RV 98% je možné, že vyvíjená pára může kondenzovat na stěnách a podlaze boxu.

#### 5. Stanovení chladicích výkonů jednotlivých chlazených prostorů

Výpočtový návrh uvažuje s osmnácti hodinovou provozní dobou chodu zařízení

Pozice	popis	Q(kW)
č.1/138	chlad. box	1267,4
č.2/138	chlad. box	1267,4
č.3/138	chlad. box	1196,7
č.4/138	chlad. box	1196,7
č.5/138	chlad. box	1086,6
č.6/010	chlad. box	2652,3

**Celkový požadovaný chladicí výkon 10 kW s modulací chladicího výkonu 30-100%, tedy od chladicího výkonu 3kW do 10kW při výstupní teplotě nemrznoucí kapaliny – 8°C / DT4K a T<sub>11</sub> (okolí) +36°C.**

#### 6. Stavební připravenost:

<b>Přívody el. energie do strojovny</b>	<b>TN-C-S, 400/230V, 50 Hz</b>
El. přívod k centrální chlad. jednotce	24,9 kW
Z toho motory KJ	6,8 kW
Doporučený jistič	50A/charakteristika D

Přívod Cu kabelu ukončit volným koncem cca 5 m dlouhým v místě umístění centrální chladicí jednotky dle výkresové dokumentace do rozvaděče chlazení.

## **ZAJISTÍ STAVBA**

**Lze použít tlačítko umístěné před strojovnou (vstupem na střechu budovy) v prosklené skřínce, které přeruší dodávku el. proudu pro chl. zařízení ve strojovně v hlavním rozvaděči budovy.**

Ke každému chlad. **a mraz.** stavebnicovým boxům je nutné přivést el. přívody pro osvětlení 230V/10A ze stropu a zakončit v krabici acidur volná délka 3 m –**zajistí stavba**

- osvětlení je předmětem dodávky firmou instalující chlazení

### **Stavební úpravy:**

Zhotovení úchytů nebo nosníků pro lávky k uložení chladicího potrubí – **zajistí stavba**

Lávky budou dodány firmou instalující chlazení, která je na nosníky, příp. úchytky ukotví.

Nosníky popř. úchytky budou vždy ve vzdálenosti 1 m.

Pod lávkami musí být zajištěna podchodná výška.

Hmotnost lávek počítejte cca 15-30 kg/m.

**Je nutné:** počítat s tím, že lávky zatíží konstrukci budovy  
koordinovat trasy potrubí s ostatními profesemi.  
**(zajistí generální projektant s dodavatelem stavby)**

Zhotovení průrazů pro chlad. potrubí zhotoví stavba dle stavebního plánu a pokynů vedoucího montéra při přejímce stavby. Pro instalaci chlad. potrubí je nutné průrazy utěsnit.

### **Zhotovení odpadů kondenzátu Js 40 a jejich napojení na výparníky chlad. boxů.**

U chlad. boxů je nutné vytvořit odpady s **pachovou uzávěrou** dle přiloženého základového plánu a výkresové dokumentace,

#### **Připojení a zaústění je předmětem stavby.**

Odpady kondenzátu z chlad. boxů provést novodurovou trubicí o Js 40 přes pachovou uzávěru (MIMO BOXY).

Vývody kondenzátu z chlad. výparníků jsou zakončeny závitem 1/2" až 6/4".

Před chladicími boxy č. 1; 2; 3; 4 je nutné zhotovit odpadní žlab napojený na odpadní potrubí - pro zkondenzovanou páru. **Připojení a zaústění je předmětem stavby.**

**V dosahu 10 až 15 m od jednotky je nutné vyvést kohoutek s tlakovou vodou, aby bylo možné připojení hadice na čištění kondenzátoru jednotky.**

Prostor nad chlad. boxy musí být přirozeně odvětrán. Též musí být zajištěn přístup nad boxy průlezným okénkem (700 x 700 mm).

Je nutné provedení ochrany izolací a potrubí chladiva před mechanickým poškozením (chodby, sklady, volně přístupná místa).

Je nutné zajistit trasu pro nastěhování chlad. zařízení na místo určení. Velikost otvorů min. šíře 1000 mm, výška 1970 mm. Délky jednotlivých kusů jsou až 2700 mm. Hmotnost nerozebíratelných celků činí až 315 kg.

Stavba musí zajistit volný příjezd k objektu pro složení zařízení po celou dobu montáže. Průchod na střechu opatřit dveřmi o rozměru min. 1000 x 1970 mm – pro umístění chladicí jednotky nebo montážním otvorem (1 x 1,9 m) v případě, Podlahu pod chladicí jednotkou je nutné zvolit tak, aby se zabránilo pronikání hluku a vibrací do celé stavby.

### **Montáž a přístup k chladicí jednotce a kondenzátoru.**

K zajištění přístupu k chladicí jednotce a kondenzátoru stavba zajistí dle výkresové dokumentace bezpečný přístup pro obsluhu a údržbu, / popřípadě žebřík a servisní lávku pro pravidelné čištění. Pro chladicí jednotku je nutné připravit lože (fundament) tak, aby odpovídalo výkresové dokumentaci a technickému řešení jednotky (je nutné brát v úvahu hmotnost vibrace a možnou resonanci konstrukce, parametry viz. Str. č. 2. Z důvodů nasávání musí mít kondenzátor po stranách volný prostor 1 m. Hlučnost kondenzátoru viz. parametry str.č. 2.

### **Ventilace.**

Venkovní provedení

**Proud vzduchu z ventilátorů a otopných těles a klimatizačních výústek nesmí ovlivňovat chladicí zařízení – není pak zaručena správná funkce a teplota ve všech chlazených prostorech.**

Umísťovat otopná tělesa v blízkosti chlad. zařízení není vhodné – dochází ke zbytečným tepelným ziskům a přetěžování chlad. zařízení.

Příloha:

Vypracoval: Zdeněk Daněk

Tel/fax: 0616/615296, 617411

Mobil: 0602438260