

## TECHNICKÁ ZPRÁVA

**Stavba** : Modernizace laboratoří fyziky  
ve 4.NP PřF UP v Olomouci - Envelopě

**Stupeň PD** : Dokumentace pro stavební povolení (DSP)

**Investor** : Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci

**Objekt** : D.2 Dokumentace technických a technologických zařízení  
D.2.2.3 Chlazení pro technologii

**Revize** : 0

**Datum** : 08/2016

### Obsahem projektu D.2.2.3 Chlazení pro technologii je:

- Návrh nového zdroje a rozvodů chladu pro chlazení vzduchu v nově instalovaných VZT jednotkách, pro klimatizaci nově budovaných laboratoří fyziky a chlazení technologických zařízení chlazených vodou umístěných v těchto laboratořích.

**Podkladem** pro zpracování projektu byly požadavky investora, podklady vzduchotechnické, a stavební části a poskytnutá stávající dokumentace.

### Popis systému chlazení

V objektu se nenachází žádný zdroj chlazené vody. Pro zařízení s potřebou chladicí vody bude vybudován nový kapalinový chladicí systém. Systém bude vybaven jedním společným zdrojem chladu (chladicí jednotka viz Zdroj chladu), s jednotnou centrálně řízenou výstupní teplotou. Jednotlivá zařízení připojená na systém chlazení však pracují s různými teplotními parametry, viz dále.

Systém chlazení je dělen na dva okruhy. Zdrojový a distribuční. Zdrojový okruh je okruh mezi zdrojem chladu (chladicí jednotka) a zásobní nádobou chladu. Tento okruh je koncipován s konstantním průtokem přes chladicí jednotku. Distribuční okruh je okruh zásobující jednotlivé odběrné místa chladicí vodou. Distribuční okruh je koncipován s proměnným průtokem chladicí vody. Okruhy jsou od sebe odděleny zkratem.

Protože zařízení připojené na distribuční okruh pracují s různými teplotními parametry, je distribuce chladu dělena do jednotlivých zón dle určení, a požadovaná teplota bude upravována směřováním, případně budou systémy odděleny a požadovaná teplota v odděleném okruhu bude upravována v tepelném výměníku.

Přehled zón distribuce:

- 1) Zóna VZT – čerstvý vzduch (ČV)
- 2) Zóna VZT – oběhové jednotky (OJ)
- 3) Zóna technologie

Popis jednotlivých zón:

- 1) Zóna VZT – čerstvý vzduch (ČV)

Tato zóna pracuje s teplotou rovnající se výstupní teplotě ze zdroje chladu. Chladicí voda je odebírána ze zdrojového okruhu a bez jakékoli úpravy teploty zásobuje chladicí vodou čerstvovzdušnou VZT jednotku umístěnou na střeše a současně zásobuje ostatní okruhy „ostrou“ (tepelně neupravenou) vodou ze zdroje chladu. Zóna musí být v provozu v případě potřeby chladu jakékoli zóny a také při nízkých venkovních teplotách pro zajištění protimrazové ochrany rozvodů a zařízení umístěných ve venkovním prostředí.

Pro řízení výkonu chlazení VZT jednotky umístěné na střeše objektu je použito dvoucestného regulačního ventilu s elektropohonem (dod. chlazení) pro řízení výměníku kvantitativně. Pro zajištění minimálního průtoku systémem (minimální průtok čerpadlem, protizámrazová ochrana) je v jednotce navržen aktivní zkrat. Zkrat je tvořen dvoucestným ventilem (dodávka chlazení) řízeným reverzně k regulačnímu ventilu VZT jednotky. To znamená, že v případě 100% výkonu VZT je chladicí voda vedena pouze přes výměník VZT jednotky a v případě nulového výkonu chladicí jednotky je chladicí voda vedena pouze zkratem s nízkým průtokem, čímž je zajištěn pouze minimální potřebný průtok systémem.

- 2) Zóna VZT – oběhové jednotky

Tato zóna zásobuje chladicí vodou oběhové jednotky pro jednotlivé laboratoře. Oběhové jednotky pracují s tepelným spádem 10/18°C. Teplota chladicí vody pro zařízení musí být proto upravována. Úprava teploty v této zóně je prováděno směřováním pomocí dvoucestného regulačního ventilu (dod. chlazení) ve vstřikovacím zapojení, řízena bude teplota zpátečky (18°C). Řízení výkonu oběhových jednotek je pomocí vlastních regulačních uzlů v dodávce jednotek. V dodávce jednotek jsou také vlastní uzavírací armatury. Pro hydraulické zaregulování jsou v rozvodu umístěny ruční vyvažovací ventily pro každé zařízení.

- 3) Zóna technologie

Tato zóna zásobuje technologická zařízení chlazená vodou. Přívodní teplota v okruhu má být 15-20°C. Okruh technologie bude otevřený, musí být proto zcela oddělen od centrálního zdroje chladu. Oddělení je provedeno tepelným nerezovým deskovým výměníkem, ve kterém bude prováděna úprava teploty chladicí vody na požadované parametry pomocí dvoucestného regulačního ventilu na zdrojové části okruhu. Řízení regulačního ventilu je na základě teplotního čidla na výstupu z tepelného výměníku.

Okruh technologie je otevřený s beztlakou zásobní nádrží oteplené vody. Čerpadlo chladicí vodu dopravuje přes tepelný výměník k jednotlivým technologickým zařízením, z prostorových důvodů zásobní nádrž nemůže být níže, než technologické zařízení, technologické zařízení tedy musí být vhodné pro protitlak ze zpátečky nejméně 0,5bar. Rozvody chladicí vody budou vedeny pod stropem, zásobní nádrž, z důvodu prostoru a hmotností, není navržena na celý objem vody v systému, před vstupem oteplené vody do zásobní nádrže proto musí být zhotoven nejvyšší bod zpátečky pro zabránění návratu veškeré vody ze systému. Rozvody chladicí vody pro technologii budou ukončeny uzavíracími armaturami ve strojovně VZT, nebo

technické místnosti (m.č.4.006b). Konečné dopojení zařízení, osazení jemnější filtrace a případných redukčních ventilů dle požadavků technologie musí být dodávkou technologického připojení (dodávka technologie). Řízení výkonu jednotlivých zařízení taktéž není dodávkou technologického chladicího okruhu (chlazení) a musí být dodávkou technologie.

### **Zdroj chladu**

Jako zdroj chladu pro systém chlazení pro VZT a technologii o teplotním spádu 7/13°C je navržena vzduchem chlazená kapalinová bloková chladicí jednotka umístěná ve venkovním prostředí na střeše objektu, viz výkresová dokumentace.

Popis jednotky:

Jedná se o kapalinovou vzduchem chlazenou chladicí jednotku vybavenou kompresory spirálového typu, určenou pro venkovní instalaci. Jednotka je dodávána se všemi potřebnými provozními náplněmi. Každý okruh je vybaven filtrem, průhledítkem, elektronickým expanzním ventilem a plnicími ventily.

Pro ochranu proti zámrazu v zimním období je jednotka vybavena elektrickým ohřevem.

Kondenzátor vzduchem chlazený.

Tlumiče jednotky jsou součástí dodávky jednotky.

Bloková chladicí jednotka se umístí na předem připravený ocelový základ (dodávka stavby) ve venkovním prostředí na střeše objektu dle výkresové dokumentace. K zamezení přenosu chvění do stavebních a základových konstrukcí bude toto zařízení osazeno na antivibrační tlumiče chvění, které jsou součástí dodávky jednotky.

Základy musí být zhotoveny dle požadavku výrobce dodané chladicí jednotky.

Požadované technické parametry chladicí jednotky:

Chladicí výkon	: $Q_{CH} = 83 \text{ kW}$
Chladicí látka	: voda
Nemrznoucí směs	: 0%
Parametry chladicí látky	: $\Delta t = 6^\circ\text{C}$ (spád 7/13°C)
Počet okruhů	: 1
Počet kompresorů	: 2 (typ – spirálový)
Elektrický příkon	: $P = 29 \text{ kW}$
Napětí	: $U = 3 \times 400\text{V}/50\text{Hz}$
Hmotnost provozní	: $m = \text{max. } 1000 \text{ kg}$
Délka x šířka x výška	: cca 240 x 130 x 175 cm
Akustický výkon	: 80 dB(A)
Akustický tlak (v 10m)	: 50 dB(A)
Chladivo	: R410A

Přehled bilancí energií – el. příkon

Chladicí jednotka	28,50 kW
Čerpadlo zdroje	0,55 kW (1x provoz, 1x záloha)
Čerpadlo distribuce	0,75 kW (1x provoz, 1x záloha)
Čerpadlo VZT-OJ	0,25 kW
Čerpadlo technologie	0,55 kW
Celkem	30,6 kW

### **Rozvod potrubí**

Dle požadavku zadavatele projektu jsou nové navrženy z potrubí nerezového AISI 304 spojovaného svařováním, případně plastových v příslušné tlakové řadě. Veškeré ocelové potrubí bude spojováno svařováním, armatury závitovým, nebo přírubovým spojem.

Rozvod je vždy veden v minimálním spádu 3‰, v nejvyšším místě je vždy opatřen odvzdušňovacími ventily, v nejnižším vypouštěcími kulovými kohouty. Rozvod může být veden pod úrovní stolů (nad VZT vyústkami) nebo ideálně u podlahy, v laboratořích 4.007a, 4.008b a 4.008a nesmí být rozvod veden v tlakovém stropě, nebo podhledu.

V případě průchodu rozvodů různými požárními úseky budou prostupy opatřeny protipožárními ucpávkami tvořené protipožárními manžetami, případně zpěňujícím protipožárním tmelem.

Velké armatury, filtry, čerpadla, nebo jiné těžké díly potrubního systému musí být, zejména při užití plastového potrubí, vždy upevněny nezávisle na potrubí, aby byly potrubí i systém chráněny od nedovoleného zatížení. Mohou být například použity mezipříruby s armaturními upevňovacími deskami pro uzavírací klapky nebo držáky kulových kohoutů aj.

### **Armatury**

V systému je využito typových armatur běžného typu v závitovém, nebo přírubovém provedení, v požadované tlakové řadě, materiálu a kvalitě dle protékající látky a požadavků na spolehlivý a hospodárný provoz zařízení.

V systému je nezbytné množství manometrů, teploměrů a ostatních diagnostických nástrojů pro sledování správného chodu soustavy. V nejnižších místech rozvodu musí být vždy osazeny vypouštěcí kohouty, v nejvyšších automatické odvzdušňovací ventily s plovákem řízeným bezúkapovým odvzdušňovacím ventilem, případně ruční odvzdušňovací ventily.

Veškeré dvoucestné regulační ventily jsou pro hydraulické vyvážení soustavy, pro nastavení požadovaného průtoku přes výměníky chlazení, pro zajištění vysoké autority regulačního procesu a pro zabránění nežádoucích nadprůtoků přes regulační uzly použity tlakově nezávislé s plynule nastavitelným omezovačem průtoku. Po provedení proplachů, před spuštěním zařízení musí být všechny regulační armatury nastaveny na požadované parametry dle projektu. Před regulační uzly jsou do potrubí osazeny uzavírací armatury a filtr pevných nečistot.

V rozvodech jsou pro kontrolu, případně nastavení požadovaného průtoku osazeny také ruční vyvažovací ventily v místech dle výkresové části. Nastavení ručních vyvažovacích ventilů bude provedeno v průběhu zkušebního provozu. Pro správnou funkci ručních vyvažovacích ventilů je potřeba dodržovat uklidňující délky, které jsou 5D před a 2D za příslušnou armaturou.

### **Strojní zařízení**

Strojní zařízení je kromě samotné chladicí jednotky tvořeno oběhovými čerpadly, zásobní nádobou, expanzním zařízením a pojišťovacími ventily. Chladicí jednotka je umístěna ve venkovním prostředí na střeše objektu, na předem připravený ocelový základ (dodávka stavby). Základ je potřeba zhotovit dle podkladů výrobce dodané chladicí jednotky. Z důvodu

zamezení přenosu chvění a snížení hlučnosti je zdroj chladu osazen na izolátory chvění (dodávka zdroje chladu). Ostatní strojní zařízení je umístěno ve strojovně VZT a chlazení umístěné ve 4.NP objektu dle výkresové dokumentace na podlaze strojovny, nebo na ocelových konstrukcích v dodávce stavby.

Pro získání většího objemu chladicí látky z důvodu lepší regulovatelnosti výkonu chlazení a snížení počtu startů při nízkém zatížení stroje je do systému integrována zásobní nádrž chladu o objemu 800l, která je umístěna ve strojovně VZT a chlazení.

Okruh chladicí vody je uzavřený, a proto je jištěn proti přetlaku z tepelné roztažnosti chladicí vody tlakovou expanzní nádobou o potřebném objemu.

Systém je dále jištěn proti přetlaku pojistnými ventily, které jsou umístěny na expanzním potrubí a zdroji chladu.

Doplňování vody do systému bude prováděno ručně, nebo systémem MaR. Tlak v systému bude měřen na expanzním potrubí. Doplňování do systému bude upravenou vodou. Navrhovaná úprava vody je změkčením na katexovém filtru a pro zabránění tvorby koroze pak bude dávkován inhibitor koroze.

Pro otevřený okruh chlazení technologie je pak ještě uvažováno s ručním dávkováním biocidu do zásobní nádrže pro zabránění tvorby biologického znečištění.

Ve strojovně VZT a chladu není podlahová vpust. Vstup do splaškové kanalizace je výše. Při potřebě vypouštění systému je možné přímé vypuštění vody pouze do výšky připojení kanalizace, zbylou vodu je nutné vypustit pomocí hadice do vhodného místa, nebo odčerpáním.

### **Nátěry**

Veškeré ocelové potrubí musí být před izolací opatřeno dvojnásobným protikorozním nátěrem.

Doplňkové ocelové konstrukce a závěsný systém, není-li opatřen jinou ochranou proti korozi, např. zinkováním, budou opatřeny syntetickým základním nátěrem a dvojnásobným nátěrem vrchním.

Barevné značení bude upřesněno před prováděním nátěrů po dohodě s investorem s ohledem na barevné označení stávajících rozvodů.

Značení bude provedeno pruhy širokými 5 cm, které se umístí na izolaci:

- před vstupy do spotřebičů
- před každou uzavírací armaturou

Ve stejných barvách a na stejných místech bude vyznačen šipkami směr toku média.

### **Tepelné izolace**

Proti ztrátám chladu a proti tvorbě rosné vody na studeném povrchu trubek a armatur se chladicí rozvody a armatury opatří speciální izolací na bázi pěnového kaučuku potřebné tloušťky. Rozvod ve venkovním prostředí bude navíc opatřen oplechováním hliníkovým plechem jako ochrana proti UV záření a povětrnostním vlivům.

Proti zámrazu budou veškeré rozvody ve venkovním prostředí opatřeny el. topnými kabely – dod. MaR. V případě nezajištění přívodu elektrické energie je nutné veškeré zařízení a rozvody ve venkovním prostředí vypustit.

V místech kotvení budou použity izolační chladivové objímky pro mechanické kotvení příslušné tloušťky pro zabránění tvorby tepelných mostů v izolaci. Provedení tepelných izolací musí být provedeno parotěsně.

### **Zkoušky zařízení**

Po ukončení montážních prací bude provedeno čištění potrubí proplachem vodou a bude provedena tlaková zkouška.

Chladicí zkouška bude provedena v rámci zkoušek celého systému, neboť bez chodu odběru chladu tyto nelze objektivně vyhodnotit.

Zařízení může být předáno uživateli po úspěšném vykonání všech zkoušek.

Realizační firma zajistí:

- hydraulické zaregulování systému chlazení
- nastavení regulačních armatur
- nastavení optimálního pracovního bodu čerpadla
- softwarové nastavení chodu čerpadel  
(v kooperaci s profesí MaR)
- vypracování protokolu o výše uvedených činnostech

### **Montáž zdroje chladu a uvedení do provozu**

Doprava chladicích jednotek na místo určení bude provedena autojeřábem, jejich zavěšení na hák autojeřábu je uvedeno na plášti jednotlivých chladicích zařízení. Tyto budou na místě osazeny na antivibrační podložky na předem vybudovaný ocelový základ (dodávka stavby).

Jakékoliv zásahy nebo změny na dodaném smontovaném chladicím zařízení prováděné nepovolanými osobami mají za následek ztrátu záručních závazků dodavatelské organizace.

Vadné součástky nebo díly nesmí být nahrazovány jinými typy.

Manipulaci s ventily smí provádět jen technický personál pověřený dodavatelskou firmou.

Montáž, příprava na uvedení do provozu, uvedení do provozu, následující obsluha a údržba musí být prováděny podle návodu dodaného s chladicími jednotkami a v souladu s bezpečnostními předpisy.

Montáž rozvodů ve vnitřním prostředí bude provedena za pomoci kovového pracovního lešení s podlážkami. Montáž rozvodů ve venkovním prostředí bude provedena z montážního lešení, nebo pomocí montážní plošiny potřebné nosnosti a výšky.

Dále budou při montáži dodržovány tyto zásady:

- na všech potrubích bude řádně dle ČSN 13 0072 označen druh protékající látky,
- jednotlivé větve a zařízení budou řádně označeny,
- potrubní rozvody budou řádně vypádovány a odvzdušněny
- těsnící materiál bude použit dle protékajícího média a jeho pracovní teploty a tlaku,

- na oběhových čerpadlech bude provedeno ochranné pospojování a čerpadla budou řádně uzemněny,
- ochranné pospojování čerpadel bude provedeno tak, aby bylo řádně umožněno ovládání uzavíracích armatur,
- montáž zařízení a oběhových čerpadel musí odpovídat provozním a montážním předpisům výrobce. Na elektronických oběhových čerpadlech se po montáži a oživení dle montážních a provozních předpisů výrobce čerpadel nastaví pracovní bod čerpadla a způsob regulace čerpadla, v případě externího řízení čerpadel pomocí frekvenčních měničů, budou tyto provozní hodnoty nastaveny a řízeny profesí MaR.
- všechna ocelová potrubí budou řádně uzemněna,
- plastová potrubí, pokud není uvedeno v projektu jinak, budou montovány dle montážních předpisů a pokynů výrobce či dodavatele daného potrubí,
- výfukové potrubí pojišťovacího ventilu bude svedeno k podlaze strojovny chlazení,
- na tlakoměru u expanzní nádoby budou barevně vyznačeny hodnoty nejvyššího dovoleného přetlaku soustavy (červená barva), nejvyššího provozního přetlaku (hnědá barva) a nejnižšího provozního přetlaku (zelená barva) a nejnižšího dovoleného přetlaku soustavy (modrá barva). Tyto hodnoty budou vyznačeny během zkušebního provozu.
- na potrubí budou dle montážního schématu, případně dle specifikace MaR osazeny návarky pro čidla MaR
- potrubí bude dodáno, montováno dle ČSN EN 13 480,
- chladicí stroje budou osazeny na izolátory chvění
- prostupy přes stavební konstrukce budou provedeny při montáži. Po montáži budou prostupy řádně začištěny. Při průchodu potrubí přes stěnu požárního úseku použít ucpávky z požárního tmelu, nebo protipožární manžetu,
- Zhotovitel díla je povinen zajistit požární dohled dle vyhlášky číslo 87/2000 Sb. při svařování, broušení kovů, řezání kovů a tepelném dělení kovů

Veškeré montážní práce proběhnou za dodržení všech bezpečnostních, hygienických předpisů a požárních předpisů.

### **Bezpečnost práce a ochrana zdraví při práci a ochrana životního prostředí**

Je nutné řídit se všeobecnými zásadami pro dodržování bezpečnosti a ochrany zdraví při práci. Pro vlastní montáž a údržbu platí příslušný bod provozních předpisů a pokyny pro montáž jednotlivých strojů od výrobce. Obsluha je povinná znát a dodržovat především bezpečnostní předpisy uvedené v následujících normách:

ČSN EN 378 - Předpisy pro chladicí zařízení

ČSN EN 50 110-1 ED.3 – Obsluha a práce na elektrických zařízeních

Po celou dobu montáže, zkoušek i provozu je nutno dodržovat veškeré bezpečnostní předpisy a zásady bezpečnosti práce vztahující se konkrétní činnosti. Zejména je nutno se řídit vyhláškou ČÚBP č. 48/1982 Sb. ve znění platných předpisů, kterou se stanoví základní požadavky k zajištění bezpečnosti práce a technických zařízení, hygienickými předpisy a předpisy o požární ochraně a výnosy o zajištění bezpečnosti práce na stavbách, při dopravě a transportu.

Dodavatelé jsou povinni v součinnosti s požárním a bezpečnostním technikem stavby zajistit veškerá potřebná bezpečnostní a protipožární opatření a věnovat jim zvýšenou pozornost především při souběhu montážních prací různých profesí.

Všichni pracovníci jsou povinni dodržovat obecně platné předpisy požární ochrany a pravidelně kontrolovat stav zařízení z hlediska požární ochrany.

Pro vlastní montáž a údržbu platí příslušný bod provozních předpisů a pokyny pro montáž jednotlivých strojů od výrobce.

Obsluha je povinná znát a dodržovat především bezpečnostní předpisy uvedené v příslušných normách.

Při montážních pracích a při provozu zařízení je nutné dbát na zajištění bezpečnosti práce. Práce smějí provádět jen pracovníci s odpovídající kvalifikací.

Při nedovolených zásazích může dojít k ohrožení tlakovým, chemickým a fyziologickým působením a k ohrožení elektrickým napětím.

Na chladicích jednotkách musí být umístěny výstražné tabulky:

Zařízení smí obsluhovat jen pověřený pracovník

Zákaz kouření a přístupu s otevřeným ohněm

Ochrana zařízení před nebezpečným dotykovým napětím je provedena zemněním podle příslušných norem.

V případě jakékoliv havárie chladicí jednotky je nutné ji okamžitě zastavit, a to buď hlavním vypínacím přímo na zařízení, nebo stop – tlačítky.

Při montáži, obsluze a údržbě chladicích jednotek nebo při opravách chladicího okruhu je nutno pracovat opatrně a dodržet následující bezpečnostní předpisy:

- |                          |  |
|--------------------------|--|
| ČSN EN 378-1+A2 –        | Chladicí zařízení a tepelná čerpadla – Bezpečnostní a environmentální požadavky – Část 1: Základní požadavky, definice, klasifikace 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 rekuperace                        |
| ČSN EN 50110-1 ED.3 –    | Obsluha a práce na elektrických zařízeních   |
| ČSN 33 1500 –            | Elektrotechnické předpisy. Revize elektrických zařízení  |
| Zákon č. 73/2012Sb –     | o látkách, které poškozují ozonovou vrstvu a o fluorovaných skleníkových plynech   |
| Vyhláška č. 257/2012Sb – | o předcházení emisím látek, které poškozují ozonovou vrstvu, a fluorovaných skleníkových plynů   |
| Vyhláška č. 193/2013Sb – | o kontrole klimatizačních systémů  |