

# Centrum Energetických a Environmentálních Technologí – Explorer (CEETe)

Projektová dokumentace pro vydání stavebního povolení

SO 01.1.52 Chlazení

## Technická zpráva

Stavební objekty

---

Archívní číslo:	20-026-4 / SO 01.1-52
Zhotovitel:	CHVÁLEK ATELIÉR s.r.o. Kafkova 1064/12, 702 00 Ostrava - Moravská Ostrava
Hlavní projektant:	Ing. Martin Ciešlar
Projektant:	Michal Zeman
Vypracoval:	Michal Zeman
Stavebník:	Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava 17. listopadu 2172/15, 708 00 Ostrava - Poruba
Datum:	10 / 2020

---



**OBSAH:**

<b>1. PŘEDMĚT PROJEKTU .....</b>	<b>4</b>
<b>2. PODKLADY PRO PROJEKT .....</b>	<b>4</b>
<b>3. TECHNICKÉ ÚDAJE .....</b>	<b>4</b>
<b>4. POPIS TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ .....</b>	<b>4</b>
4.1. Popis zdroje chladu .....	4
4.2. Distribuce chladicí vody .....	4
4.3. Zpětné získávání tepla a volné chlazení .....	5
4.4. Doplnovací, expanzní a pojistné zařízení .....	6
4.5. Tepelné izolace .....	6
4.6. Ochrana před nepříznivými účinky hluku a vibrací .....	6
4.7. Měření a regulace systému chlazení .....	6
4.8. Bilance potřeb energií .....	6
<b>5. BEZPEČNOST PRÁCE, OCHRANA ZDRAVÍ PŘI PRÁCI A OCHRANA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ .....</b>	<b>7</b>
5.1. Bezpečnost práce .....	7
5.2. Chladivo .....	8
5.3. Přehled základních právních předpisů a norem .....	8

## 1. PŘEDMĚT PROJEKTU

Část SO 01.1.52 Chlazení řeší zajištění potřeby chladicí vody pro zařízení VZT klimatizující objekt Centra Energetických a Environmentálních Technologí – Explorer (CEETe) a odvodu tepla z okruhů elektrolyzérů. Odběry pro jiná zařízení VZT, či technologické chlazení není tímto souborem řešeno. Případné chlazení technických prostor pomocí split systémů je součástí části VZT.

## 2. PODKLADY PRO PROJEKT

- Architektonicko – stavební řešení
- Stavebně konstrukční řešení
- VZT a klimatizace
- Podklady technologie elektrolyzérů
- Požárně bezpečnostní řešení

## 3. TECHNICKÉ ÚDAJE

Předpokládaný maximální požadovaný výkon centrálního objektového zdroje chladu pro potřeby VZT a odvodu tepelné zátěže z okruhů elektrolyzérů je v cílovém stavu do 210kW.

## 4. POPIS TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ

### 4.1. Popis zdroje chladu

Pro zajištění potřebného výkonu chladu bude vybudován centrální zdroj chladu o požadované kapacitě s teplotním spádem vhodným pro chlazení VZT (např. 7/13°C). Zdroj chladu bude v koncepci vnitřní vodou chlazená chladicí jednotka (chiller), která bude osazena v prostoru strojovny chlazení, v kombinaci se vzduchem chlazeným adiabatickým chladičem instalovaným ve venkovním prostředí na střeše objektu.

Strojovna chlazení bude klasifikována jako neobsazený prostor. Provozovatel musí zajistit, že přístup je dovolen jen poučeným osobám, které provádějí nutnou údržbu strojovny, nebo celého zařízení. Prostor strojovny musí být temperován, řádně osvětlen, a větrán (strojně).

Chladicí jednotka je vodou chlazená, pro odvod tepla z kondenzátorové strany chladicí jednotky bude vybudován kapalinový okruh plněný nemrznoucí směsí o potřebné koncentraci. Odvod tepla z okruhu chlazení kondenzátoru bude zajištěn vzduchem chlazeným adiabatickým chladičem. Umístění adiabatického chladiče bude na střeše objektu. Adiabatický chladič je navržen na provoz bez skrápění (suchý provoz) do teploty minimálně 30°C. V případě vyšší teploty a zároveň velkého požadovaného výkonu budou skrápěny adiabatické výplně chladiče, které zajistí předchlazení chladicího vzduchu pro zajištění dostatečného výkonu. Množství skrápěné vody musí být regulováno vlastním řídicím systémem na základě skutečného požadavku na potřebu chladicí vody. Napájení skrápěcí vody bude z pitné vody, neodpařená voda bude volně odtékat na střechu objektu. Zajištění skrápěcí vody a její vypuštění při nízkých venkovních teplotách bude zajišťováno automaticky systémem MaR pomocí uzavíracích ventilů s pohonem. Okruh bude také vybaven tepelným výměníkem pro možnost odběru tepla pro systém vytápění pomocí okruhu Akumulace a rekuperace tepla, nebo také k zajištění volného chlazení v případě vhodných tepelných parametrů venkovního vzduchu. Více viz oddíl 4.3 Zpětné získávání tepla a volné chlazení

Systém zdroje a rozvodů chladicí vody bude jednookruhový s proměnným průtokem. Pro zajištění minimálního požadovaného průtoku zdrojem chladu bude osazen aktivní bypass řízený dle měřiče průtoku na straně zdroje chladu.

### 4.2. Distribuce chladicí vody

Chladicí voda bude dopravována k jednotlivým zařízením rozvodným potrubím, oběh chladicí vody zajišťuje čerpadlová stanice okruhu chladicí vody (vodní okruh). Čerpadlová stanice je předpokládána osazená dvěma čerpadly, z nichž je vždy jedno provozní a jedno záložní (1+1). Volbu provozního čerpadla bude provádět MaR na základě provozních hodin s možností ruční volby obsluhou.

Základní předúprava vzduchu pro větrání místností je prováděná vzduchotechnickými jednotkami. Pro chlazení, případně také odvlhčování vstupního vzduchu je využito tepelného výměníku chlazení

umístěného v příslušném VZT zařízení. Pro odvod tepelné zátěže vznikající ve vnitřních prostorech (osoby, osvětlení, instalovaná technologie...), kterou není možná odvést přímo zařízením vzduchotechniky, budou ve vybraných místnostech instalovány koncové chladicí jednotky typu fancoil (FCU) v dodávce chlazení, nebo jednotky přesné klimatizace v dodávce VZT. Pro odvod tepla z okruhů chlazení elektrolyzérů budou instalovány tepelné výměníky s řízením výkonu dle požadované teploty v chladicím okruhu. Více viz oddíl PS 02.13.3 – Odvod tepla z okruhů elektrolyzérů.

Koncové chladicí jednotky typu fancoil (FCU – fan-coil unit) – jedná se o ventilátorový konvektor, osazený vstupním filtrem, vlastním ventilátorem a tepelným výměníkem pro úpravu vzduchu. Toto zařízení nasává teplý vzduch z místnosti a po jeho tepelné úpravě (ochlazení) je vzduch opět vyfukován do prostoru. Při chlazení vzniká na tepelném výměníku kondenzát, který je nutný odvést do kanalizace (dod. ZTI).

Systém zdroje je koncipován jako jednookruhový s proměnným průtokem, řízení výkonu odběru chladicí vody jednotlivými zařízeními (VZT, FCU, tepelné výměníky technologie) je vždy prováděno změnou průtoku přes předmětný tepelný výměník škrcením pomocí dvoucestných regulačních ventilů. Požadovaný průtok celým systémem je zajišťován pouze čerpadlovou stanicí zdroje chladu. Při snižování potřeby chladu (zavírání regulačních ventilů) je pak snižován také průtok systémem, zachovány jsou pouze bypassy pro zajištění požadované teploty chladicí vody v místě odběru pro zajištění dostatečně rychlé odezvy na požadavek chlazení. Zdroj chladu (chladicí jednotka) však ke svému provozu pro zajištění správné funkce a požadované přesnosti regulace výstupní teploty vyžaduje určitý minimální průtok. Pro zajištění požadovaného minimálního průtoku bude tedy osazen průmyslový indukční průtokoměr a aktivní bypass osazený dvoucestným regulačním ventilem. Na základě informace z měřiče průtoku bude přes aktivní bypass přepouštěno pouze potřebné množství chladicí vody. Zapojení bypassu do systému je patrné z funkčního schématu.

V systému je využito typových armatur běžného typu v závitovém, přírubovém, nebo drážkovém provedení, v požadované tlakové řadě, materiálu a kvalitě dle protékající látky a požadavků na spolehlivý a hospodárny provoz zařízení. V systému je nezbytné množství diagnostických nástrojů pro sledování správného chodu soustavy.

Řízení výkonu registrů chladu zařízení VZT, FCU a tepelných výměníků technologie bude prováděno pomocí regulačních uzlů řízených MaR. Pro úpravu nastavení parametrů v místnostech budou osazeny místní regulátory připojené také do systému MaR. Systém MaR vyhodnocuje parametry v prostoru s přihlédnutím k nastavení místního ovladače a dle tohoto upravuje požadovaný výkon zařízení.

Řízení výkonu jednotlivých tepelných výměníků je řízeno kvantitativně, tj. změnou průtoku chladicí vody přes chladicí výměníky. Pro řízení výkonu chlazení VZT zařízení a jednotek FCU je vždy použito dvoucestného regulačního ventilu s elektropohonem (dod. chlazení včetně pohonu), napájení 24V, řízení zdvihu regulační kuželky 0-10V. Způsob zapojení jednotlivých registrů je patrný z funkčního schématu.

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.

U vybraných místností, které budou chlazeny i vytápěny pomocí zařízení typu FCU bude využito zařízení s jedním tepelným výměníkem. Zařízení tedy jedním tepelným výměníkem chladí, nebo ohřívá místnost pomocí chladicí, nebo topné vody. Pro přepínání režimu chlazení/vytápění bude osazen šesticečný ventil, který umožňuje oddělení systémů a volbu provozu ze systému chlazení, nebo vytápění.

#### **4.3. Zpětné získávání tepla a volné chlazení**

Vzhledem k nutnosti zajištění chladicí vody pro místnosti s celoročním vývinem tepla a chlazení technologických okruhů pro chlazení elektrolyzérů se předpokládá provoz zdroje chladu celoroční. Na základě požadavku investora o možnosti zpětného získávání tepla (ZZT) z výroby chlazené vody pro využití v objektu bude kondenzátorová strana osazena tepelným výměníkem. V případě že bude zdroj chladu v provozu a bude schopen zajistit dostatečnou teplotu topné vody využitelnou v objektu může systém akumulace a rekuperace tepla odebírat teplo pomocí výměníku, který tyto systémy odděluje. Princip odběru tepla z výroby chladu je blíže popsán v souboru PS 02.02 Akumulace a rekuperace tepla.

V případě že nebude potřeba odebírat teplo z výroby chladicí vody, může být stejným tepelným výměníkem prováděno takzvané volné chlazení neboli freecooling (FC). Volné chlazení je příprava

chladicí vody bez použití kompresorů v chladicí jednotce v případě vhodných teplotních parametrech venkovního vzduchu (zimní období). Princip FC je v tomto objektu navržen pomocí glykolového okruhu kondenzátorové strany a tepelného výměníku (stejný jako v případě zpětného získávání tepla). Při provozu FC je pomocí adiabatického chladiče (vždy pouze suchý provoz) zajišťována požadovaná teplota v glykolovém okruhu pro zajištění požadované teploty chladicí vody v systému rozvodu chladicí vody. Požadovanou teplotu chladicí vody v zimním období je vhodné nastavit dle provozních zkušeností, neboť čím je vyšší požadovaná teplota chladicí vody, tím je možnost využití FC vyšší. Oddělení systémů ZZT a FC je prováděno automaticky pomocí uzavíracích armatur s pohonem (dod. MaR). Princip funkce je patrný z funkčního schématu.

#### **4.4. Doplnovací, expanzní a pojistné zařízení**

Okruhy chladicí vody i kondenzátorové strany (glykolový okruh) jsou uzavřené, budou proto pro eliminaci nadměrného přetlaku z tepelné roztažnosti vody vybaveny vlastním expanzním zařízením dle velikosti a objemu každého systému. Proti nedovolenému přetlaku v soustavě pak budou dále jištěny pojistnými ventily dle objemu, výkonu a maximálního povoleného přetlaku v soustavě.

Doplňování teplotnosné látky do systému bude automatické na základě poklesu tlaku v systému. V případě vodního systému pomocí solenoidového ventilu ovládaném systémem MaR, nebo doplňovacím zařízením z napájecí vody, u systému s nemrznoucí směsí automatickou doplňovací stanicí glykolových směsí. Doplnění vody do systému chlazení musí být prováděno vhodnou vodou o požadovaných parametrech dle výrobců chladicího zařízení a VZT. V případě nevhodných parametrů surové vody musí být instalována vhodná úprava.

#### **4.5. Tepelné izolace**

Veškeré rozvody, zařízení a armatury budou opatřeny speciální izolací pro chladicí techniku ze syntetického kaučuku s uzavřenou buněčnou strukturou potřebné tloušťky, ve venkovním prostředí jako ochrana proti povětrnostním podmínkám oplechováno.

#### **4.6. Ochrana před nepříznivými účinky hluku a vibrací**

Venkovní část zdroje chladu je vždy zdrojem hluku. Pro eliminaci hlukové zátěže byla vybrána koncepce s vnitřní vodou chlazenou jednotkou a venkovním adiabatickým chladičem s adiabatickými panely, tedy bez rozstřiku skrápěcí vody. Předpokládaný akustický výkon uvažovaného zařízení se předpokládá maximálně 75dB(A), což je hodnota předaná stavbě pro akustickou studii pro zpracování protihlukových opatření tohoto projektu. Tento maximální akustický výkon se předpokládá pouze při maximálním zařízení zdroje, tedy pouze v denní dobu, za vysokých venkovních teplot. V případě poklesu výkonu pak také klesá akustický výkon zařízení. Veškeré zařízení, která jsou zdrojem hluku, nebo vibrací budou osazeny na tlumiče chvění.

Tato část dokumentace dále přímo neřeší zatížení okolí hlukem, pro osazení zdroje musí být, v případě potřeby, vypracována akustická studie popisující další případná potřebná protihluková opatření, která musí být pro zajištění maximálního zatížení hlukem realizována. Protihluková opatření nesmí bránit dostatečnému přísunu chladicího vzduchu k zařízení.

#### **4.7. Měření a regulace systému chlazení**

Veškeré řízení systému chlazení bude zajišťováno automatickým systémem měření a regulace (MaR) dle aktuálních potřeb systému a odběru chladu.

#### **4.8. Balance potřeb energií**

Jako zdroj chladicí vody bude využita kompresorová chladicí jednotka v kombinaci s venkovním adiabatickým chladičem, zařízení pro provoz vyžaduje připojení elektrické energie a přípojku napájecí vody.

Systém chladicí vody je uzavřený, po prvotním naplnění systému se pak uvažuje pouze velmi malé občasné doplnění provozních ztrát ze systému, případně pak při údržbě zařízení, při rozšíření zařízení, nebo při požadavku na výměnu náplně systému.

Pro skrápění adiabatického chladiče bude přivedena pitná voda.

Přehled předpokládaných potřeb chladicí vody:

Provoz zdroje chladu	- celoroční
Chladicí médium	- studená voda 7/13°C
Instalovaný výkon místní chlazení	- 123 kW (včetně technologie)
<u>Instalovaný výkon pro VZT</u>	<u>- 156 kW</u>
Instalovaný výkon celkem	- 279 kW
Předpokládaný součinitel současnosti:	
Místní chlazení	- 0,7
VZT	- 0,8
Předpokládaný výkon současný	
Místní chlazení	- 86 kW
<u>VZT</u>	<u>- 125kW</u>
Celkem	- 211 kW
Celkový výkon zdroje chladu	- 210 kW

Přehled předpokládaných potřeb elektrické energie:

Chladicí jednotka:	100,0 kW
Suchý chladíč:	5,0 kW
Čerpadla vodní strana:	2x4,0 kW
Čerpadla glykolový okruh:	2x5,5 kW
Doplňovací stanice glykolu:	1x0,5 kW
Ostatní drobné zařízení:	do 5,0 kW

## **5. BEZPEČNOST PRÁCE, OCHRANA ZDRAVÍ PŘI PRÁCI A OCHRANA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ**

### **5.1. Bezpečnost práce**

Při montáži, provozu a údržbě je nutné řídit se všeobecnými zásady 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 povinna znát a dodržovat bezpečnostní předpisy.

Po celou dobu montáže, zkoušek i provozu je nutno dodržovat veškeré bezpečnostní předpisy a zásady bezpečnosti práce vztahující se konkrétní činnosti, hygienické předpisy, 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.

Při montážních pracích a při provozu zařízení je nutné dbát na zajištění bezpečnosti práce. Instalaci, servis, údržbu, opravu, znovuzískání a kontrolu těsnosti zařízení s obsahem fluorovaných skleníkových plynů a látek poškozujících ozonovou vrstvu (tzv. regulovaných látek) směji provádět jen pracovníci s odpovídající kvalifikací pro prováděné úkony.

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

Zařízení obsahuje fluorované skleníkové plyny, na které se vztahuje Kjótský protokol a jejich množství

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.

## 5.2. Chladivo

Uvažovaná chladicí jednotka se předpokládá s chladivem R410A, což je běžně užívaná směs chladiv, plně vyhovující platné legislativě, HFC (halogenový uhlovodík) R32 (Difluormetan CH<sub>2</sub>F<sub>2</sub> (50%)) a R125 (Pentafluoretan CHF<sub>2</sub>CF<sub>3</sub>(50%)). Potenciál rozkladu ozonu ODP=0, potenciál globálního oteplování GWP=2088, normální bod varu -51,6 až -51,5 °C, Praktická mezní hodnota (kritická koncentrace) 0,44 kg/m<sup>3</sup>. Chladivo je zařazeno do bezpečnostní skupiny A1 – žádné šíření plamene, malá toxicita.

Kategorizace mezní hodnoty náplně chladiva dle ČSN EN 378-1:

Strojovna chladu (strojovna neobsazená osobami):

Bezpečnostní skupina chladiva: A1

Kategorie přístupnosti: C – prostory s dozorem (Místnosti, části budov, budovy, kam mají přístup pouze oprávněné osoby, které jsou obeznámeny s obecnými a zvláštními bezpečnostními opatřeními předmětné instituce).

Kategorie zařízení: Nepřímé odvězdušněné uzavřené zařízení – teplotonosná tekutina je v přímém kontaktu s obsazeným prostorem, únik chladiva do nepřímého okruhu bude odvětrán do ovzduší mimo obsazený prostor.

Klasifikace umístění: Třída III – Všechny části obsahující chladivo jsou umístěny ve strojovně nebo volném prostranství

Dle tabulky C. 1 – Požadavky na mezní náplň pro chladicí zařízení na základě toxicity je mezní hodnota náplně chladiva pro chladiva bezpečnostní skupiny A1 bez omezení.

V běžném provozu nedochází k uvolňování škodlivin do ovzduší, chladivo nesmí být záměrně vypouštěno. Pokud je pro případ zvýšení tlaku chladiva v chladicím okruhu zařízení vybaveno pojistnými ventily, musí být osazeny na třífázovém přepínacím ventilu, který umožňuje pravidelnou periodickou kontrolu pojistných ventilů bez nutnosti odsátí chladiva ze zařízení.

## 5.3. Přehled základních právních předpisů a norem

ČSN EN 378-1	Chladicí zařízení a tepelná čerpadla – Bezpečnostní a environmentální požadavky – Část 1: Základní požadavky, definice, klasifikace a kritéria volby
ČSN EN 378-2	Chladicí zařízení a tepelná čerpadla – Bezpečnostní a environmentální požadavky – Část 2: Konstrukce, výroba, zkoušení, značení a dokumentace
ČSN EN 378-3	Chladicí zařízení a tepelná čerpadla – Bezpečnostní a environmentální požadavky – Část 3: Instalační místo a ochrana osob
ČSN EN 378-4	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
ČSN 69 0012	Tlakové nádoby stabilní
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