

D.1.4 - VYTÁPĚNÍ A CHLAZENÍ

**Budova CPIT TL4 v areálu Vysoké školy báňské - Technické
univerzity Ostrava**

Technická zpráva

Stavebník:	Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava 17.listopadu 2172/15, 708 00 Ostrava
Hlavní projektant:	Energy Benefit Centre a.s. Křenova 438/3, 162 00 Praha 6 IČ: 29029210, DIČ: CZ29029210
Místo stavby:	Studentská 6180/7, Ostrava – Poruba, pozemky parc. č. 1738/14 a 1738/15 v k.ú. Poruba
Stupeň dokumentace:	Dokumentace provádění stavby (dále „DPS“)
Zakázkové číslo:	230217
Datum:	06.2024
Vypracoval:	Ing. Richard Karas
Zodpovědný projektant:	Ing. Jan Košner Ph.D., ČKAIT: 1005830
Paré:	

Obsah

1	Úvod	3
2	Výchozí podklady	3
2.1	Podklady pro návrh	3
2.2	Návrhové parametry vnitřního prostředí:	4
3	Tepelná bilance	5
3.1	Tepelná bilance – zimní a přechodné období	5
3.1.1	Parametry stavebních konstrukcí	5
3.1.2	Tepelná ztráta objektu	5
3.1.3	Potřeba tepla pro VZT	5
3.1.4	Potřeba tepla pro přípravu teplé vody	6
3.1.5	Celková potřeba tepla	6
3.2	Tepelná bilance – letní období	6
3.2.1	Parametry stavebních konstrukcí	6
3.2.2	Potřeba chladu pro VZT	6
3.2.3	Tepelná zátěž objektu	7
4	Technické řešení	7
4.1	Tepelné čerpadlo (zdroj tepla a chladu)	8
4.2	Elektrokotel (bivalentní zdroj tepla)	9
4.3	Splitové klimatizační systémy (zdroj chladu/tepla)	9
4.4	Dveřní clony	10
4.5	Příprava teplé vody	10
4.6	Otopné prvky	10
4.7	Chladicí prvky	12
4.8	Potrubní rozvody	12
4.9	Tepelné izolace	12
4.10	Zabezpečovací a pojistná zařízení	13
4.11	Měření a regulace	13
4.12	Požárně bezpečnostní řešení	14
4.13	Transport zařízení	15
4.14	Uvedení do provozu	15
4.15	Ochrana proti hluku	15
4.16	Požadavky na navazující profese	15
4.16.1	Stavba	15
4.16.2	Elektro	15
4.16.3	ZTI	17
4.16.4	VZT	17
4.16.5	Měření a regulace	17
5	Zkoušky zařízení	17
6	Závěr	18

1 Úvod

Předmětem této projektové dokumentace pro provádění stavby je návrh systému vytápění a chlazení pro objekt CPIT TL4 v areálu Vysoké školy báňské.

Vytápění budovy bude primárně řešeno pomocí tepelného čerpadla vzduch/voda umístěného v technické místnosti v 1NP. Tepelné čerpadlo bude sloužit pro k dodávce tepla pro vytápění, větrání, přípravu teplé vody a zároveň bude sloužit ke chlazení budovy. Dalším zdrojem chladu budou multisplitové klimatizační jednotky umístěné na střeše budovy. Bivalentním zdrojem tepla bude elektrokotel.

2 Výchozí podklady

2.1 Podklady pro návrh

Pro vypracování projektové dokumentace se vycházelo z následujících podkladů:

- projektová dokumentace pro stavební povolení
- projektová dokumentace architektonicko-stavební části
- komunikace s investorem, architektky
- požadavky zadavatele a jeho připomínky během zpracování projektu

- ČSN EN 12831-1 Energetická náročnost budov - Výpočet tepelného výkonu
- ČSN 730548 Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů
- Nařízení vlády 361/2007 Sb. kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci
- technické podklady výrobců zařízení
- Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací,
- Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci,
- Vyhláška č. 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby,
- Vyhláška č. 193/2007 Sb. kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie,
- ČSN EN 12 831 Energetická náročnost budov – Výpočet tepelného výkonu,
- ČSN EN 13 480 Kovová průmyslová potrubí,
- ČSN EN 15 316 Tepelné soustavy v budovách – Výpočtová metoda pro stanovení energetických potřeb a účinností soustavy,
- ČSN 06 0210 Výpočet tepelných ztrát budov při ústředním vytápění,
- ČSN 06 0310 Tepelné soustavy v budovách – Projektování a montáž,
- ČSN 06 0320 Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody – Navrhování a projektování,
- ČSN 06 0830 Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení,
- ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov,
- ČSN 73 0548 Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů

2.2 Návrhové parametry vnitřního prostředí:

Parametr	Pracovny
Teplota v obytných prostorech - zima	21 °C
Relativní vlhkost v prostoru - zima	40 %
Teplota v obytných prostorech - léto	26 °C

Parametr	Zasedací místnosti
Teplota v obytných prostorech - zima	21 °C
Relativní vlhkost v prostoru - zima	50 %
Teplota v obytných prostorech - léto	26 °C

Parametr	Komunikační prostory
Teplota v obytných prostorech - zima	15-18 °C
Relativní vlhkost v prostoru - zima	40 %

Parametr	Sklady
Teplota v obytných prostorech - zima	18 °C
Relativní vlhkost v prostoru - zima	40 %

Parametr	Hygienické zázemí
Teplota v obytných prostorech - zima	20 °C
Relativní vlhkost v prostoru - zima	40 %

Parametr	Kuchyňky
Teplota v obytných prostorech - zima	20 °C
Relativní vlhkost v prostoru - zima	40 %

Parametr	Úklid
Teplota v obytných prostorech - zima	20 °C
Relativní vlhkost v prostoru - zima	40 %

Parametr	Technické místnosti
Teplota v obytných prostorech - zima	15 °C
Relativní vlhkost v prostoru - zima	40 %
Teplota v obytných prostorech - léto	26 °C

Tepelné zisky od lidí stanoveny na 62 W/osobu.

3 Tepelná bilance

3.1 Tepelná bilance – zimní a přechodné období

3.1.1 Parametry stavebních konstrukcí

Ve výpočtu tepelných ztrát byly uvažovány tyto základní parametry:

- Podlaha na zemině	U=0,198 W/m ² .K
- Podlaha nad exteriérem	U=0,151 W/m ² .K
- Obvodová stěna	U=0,124 W/m ² .K
- Střecha	U=0,146 W/m ² .K
- Okna	U=0,700 W/m ² .K
- Dveře	U=1,100 W/m ² .K

3.1.2 Tepelná ztráta objektu

Výpočet tepelné ztráty je proveden pro:

Lokalita	Ostrava
Nejnižší venkovní výpočtová teplota vzduchu	-15 °C
Střední teplota venkovního vzduchu v topném období t_{es}	3,6 °C
Počet dní v topném období	219
Normální krajinná oblast, nechráněná poloha osaměle stojící budovy.	

Tep. ztráta objektu (prostupem a infiltrací) byla stanovena ve výpočtovém software TECHCON X dle ČSN EN 12831-1.

Tepelná ztráta objektu (při nejnižší venkovní výpočtové teplotě -15 °C): $Q_{cm} = 44,6 \text{ kW}$

Ve výpočtu tepelné ztráty je zahrnuta infiltrace netěsností pláště $n=0,1/h$.

V prostorách, ve kterých není řešena vzduchotechnika a větrání je řešeno přirozeně, byla stanovena výměna vzduchu $n=0,5/h$.

3.1.3 Potřeba tepla pro VZT

Potřeba tepla pro vzduchotechnická zařízení byla stanovena na základě informace projektu VZT.

VZT zařízení budou sloužit pro větrání pracoven a laboratoří v řešené části objektu. Všechna zařízení jsou vybavena ZZT (zpětné získávání tepla).

Požadované výkony ohřivačů VZT zařízení

Zařízení			Základní parametry	Vodní ohřivač
Číslo zařízení	Popis	Umístění	Množství vzduchu přívod/odvod [m ³ /h]	Výkon [kW]
1.1.1	Větrání kanceláří (VAV systém)	6.NP	3 475	6,59
2.1.1	Větrání laboratoří (CAV systém)	střecha	1 815	1,00
3.1.1	Dveřní clona	1.NP	3 300	2x4,81
Celkem				17,21

Požadovaný výkon ohřivačů: $Q_{vzt} = 17,21 \text{ kW}$

3.1.4 Potřeba tepla pro přípravu teplé vody

Výkon pro ohřev teplé vody je stanoven dle obsazenosti objektu a předpokládané spotřeby teplé vody. Ohřev TV je řešen centrálně nepřímým zásobníkem ohřevu vody o objemu 208 l.

Zásobníky jsou dodávkou části PD ZTI, napojení zásobníku na potrubí vnitřního vodovodu, včetně armatur je dodávkou a součástí samostatné projektové dokumentace D.1.4 ZTI.

Výkon pro ohřev TV: $Q_{tv} = 3,5 \text{ kW}$

3.1.5 Celková potřeba tepla

Požadovaný špičkový výkon zdroje tepla na základě předpokládané soudobosti potřeby tepla:

$Q_{\text{špička 1}} = Q_{\text{út}} + Q_{\text{vzt}} = 44,64 + 17,19 = 61,8 \text{ kW}$

$Q_{\text{špička 2}} = 0,7 \cdot (Q_{\text{út}} + Q_{\text{vzt}}) + Q_{\text{tv}} = 0,7 \cdot (44,64 + 17,19) + 3,5 = 30,5 \text{ kW}$

Minimální výkon pro návrh zdroje tepla $Q = 61,8 \text{ kW}$

Navrhují minimální výkon zdroje tepla $Q = 58,01 \text{ kW}$ (A2/W35) s bivalentním zdrojem $Q = 60 \text{ kW}$.

3.2 Tepelná bilance – letní období

3.2.1 Parametry stavebních konstrukcí

Ve výpočtu tepelných ztrát byly uvažovány tyto základní parametry:

- Podlaha na zemině	$U = 0,198 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Podlaha nad exteriérem	$U = 0,151 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Obvodová stěna	$U = 0,124 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Střecha	$U = 0,146 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Okna	$U = 0,700 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Dveře	$U = 1,100 \text{ W/m}^2\text{K}$

Při výpočtu tepelných zisků nebylo počítáno se stínícími prvky.

3.2.2 Potřeba chladu pro VZT

Potřeba chladu pro vzduchotechnická zařízení byla stanovena na základě informace projektu VZT.

VZT zařízení budou sloužit pro větrání pracoven a laboratoří v řešené části objektu. Všechna zařízení jsou vybavena ZZT (zpětné získávání tepla).

Požadované výkony chladičů VZT zařízení

Zařízení			Základní parametry	Vodní ohřívač
Číslo zařízení	Popis	Umístění	Množství vzduchu přívod/odvod [m ³ /h]	Výkon [kW]
1.1.1	Větrání kanceláří (VAV systém)	6.NP	3 475	16,3
2.1.1	Větrání laboratoří (CAV systém)	střecha	1 815	9,0
	Celkem			25,3

Požadovaný výkon chladičů: $Q_{vzt} = 25,3 \text{ kW}$

VZT jednotky nebudou v režimu chlazení sloužit pro pokrytí tepelné zátěže.

3.2.3 Tepelná zátěž objektu

Výpočet tepelné zátěže je proveden pro:

Lokalita	Ostrava
Nejvyšší venkovní výpočtová teplota vzduchu	30 °C
Normální krajinná oblast, nechráněná poloha osaměle stojící budovy.	

Tepelná zátěž objektu byla stanovena ve výpočtovém software TECHCON X dle ČSN 73 0548.

- | | |
|---|---------|
| - Celkové vnitřní tepelné zisky (lidé, technologie, atp.) | 12,4 kW |
| - Celkové vnější tepelné zisky | 36,3 kW |

Tepelná zátěž objektu (pro roční maximum): $Q_{cm} = 48,7 \text{ kW}$

Navrhují minimální výkon zdroje na chladu $Q = 56,4 \text{ kW}$ pro chlazení kanceláří a zasedacích místností.

Pro chlazení laboratoří navrhují minimální výkon zdroje chladu $Q = 2 \times 12,3 = 24,6 \text{ kW}$.

Zdrojem chlazení VZT zařízení budou sloužit kondenzační jednotky umístěné na střeše objektu o výkonech $Q_1 = 15 \text{ kW}$, $Q_2 = 9,5 \text{ kW}$.

4 Technické řešení

Teplo bude distribuováno pomocí plošného podlahového vytápění, vzduchotechnických zařízení a v 6. NP deskovými otopnými tělesy. Chlazení bude řešeno kombinací vodou chlazených fancoilových kazetových jednotek a multisplitových klimatizačních systémů. Zdrojem tepla a chladu bude tepelné čerpadlo vzduch-voda umístěné před objektem. Tepelné čerpadlo bude zároveň sloužit jako zdroj pro přípravu TV. Bivalentním zdrojem tepla je elektrokotel.

Otopná soustava

Hlavním zdrojem otopné soustavy je tepelné čerpadlo vzduch-voda pracujícím v bivalentním provozu s elektrokotlem, který zároveň slouží jako záložní zdroj tepla.

Od tepelného čerpadla bude vedena ohřátá voda potrubím v nezámrzné hloubce, následně vyvedena do laboratoře a dále vedena do technické místnosti. Potrubí bude opatřeno protizámrznou ochranou v případě delšího výpadku elektrického proudu a to v podobě instalace nezámrzných vypouštěcích kohoutů v šachtě pod tepelný čerpadlem. Vypouštěcí ventily budou automatické a při poklesu teploty pod 3 °C systém vypustí.

V technické místnosti se připojuje na systém elektrokotel a potrubí pokračuje do akumulární nádrže o objemu 750 l. Z nádrže se topná voda přivede do rozdělovače sběrače odkud se systém větví a rozvádí otopnou vodu do jednotlivých soustav. Teplota vody vedená do rozdělovače sběrače bude o teplotě 55 °C dle požadavku ohřivačů VZT.

Z rozdělovače sběrače budou vyvedeny celkem 3 topné okruhy (VZT/otopná tělesa, dveřní clony, podlahové vytápění). Rozvody topné vody budou vedeny převážně v podhledech v ostatních případech pod stropní konstrukcí. Pro rozvod do vyšších podlaží se využije jedné instalační šachty a profese stavba vyhotoví prostupy stropními konstrukcemi pro další rozvody.

Oběh teplotnosné látky v jednotlivých okruzích budou zajišťovat oběhová čerpadla s adaptabilní elektronickou regulací výkonu.

Teplota přívodu do okruhů dveřních clon a podlahového vytápění bude regulována směšováním vratnou vodou trojcestným směšovací ventilem se servopohonem.

Teplota přiváděné teplotnosné látky do okruhu podlahového vytápění bude regulována v závislosti na venkovní teplotě a zároveň bude zajištěno dodržení maximální povolené teploty přiváděné do okruhu.

Chladicí soustava**Vodní chladicí soustava**

Zdrojem chladu soustavy vodního chlazení bude tepelné čerpadlo vzduch-voda. Rozvody od tepelného čerpadla po rozdělovač sběrač se nijak neliší od systému vytápění. Na kombinovaný rozdělovač a sběrač bude mimo topné větve připojen ještě jeden okruh a to na chlazení kancelářských prostor a zasedacích místností. Rozvody chladicí vody budou vedeny převážně v podhledech v ostatních případech pod stropní konstrukcí. Pro rozvod do vyšších podlaží se využije jedné instalační šachty

Distribučními prvky budou fancoilové jednotky s vodním výměníkem. Teplotní spád je navržen na 7/12 °C. Oběh chladicí vody bude zajišťovat oběhové čerpadlo s adaptabilní elektronickou regulací výkonu. Na přívodní větvi ke každé fancoilové jednotce bude instalován tlakově nezávislý regulační ventil.

Chladivový systém chlazení

Zdrojem chladivového systému chlazení budou multisplitové klimatizační jednotky umístěné na střeše objektu. Izolované chladivové potrubí bude vedeno od venkovních jednotek instalační šachtou do jednotlivých podlaží, kde se napojí na distribuční boxy. Z distribučních boxů se rozvede chladivové potrubí k výparníkům jednotkám.

4.1 Tepelné čerpadlo (zdroj tepla a chladu)

Zdrojem tepla a chladu bude tepelné čerpadlo vzduch-voda umístěné před objektem na betonové šachtě. Tepelné čerpadlo bude sloužit jako zdroj vytápění a ohřevu TV v zimním období. Topná voda bude také využita k ohřívání vzduchu VZT jednotek a dveřních clon. V létě bude sloužit jako zdroj pro chlazení.

Tepelné čerpadlo bude k systému vytápění/chlazení a ohřevu TV připojeno potrubím vedeným v zemině až do laboratoře a následně do technické místnosti.

Topný výkon zdroje tepla je $Q_{\text{vyt}}=58,01$ kW, COP=4,2 (A2/W35). Maximální teplota topné vody 62 °C (A 0°C).

Chladicí výkon zdroje $Q_{\text{chl}}=56,4$ kW, EER=4,02 (A35/W7).

Profese stavba pod tepelným čerpadlem vyhotoví betonovou šachtu, která bude obsypaná a naplněná štěrkem frakce 16/32 mm. Kondenzát bude volně stékat z výparníku do šachty.

Parametry zdroje tepla:**Tepelné čerpadlo vzduch-voda**

Topný výkon:	58,01 kW (A2/W35)
COP:	4,2 (A2/W35)
Chladicí výkon:	56,4 kW (A35/W7)
EER:	4,02
Napájení:	400V, 3N, 50 Hz
Hladina akustického výkonu:	68 dB(A) (EN 12102)
Max. teplota topné vody:	62 °C
Chladivo:	R410A
Rozměry (VxDxH):	1516x3900x1136 mm
Hmotnost:	1100 kg

Navržené tepelné čerpadlo splňuje parametry definované nařízením Komise (EU) č. 813/2013 ze dne 2. srpna 2013, kterým se provádí směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/125/ES, pokud jde o požadavky na ekodesign ohřivačů pro vytápění vnitřních prostor a kombinovaných ohřivačů.

4.2 Elektrokotel (bivalentní zdroj tepla)

Bivalentním zdrojem tepla je elektrokotel o jmenovitém tepelném výkonu $Q=60$ kW. Bivalentní zdroj je umístěn v technické místnosti. Elektrokotel dokáže pracovat ve 4 výkonových stupních (od 15-60 kW, po krocích 15 kW). Elektrokotel začne pracovat v době, kdy výkon tepelného čerpadla nebude stačit pro pokrytí tepelné ztráty objektu. Využití bivalentního zdroje se předpokládá od venkovní teploty cca -5 °C. Elektrokotel bude mimo jiné sloužit jako záložní zdroj a zdroj ohřevu TV v letním období, kdy tepelné čerpadlo bude v režimu chlazení.

Parametry bivalentního zdroje tepla:

Elektrokotel

Topný výkon:	60 kW
Účinnost:	99 %
Napájení:	3x400 / 230 V
Hladina akustického výkonu:	39 dB(A) (EN 12102)
Max. teplota topné vody:	90 °C
Rozměry (ŠxVxH):	615x852x332 mm
Hmotnost:	62 kg

4.3 Splitové klimatizační systémy (zdroj chladu/tepla)

Na střeše objektu jsou umístěny multisplitové klimatizační jednotky určené pro chlazení laboratoří. Mimo jiné jsou na střeše osazeny i kondenzační jednotky napojené na chladiče VZT jednotek.

Parametry multisplitového systému:

Klimatizační jednotka (CHL.01, CHL.02)

Chladicí výkon:	12,3 kW
SEER:	7,4
Topný výkon:	13,5 kW
SCOP:	4,2
Napájení:	400V, 3N, 50 Hz
Akustický výkon (chlazení):	69 dB(A)
Chladivo:	R410A
Rozměry (ŠxVxH):	950x1380x330 mm
Hmotnost:	87 kg

Kondenzační jednotka (CHL.03)

Chladicí výkon:	15 kW
EER:	3,2
Napájení:	1f, 230V, 50 Hz
Akustický výkon:	71 dB(A)
Chladivo:	R32
Rozměry (ŠxVxH):	950x1380x330 mm
Hmotnost:	87,5 kg

Kondenzační jednotka (CHL.04)

Chladicí výkon:	9,5 kW
EER:	4,42
Napájení:	1f, 230V, 50 Hz
Akustický výkon:	66 dB(A)
Chladivo:	R32
Rozměry (ŠxVxH):	950x1380x330 mm

Hmotnost: 87,5 kg

4.4 Dveřní clony

Dveřní clony umístěné v místnosti č. 1.11 mají zabudovaný vodní ohřivač. Dvě ze čtyř dveřních clon jsou napojeny na otopnou soustavu přes kombinovaný rozdělovač. Navržený teplotní spád pro dveřní clony je 30/25 °C. Před připojením soustavy na dveřní clony budou na přívodu osazeny tlakově nezávislé regulační ventily se servopohonem.

Specifikace dveřních clon viz. profese VZT.

4.5 Příprava teplé vody

Příprava teplé vody bude řešena centrálně v nepřímotopném zásobníkovém ohřivači TV. Pro objekt je navržen zásobník o objemu 208 l. Zásobník bude mít osazenou topnou tyč o výkonu min. 3 kW. Zásobník bude vybaven topným hadem v celé své výšce. Topná voda pro ohřev TV bude přiváděna od tepelného čerpadla, případně od elektrokotle, který bude primárním zdrojem pro ohřev TV v letním období. Příprava TV v letním období bude primárně ohřívána přebytky z výroby FVE.

4.6 Otopné prvky

4.6.1 Podlahové vytápění

Pro podlahové vytápění bude vedena směšovaná voda z rozdělovače do jednotlivých podružných rozdělovačů sběračů podlahového vytápění.

Sestava rozdělovače-sběrače podlahového vytápění bude mimo samotný rozdělovač a sběrač tvořena přípojovací skupinou s 2 ks uzavíracích kohoutů, odvzdušněním a vypouštěním. Na vstupu topné vody jednotlivých topných smyček budou osazeny regulátory průtoku. Na zpátečce topné vody topných smyček pro vytápění budou osazeny ventily s elektrotermickými pohony, kterými bude v závislosti na aktuální teplotě v místnosti regulována dodávka tepla.

Otopné plochy budou tvořit topné smyčky z potrubí ze zesíleného polyetylenu, s kyslíkovou bariérou, které budou kladeny na polyetylenovou podlahovou fólii s rastrem v roztečích patrných z výkresové dokumentace a ve tvaru dvojité spirály. Následně bude provedeno zalití betonovou mazaninou a provedena finální nášlapná vrstva podlahy - viz stavební část PD. Navržený teplotní spád pro podlahové vytápění je 35/30 °C.

Je třeba brát v potaz, že případná změna skladby dotčené podlahové konstrukce může negativně ovlivnit provoz podlahového vytápění a komfort v dotčené místnosti. Proto je nutno v případě úpravy skladby podlahové konstrukce odborně přepočítat a případně upravit systém podlahového vytápění.

Sestavy každého rozdělovače a sběrače budou umístěny v ocelových uzamykatelných skříních v nástěnném, resp. zabudovaném provedení do niky.

Parametry jednotlivých podlahových okruhů jsou navrženy podle následujících skladeb:

Skladba podlahy laboratoří v 1NP – epoxidová stěrka:

Materiál	Tloušťka [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
Stěrka na bázi epoxidové pryskyřice	0.002	0.2000	0.0100
Samonivelační stěrka	0.005	1.3800	0.0036
Betonová mazanina	0.163	1.2300	0.1325
Kari síť RM 100 (100 x 100mm)	0	0.0000	0.0000
Kročejová izolace	0.03	0.0440	0.6818
Podlahová deska	0.3	1.3600	0.2206
Tepelná izolace	0.14	0.0350	4.0000
Podkladní beton	0.1	1.2300	0.0813

Skladba podlahy v ostatních místnostech 1NP – keramická dlažba:

Materiál	Tloušťka [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
Keramická dlažba	0.01	1.0100	0.0099
Flexibilní lepidlo	0.006	0.5700	0.0105
Samonivelační stěrka	0.004	1.3800	0.0029
Betonová mazanina	0.07	1.2300	0.0569
Kari síť RM 100 (100 x 100mm)	0	0.0000	0.0000
Kročejová izolace	0.03	0.0440	0.6818
Podlahová deska	0.3	1.3600	0.2206
Tepelná izolace	0.14	0.0350	4.0000
Podkladní beton	0.1	1.2300	0.0813

Skladba podlahy pracoven, laboratoří a zasedacích místností 2-5NP – epoxidová stěrka:

Materiál	Tloušťka [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
Stěrka na bázi epoxidové pryskyřice	0.002	0.2000	0.0100
Samonivelační stěrka	0.005	1.3800	0.0036
Betonová mazanina	0.103	1.2300	0.0837
Kari síť RM 100 (100 x 100mm)	0	0.0000	0.0000
Kročejová izolace	0.04	0.0440	0.9091
ŽB stropní deska	0.28	1.7400	0.1609

Skladba podlahy ve vedlejších 2-5NP – keramická dlažba:

Materiál	Tloušťka [m]	λ [W/mK]	R [m ² K/W]
Keramická dlažba	0.01	1.0100	0.0099
Lepidlo	0.006	0.5700	0.0105
Samonivelační stěrka	0.006	1.3800	0.0043
Betonová mazanina	0.088	1.2300	0.0715
Kari síť RM 100 (100 x 100mm)	0	0.0000	0.0000
Kročejová izolace	0.04	0.0440	0.9091
ŽB stropní deska	0.28	1.7400	0.1609

Navržené parametry podlahového vytápění uvedené ve výkresové dokumentaci jsou navrženy při výše uvedených skladbách podlah. Při změně uvedených skladeb podlah je nutné provést nový návrh podlahového vytápění a kompletní posouzení.

4.6.2 Otopná tělesa

Tepelné ztráty jednotlivých vytápěných místností 6NP budou pokrývat desková otopná tělesa. Otopná tělesa budou mít osazeny termostatické hlavice na přívodní potrubí a přímé regulační šroubení na vratu. Připojení na otopná tělesa je z boku.

Všechna tělesa budou mít osazen odvzdušňovací ventil. Navržený teplotní spád otopných těles je 50/40 °C.

4.6.3 VZT jednotky

VZT jednotky jsou vybaveny výměníky pro vodní ohřev vzduchu a zároveň chladiči napojenými na kondenzační jednotky. Navržený teplotní spád pro vodní ohřev je navržen na 50/40 °C. Výkony jednotlivých ohřevů jsou uvedeny v předchozích kapitolách.

Před napojením každé VZT jednotky na rozvody vytápění bude instalován regulační uzel s dvoucestným regulačním ventilem se servopohonem na přívodním potrubí, oběhovým čerpadlem a vyvažovacím ventilem pro vyvážení soustavy.

Výměníky VZT jednotek budou na rozvody ÚT napojeny přes pružné připojovací kusy, aby nedocházelo k přenášení případných vibrací na rozvody a následně do stavebních konstrukcí. Schéma zapojení regulačních uzlů teplovodních ohřevů VZT je uvedeno na samostatném výkrese PD.

4.6.4 Dveřní clony

Dveřní clony umístěné v místnosti č. 1.11 mají zabudovaný vodní ohřivač. Dvě ze čtyř dveřních clon jsou napojeny na otopnou soustavu přes kombinovaný rozdělovač. Navržený teplotní spád pro dveřní clony je 30/25 °C. Před připojením soustavy na dveřní clony budou na přívodu osazeny tlakově nezávislé regulační ventily se servopohonem.

Specifikace dveřních clon viz. profese VZT.

4.7 Chladicí prvky

4.7.1 Fancoilové jednotky

V místnostech chlazené vodním systémem budou instalovány podstropní kazetové fancoilové jednotky s vodním výměníkem. Napojení na jednotky bude provedeno s tlakově nezávislým regulačním ventilem na přívodní větvi. Navržený teplotní spád je 7/12 °C.

Jednotky budou mít zabudované čerpadlo pro odvod kondenzátu. Profese ZTI zajistí odvod kondenzátu s napojením na vnitřní kanalizaci přes zápachové uzávěrky. Profese stavba zajistí dodávku revizního otvoru v podhledu pro servis zařízení a přístup k regulačnímu ventilu. Požadovaný min. rozměr revizního otvoru 500x500 mm.

4.7.2 Klimatizační jednotky

Do prostorů laboratoří jsou navrženy kazetové výparníkové jednotky připojené chladivovým potrubím ke kondenzačním jednotkám umístěným na střeše. V místnostech 1.03 a 1.04 se předpokládá potřeba chlazení technologií silnoproudu a slaboproudu, kde budou umístěny nástěnné jednotky. Kazetové jednotky budou vybaveny čerpadlem odvodu kondenzátu. Kondenzát vzniklý v nástěnných jednotkách bude odváděn gravitačně.

Kondenzační jednotky na střeše objektu budou umístěny na gumových antivibračních konzolách.

Profese ZTI zajistí odvod kondenzátu s napojením na vnitřní kanalizaci přes zápachovou uzávěrku. Profese stavba zajistí dodávku revizního otvoru v podhledu pro servis zařízení. Požadovaný min. rozměr revizního otvoru 500x500 mm.

4.7.3 VZT jednotky

Chladiče VZT jednotek jsou napojeny na kondenzační jednotky umístěné na střeše. Jednotlivé výkony chladičů jsou napsány v kapitolách výše.

4.8 Potrubní rozvody

Potrubí od tepelného čerpadla bude z korozivzdorného zesíleného PE-Xa s bariérou proti difúzi kyslíku.

V laboratoři přejde na měděné potrubí a dále povede do technické místnosti, ve kterém budou provedeny veškeré rozvody pro vytápění a chlazení soustavy tepelného čerpadla.

Potrubí podlahového vytápění bude ze zesíleného polyetylénu, s kyslíkovou bariérou.

Chladivové rozvody budou provedeny z předizolovaného měděného potrubí.

4.9 Tepelné izolace

Potrubí vedené venkovním prostředím k tepelnému čerpadlu bude opatřeno tepelnou, pružnou, pěnovou izolací a vnějším vlnitým pláštěm z HDPE.

Veškeré rozvody pro vodní vytápění a chlazení bude izolováno dle požadavků vyhl. 193/2007 Sb.

Měděné rozvody, armatury, atp. včetně rozdělovače sběrače a větve pro chlazení budou izolovány nenasákavou tepelnou izolací z kaučuku.

Měděné potrubí pro vytápění bude opatřeno tepelnou izolací z minerální vlny kaširované Al-folií.

Připojovací potrubí a některé potrubí podlahového vytápění vedoucí k jednotlivým okruhům v daných místnostech bude izolováno polyethylenovou izolací.

Chladivové potrubí bude předizolované polyethylenovou pěnou s vnějším ochranným pláštěm.

4.10 Zabezpečovací a pojistná zařízení

Všechny navržené prvky rozvodu vytápění a chlazení musí splňovat požadavek na min. provozní tlak.

- Expanzní nádoba o objemu 200 l
- Pojistný ventil v pojistném místě všech zdrojů, DN 15, otevírací tlak 2,5 bar
- Pojistný ventil na zásobníku TV o objemu 208 l
- Manometr napojený přes sestavu se vzorkovacím kohoutem

Expanzní nádoby

Pro vyrovnaní objemových změn v soustavě ÚT a ohřevu TV budou instalovány membránové expanzní nádoby. Jejich rozmístění a parametry jsou uvedeny ve výkresové dokumentaci.

Systém vytápění – membránová expanzní nádoba o objemu $V = 200$ litrů/0,6 MPa, médium voda expanzní potrubí DN25

Systém ohřevu TV - membránová expanzní nádoba o objemu $V = 18$ litrů/0,6 MPa, médium voda expanzní potrubí DN15

Odplyňovací zařízení

Odplynění soustavy – zařízení bude mít kapacitu pro zajištění odplynění soustavy o objemu až 6,0 m³. Dodávka včetně propojovacích armatur. Zapojení do systému dle požadavků výrobce.

4.11 Měření a regulace

Regulace okruhu vytápění a chlazení bude napojena na centrální řídicí systém budovy. Chod jednotlivých zdrojů tepla a chladu bude řízen dle požadavku na výstupní teplotu a aktuálních provozních stavů. MaR zajistí ovládání oběhových čerpadel, spínání jednotlivých zdrojů. Na rozdělovači sběrači zajistí regulaci jednotlivých okruhů pomocí teplotních čidel.

Profese MaR zajistí dodávku elektropohonů regulačních ventilů ve strojovně vytápění a chlazení, dále pro regulační uzle VZT, FCU, a dveřních clon. Zajistí dále jejich ovládání a tím regulaci výkonu zmíněných zařízení navržených v soustavě vytápění a chlazení.

Pro regulaci a ovládání kazetových FCU jednotek a multisplitových klimatizačních jednotek budou instalovány na stěnu jednotlivých místností ovládací panely s LCD displejem, kde bude možné regulovat chod jednotek a regulovat jejich výkon dle teploty v místnosti – jedná se o režim chlazení.

Podlahové vytápění bude regulováno ekvitermně pomocí venkovního teplotního čidla umístěného na fasádě objektu.

Provozní stavy:

Zima

Zdroj tepla bude pracovat prioritně zaměřené na ohřev TV, jakmile je TV ohřátá na požadovanou teplotu, tak se zdroj tepla zaměří na režim vytápění. V případě že výkon tepelného čerpadla nebude pro provoz dostatečný, připojí se k němu bivalentní zdroj (elektrokotel). Spuštění bivalentního zdroje se očekává okolo teploty venkovního vzduchu cca - 5°C. V zimním období budou na větvích napojených na kombinovaný rozdělovač sběrač funkční oběhová čerpadla okruhů pro vytápění. Pro okruh chlazení kazetovými jednotkami bude nečinné.

Zima	1	TČ	ohřev TV	požadavek na teplotu TV bude řízen jímkovým čidlem v zásobníkovém ohřivači, teplota TV 50 °C - dvoucestný ventil RV1 - poloha otevřený - trojcestný přepínací ventil TRV1 - poloha B-AB - trojcestný přepínací ventil TRV2 - poloha B-AB
------	---	----	----------	---

	2	TČ	vytápění	požadavek na teplotu vody v akumulační nádrži bude 55 °C, nebo dle požadavku ohřivačů VZT - dvoucestný ventil RV1 - poloha uzavřený - trojcestný přepínací ventil TRV1 - poloha A-AB - trojcestný přepínací ventil TRV2 - poloha B-AB
	3	TČ + elektrokotel	ohřev TV	požadavek na teplotu TV bude řízen jímkovým čidlem v zásobníkovém ohřivači, teplota TV 50 °C - dvoucestný ventil RV1 - poloha uzavřený - trojcestný přepínací ventil TRV1 - poloha B-AB - trojcestný přepínací ventil TRV2 - poloha A-AB musí být zajištěna kooperace oběhového čerpadla elektrokotle a oběhového čerpadla OČ1
	4	TČ + elektrokotel	vytápění	požadavek na teplotu vody v akumulační nádrži bude 55 °C, nebo dle požadavku ohřivačů VZT - dvoucestný ventil RV1 - poloha otevřený - trojcestný přepínací ventil TRV1 - poloha A-AB - trojcestný přepínací ventil TRV2 - poloha A-AB musí být zajištěna kooperace oběhového čerpadla elektrokotle a oběhového čerpadla OČ1

Léto

Zdroj chladu bude pracovat, aby byl zaručen teplotní spád chladicí soustavy 7/12 °C. V letním období budou všechna oběhová čerpadla na větvích napojených na kombinovaný rozdělovač sběrač nečinné až na OČ okruhu chlazení kazetovými jednotkami. Ohřev TV bude řešen viz. tab. níže.

5	FVE / elektrokotel	ohřev TV	požadavek na teplotu TV bude řízen jímkovým čidlem v zásobníkovém ohřivači, teplota TV 50 °C; ohřev TV bude primárně zajištěn přebytky z FVE, pak případně bude využit elektrokotel pro ohřev TV
	TČ	chlazení	požadavek na teplotu vody v akumulační nádrži bude 7 °C, aby byla zaručena správná funkčnost okruhu chlazení kazetovými jednotkami
			- dvoucestný ventil RV1 - poloha uzavřený - trojcestný přepínací ventil TRV1 - poloha A-AB - trojcestný přepínací ventil TRV2 - poloha B-AB

Rozvaděč MaR bude umístěn v místnosti 1.04 – viz. výkresová dokumentace.

Profese MaR je součástí samostatné projektové dokumentace.

4.12 Požárně bezpečnostní řešení

Veškeré prostupy potrubí vedené požárně dělícími konstrukcemi musí být provedeny s příslušnou požární odolností odpovídající požadavkům na požární odolnost jednotlivých konstrukcí. Tedy prostupy budou po instalaci potrubí protipožárně utěsněny tak, aby v místě prostupu nedošlo ke snížení protipožární odolnosti konstrukce.

Požární zpráva je předmětem samostatné části projektové dokumentace.

4.13 Transport zařízení

Do technické místnosti vedou dvoukřídlé dveře. Vstup je ze strany parkoviště. Do technické místnosti. Transport zařízení budou provádět kvalifikovaní pracovníci.

4.14 Uvedení do provozu

Uvedení do provozu musí být provedeno v souladu s návodem k instalaci zdrojů tepla a v souladu s návodem k instalaci regulace zdroje tepla a chladu.

Před provedením zkoušek je nutné provést propláchnutí systému.

Uvedení do provozu bude provedeno kvalifikovanou montážní firmou.

4.15 Ochrana proti hluku

Zařízení, která způsobují přenos vibrací do podkladní konstrukce budou z důvodu eliminace přenášení hluku a vibrací na konstrukci budovy pružně uloženy na stavebních konstrukcích pomocí izolátorů chvění a veškeré připojení na potrubí bude řešeno přes pružné připojovací kusy.

Akustické hodnoty zdroje tepla pro vytápění a chlazení:

Hladina akustického výkonu L_w (dB(A))	68
Hladina akustického tlaku v 1 m L_p (dB(A))	60
Hladina akustického tlaku v 2 m L_p (dB(A))	54
Hladina akustického tlaku v 5 m L_p (dB(A))	46
Hladina akustického tlaku v 10 m L_p (dB(A))	40

Pozn. Všechny hodnoty v tabulce platí pro maximální otáčky tepelného čerpadla.

4.16 Požadavky na navazující profese

4.16.1 Stavba

Profese stavba zajistí:

- Vyhotovení betonové šachty pod tepelné čerpadlo
- Vyhotovení prostupu pro přivedení potrubí TČ do budovy
- Prostupy pro rozvody vytápění a chlazení
- Revizní otvory v podhledu min. 500x500 mm, pro servis zařízení, revizi a přístup k regulačním ventilům

4.16.2 Elektro

- Připojení všech prvků zařízení na el. síť (v součinnosti s MaR), zejména se jedná o zdroje tepla a chladu, fancoily, dveřní clony, klimatizační jednotky, distribuční boxy klimatizačních jednotek, oběhová čerpadla, regulační armatury, odplynovací zařízení
- napájení regulačních uzlů VZT bude provedeno s ohledem na venkovní provedení těchto zařízení včetně topných kabelů
- profese elektro bude předmětem samostatné části projektové dokumentace.

Ozn.	Zařízení	Počet	Topný výkon [kW]	Chladicí výkon [kW]	Jmenovitý příkon [kW]	Max. příkon [kW]	napájení	Proud [A]
1	Tepelné čerpadlo vzduch-voda	1	58,01	56,4	13,81	19,9	3f, 400 V, 50 Hz	52
2	Regulační skříň tepelného čerpadla	1					1f, 230 V, 50 Hz	
3	Elektrokotel	1	59,4		59,4		3x400/230 V	88

CHL.01	Venkovní kondenzační jednotka multisplit klimatizace	1		12,3	2,4	4,9	3f, 400 V, 50 Hz	13,42
CHL.02	Venkovní kondenzační jednotka multisplit klimatizace	1		12,3	3,1	5,3	3f, 400 V, 50 Hz	14,21
CHL.03	Venkovní kondenzační split jednotka	1		15	4,69		3f, 400 V, 50 Hz	17,3
CHL.04	Venkovní kondenzační split jednotka	1		9,5	2,15		3f, 400 V, 50 Hz	7,9

Ozn.	Zařízení	Počet	Příkon [W]	Napájení	Max. proud [A]
CHL.01.03	Vnitřní kazetová výparníková jednotka multisplit klimatizace	3	20		
CHL.01.04	Vnitřní kazetová výparníková jednotka multisplit klimatizace	1	20		
CHL.02.01	Vnitřní kazetová výparníková jednotka multisplit klimatizace	1	20		
CHL.02.02	Vnitřní kazetová výparníková jednotka multisplit klimatizace	3	20		
CHL.02.03	Vnitřní kazetová výparníková jednotka multisplit klimatizace	2	20		
DB	Distribuční box klimatizačních jednotek	4	10	1f, 230 V, 50 Hz	0,05
FCU.01	Kazetová fancoil jednotka	17	12	1f, 230 V, 50 Hz	0,37
FCU.02	Kazetová fancoil jednotka	8	15	1f, 230 V, 50 Hz	0,38
FCU.03	Kazetová fancoil jednotka	2	43	1f, 230 V, 50 Hz	0,42

Ozn.	Zařízení	Počet	Navržený průtok [m³/h]	Dopravní výška [m]	Umístění	Napájení	Max. příkon [W]
OČ1	Oběhové čerpadlo s automatickou regulací výkonu	1	9,3	14	1.05 Technická místnost	1f, 230 V, 50 Hz	570
OČ2	Oběhové čerpadlo s automatickou regulací výkonu	1	9,64	4	1.05 Technická místnost	1f, 230 V, 50 Hz	185
OČ3	Oběhové čerpadlo s automatickou regulací výkonu	1	0,79	4	1.05 Technická místnost	1f, 230 V, 50 Hz	18
OČ4	Oběhové čerpadlo s automatickou regulací výkonu	1	1,66	4	1.05 Technická místnost	1f, 230 V, 50 Hz	18
OČ5	Oběhové čerpadlo s automatickou regulací výkonu	1	10,36	4	1.05 Technická místnost	1f, 230 V, 50 Hz	98
OČ6	Oběhové čerpadlo s automatickou regulací výkonu	1	0,6	4,2	kasle VZT-01 (1.1.1) - střecha 6NP	1f, 230 V, 50 Hz	15
OČ7	Oběhové čerpadlo s automatickou regulací výkonu	1	0,08	1	6.02 Technická místnost	1f, 230 V, 50 Hz	7

Ozn.	Zařízení	Počet	Umístění	Napájení	Příkon [W]
10	Odplyňovací zařízení	1	1.05 Technická místnost	230 V, 50 Hz	200

4.16.3 ZTI

- Napojení zásobníku pro ohřev TV na potrubí vnitřního vodovodu
- Odvod kondenzátu od chladicích distribučních prvků s napojením na vnitřní kanalizaci přes zápachovou uzávěrku

4.16.4 VZT

- Zajištění odvětrání technické místnosti a řízení dle teplotního čidla
- Profese VZT je předmětem samostatné části projektové dokumentace.

4.16.5 Měření a regulace

Regulace okruhu vytápění bude napojena na centrální řídicí systém budovy. Pro řízení a regulaci zdroje tepla a chladu budovy bude použit volně programovatelný digitální regulátor, který je spojen s ovládacím panelem LCD. Ten umožňuje zobrazit veškeré stavy a poruchy na zařízení, veškeré měřené a požadované teploty atd. Současně splňuje podmínku jednoduché rozšiřitelnosti pro další zamýšlená technologická zařízení. Na koncovém zařízení budou vytvořena technologická schémata ÚT a VZT technologie.

Chod jednotlivých zdrojů tepla a chladu a koncových zařízení bude řízen dle požadavku na výstupní teplotu a aktuálních provozních stavů. MaR zajistí ovládání oběhových čerpadel a případné přepínání jednotlivých zdrojů. Na rozdělovači zajistí regulaci jednotlivých okruhů.

Ozn.	Zařízení	Počet
TRV1	Trojcestný přepínací ventil se servopohonem, DN 40, kvs=25 m ³ /h	1
TRV2	Trojcestný přepínací ventil se servopohonem, DN 25, kvs=10 m ³ /h	1
TRV3	Trojcestný směšovací ventil se servopohonem, DN 25, kvs=6,3 m ³ /h	1
TRV4	Trojcestný směšovací ventil se servopohonem, DN 50, kvs=40 m ³ /h	1
TRV5	Trojcestný směšovací ventil se servopohonem, DN 20, Q=0,6 m ³ /h, kvs=2,5, dp=7 kPa	1
TRV6	Trojcestný směšovací ventil se servopohonem, DN 15, Q=0,08 m ³ /h, kvs=0,63, dp=8 kPa	1
RV1	Dvoucestný ventil se servopohonem, DN 25	1
RV2	Dvoucestný tlakově nezávislý regulační ventil se servopohonem, DN 20, Q=0,83 m ³ /h, kvs=2,124, dp=15,3 kPa	2
RV3	Dvoucestný tlakově nezávislý regulační ventil se servopohonem, DN 15, Q=0,31 m ³ /h, kvs=0,511, dp=36,6 kPa	17
RV4	Dvoucestný tlakově nezávislý regulační ventil se servopohonem, DN 15, Q=0,46 m ³ /h, kvs=0,873, dp=28,2 kPa	8
RV5	Dvoucestný tlakově nezávislý regulační ventil se servopohonem, DN 20, Q=0,7 m ³ /h, kvs=1,818, dp=15,0 kPa	2

5 Zkoušky zařízení

– dle ČSN 06 0310

Před vyzkoušením a uvedením zařízení do provozu musí být každé zařízení propláchnuto. Propláchnutí se provádí při 24 hodinovém provozu čerpadel. Přitom na všech k tomu určených místech je nutno pravidelně odkalovat až do úplné čistého stavu.

Tlaková zkouška

Zkouška těsnosti bude provedena podle čl. 8.2 dle ČSN 06 0310. Zkouška těsnosti se provádí před zazdění drážek, zakrytím kanálů a provedením nátěrů a izolací. Soustava bude zkoušena vodou na nejvyšší dovolený přetlak.

Přetlak se udržuje po dobu 30 minut. Výsledek zkoušky se považuje za vyhovující, jestliže se při této prohlídce neobjevují netěsnosti.

Dilatační zkouška

Dilatační zkouška bude provedena podle odst. 8.3 dle ČSN 06 0310.

Topná zkouška

Topná zkouška bude provedena podle odst. 8.3 dle ČSN 06 0310. Topná zkouška u soustav větších než 100 kW musí trvat minimálně 72 hodin bez delších provozních přestávek (zpravidla do 60 minut). Topnou zkoušku je možné provádět pouze v průběhu otopného období. Pokud se zařízení předává mimo otopné období, provede se topná zkouška až v otopném období v termínu podle dohody. Součástí topné zkoušky je seřízení soustavy. Během topné zkoušky se zaškolí obsluha zařízení, o čemž se provede záznam.

6 Závěr

Instalované zařízení vyžaduje pravidelnou údržbu. Pro provoz otopné soustavy musí dodavatel předat provozovateli pokyny a návod k obsluze a údržbě. Otopná soustava musí být plněna pouze topnou vodou stanovených parametrů. Provoz otopné soustavy musí být v souladu s technickými podmínkami zdroje tepla. Pro provoz zdroje tepla a chladu musí být vypracován provozní řád.

Pro zaručení správné funkce všech prvků otopné soustavy je nutno nejméně jedenkrát ročně prověřit jejich funkci (nejlépe před začátkem topné sezóny), překontrolovat tlakové poměry v otopné soustavě a provést odvzdušnění otopné a chladicí soustavy.

Během provádění prací je nutné dodržet předpisy o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci dané vyhl.č. 192/2005 Sb. a používat ochranné pomůcky.

