

MATEMATICKO-FYZIKÁLNÍ FAKULTA Univerzita Karlova

PODKLADOVÁ STUDIE

Akce **Matematicko-fyzikální fakulta Univerzity Karlovy v Praze
Nový zkapalňovač helia**

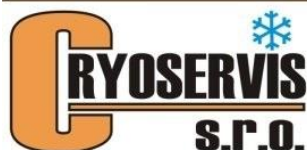
Místo stavby **Univerzita Karlova
Matematicko - fyzikální fakulta
V Holešovičkách 747/2, 180 00 Praha 8**

Číslo projektu **1419 – 1224**

Zakázkové číslo **2674/24/7**

Zpracovali **Ing. Zdeněk Klofát, Ing. Jan Král, Ing. Petr Kroll**

Odpovědný projektant **Ing. Petr Kroll**



- PROJEKTY, MONTÁŽE, OPRAVY A REVIZE
VYHRAZENÝCH PLYNOVÝCH ZAŘÍZENÍ
- VÝROBA VZDUCHOVÝCH ODPAŘOVAČŮ
- SPECIÁLNÍ SVÁŘEČSKÉ PRÁCE

CRYOSERVIS, s.r.o. Vojanova 42, 40502 Děčín 8
tel. +420/412 528 812, +420/412 529 076
e-mail: info@cryoservis.cz <http://www.cryoservis.cz>
IČO 48269964 DIČ CZ-48269964



Obsah svazku

Technická zpráva

1./	Úvod	4
2./	Identifikační údaje	4
3./	Popis provozního souboru	5
3.1 -	Zkapalňovač helia	5
3.2 -	Kompre;sory	6
3.3 -	Sklad tlakového helia	6
3.4 -	Potrubí zpětného helia	7
3.5 -	Ostatní	7
3.6 -	Modernizace řídicího systému podpůrné technologie zkapalňovače helia	8
3.7 -	Návrh a zhodnocení potřebných operací pro generální opravu chladiče kapalin WTE-S2-70	10
4./	Použité zdroje	12

Výkresová část

Technologické schéma heliového celku - úpravy

P – 2141901

Přílohy

Technický list původního chladiče WTE-S2-70

TECHNICKÁ ZPRÁVA

1./ Úvod

Tento dokument byl zpracován jako úvodní podkladová studie budoucích úprav technologické části hospodářství zkapalňovače helia pracoviště Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy v Praze v souvislosti s možným přidáním nového zkapalňovače.

Studie má sloužit především jako podklad a zadání výběrového řízení pro výběr zhotovitele, který zpracuje projektovou dokumentaci provedení stavby a následně i realizuje navržené úpravy, včetně zhotovení projektové dokumentace skutečného provedení.

2./ Identifikační údaje

2.1 - Identifikační údaje akce

Název stavby: Matematicko-fyzikální fakulta Univerzity Karlovy v Praze
Nový zkapalňovač helia
Místo stavby: Univerzita Karlova, Matematicko - fyzikální fakulta
kryogenní pavilon, V Holešovičkách 747/2, 180 00 Praha 8

2.2 - Identifikační údaje investora - objednatele studie

Obchodní jméno, adresa: Univerzita Karlova, Matematicko - fyzikální fakulta
Ke Karlovu 3, 121 16 Praha 2
IČ: 00216208

2.3 - Identifikační údaje zpracovatelů části studie

Část technologie: Cryoservis s.r.o.
Vojanova 42, Děčín 8, 405 02
IČ: 48269964
Kontakt: Ing. Petr Kroll (petr.kroll@cryoservis.cz, +420 602 282 048)

Část elektro a MaR: SATEC, s.r.o.
Nerudova 439, Chrudim, 537 01
IČ: 15052044
Kontakt: Ing. Zdeněk Klofát, (klofat@satec.cz, +420 603 234 601)

Část chlazení: JDK, spol. s r.o.
Pražská 2161, Nymburk, 288 02
IČ: 18621066
Kontakt: Ing. Jan Král (kral@jdk.cz, +420 724 190 935)

3./ Popis provozního souboru

Provozním souborem tohoto dokumentu je stávající hospodářství zkapalňovače helia a souvisejících zařízení. Předmětem studie jsou změny a úpravy, které si vyžádá případné přidání nového zkapalňovače z důvodu posílení kapacity zkapalňování, modernizace a zefektivnění. Změny se týkají částí potrubních propojení technologie, části elektro a řízení a části chlazení systému.

3.1 - Zkapalňovač helia

Předpokládá se instalace nového zkapalňovače helia L1610 (Linde).

Jeho umístění bude vedle stávajícího v místnosti zkapalňovače budovy kryogenního pavilonu.

Stavebně je třeba řešit úpravu podlahy - základu pro jeho umístění nad kolektorem v podlaze.

Provoz původního a nového zkapalňovače nebude nikdy současný, z hlediska technologie bude muset být řešeno především připojení nového ke stávajícím potrubím z nerezových trubek:

- přívodu kapalného dusíku od venkovního zásobníku vakuově izolovaným potrubím
- přívodu stlačeného vzduchu od kompresoru
- propojení s potrubím čistého startovacího helia
- přívodu tlakového helia ze skladu helia ke zkapalňovači
- potrubím vstupu a výstupu cirkulačního okruhu mezi zkapalňovači a kompresory
- odtahu zpětného helia do soustavy jímání a stlačování odpařeného helia
- odvodu dusíku

Předpokládá se nutnost výměny rychlospojky na sání stávajícího zkapalňovače L1410 a přidání ventilu, uzavírací ventily bude třeba osadit i na přípojích sání a výtlačku cirkulačního okruhu u nového zkapalňovače.

Odběr kapalného helia bude realizován do stávajících zásobníků, ze kterých pak probíhá jeho výdej do mobilních nádob odběrů.

Bude třeba řešit ale úprava vstupu na přírubě zásobníku kapalného helia CH3000 pro „refrigerátorový“ sifon od nového zkapalňovače helia, včetně nového ventilu.

Je požadována též instalace senzoru na sledování čistoty helia - předpokládá se použití vhodného snímače množství kyslíku v heliu.

Technické parametry

Zkapalňovač helia L1610 (Linde)

Výkon zkapalňování (bez / s předchlazením) 20 / 49 l/hod

Pracovní látky kapalně helium

kapalný dusík (1 litr LIN na 1 litr LHe)

suchý čistý tlakový vzduch (4,2÷8,2 bar, 6,5 Nm³/hod)

Elektrické napájení	230 VAC / 50 Hz
Hmotnost	cca 953 kg
Rozměry - délka	1476 mm
- šířka	1274 mm
- výška	1803 mm

3.2 - Kompresory

Ve stávajícím uspořádání zkapařovač obsluhují jeden šroubový kompresor RS a dva záložní starší pístové kompresory. Nově budou pístové kompresory nahrazeny druhým šroubovým kompresorem RSX (Linde). Provoz kompresorů bude střídavý, nikdy současný.

Oba kompresory budou umístěné na stávající základové desce kompresorů v místnosti kompresorovny.

V rámci úprav technologie budou provedeny úpravy potrubních připojení okruhu chladicí vody původního kompresoru a nového kompresoru, vše z nerezových trubek, s uzavěry a pružnými dopojeními.

Stejně tak bude rekonstruováno připojení potrubí sání a výtaku cirkulačního okruhu helia mezi kompresory a zkapařovači, kdy původní přípoje dvou pístových kompresorů budou nahrazeny připojeními jednoho nového, ale potrubími o větší dimenzi. Opět se jedná o nerezová potrubí s pružnými členy, které brání přenosu vibrací do potrubí.

I po úpravách potrubí cirkulačního okruhu helia musí zůstat zachováno připojení mobilního kryoadsorberu, které se nachází u desky s kompresory, propojení bypassu s regulátorem mezi sáním a výtakem, připojení vyrovnávací baterie lahví atd.

Technické parametry

Kompresor RSX (Linde)	
Maximální přetlak	17,2 bar
Výkon	480 Nm ³ /hod
Elektrický příkon	92 kW (3 fáze, 50 Hz)
Pracovní látka	plynné helium
	chladicí voda (57 l/min @ 24°C, 76 l/min @ 32°C; 3,1 bar)
Hmotnost	cca 1135 kg
Rozměry - délka	1448 mm
- šířka	1346 mm
- výška	1473 mm

3.3 - Sklad tlakového helia

Ve skladu helia zůstávají svazky lahví coby zdroj čistého helia pro zkapařování, pro ukládání helia jímaného z odparů do pryžových vaků a stlačovaného kompresory Bauer a pro případnou distribuci plynného helia do lahví.

V rámci modernizace systému monitorování a řízení je požadováno vsazení elektromagnetických uzávěrů na větve plnění dvou sekcí svazků.

Obdobně je požadováno doplnění elektromagnetického uzavíracího ventilu za regulátor A26 přepouštění helia do vaků.

3.4 - Potrubí zpětného helia

V rámci úprav heliového hospodářství se také počítá s rozšířením potrubí zpětného helia. Jde o potrubí, kterým se dopravuje odpařené - zpětné helium z míst (zařízení) experimentů s kapalným heliem do pryžových vaků, odkud je dále odebíráno a stlačováno kompresory Bauer do svazků lahví ve skladu tlakového helia.

Během rekonstrukce je třeba zkontrolovat, případně vyměnit hmotnostní průtokoměr A3 na přívodu zpětného helia do vaků.

Nově se počítá s rekonstrukcí laboratoří v hale vývojových dílen, a i pro ně je potřeba připravit potrubí pro jímání odpařeného helia.

Předpokládá se rozdvojené a zaslepené potrubí DN25 připravené v podhledu nadstropního prostoru budoucích laboratoří, opatřené uzávěrem, svedené podlahou z podlaží laboratoří do koridoru pod nimi, zde cca 50 m vedené pod stropem a po stěně až k místu napojení na stávající nerezový rozvod DN65, který dále vede podzemním kolektorem do budovy kryogenního pavilonu s vaky, kompresory a zkapalňovači. Před napojením na původní rozvod bude osazen kulový uzávěr.

- max. přetlak sběrného potrubí	0,20 bar
- zkušební přetlak sběrného potrubí	1,00 bar
- provozní přetlak okruhu sběrného helia	1 kPa
- materiál potrubí sběrného helia	nerez ocel tř.17240 (AISI 304 L)
- délka potrubí	cca 55 m
- vybavení	2x kulový kohout DN25

Odběrová místa odpařeného helia jsou vybavována plynoměry pro sledování množství do systému vráceného helia. S předpokládaným modernizovaným systémem sledování a řízení heliového hospodářství vznikl požadavek na vybavení stávajících plynoměrů zařízením na dálkový přenos měřených údajů, např. čítači impulsů.

3.5 - Ostatní

Ostatní části technologie heliového hospodářství nezmíněné v odstavcích výše zůstávají bez zásadních změn.

Úpravou dotčené části potrubních propojení budou podrobeny tlakovým a funkčním zkouškám a bude na nich provedena výchozí revize.

Předpokládáme také potřebu revize výkresové dokumentace a zkuslení skutečného stavu celého heliového hospodářství, zaměřené na jeho změny, rozšíření (sklad helia, rozvody zpětného helia) apod.

Zařízení heliového hospodářství patří ve smyslu nařízení vlády č. 191/2022 k zákonu č. 250/2021 Sb. mezi vyhrazená plynová zařízení, části systému jsou i vyhrazeným tlakovým

zařízením dle NV č.192/2022 k témuž zákonu. Návrh, stavba i provoz stanice se by se řídily především ČSN 07 8304, ČSN 69 0012, ČSN EN 13480 a souvisejícími předpisy.

3.6 - Modernizace řídicího systému podpůrné technologie zkapalňovače helia

Cílem je řešení inovace řídicího systému tak, aby byl udržovatelný i v následujících letech.

Stávající řídicí systém je složený z:

- Rozvaděče RM1 – hlavní rozvaděč s řídicím systémem a silovými vývody pro:
 - Rozvaděč RS2 – těžká dílna
 - Rozvaděč RA108 – vzduchotechnika zkapalňovače
 - Rozvaděč RS3 – lehká dílna
 - Rozvaděč RS4 – sklad hélia
 - Rozvaděč RM2 – hydraulická rampa
 - Rozvaděč RA106 – VZT Kompresorovna
 - Zásuvkové obvody 400 VAC
 - Zásuvkové obvody 230 VAC
 - Venkovní zásuvkové obvody
 - VZT expedice
 - VZT těžká dílna
 - Osvětlení kompresorovna, zkapalňovač, expedice rampa, reflektory zkapalňovače, vaky,
 - Startovací panel kompresor 1400 I
 - Startovací panel kompresor 1400 II
 - Startovací panel kompresor RS 82 kW
 - Zkapalňovač hélia M1400
- Samostatného počítače se SCADA Promotic a komunikací na návazná zařízení; byl dodán firmou SATEC s.r.o. v roce 2003 v rámci plnění podle smlouvy o dílo č. 565 a posléze v roce 2015 byla modernizována část vizualizačního počítače na SCADA Promotic.

Ve studii předpokládáme tyto úpravy technologie zkapalňování hélia:

- Bude zrušen kompresor 1400 I.
- Bude zrušen kompresor 1400 II.
- Bude instalován nový kompresor hélia RSX (400 VAC, 92 kW), který nahradí tyto dva zrušené kompresory.
- Bude instalován nový zkapalňovač L1610 (Linde).

Ve studii předpokládáme toto řešení modernizace řídicího systému:

- Úprava silové části rozvaděče RM1
 - Předpokládá se, že napájecí přívod rozvaděče RM1 je dostatečně dimenzovaný i pro plánované rozšíření o druhý zkapalňovač a kompresor hélia 92 kW. Není předpokládán souběžný chod obou zkapalňovačů ani kompresorů.
 - Na přívod do rozvaděče RM1 bude doplněno měření spotřeby elektrické energie.

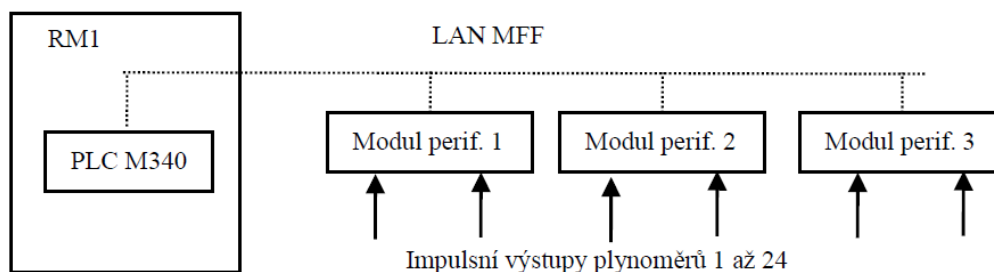
- Bude zrušen vývod pro Startovací panel kompresor 1400 I.
- Bude zrušen vývod pro Startovací panel kompresor 1400 II.
- Na místo původních vývodů pro Startovací panely kompresorů 1400 I a 1400 II bude nainstalován vývod pro Startovací panel kompresoru RSX 92 kW



Vývody kompresorů 1400 I a II budou nahrazeny vývodem pro kompresor nového zkapalňovače

Vývod kompresoru RS stávajícího zkapalňovače bude zachován

- Do výstupů PLC budou zařazeny výstupy pro solenoidy A39 a A40, které jsou nyní ovládány přepínači ze dveří RM1
- Do výstupů PLC budou zařazeny dva nové výstupy pro solenoidy umístěné ve vedlejší budově skladu helia.
- Do výstupů PLC bude zařazen jeden nový výstup pro solenoid umístěný u zkapalňovače hélia.
- Vstupy PLC budou rozšířeny o připojení 24 plynoměrů s impulsním výstupem. Ve studii předpokládáme že plynoměry budou sloučeny do tří samostatných periferních modulů PLC, které budou umístěny v prostorách MFF a tyto moduly budou prostřednictvím LAN MFF připojeny do PLC, které řídí technologii navazující na zkapalňovač hélia.



• Výměna PLC –Schneider Electric

PLC Schneider Electric řady TSX P37-22 již není výrobcem podporováno. Z tohoto důvodu navrhujeme jeho náhradu za aktuálně vyráběný model řady M340 téhož výrobce, nebo od jiného výrobce se stejnými nebo lepšími parametry.



Stávající PLC TSX 37-22 bude nahrazeno novým PLC model M340, nebo od jiného výrobce se stejnými nebo lepšími parametry

Pro nové PLC M340, nebo od jiného výrobce se stejnými nebo lepšími parametry, bude dodáno nové programové vybavení. Ve studii předpokládáme, že funkce nového programového vybavení bude stejná jako je u stávajícího programového vybavení s tím, že programové vybavení bude rozšířeno o funkce spojené s rozšířením o nové solenoidy a připojené plynoměry.

Nové PLC M340, nebo od jiného výrobce se stejnými nebo lepšími parametry, bude s vizualizačním PC propojen sítí ethernet a nahradí stávající komunikaci RS485 Unitelway.

Součástí dodávky bude i nový ethernetový switch min. osm portů.

Předpokládáme, že stávající pomocné displeje, mechanické ovladače a kontrolky budou nahrazeny novými, funkčně shodnými, jako stávající výzbroj umístěná na dveřích rozvaděče RM1.2. Dveře nesoucí pomocné displeje, ovladače a kontrolky budou, za předpokladu že je bude možné zajistit, nahrazeny novými. Pokud dveře již nebude možné zajistit, budou přepřátovány panelem s novými přístroji.

Navrhované řešení výměny PC – SCADA Promotic:

Programové vybavení PC SCADA Promotic bude upgradováno na aktuální verzi a upraveno tak, aby navazovalo na nové PLC SE M340, nebo od jiného výrobce se stejnými nebo lepšími parametry. Součástí dodávky bude nová licence SCADA Promotic, nebo od jiného výrobce se stejnými nebo lepšími parametry.

Programové vybavení bude upraveno tak, aby odpovídalo nové konfiguraci PLC a zahrnovalo požadované úpravy.

3.7 - Návrh a zhodnocení potřebných operací pro generální opravu chladiče kapalin WTE-S2-70

Rok výroby a uvedení do provozu: 2004.

Technické parametry – viz. příložený technický list.

Důvodem plánované opravy je instalace nového oběhového kompresoru RSX pro zkapařovač hélia L1610 od firmy Linde Engineering North America LLC. Nový heliový kompresor RSX bude mít o cca 10÷15% vyšší požadavek na chladicí výkon.

Návrh řešení:

Pro splnění aktuálních legislativních požadavků dle Nařízení 2024/573 o fluorovaných skleníkových plynech je navržena výměna chladiva z R404A na R513A (GWP631), nebo od jiného výrobce se stejnými nebo lepšími parametry. Nově navržené chladivo je klasifikováno ve třídě A1 = netoxické, nehořlavé. Není tedy potřeba provádět žádné stavební ani bezpečnostní opatření. Do strojovny bude doplněn detektor úniku chladiva certifikovaný pro nové chladivo.

Kompresory:

Současným kompresorům by změna chladiva snížila výkon o cca 30 %. Proto budou navrženy nové kompresory o chladicím výkonu min. 95 kW při výstupní teplotě vody +22 °C a kondenzační teplotě +45 °C.

Vzduchový kondenzátor:

Současný kondenzátor má vlivem stáří sníženou kapacitu a neumožňuje spolehlivý provoz při vysokých teplotách okolního vzduchu. Částečného navýšení výkonu bylo dosaženo při opravě frekvenčního měniče a zvýšení otáček ventilátorů v roce 2023. Pro splnění nových požadavků je to ale nedostatečné.

Kondenzátor bude tedy nahrazen novým typem o výkonu min. 130 kW při dT 10 K.

Kondenzátor bude osazen ventilátory s EC motory, hladina akustického tlaku max. 52 dBA @ 10 m, rozměry max. 5000 x 1500 x 2000 mm (D x Š x V), hmotnost max. 600 kg.

Řídící a silový rozvaděč + monitorovací systém:

Řídící a silové prvky rozvaděče budou nahrazeny novými, v současnosti dostupnými prvky a regulátory. Zároveň bude doplněn monitorovací systém umožňující záznam chodu chladiče kapalin, vzdálený dohled a automatické odesílání alarmů na email.

Během opravy bude zachována oceloplechová skříň a hlavní vypínač.

Nutné navýšení jističe hlavního přívodu z 50 A / char. C na 80 A / char. C a výměna přívodního vodiče.

Oběhová čerpadla:

Před započítáním oprav bude během současného provozu provedeno měření průtoku na primárním a sekundárním okruhu a podle výsledků případně navržena výměna čerpadel.

Požadované parametry:

- Primární okruh: 18 m³/hod
- Sekundární okruh: 3,6 m³/hod @ 3.1 bar

Potrubní rozvody (chladiivo a voda):

Kontrolním výpočtem bylo ověřeno, že stávající Cu potrubí mezi kompresorovou částí a venkovním kondenzátorem může být zachováno i při použití nového chladiiva a navýšení chladičího výkonu.

Nerezová vodní potrubí není nutné měnit, pokud se zachovají oběhová čerpadla.

Časová náročnost opravy:

cca 2-3 týdny včetně uvedení do provozu a funkční zkoušky

Servis:

Uchazeč nabídne možnost uzavření Servisní smlouvy zaručující rezervaci kapacit pro rychlý servis a vzdálenou diagnostiku zařízení.

Závěr:

Modernizace současného chladiče kapalin pro použití s novým oběhovým kompresorem RSX je možná výměnou komponent za nové typy, které jsou běžně dostupné a umožňují tak i

dostupnost servisní podpory. Návrh řešení nevyžaduje žádné stavební úpravy ani jiná bezpečnostní opatření.

4./ Použité zdroje

- Studie č. 1819 - Studie modernizace řídicího systému podpůrné technologie zkapalňovače helia MFF UK Praha (SATEC, s.r.o.)
- Studie proveditelnosti generální opravy chladiče kapalin (JDK, spol. s r.o.)
- Zákon č. 250/2021 Sb., NV 191/2022 a 192/2022
- ČSN 07 8304 Tlakové nádoby na plyny – provozní pravidla
- ČSN 69 0012 Tlakové nádoby stabilní – Provozní požadavky
- ČSN EN 13 480 – Kovová průmyslová potrubí
- další související podklady, normy a předpisy

Zpracoval:

Ing. Petr Kroll

Autorizovaný inženýr

v oboru

technologická zařízení staveb

člen České Komory Autorizovaných Inženýrů a Techniků

č. 0401570