



## STUDIE STAVEBNĚ TECHNOLOGICKÉHO ŘEŠENÍ

### OPERAČNÍ PROGRAM ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

#### SNÍŽENÍ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOV A ZVÝŠENÍ VYUŽITÍ OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE

Název studie	<b>Studie stavebně technologického řešení Terminál MHD Liberec</b>	
Místo stavby	Dopravní terminál MHD Liberec	
Katastrální území	Liberec (682039)	
Parcelní číslo	st. 1499/9	
Zpracovatel	EA-Partneři s.r.o., K Horoměřicům 1115/33, Suchdol, 165 00 Praha	
Zpracoval	Ing. Irena Pichlová, Oto Szakos	
Datum zpracování	Červen 2024	



## 1. IDENTIFIKACE PROJEKTU / ŽADATELE

### Název objektů řešených studií stavebně technologického řešení

Název stavby	Studie stavebně technologického řešení Terminál MHD Liberec snížení energetické náročnosti budovy
Adresa	Fügnerova 643, Liberec IV – Perštýn, 460 07
Katastrální území	Liberec (682039)
Parcelní číslo	1499/9, č.p. 643
Místo stavby	Liberec IV – Perštýn, 460 07 Fügnerova 643
Typ objektu	objekt občanské vybavenosti

### Vlastník řešených objektů

Vlastnické právo	Dopravní podnik měst Liberce a Jablonce nad Nisou, a.s.
Příslušnost hospodařit	dtto
Adresa	Mrštíkova 850/3, Liberec III-Jeřáb, 460 07 Liberec
IČ	47311975

### Zpracovatel studie stavebně technologického řešení

Zhotovitel	Projektová kancelář NH s.r.o.
Adresa	Nové Hamry 392, Nové Hamry, 362 21
Zástupce	Oto Szakos, tel. +420 602 403 842, e-mail: <a href="mailto:otoszakos@seznam.cz">otoszakos@seznam.cz</a>
IČ	19373091
Zpracoval	Ing. Irena Pichlová, Oto Szakos + kolektiv autorů
Datum zpracování	červen 2024

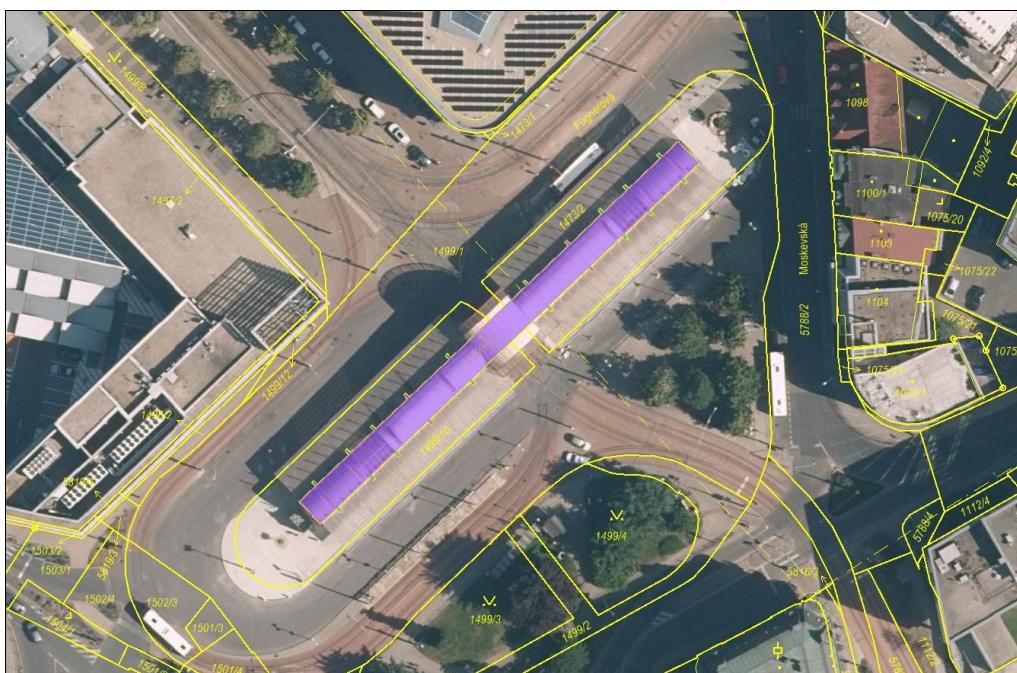


## 2. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE STÁVAJÍCÍ (ŘEŠENÉ) BUDOVY

### SNÍMEK KATASTRÁLNÍ MAPY



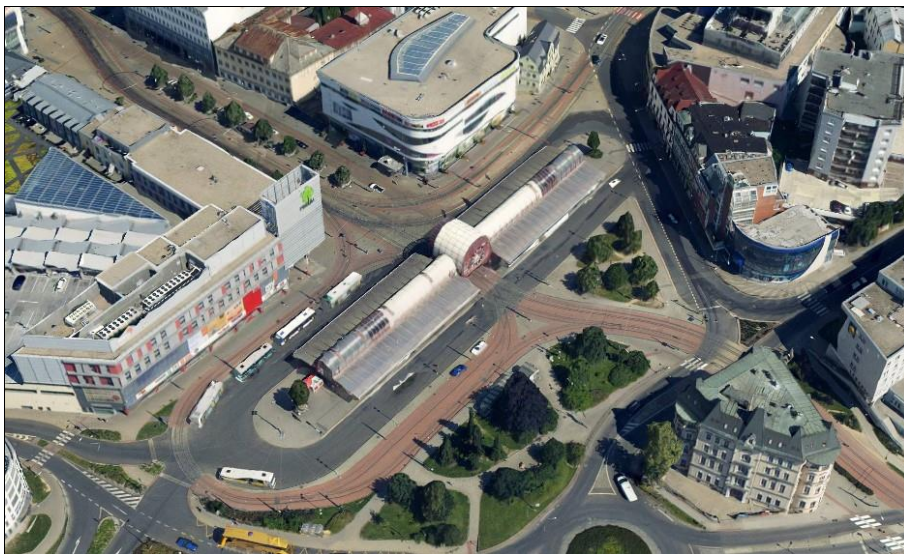
### SITUACE KATASTRÁLNÍ MAPA - ORTOFOTO







## LETECKÝ SNÍMEK



## FOTODOKUMENTACE – TERMINÁL MHD LIBEREC



## POHLED CELKOVÝ



POHLED BOČNÍ LOŽ



POHLED STŘEDOVÝ PRŮCHOD



POHLED BOČNÍ LOŽ







## OCELOVÁ KONSTRUKCE PRŮCHODU



POHLED BOČNÍ LOŽ



POHLED CELKOVÝ



### 3. POPIS NOVÉHO STAVEBNĚ/TECHNOLOGICKÉHO ŘEŠENÍ BUDOV A JEJICH KONSTRUKČNÍCH ČÁSTÍ PO REALIZOVANÝCH OPATŘENÍCH (TECHNICKÉ PARAMETRY NOVÉ TECHNOLOGIE)

Předmětem díla je studie stavebně technologického řešení (dále jen „STR“), která je zpracována pro potřeby žádosti o podporu z Operačního programu Životní prostředí (dále jen „OPŽP“).

Historie výstavby a využití řešeného objektu dopravního terminálu MHD Liberec:

**Autobusová a tramvajová zastávka Fügnerova** je terminál městské hromadné dopravy v Liberci. Vzhledem ke svým účelům je situován v centru Liberce – nachází se v ulici Fügnerova. Jeho vlastníkem je Dopravní podnik měst Liberce a Jablonce nad Nisou. Současně se jedná o třetí nejvytíženější zastávku MHD v České republice, kterou využije průměrně 80 000 cestujících denně. Do roku 1995 zde stavěly jen autobusy a vedla sem pouze tramvajová trať do Jablonce. 15. listopadu 1995 byla ovšem v rámci rekonstrukce městské tramvajové trati otevřena nová kolejová přeložka Soukenné náměstí – Fügnerova ulice – Rumunská ulice. Zastávka se ale stala nepřehlednou a začalo se uvažovat o novém centru liberecké MHD.

Terminál vyprojektovala společnost ANTA s.r.o. Liberec podle návrhu Ing. arch. Patrika Kotase, autora mnoha projektů, mezi které patří např. stanice pražského metra Střížkov nebo liberecká vozovna. Terminál byl otevřen 1. září 1996.

V létě 2008 prošel terminál rekonstrukcí, jejímž cílem bylo mimo jiné zpřístupnit tramvajové obratiště normálně rozchodným tramvajím městské tratě ze směru od Rybníčku, což je zároveň považováno za nultou etapu modernizace liberecko-jablonecké trati a výstavby nové trati do Rochlice. Kromě tří autobusových linek zde zastavují všechny autobusové i tramvajové linky MHD v Liberci. Před svým zrušením v roce 2012 z něj vyjížděla i dálková autobusová linka do Prahy provozovaná Dopravním podnikem měst Liberce a Jablonce nad Nisou. Terminál Fügnerova je od roku 2007 i středem noční dopravy v Liberci. V určitých časech z něj najednou vyjíždějí všechny noční tramvajové i autobusové linky, v těsné blízkosti se nachází i stanoviště taxislužby. Před rekonstrukcí se zde nacházelo 17 stanovišť, z toho 5 tramvajových a 12 autobusových, po rekonstrukci se jejich počet zmenšil, kapacitně se však rozšířila. Po rekonstrukci je na terminálu umístěno 10 stanovišť (2 tramvajová a 8 autobusových). Na terminále se navíc nachází služebna Městské policie Liberec, předprodej jízdenek, automat na jízdenky, infocentrum dopravního podniku a trafika. V poschodí budovy jsou služební prostory dopravního podniku – dispečink, kanceláře apod. Objekt je navržen jako dvoupodlažní jedno trakt, rozdělený na dvě části, kde v cca střední části v přízemí je vedena tramvajová trať.

#### **A. Dopravní terminál MHD města Liberec – popis objektu**

##### Základní údaje o stavbě

Obestavěný prostor stavby	celkem 11.759 m <sup>3</sup>
Zastavěná plocha	celkem 595,70 m <sup>2</sup> (bez ploch pod přístřeškem)
Podlažní plocha	celkem 1.191,40 m <sup>2</sup>

##### 1. Základy – založení objektu

Objekt je založen na tažených pilotách, které jsou opatřené základovými patkami a vytaženou soklovou betonovou podezdívkou. Stav základových konstrukcí nelze v současné době ověřit vzhledem k nepřístupnosti konstrukce.

##### 2. Svislé konstrukce



Stěny provedeny z pórobetoných tvárníc YTONG P3-580 tl. 150,200 mm, kotvené do stropních nosičů pomocí navařených trnů. Volné stěny kotveny do sloupů ve vzdálenosti cca 0,5 m pomocí navařených kotev z pásoviny 30/3/200. Překlady nad otvory provedeny z ocelových válcovaných nosičů.

Příčky jsou provedeny sádkartonové, opláštění desky SDK tl.12.5 mm na ocelové pozinkované konstrukci, mezi profily vložena izolace z minerální vlny tl.50 mm. Kotvení příček provedeno do čisté podlahy a sádkartonového podhledu, ev. do ocelových nosníků stropu. V místě instalací technického vybavení jsou provedeny příčky dvojitě s dvojitým opláštěním tl.200 mm, izolace mezi stěnou z minerální vlny tl.100 mm.

Sádkartonové desky stěn patra jsou provedeny na opláštění stěn velkých a malého válce, našroubovány na dřevěné latě 24/60 á 500 mm.

### 3. Vodorovné konstrukce

Stropní konstrukce nad přízemím – základním nosným prvkem jsou ocelové nosiče, které jsou součástí ocelové konstrukce s deskou z prolamovaných ocelových plechů s betonovou mazaninou v celkové tloušťce 100 mm, s vloženou sítí KARI 100/100/4. Nad tepelnou izolaci je provedena betonová mazanina tl.50 mm opět se sítí.

Stropní konstrukce nad 2.NP – základním nosným prvkem je ocelová konstrukce – vodorovné příčle střešního oblouku. U velkého válce je navíc řešen trapézový plech lakovaný. Na tento plech a u malých válců na horní přírubu ocelového nosiče je kotvena údržbářská lávka, šířky 600 mm. Ve stropní konstrukci jsou osazeny stahovací schody nůžkové s protipožárním vikem a tepelnou izolací.

Schodiště mezi 1.NP a 2.NP atypické ocelové částečně s ocelovou podstupnicí, stupeň s betonovou výplní a keramickou dlažbou – schodiště samonosné.

Sádkartonové podhledy – jsou šroubované na dřevěný dvojitý rošt zavěšený rychlozávěsy nebo přímými závěsy á 500 mm na nosnou ocelovou konstrukci stropu. Opláštění podhledů je provedeno hladkými deskami SDK s parozábranou (folie PE) a tepelnou izolací ORSIL tl.200 mm. Opláštění uzávěru kopule U1 a bočního lemování stropu u schodiště sádkartonovými deskami na vodovzdornou překližku.

Podhledy FEAL – zavěšený stropní podhled lamelový, lakovaný – lamela šíře 150 mm, spodní podhledová plocha lícuje s vnější hranou příruby ocelového roštu IPE 220 a je lemována lištami. Podhled je zavěšen ke stropu závěsným systémem. Podhled je v místě nad přízemím v průjezdných / průchodných profilech.

### 4. Izolace tepelné

- Polystyren v podlaze 1.NP zabudovaný do skladby konstrukce
- TERMOPAN – stropní konstrukce vždy dvou vrstvě s vystřídáním spár tl. 20+20 mm, 50 +50 mm, v horní vrstvě izolace jsou vedeny rozvody vody a částečně elektroinstalace
- Izolace ORSIL tl.200 mm – provedena v podhledech, stěnách v patře

Principem tepelné izolace objektu je samostatné izolování prostorů přízemí a patra, prostor mezi podhledem přízemí a stropem je intenzivně ochlazován ocelovou konstrukcí a jsou v něm mínusové teploty.

## ENERGETICKÉ HOSPODÁŘSTVÍ TERMINÁL

### Zdroje pro vytápění a přípravu TV

Zdrojem tepla pro vytápění jsou lokální elektrické přímotopné topidla o celkovém součtovém výkonu 112 kW, dále částečně VZT jednotkami s možností ohřevu v přímotopných el. registrech a částečně reverzními split jednotkami umožňující chlazení i ohřev vzduchu. Z pohledu ekonomické náročnosti dané cenou el. energie a jejího využívání pro vytápění se nejedná o optimální zdroj tepla pro vytápění daného objektu. Zdrojem tepla pro ohřev TV jsou lokální elektrické bojler. V rámci navrhovaných opatření je navržena výměna přímotopů za tepelná čerpadla s teplovodní otopnou soustavou.





Nově vypočtená tepelná ztráta objektu pro návrhovou teplotu  $T_e = -15^\circ\text{C}$  je 88 kW

Dle původní projektové dokumentace projektu vytápění z roku 1995 byla vypočtena tepelná ztráta objektu 109,4 kW a celkový vypočtený elektrický příkon 121 kW.

#### Chlazení – vzduchotechnika

Uvnitř budovy je osazeno celkem 15 ks vnitřních jednotek částí tzv. split jednotek, zjištěný celkový počet vnějších jednotek je 6 ks. Pro přesnou specifikaci není k dispozici evidence výše uvedených zařízení. Předpokládá se, že se jedná o tzv. Multisplit jednotky (na jednu vnější jednotku jsou zpravidla připojeny 2-3 ks vnějších jednotek). Odhadnutý celkový chladicí výkon je cca 45kW, elektrický příkon potom cca 15kW. Tyto chladicí split jednotky jsou i reverzní, tj. v případě potřeby umožňují i ohřev vzduchu v režimu TČ vzduch/vzduch.

Pro část prostor jak v levé, tak i pravé části jsou nainstalovány přírodní VZT jednotky s elektrickým ohřevem vzduchu, rozvod vzduchu vedený v podkrovních prostorech je izolovaným VZT potrubím, odtah vzduchu je řešen samostatně a bez využití zpětného získávání tepla (ZZT neboli rekuperace). Osazeny jsou menší VZT jednotky o nezjištěném vzduchovém výkonu, který je však cca 1.500 – 2.000 m<sup>3</sup>/hod. Dále je osazen samostatný odtah vzduchu např. z prostor sociálních zařízení (podtlakové větrání).

#### Osvětlení

Stávající osvětlovací soustava je převážně tvořena světelnými zdroji využívající zářivky, případně výbojky. LED zdroje jsou v objektu instalovány částečně, a to především ve venkovních prostorech nad nástupišti. Výměna stávajících svítidel za LED probíhá nahodile při dožití stávajících svítidel. Výměna svítidel ze LED svítidla je navržena v plném rozsahu osvětlení.

#### Stavební část objektu – tepelně technické vlastnosti budovy

Řešená budova má ocelovou nosnou konstrukci s vysokým podílem prosklených ploch, a to především v 1.NP s původními izolačními dvojskly. Neprůsvitná část 1.NP tzv. výkladců je tvořena původně bílým sklem, postupně v čase je nahrazována sendvičem s oboustrannou PE deskou a vloženou izolací z EPS o tl. cca 20 mm, avšak pouze při poškození, cílená výměna neprobíhá. Část obvodových stěn je tvořena zdívkou pórobetonovým – tavrovky YTONG tl.200 mm. V 2.NP jsou stěny sendvičové s vloženou tepelnou izolací o tl. cca 100 mm, ve střední části objektu potom o tl.200 mm. Strop pod nevytápěným prostorem a také nad exteriérem je izolován minerální vlnou MW o tl. cca 140 mm, vrstva izolace však není celistvá a je nerovnoměrně rozložená. Nevýhodou objektu je nevhodný poměr ochlazované plochy a vytápěného objemu (tzv. A/V) a vysoký podíl zasklení a lehkého pláště s vysokou hodnotou součinitele prostupu tepla U. V případě stávajícího zasklení s izolačními dvojskly se jedná o dobová dvojskla s ještě vysokou hodnotou součinitele prostupu tepla  $U = 2,90 \text{ W/m}^2\text{K}$ . V následující tabulce jsou uvedeny hodnoty součinitelů prostupu tepla a jejich srovnání s hodnotami dle ČSN 730550-2:2011, Tepelná ochrana budov.



Tabulka 38 Hodnoty součinitelů prostupu tepla konstrukcemi a hodnoty dle ČSN 730540-2

Budova	Typ konstrukce	Součinitel prostupu tepla [W/m <sup>2</sup> .K]			Hodnocení
		Parametry konstrukcí	Požadovaná hodnota	Doporuč. hodnota	Vyhovuje
		U <sub>em</sub>	U <sub>N20</sub>	U <sub>N20</sub>	ANO/NE
		[W/m <sup>2</sup> .K]	[W/m <sup>2</sup> .K]	[W/m <sup>2</sup> .K]	-
Terminál	Obvod. stěna 1.N.P. (SO1 - neprůsvitná výplň rámu)	1,38	0,30	0,25	NE
	Obvod. stěna 1.N.P. (SO2 - YTONG)	0,82	0,30	0,25	NE
	Obvod. stěna 2.N.P. (SO3 - sendvičová stěna)	0,46	0,30	0,25	NE
	Obvod. stěna 2.N.P. (SO4 - sendvičová stěna)	0,20	0,30	0,25	ANO
	Strop nad 2.N.P.	0,29	0,30	0,20	ANO
	Podlaha nad exteriérem	0,28	0,24	0,16	NE
	Podlaha na zemině	0,66	0,45	0,30	NE
	Výplně otvorů	2,90	1,50	1,20	NE

Průměrná hodnota součinitele prostupu tepla je U<sub>em</sub> = 1,18 W/m<sup>2</sup>.K.

### Grafická část energetického štítku obálky budovy (EŠOB) dle ČSN 730540-2



ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY						
Administrativní budova Fügnerova 643, 46001 Liberec				Hodnocení obálky budovy		
Celková podlahová plocha $A_c = 743,6 \text{ m}^2$				stávající	doporučení	
<p><b>CI Velmi úsporná</b></p> <p><b>Mimořádně ne hospodárná</b></p>				2,36		
<b>KLASIFIKACE</b>						
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy $U_{em}$ ve $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$				$U_{em} = H_T / A$		1,18
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 73 0540-2 $U_{em,N}$ ve $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$						0,50
Klasifikační ukazatele CI a jim odpovídající hodnoty $U_{em}$						
CI	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00	2,50
$U_{em}$	0,25	0,38	0,50	0,75	1,00	1,25
Platnost štítku do: 16.03.2033				Datum vystavení štítku: 16.03.2023		
Štítek vypracoval(a):						

DOPLŇUJÍCÍ FOTODOKUMENTACE DLE EA (objekt řešen jako část UČEH 3)





Pohled na UČEH 3



Pohled na UČEH 3



Pohled na UČEH 3



Pohled na UČEH 3



Pohled na UČEH 3



Pohled na UČEH 3



## B. Navrhovaná opatření pro snížení energetické náročnosti budovy

- Opatření jsou navržena pro řešený objekt na základě požadavku EA vyhl. Č.140/2021 Sb., v souladu s požadavky ČSN 730540-2:2011 a předpokládaného požární bezpečnostního řešení stavby (PBŘS).
- Opatření jsou rozdělena do bloků řešících:
  - Stavebně technické opatření
  - Změna zdroje vytápění a změna otopné soustavy
  - Vzduchotechnická zařízení – navržené opatření k úsporám energie
  - Silnoproudá elektroinstalace – výměna osvětlení za úsporná svítidla
  - Navrhované opatření jsou podrobně řešené v textu studie stavebně technologického řešení

### Stavební opatření a technologická opatření dle EA

- Vyzdění a realizace zateplení obvodového pláště (neprůsvitných stěn) pomocí izolace z minerální vlny tl.180 mm
- Výměna výplní otvorů v plném rozsahu stavby
- Zateplení stropu nad 2.NP a PDL nad exteriérem
  - deklarovaná hodnota  $\lambda=0,038 \text{ W/(m.K)}$  tl.140 mm
- Výměna osvětlení za LED svítidla v plném rozsahu stavby
- Nahrazení elektrických přímotopů tepelnými čerpadly vzduch/voda a nová otopná soustava
- Instalace vzduchotechnických zařízení s zpětným získáváním tepla

### Možnosti úspor energie v rámci EM – budovy dle návrhu EA

- Omezení provozu elektrických spotřebičů
  - Poučení zaměstnanců, aby při odchodu z místnosti nezapomínali vypnout drobné elektrické spotřebiče a osvětlení instalované v místnosti
- Nepřetápět jednotlivé prostory
  - Dle normy ČSN 73 0540-3:2011 Tepelná ochrana budov – Navrhované hodnoty veličin, jsou uvedeny hodnoty vnitřní výpočtové teploty  $t_i$  (°C) a relativní vlhkosti (%) ve vybraných vytápěných místnostech budov. Tyto hodnoty jsou rovněž uvedeny v příloze č.1 vyhlášky č.194/2007 Sb., ve znění vyhlášky č.237/2021 Sb.
- Zamezení nadměrnému větrání okny a dveřmi
  - Energeticky úsporné je nárazové větrání, kdy během větrání je nutné vypnout topení, a kdy lze vytápění omezit pomocí termostatických hlav (tam kde to je reálné, na řadě otopných ploch termoregulační ventily s termohlavami chybí). Částečně pootevřené okno je nesprávným způsobem větrání, větrat je potřeba krátce a důkladně a v závislosti na ročním období, resp. venkovní teplotě, v zimě zpravidla dvakrát denně po dobu 5 minut každou místnost. Čím je chladněji, tím kratší je doba větrání, protože výměna vzduchu proběhne rychleji. Úspory tímto opatřením jsou těžko vyčíslitelné, odhad úspor na vytápění je cca až 4%.

### Navrhovaná opatření – technický popis

#### Výplně otvorů okna – dveře:

- Stávající původní výplňové konstrukce obvodového pláště nesplňují současné tepelně technické požadavky, proto je doporučena jejich výměna. Osazeny jsou jedny z prvních typů izolačních dvojskel z pol. 90 let 20. století, z dnešního pohledu vysokou hodnotou součinitele prostupu tepla  $U=2,90 \text{ W/m}^2\text{K}$ .
- Požadovaná hodnota normou ČSN 73 0540-2:2011 na součinitele prostupu tepla u oken je  $U_N=1,50 \text{ W/m}^2\text{K}$ , doporučená hodnota je  $U_{DOP}=1,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ , u dveří a vrat potom  $U_N=1,70 \text{ W/m}^2\text{K}$ , doporučená hodnota je  $U_{DOP}=1,20 \text{ W/m}^2\text{K}$
- okna jsou navržena z hliníkových profilů s přerušným tepelným mostem s dvoustupňovým těsněním funkční spáry, zasklení izolační trojsklo, okna budou na stávající konstrukci napojena pomocí pásky zajišťující vzduchotěsné napojení na konstrukce, páska bude zatažena pod oplechování a nalepená na okenní rám
- Požadovaná hodnota celé výplně okna je stanovena na  $U_W=0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$



- Vstupní dveře jsou navrženy z hliníkových profilů s přerušeným tepelným mostem s dvoustupňovým těsněním funkční spáry, zasklení izolační trojsklo (bezpečnostní sklo) ev. izolační plastová výplň
- Požadovaná hodnota celé výplně dveří je stanovena na  $U_D = 1,10 \text{ W/m}^2\text{K}$
- všechny výplně budou na vnější opláštění napojeny pomocí lemovacích prvků klempířských, pod okapnice bude osazena napojovací dilatační lišty pod okapnice
  - požadované parametry oken
    - otevírání pomocí kliky ve spodní části okenního křídla
    - hliníkový profil s přerušeným tepelným mostem
    - dvoustupňové těsnění funkční spáry
    - izolační trojsklo 4-18-4-18-4, teplý rámeček
    - **součinitel prostupu tepla max.  $U_w = 0,90 \text{ W/m}^2\text{K}$**
  - požadované parametry dveří
    - hliníkový profil s přerušeným tepelným mostem
    - dvoustupňové těsnění funkční spáry
    - izolační trojsklo 4-18-4-18-4, teplý rámeček
    - izolační výplň
    - **součinitel prostupu tepla max.  $U_D = 1,10 \text{ W/m}^2\text{K}$**

#### Vyzdění a zateplení neprůsvitných stěn v 1.NP:

- Neprůsvitná část 1.NP tzv. výkladců je tvořena původně bílým sklem, výměna za „sendvič“ byla u části objektu provedena za oboustrannou PE desku s vloženou izolací z EPS o tl. cca 20 mm (výměna prováděna při poškození původní výplně), cílená výměna není prováděna.
- Část obvodových stěn v 1.NP je provedena ze zdiva pórobetonového tvarovky YTONG P3-580 o tl.200 mm. V 2.NP jsou stěny sendvičové vloženou tepelnou izolací o tl. cca 100 mm, ve střední části objektu potom o tl.200 mm. Strop nad nevytápěným prostorem a také nad exteriérem je izolován minerální vlnou MV o tl. cca 140 mm, mnohde však nerovnoměrně rozložené.
- Stávající konstrukce obvodového pláště nesplňují současné tepelně technické požadavky, proto je navrženo jejich zateplení. V případě lehkých tenkých konstrukcí je navržena jejich demontáž a provedení vyzdění např. tvárnicemi z pórobetonu pevnostní třídy P2-400 o tl.200 mm s následným zateplením pomocí minerální vlny (MV) o tl. 160 mm - deklarovaná hodnota  $\lambda=0,038 \text{ W/(m.K)}$
- Z vnějšího pohledu je vhodné zachování architektonického rázu budovy, z tohoto důvodu je nutné provést zateplení a úpravy pláště v materiálech podobného charakteru a materiálu. Zateplení pláště bude provedeno pomocí sendvičové konstrukce složené z ocelového rastru s vloženou tepelnou izolací z minerální vlny tl. 160 mm opatřené difuzní fólií a opláštěné pomocí lakovaných ocelových kazet.
- Detailní řešení by mělo být schváleno vč. architektonického vyznění stavby, tak aby nedošlo k zásadnější změně tvaru a pohledu na stavbu jako celek.
- Požadovaná hodnota normou ČSN 73 0540-2:2011 na součinitele prostupu tepla u stěn je  $U_N=0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ , doporučená hodnota je  $U_{DOP}= 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Ve výpočtu je uvažováno s použitím tepelné izolace se součinitelem tepelné vodivosti  $\lambda=0,038 \text{ W/(m.K)}$ .

#### Zateplení stropu nad 2.NP a podlahy nad exteriérem

- Konstrukce nad stropem 2.NP do nevytápěného prostoru je izolována volně položenou izolací z minerální vlny o tl.140 mm, výpočtová hodnota součinitele prostupu tepla je  $U=0,29 \text{ W/m}^2\text{K}$ , což sice skoro splňuje i současně požadované hodnoty (méně přísné) tepelně technické požadavky dané normou ČSN 73 0540-2:2011 na součinitele prostupu tepla u stropů je  $U_N=0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ , doporučená hodnota je  $U_{DOP}=0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ .
- Pro zajištění požadavku je navrženo položení další vrstvy MV o tl. 160 mm (složené ze dvou vrstev  $2 \times 80 \text{ mm}$ , ukládané na  $\frac{1}{2}$  plochy desky, pro eliminaci prostupu tepla spárami)
- Dále je navrženo zakrytí a opláštění ocelových konstrukcí stropní konstrukce z MV tl.160 mm pro eliminaci tepelných mostů
- Ze spodní části podlah nad exteriérem doplnit tepelnou izolaci a to min. 160 mm MV v pomocném roštu.





Výměna vnitřního osvětlení za svítidla LED:

- Stávající zářivková a žárovková svítidla budou vyměněna za svítidla typu LED, případně doplněna na základě výpočtu osvětlení v souladu s hygienickými požadavky na normové hodnoty osvětlení řešených prostor.
- Součástí výměny osvětlení bude provedení nové přidružené elektroinstalace včetně ovládání, regulace a případné úpravy stávajících rozvaděčů.
- Vnější osvětlení bude prověřeno a v případě, že vyhovuje zadání (svítidla úsporná LED) bude ponecháno beze změn ve stávajícím stavu. V případě zjištění, že svítidla neodpovídají požadavkům ČSN a EA bude provedena jejich výměna.

Náhrada elektrických přímotopů tepelnými čerpadly vzduch/voda a změna otopné soustavy:

- Pro zajištění úspor energie a zlepšení tepelně technických parametrů budovy je navrženo nahrazení stávajících lokálních zdrojů tepla - elektrických přímotopů novou otopnou soustavou (OS) s deskovými výměníky.
- Zdrojem tepla budou nově instalovaná tepelná čerpadla typu vzduch/voda. Umístění čerpadel je navrženo v podstřešním prostoru se zajištěním odvětrání a přísunu vzduchu.
- Posouzení tepelných ztrát je vztaženo k původnímu stavu bez provedení výše uvedených opatření (výměna výplní, dozdivky a izolace obvodového pláště, izolace stropních konstrukcí) – vypočtená tepelná ztráta je 88 kW, stávající tepelný výkon je 112 kW.
- Po provedení výše uvedených stavebních opatření ke snížení tepelných ztrát objektu je tepelná ztráta vypočtena na 33 kW. Optimální by tak bylo realizovat změnu zdroje tepla a otopné soustavy současně s provedením stavebních úprav ev. po provedení stavebních úprav. V případě realizace a provedení stavebních úprav by byl potřeba jak výrazně menší zdroj tepla (TČ), tak instalovaných otopných ploch a tím i výrazně menší finanční náklad na realizaci změny zdroje vytápění a změny otopné soustavy.
- Alternativně je možno uvažovat jako zdroj tepla plynovou kotelnu s kondenzačním kotlem/kotli (KPK) a změnou otopné soustavy. Pro instalaci platí stejné podmínky jako pro předchozí řešení a návrh.

Výměna VZT jednotek za nové s ZZT:

- Stávající VZT není vybavena rekuperací tepla (tzv. ZZT – zpětné získávání tepla). Pro zajištění vyšší účinnosti provozu vzduchotechnických zařízení je navržena náhrada za VZT jednotky s účinnou rekuperací tepla pomocí deskových výměníků a s účinností min. 60%.
- V rámci rekonstrukce / výměny dojde jak k úspoře tepla tak elektrické energie na pohony (ventilátory). Součástí realizace bude nutná úprava rozvodu vzduchotechnických potrubí včetně napojení na VZT jednotky.



### C. Stavebně konstrukční řešení stavby

#### 1. Zemní práce

Před zahájením prací na výkopových pracích bude zhotovitelem provedeno vytyčení stávající inženýrských sítí na základě dokladové části projektové dokumentace. Vytyčení bude protokolárně předáno objednateli. V případě požadavku správců sítí bude provedena jejich ochrana. **Za případné poškození inženýrských sítí nese plnou zodpovědnost zhotovitel stavby.**

#### Výkopy

- Pro provedení zateplení perimetrů ev. základů budou provedeny výkopy jako otevřená stavební rýhy s hloubkou výkopu dle výkresové části projektové dokumentace
- Výkopy budou provedeny s přesahy do stran pro umožnění provedení zateplení
- Zatřídění zemin v dané lokalitě je odhadováno na zeminu tř. 3-50 %, tř. 4-50%, u zemin tř. 3 a 4 se předpokládá zvýšená lepidlost
- Ve výkopech je navrženo vybudovat čerpací jímky, ve kterých bude osazeno čerpadlo pro zajištění odvodu srážkové vody a zabránění zavodnění stavebních jam

#### 2. Úpravy povrchů – fasády, podhledy, stropní konstrukce

- Na stávajících fasádách bude provedeno nové zateplení objektu – zateplení navrženo pomocí sendvičové konstrukce z nosné ocelové konstrukce (pozinkované profily), opláštění plechové lakované kazety dle rastru stávajících fasád a členění. Jako izolant je navržena izolace z minerální vlny podélné vlákno, vkládaná do nosného roštu. Izolace navržena v tl. 160 mm s deklarovanou hodnotou ( $\lambda=0,038$  W/mK). Izolace soklů a základů navrženy pomocí polyuretanové fasádní desky tvrdá PUR deska z PU pěny. Povrchová úprava keramický obklad ze slinutých dlaždic na kotvách.
- Izolace přesahu 2.NP nad půdorysem 1.NP bude provedena ve stejném složení jako stěny objektu.
- Podrobné složení jednotlivých skladeb konstrukcí viz příloha D.1.1.2. Skladby konstrukcí.

### Seznam skladeb konstrukcí / stěny

#### Hlavní objekt

ST.01 – Obvodové zdivo nad úrovní terénu / minerální vlna tl. 160 mm + omítka

ST.02 – Obvodové zdivo nad úrovní terénu - perimetr / tvrdé PUR desky tl. 140 mm + keramický obklad

#### ST.01 – stěny objektů nad terénem – fasáda - tl. izolantu 160 mm

##### **Navrhované opatření a demontáže**

- demontáž krycích profilů
- demontáž opláštění, které je tvořeno plechovými deskami
- vyjmutí stávající tepelné izolace
- očištění ocelové nosné konstrukce a odstranění případných úchyť a výztuh, dle požadavků dodavatele systémového opláštění
- vnitřní opláštění **bude ponecháno bez opatření**

##### **Návrh skladby zateplení zevnitř ven:**

- osazení a nalepení parotěsné zábrany se vzduchotěsným napojením na konstrukce
- montáž nosného roštu dvousměrného svislého DKM2A
- osazení a zajištění tepelné izolace z **minerální vlny tl.160 mm**
- deklarovaná hodnota ( $\lambda=0,038$  W/mK)
- montáž pojistné hydroizolace - kontaktní difúzní fólie, která má ekvivalentní difúzní tloušťku menší než 0,03 m, folie bude osazena na předem připravené oboustranně lepicí pásky nalepené na pásnice profilů Z50, u paty bude fólie kotvena přitlačnou lištou
- osazení a montáž svislých prvků nosného roštu
- osazení a montáž klempířských prvků - osazení a montáž pohledových fasádních prvků kazet

#### Požadavky na navržené materiály:

##### **Nosný rošt:**

- ocelové pozinkované profily DX51D + Z275 na viditelných částech doplněný o barevný organický povlak, který zvyšuje dlouhodobou odolnost proti působení povětrnostních vlivů
- spojování roštu pomocí pozinkovaných samořezných šroubů se svěrnou kapacitou min. 4 mm
- nosný rošt musí být plně certifikován a musí na něj být vydáno technické osvědčení (TZUS Praha)



#### Pohledový fasádní prvek - kazeta:

- obdélníkový ohýbaný prvek se systémem do sebe zapadajících zámků s volitelnou svislou i horizontální spárou
- připevnění kazety pomocí šroubů k nosnému roštu, zavlácením spodní hrany do zámků kazety
- základní materiál pro kazety lakované pozinkované plechy (plech S250-320GD+Z275 opatřen polyesterovým lakem tloušťky 25  $\mu\text{m}$ )

#### Tepelná izolace:

- polotuhé ev. tuhé desky z minerálních vláken s deklarovanou hodnotou ( $\lambda=0,038 \text{ W/m.K}$ ) tl.160 mm
- tepelná izolace z minerálních vláken - objemová hmotnost  $\geq 40 \text{ kg/m}^3$
- hydrofobizace v celém průřezu
- faktor difuzního odporu  $\leq 5$

#### Pojistná hydroizolační a vzduchotěsná vrstva účinně propustná pro vodní páru

- kontaktní difúzní fólie, která má ekvivalentní difúzní tloušťku menší než 0,03 m
- spoje přesahů fólie - opracování detailů - oboustranně lepící páska

#### ST.02 – perimetr (polyuretanová fasádní tvrdá PUR deska z PU pěny)

- Kontaktní zateplovací systém soklu (základů) bude proveden od úrovně spodní hrany stěnové fasádní izolace z expandovaného polystyrenu do výšky označené ve výkresové části projektové dokumentace  
omítkový systém pro použití na polystyren
  - návrh skladby systému
    - stávající konstrukce základů/soklů – beton prostý
    - před zahájením prací bude provedena oprava povrchu předpoklad cca 30 % plochy a očištění tlakovou vodou.
    - penetrační nátěr pro sjednocení přídržnosti fasády
    - izolace z tuhé desky na bázi polyuretanu (PUR) bez povrchové úpravy – rovná hrana
      - rozměr 1000x600 mm ( $\lambda=0,021 \text{ W/mK}$ ) **tl. 140 mm**
      - lepeno plnoplošným nalepením pomocí lepící hmoty na bázi cementu s disperzní přísadou
    - kotvení pomocí hmoždinek dle technického listu výrobce (cca 6 ks deska – nároží a okenní partie cca 8 ks deska) – bude upřesněno na základě použitého systému
      - hmoždinky typu zápustné s rozšířenou hlavou dl. 200-220 mm – šroubovací zápustné typu STR -U / délka a typ hmoždinky bude upřesněn na základě zkoušky krycí zátky z polyuretanu (PUR)
    - minerální a armovací malta tl. vrstvy min. 5 mm
      - součinitel difuzního odporu pro vodní páru ( $u$ )  $\leq 25$
      - hořlavost A1 – nehořlavý
      - certifikovaná pro použití na desky z extrudovaného polystyrenu
    - sklotextilní síť vyztužovací (armovací) odolávající alkáliím s vysokou pevností, oka 4x4 mm
    - osazení kotev pro velkoformátové keramické dlaždice
    - osazení velkoformátových dlaždic na kotvy ev. nalepením dle zvolené technologie
    - v části pod úrovní terénu ochrana izolace pomocí nopové fólie

#### Skladby konstrukcí pro zateplení přesahu a stropu nad 2.NP (doplnění stávající izolace)

##### S.01. - Zateplení stropní konstrukce nad 2.NP – půdní prostor

Na stávající srovnanou izolaci bude v celé ploše půdního prostoru volně uložena izolace desková z tuhé minerální vlny v tl. 2x80 mm (desky přeloženy na vazbu)

- minerální fasádní desky - podélná vlákna ( $\lambda=0,037 \text{ W/mK}$ ) **tl. 2x40 mm**

##### S.02. Zateplení přesahů podlaží 2.NP nad 1.NP – podhled - MV tl. izolantu 160 mm

#### Navrhované opatření a demontáže

- demontáž krycích profilů
- demontáž opláštění, které je tvořeno plechovými deskami
- vyjmutí stávající tepelné izolace
- očištění ocelové nosné konstrukce a odstranění případných úchytů a výztuh, dle požadavků dodavatele systémového opláštění
- vnitřní opláštění **bude ponecháno bez opatření**





#### Návrh skladby zateplení zevnitř ven:

- osazení a nalepení parotěsné zábrany se vzduchotěsným napojením na konstrukce
- montáž nosného roštu dvousměrného svislého DKM2A
- osazení a zajištění tepelné izolace z **minerální vlny tl.160 mm**
- deklarovaná hodnota ( $\lambda=0,038$  W/mK)
- montáž pojistné hydroizolace - kontaktní difúzní fólie, která má ekvivalentní difúzní tloušťku menší než 0,03 m, folie bude osazena na předem připravené oboustranně lepicí pásy nalepené na pásnice profilů Z50, u paty bude fólie kotvena přitlačnou lištou
- osazení a montáž svislých prvků nosného roštu
- osazení a montáž klempířských prvků - osazení a montáž pohledových fasádních prvků kazet

#### Požadavky na navržené materiály:

##### Nosný rošt:

- ocelové pozinkované profily DX51D + Z275 na viditelných částech doplněný o barevný organický povlak, který zvyšuje dlouhodobou odolnost proti působení povětrnostních vlivů
- spojování roštu pomocí pozinkovaných samořezných šroubů se svěrnou kapacitou min. 4 mm
- nosný rošt musí být plně certifikován a musí na něj být vydáno technické osvědčení (TZUS Praha)

##### Pohledový fasádní prvek - kazeta:

- obdélníkový ohýbaný prvek se systémem do sebe zapadajících zámků s volitelnou svislou i horizontální spárou
- připevnění kazety pomocí šroubů k nosnému roštu, zavlečením spodní hrany do zámků kazety
- základní materiál pro kazety jsou lakované pozinkované plechy tl.0,6 (plech S250-320GD+Z275) opatřen polyesterovým lakem tloušťky 25  $\mu$ m

##### Tepelná izolace:

- polotuhé ev. tuhé desky z minerálních vláken s deklarovanou hodnotou ( $\lambda=0,038$  W/m.K) tl.160 mm
- tepelná izolace z minerálních vláken - objemová hmotnost  $\geq 40$  kg/m<sup>3</sup>
- hydrofobizace v celém průřezu

##### Pojistná hydroizolační a vzduchotěsná vrstva účinně propustná pro vodní páru

- kontaktní difúzní fólie, která má ekvivalentní difúzní tloušťku menší než 0,03 m
- spoje přesahů fólie - opracování detailů - oboustranně lepicí páska

### 3. Výplně otvorů:

- Stávající okna a dveře budou odstraněny a nahrazeny novými výplněmi s níže uvedenými parametry. U oken je navrženo dodržet stávající členění pro zachování původního vzhledu fasády a zachování vzhledu řešeného objektu
- okna budou provedena z hliníkových profilů s přerušeným tepelným mostem s dvoustupňovým těsněním funkční spáry, zasklení izolační trojsklo, okna budou na nosné konstrukce napojena pomocí pásky zajišťující vzduchotěsné napojení na konstrukce, páska bude zatažena pod oplechování a nalepená na okenní rám
- na fasádě jsou osazeny okna otevíravá a výkladce a okna s pevným zasklením – toto členění bude zachováno
- Vstupní dveře budou provedeny z hliníkových profilů s přerušeným tepelným mostem) s dvoustupňovým těsněním funkční spáry, zasklení izolační trojsklo (bezpečnostní sklo) ev. izolační plastová výplň
- všechny výplně budou na vnější opláštění napojeny pomocí lemovacích prvků klempířských, pod okapnice bude osazena napojovací dilatační lišty pod okapnice

#### ○ požadované parametry oken (skleněných výplní)

- otevírání pomocí kliky ve spodní části okenního křídla
- hliníkový profil s přerušeným tepelným mostem
- dvoustupňové těsnění funkční spáry
- izolační trojsklo 4-18-4-18-4, teplý rámeček
- **součinitel prostupu tepla max.  $U_w = 0,90$  W/m<sup>2</sup>.K**

#### ○ požadované parametry dveří

- hliníkový profil s přerušeným tepelným mostem
- izolační trojsklo 4-18-4-18-4, teplý rámeček
- izolační výplň
- **součinitel prostupu tepla max.  $U_d = 1,10$  W/m<sup>2</sup>.K**



#### 4. Ostatní konstrukce a práce

V rámci provádění prací na fasádách bude provedena demontáž stávajících zařízení a vybavení, zároveň bude provedena příprava pro osazení nově navržených zařízení a technologického vybavení např. osazení tepelných čerpadel, vedení elektro apod.

Po provedení zateplení perimetrů budou obnoveny povrchy – betonová zámková dlažba a asfalty včetně osazení obrubníků apod.

##### **D.1.4.1. Silnoproudá elektroinstalace – osvětlení, připojení TČ + VZT**

###### **I. Úvod:**

Projekt řeší návrh silnoproudé elektroinstalace v souvislosti snížení energetické náročnosti budovy Terminál MHD Liberec

Podklady:

stavební výkresy M1:75

normy ČSN a předpisy v elektrotechnice

požadavky investora

Použité ČSN

Projekt byl zpracován dle platných norem

ČSN 33 2000-část 1-7

ČSN 33 2130 ed.3

ČSN EN 1246-1, a ostatních norem vydaných do data zpracování projektu.

###### **II. Základní údaje:**

Napěťová soustava: 3+NPE stř.50Hz,230/400V,TN-C-S

Navržená ochrana před nebezpečným dotykem dle ČSN 33 2000-4-41 ed. 3

Ochrana před nebezpečným dotykem živých částí

Základní – izolací

Základní – kryty nebo přepážkami

Ochrana před nebezpečným dotykem neživých částí

Při poruše – automatickým odpojením

Doplňková ochrana – proudovými chrániči

- doplňujícím ochranným pospojováním
- 

###### **III. Zajištění ochrany elektrických zařízení a bezpečnosti práce obsluhy:**

Krytí el. předmětů, druh kabelů a jejich uložení je navrženo s ohledem na vyskytující se prostředí, tj. prostředí vnitřní a venkovní.

Mechanická ochrana el. zařízení je řešena jeho osazením do rozvaděče v provedení s krytím min. IP 30/20 a vlastní mechanickou odolností a uložení vodičů pod omítkou stěn a stropů a nad podhledy.

Ochrana elektrických zařízení proti účinkům přetížení a zkratů je navržena jističi v souladu s ČSN 33 2000-4-473, ČSN 33 2000-4-43ed.2 a ČSN 38 1754.

###### **Terminál MHD Liberec**

Projektová dokumentace řeší návrh osvětlení svítidel s úspornými zdroji a připojení jednotek pro topení a chlazení. V objektu jsou v podlaží osazeny hlavní rozvaděče RH, ze kterých jsou připojeny rozvodnice jednotlivých částí objektu terminálu.

###### **Návrh osvětlení**

Stávající vnitřní osvětlení je řešeno zářivkovými svítidly různého typu a příkonu, která budou v celém rozsahu demontována.

Část svítidel ve vnitřních prostorech byla již nahrazena novými svítidly LED.

Venkovní prostory nástupišť jsou osvětleny novými LED svítidly.

Dle stávajícího stavu je v objektu osazeno:

Levá část	1.NP	25	ks svítidel
Levé část	2.NP	42	ks svítidel
Střední část	celkem	34	ks svítidel
Pravá část	1.NP	44	ks svítidel
Pravá část	2.NP	73	ks svítidel
Venkovní osvětlení LED		208	ks svítidel
<b>Celkem</b>		<b>426</b>	<b>ks svítidel</b>

<b>Instalovaný příkon stávající soustavy</b>	<b>16,00 kW</b>
<b>Instalovaný příkon nové soustavy</b>	<b>10,80 kW</b>

Osvětlení bude navrženo svítidly s úspornými LED zdroji, dle výpočtu osvětlení (předmětem dalšího stupně projektové dokumentace) Navrženy jsou do kanceláří LED panely s příkonem 46W, na chodby přisazená LED svítidla 26W a na sociální zařízení přisazená LED svítidla 20W/27W. Svítidla budou připojena na stávající světelné obvody a vývody. Od spínačů budou provedeny nové rozvody kabely CYKY-J 3x1.5.

#### Vytápění a chlazení

Vně objektu jsou navrženy dvě kondenzační jednotky s příkonem 2x 12,5kW a vnitřními jednotkami 2x (18x0,04kW). Venkovní jednotky budou připojeny z hlavního rozvaděče RH v 1.NP kabely CYKY-J 5x4. Kabel bude uložen ve vnitřních prostorách ve stávajících kabelových kanálech, ve venkovním prostoru v trubce Kfpr. 40. Do rozvaděče budou osazeny třífázové jističe 25A/char.C a proudové chrániče 40A s vybavovacím proudem 30mA. Propojení venkovní jednotky s vnitřními je součástí dodávky jednotek. Zařízení budou připojena přes třípólové spínače, které se osadí v blízkosti zařízení.

<b>Nová zařízení</b>	<b>Pi(kW)</b>
Jednotky VZT	20,00
Osvětlení	10,80
Tepelná čerpadla	44,80
Ostatní	6,00
Bojlery	9,00

#### **Tepelná čerpadla a elektrokotle**

Pro napojení tepelných čerpadel a nových VZT jednotek bude sloužit nový podružný rozvaděč umístěný v 1.NP objektu. Nový podružný rozvaděč bude napojen z nového rozvaděče HDSS, který bude umístěn v prostorách stávající trafostanice. Pro napojení tepelných čerpadel a VZT jednotek bude využita kabeláž s třídou reakcí na oheň B2s1d1. Jako kabelové trasy mohou být využity kabelové žlaby, trubky, příchytka, popřípadě budou kabely zasekány do zdiva.

Dle požadavků jednotlivých navazujících profesí – ÚT, bude zajištěno silové napájení jednotlivých zařízení.

Silové napájení je zajištěno především pro:

- ÚT –tepelná čerpadla
- Jednotky VZT (umístěné v podstřešním prostoru)

#### **Kabeláž a kabelové trasy**

Hlavní rozvody budou provedeny kabely CXKH-R, CXKH-V uloženými ve vodorovných trasách v kabelových žlebach nebo elektroinstalačních trubkách, a ve svislých trasách na kabelových lávkách, v elektroinstalačních trubkách ve zdi nebo zasekány přímo v drážce ve zdi pod omítkou. Alternativně ve stavebních dutinách ve zdech. Prostupy do venkovního prostředí nebo do kabelových vedení v zemi budou patřičně zapraveny proti vnikání vody a nečistot. Kabelové trasy silových kabelů a ovládacích kabelů budou odděleny ve žlebach přepážkami nebo vedeny v samostatných chráničkách a trubkách s dostatečným rozestupem. Při souběhu se sdělovacím vedením je nutno dodržovat mezi kabely vzdálenost 3 cm při souběhu do 5 m a 10 cm při souběhu nad 5 m.

S využitím kabelových žlabů je počítáno pouze v prostoru půdy ev. v trasách kde nebude možné trasy vést jiným způsobem. Z těchto kabelových tras budou dále provedeny k jednotlivým koncovým zařízením (přepojovací krabice, zásuvky, vypínače,

svítidla apod.) odbočky pomocí plastových tuhých a ohebných instalačních trubek která budou zasekány ve zdech nebo zařizovány v podhledech.

Kabelové trasy jsou navrženy s důrazem na nejkratší vzdálenosti.

#### **Podmínky uvedení zařízení do provozu**

Před uvedením zařízení do provozu musí být splněny následující body:

- Na všech instalovaných elektrických zařízeních bude provedena revize a budou vypracovány revizní zprávy

#### **Bezpečnost práce**

Veškeré práce týkající se elektroinstalace musí být při montáži prováděny za dodržení všech bezpečnostních předpisů a norem ČSN dotčeného oboru činnosti, zejména ČSN EN 50110-1 ED. 3, ČSN EN 50110-2 ED. 2 a souboru norem ČSN 33 2000. Pracovníci musí být s předpisy k zajištění bezpečnosti práce seznámeni prokazatelně, alespoň v rozsahu prováděné práce nebo svěřené činnosti. Dále musí být pracovníci seznámeni s riziky z činnosti vyplývajících. Na zařízení není dovoleno za provozu provádět žádné práce ani manipulace bez vypnutí a zajištění vypnutého stavu. Na el. zařízeních musí být pravidelně prováděny revize.

Při provádění musí být dodržována příslušná ustanovení následujících norem:

- ČSN EN 50110-1 ED. 3      Obsluha a práce na elektrických zařízeních (obecné požadavky)
- ČSN EN 50110-2 ED. 2      Obsluha a práce na elektrických zařízeních (národní dodatky)

### **D.1.4.2. VZDUCHOTECHNIKA, CHLAZENÍ**

#### **Obsah Technické zprávy:**

1. Identifikační údaje stavby a projektanta
2. Popis současného stavu
3. Návrh řešení
4. Odborný odhad investičních nákladů

#### **1. Identifikační údaje stavby a projektanta:**

**Název stavby:** Studie stavebně technologického řešení  
Terminál MHD Liberec  
Vzduchotechnika, chlazení

**Projektant profese VZT:** Petr Matoušek – AIR GAS Projekt  
Kryzánkova 929/2  
Kancelář: Závodu míru 578/5  
360 17 Karlovy Vary  
IČO – 670 95 798

**Stupeň PD:** Studie stavebně technologického řešení

#### **2. Popis současného stavu:**

**V objektu terminálu MHD Liberec se nachází tato hlavní vzduchotechnická zařízení:**

VZT zařízení s přívodem a odtahem vzduchu – spadající do řešení energetických úspor

Zařízení č. 1 – Vzduchotechnické zařízení pro odvětrání pravé části – zařízení bez ZZT

Zařízení č. 2 – Vzduchotechnické zařízení pro odvětrání levé části – zařízení bez ZZT

Zařízení č. 3 – Rozvody VZT pro odvětrání sociálních zařízení – ventilátory a sací potrubí

#### **Zjištěné nedostatky:**





- Celé vzduchotechnické zařízení je staré 28 roků a blíží se konci své plánované životnosti.
- Zařízení nedisponuje rekuperací – zpětným získáváním tepla z odtahovaného vzduchu.
- Zařízení nedisponuje chlazením přiváděného vzduchu.
- VZT jednotka je sice funkční, ale není provozována v zimním období z důvodu velké energetické náročnosti na ohřev vzduchu a v letním období z důvodu chybějícího chladicího zařízení, kdy je čerstvý vzduch přiváděn o vyšší teplotě, než je požadovaná vnitřní teplota. Prostory jsou tak v letním období přehřívány a pobyt v nich je nekomfortní. Větrání je tak řešeno pouze otevřením oken.
- Pro část prostor jak v levé, tak i pravé části jsou nainstalovány přívodní VZT jednotky s elektrickým ohřevem vzduchu, rozvod vzduchu vedený v podkrovních prostorech je izolovaným VZT potrubím, odtah vzduchu je řešen samostatně a bez využití zpětného získávání tepla (ZZT neboli rekuperace). Osazeny jsou menší VZT jednotky o nezjištěném vzduchovém výkonu, který je však cca 1.500 – 2.000 m<sup>3</sup>/hod. Dále je osazen samostatný odtah vzduchu např. z prostor sociálních zařízení (podtlakové větrání).
- Dodatečně byly uvnitř budovy osazeny tzv. split jednotky, zjištěný celkový počet 9 ks, pro přesnou specifikaci není k dispozici evidence výše uvedených zařízení. Odhadnutý celkový chladicí výkon je cca 45kW, elektrický příkon cca 15kW. Tyto chladicí jednotky jsou i reverzní, tj. v případě potřeby umožňují i ohřev vzduchu v režimu TČ vzduch//vzduch.

### 3. Návrh řešení

#### Zařízení č. 1 – Odvětrání pravé části objektu

#### Zařízení č. 2 – Odvětrání levé části objektu

#### Navržené technické parametry nových VZT jednotek:

Větrání obou prostor bude řešeno dvěma novými typově a výkonově stejnými VZT jednotkami.

Umístění větraného prostoru: 2x 2.N.P.

Umístění přívodní a odtahové jednotky: 2x 2.N.P.

Množství přívodního vzduchu: 2x 5.000 m<sup>3</sup>/hod.

Množství odtahovaného vzduchu: 2x 5.000 m<sup>3</sup>/hod.

Elektrický příkon: 2x 2,0 KW = 2x 4,0 KW

Rekuperátor: protiproudý deskový – účinnost min. 85%

Tepelný příkon – teplovodní ohřev: 2x 8,1 KW

Chlazení: 2x 25,0 KW (při výpočtové venkovní teplotě +32 °C a teplotě přiváděného vzduchu +20 °C)

Elektrický příkon – chlazení: 2x 9,7 KW (3x 400)

Filtrace čerstvého vzduchu: F7

Filtrace odváděného vzduchu: M5

#### Popis řešení:

Pro větrání prostor levé a pravé části jsou navrženy dvě nové samostatné VZT jednotky, které se budou skládat z těchto hlavních částí.

#### Složení přívodní části jednotky:

- Uzavírací klapka ovládaná servomotorem s havarijní funkcí (s pružinou)
- Filtř F7
- Deskový protiproudý rekuperátor
- Vodní ohřevač
- Přímý chladicí výparník
- Přívodní ventilátor

#### Složení odtahové části jednotky:

- Filtř M5
- Deskový protiproudý rekuperátor
- Odtahový ventilátor
- Uzavírací klapka ovládaná servomotorem

Obě VZT jednotky budou osazeny v místech stávajících jednotek ve stávající strojovně. Bude provedeno nové sání z fasády (střechy) objektu, budou osazeny nové tlumiče hluku, musí být vyřešeny nové výfuky z obou zařízení. Potrubní rozvody mimo strojovnu VZT zůstanou zachovány (v případě nevyhovujícího stavu budou vyměněny za nové) a nové rozvody budou na ně napojeny.

**Chlazení:**

Obě VZT jednotky budou opatřeny chladicími přímými výparníky. Ve venkovním prostoru (podstřešním) budou osazeny dvě kondenzační jednotky – zdroj chladicí energie. Mezi kondenzační jednotkou a vnitřním výparníkem bude ve vyznačené trase osazeno měděné potrubí vedení chladiva izolované tepelnou izolací s parotěsnou zábranou a ovládací kabel. Kondenzační jednotka bude vybavena komunikačním rozhraním pro možnost ovládání nadřazeným systémem MaR.

**Ovládání:**

VZT zařízení bude ovládáno vlastním systémem měření a regulace (MaR). Rozvaděč MaR bude osazen přímo na VZT jednotce. Celý systém MaR, dodávka všech komponentů, propojení jednotlivými vodiči a oživení bude součástí dodávky VZT jednotky – dodávka profese VZT. Profese elektro provede silové, samostatně jištěné připojení rozvaděče MaR a kondenzační jednotky chlazení.

**Základní funkce MaR:**

- Spouštění jednotky
- Ovládání otáček motorů ventilátorů – EC motory – signálem 0-10 V
- Regulace teploty při teplovodním ohřevu – ovládání trojcestného ventilu na straně topné vody
- Regulace teploty při chlazení – ovládání výkonu kondenzační jednotky signálem 0-10 V
- Protimrazová ochrana tepelného výměníku
- Protimrazová ochrana rekuperačního výměníku
- Signalizace chodu ventilátorů
  
- Signalizace poruch
- Signalizace zanesení filtrů vzduchu
- Časové spouštění chodu VZT jednotky
- Ovládání různých výkonových stupňů VZT jednotky

**Odhad investičních nákladů****Zařízení č. 1**

- Přívodní VZT jednotka včetně ovládání a regulace MaR	460.000,- Kč
- Kondenzační jednotka vč. příslušenství - 21 KW	240.000,- Kč
- Potrubí VZT	20.000,- Kč
- Komponenty – žaluzie, tlumiče, požární klapky	100.000,- Kč
- Tepelné izolace	10.000,- Kč
- Montáž zařízení	160.000,- Kč
- Demontáže stávající VZT jednotky a potrubí	20.000,- Kč

---

<b>Celkem:</b>	<b>1.010.000,- Kč</b>
----------------	-----------------------

**Zařízení č. 2**

- Přívodní VZT jednotka včetně ovládání a regulace MaR	460.000,- Kč
- Kondenzační jednotka vč. příslušenství - 21 KW	240.000,- Kč
- Potrubí VZT	20.000,- Kč
- Komponenty – žaluzie, tlumiče, požární klapky	100.000,- Kč
- Tepelné izolace	10.000,- Kč
- Montáž zařízení	160.000,- Kč



- Demontáže stávající VZT jednotky a potrubí	20.000,- Kč
<hr/>	
<b>Celkem:</b>	<b>1.010.000,- Kč</b>

**Celkové investiční náklady:**

Zařízení č. 1 – Odvětrání pravé části	1.010.000,- Kč
<u>Zařízení č. 2 – Odvětrání levé části</u>	<u>1.010.000,- Kč</u>

<b>Celkem:</b>	<b>2.020.000,- Kč + DPH 21%</b>
Rozpočtová rezerva 15 %	303.000,- Kč
(změny cen výrobků, změny kurzu CZK/EUR, vedlejší rozpočtové náklady, doprava)	

<b>Celkové investiční náklady:</b>	<b>2.323.00, - Kč (bez DPH)</b>
------------------------------------	---------------------------------

**Zpracoval:** Petr Matoušek – **AIR GAS Projekt**

Karlovy Vary: 02.10.2024

### D.1.4.3. Tepelná čerpadla – ústřední vytápění

#### Obsah Technické zprávy:

Identifikační údaje stavby a projektanta  
Popis současného stavu  
Návrh řešení

#### 1. Identifikační údaje stavby a projektanta:

**Název stavby:** Studie stavebně technologického řešení  
Terminál MHD Liberec  
Vzduchotechnika, chlazení

**Projektant profese ÚT:** Pavel Stejskal, Pražská silnice 2134/1, 360 01 Karlovy Vary  
ČKAIT: 0300714- autorizovaný technik – technologická zařízení staveb  
Tel. +420 602 550 307 e.mail: [pavel-stejskal@volny.cz](mailto:pavel-stejskal@volny.cz)

#### 1. Podklady pro vypracování

---

1. Požadavky investora
2. katastrální mapa území
3. stavební podklady
4. platné předpisy a normy

#### 2. Napojení na zdroj tepla

---

Topení v objektu budovy dopravního terminálu MHD Liberec je navrženo z nově instalovaného zdroje – tepelné čerpadlo vzduch voda. Nově instalovaný zdroj tepla bude složen z tepelných čerpadel a záložního elektrokotle. **Topný výkon instalované kaskády bude plynule regulovatelný v rozsahu 7,8-120 kW (A2W35). Kaskádní řadič s připojením na dispečink zohledňuje zatížení tepelných čerpadel z pohledu výkonu a motohodin pro optimalizaci SCOP a životnosti.** Doplňkový/záložní elektrokotel bude instalován v samostatném provedení, případně může být část výkonu vnořena do vyrovnávací nádoby. Jednotlivé zdroje (2 ks pro levou a 2 ks pro pravou část) jsou zapojeny do kaskády, společné potrubí je pak zaústěno do rozdělovače a sběrače topné vody, odkud jsou vedeny 2 samostatné topné větve. Tlakovou dispozici zajišťují teplovodní oběhová čerpadla. Systém je tlakově pojištěn tlakovou expanzní nádobou.

Vnitřní moduly tepelného čerpadla jsou umístěny v samostatné místnosti v prostoru 2 NP. Zde je umístěno také veškeré strojně-technologické vybavení. Venkovní moduly jsou osazeny na venkovních stěnách směrem k průchodům. Mezi osami 07-08 a 35-36.

Hydraulické zapojení a regulace zajišťí přednostní ohřev TV s samostatným ohřívači/ohříváči TV. Regulační systém zajišťí pravidelnou sanitaci zásobníků s využitím elektrokotle resp. vnořené topné tyče. Kaskáda může svůj výkon rozdělit v poměru 2 jednotky na topení, 1 na ohřev TV a 2 jednotky na topení a 1 na ohřev TV. Identické blokové dělení.

#### 3. Bezpečnost a ochrana zdraví při práci

---

Podmínky pro provádění stavby z hlediska bezpečnosti práce dle Nařízení vlády č. 591/2006 Sb. o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích, Zákona č. 309/2006 Sb., kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění





bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy (zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci), Nařízení vlády č. 362/2005 Sb., o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky a dalších platných bezpečnostních předpisů.

#### 4. Požárně bezpečnostní řešení stavby

Bude vypracováno samostatně požárním specialistou pro další stupeň projektové dokumentace.

#### 5. Technické řešení – topení

Na žádost zadavatele stavby byla vypracována projektová dokumentace ve stupni studie stavebně technologického řešení. Jedná se o snížení energetické náročnosti objektu Terminál MHD Liberec.

##### 5.1 Základní parametry otopné soustavy

Tepelné ztráty objektu byly stanoveny dle ČSN EN 12 831

##### 5.2 Příprava TV

Příprava TV v objektu Terminál MHD Liberec je zabezpečena pomocí elektrických zásobníkových ohřivačů TV, tyto budou ponechány, ev. mohou být připojeny do topné soustavy.

##### 5.3 Zabezpečení soustavy

Soustava bude zabezpečena expanzomatem 280 l a s poj. ventily s otevíracím přetlakem 250 kPa. Pojišťovací ventily jsou osazeny na každé vnitřní jednotce TČ, na bivalentním zdroji - elektrokotle a na akumulární nádobě topné vody.

##### 5.4 Zdroj tepla

Nově instalovaný zdroj tepla bude složen z tepelných čerpadel a záložních elektrokotlů. **Topný výkon instalované kaskády bude plynule regulovatelný v rozsahu 7,8-120 kW (A2W35). Kaskádní řadiče s připojením na dispečink zohledňují zatížení tepelných čerpadel z pohledu výkonu a motohodin pro optimalizaci SCOP a životnosti.** Doplňkový/záložní elektrokotel bude instalován v samostatném provedení, případně může být část výkonu vnořena do vyrovnávací nádoby. Jednotlivé zdroje jsou zapojeny do kaskády (vždy 2 ks TČ), společné potrubí je pak zaústěno do rozdělovače a sběrače topné vody, odkud jsou vedeny 2 samostatné topné větve. Tlakovou dispozici zajišťují teplovodní oběhová čerpadla. Systém je tlakově pojištěn tlakovou expanzní nádobou.

Vnitřní moduly tepelného čerpadla jsou umístěny v samostatné místnosti v prostoru 2.NP. Zde je umístěno také veškeré strojně-technologické vybavení.

Jako zdroj tepla bude sloužit kaskáda tepelných čerpadel vzduch voda, které budou umístěny u venkovní zdi objektu. Venkovní jednotka tepelného čerpadla bude umístěna na konzolách kotvených do ocelové nosné konstrukce stávajícího objektu. Umístění TČ viz schéma umístění. Odvod kondenzátu bude sveden kondenzátním potrubím do dešťové kanalizace. Potrubí odvodu kondenzátu bude opatřeno topným kabelem, který zamezí zamrzání kondenzátu v odpadním kondenzátním potrubí. Topný kabel bude připojen do systému TČ - do každé jednotky samostatně délka topného kabelu každé venkovní jednotky je max 3m.



## Parametry

Elektrické napájení [V/f/Hz]	400 / 3 / 50
Požadovaný jistič (char. A/f)	B20 / 3
Rozběhový proud [A]	7,0
Nominální příkon [kW]	11,2
Elektrické krytí	IP X4
Kompresor	Toshiba DC – dvojitý rotační
Chladivo / hmotnost [kg]	R-410a / 5,9
Max. průtok vzduchu [l/s]	3030
Připojení chladiva ["]	flérové 1/2-3/4
Minimální / maximální délka propojovacího vedení / převýšení [m]	8 / 100 / 30
Výměník	deskový
Připojení otopné vody ["]	1
Oběhové čerpadlo	Wilo Yonos Para 25-180/8-75i PWM 1
Požadovaný min. průtok výměníkem [l/s]	0,6
Tlaková ztráta vnitřní jednotky [kPa]	7,5
Provozní rozsah [°C]	- 20 / 45
Chlazení – max. chladicí výkon [kW]	23,1
EER (A35/W7)	2,8
Rozměry venkovní jednotky v/š/h [mm]	1550 / 1010 / 400 (včetně mřížky)
Rozměry vnitřní jednotky v/š/h [mm]	590 / 406 / 280
Hmotnost venkovní / vnitřní jednotky [kg]	142 / 34
	35°C 55°C
Výkonový rozsah (A2W35)	7,6-30,5 kW
Pro objekty s tepelnou ztrátou	20-26 kW
Topný faktor (COP) při 7 °C	5,31 -
P <sub>design</sub>	19,07 19,87
Sezónní energetická účinnost	% 162,4 119,4
<b>Sezónní topný faktor (SCOP) pro podlahové topení (35°C) a radiátory (55°C) dle EN 14825 a Ecodesign (nařízení EK813/2013)</b>	<b>- 4,14 3,06</b>

## Venkovní jednotka

<b>Hladina akustického výkonu L<sub>WA</sub>[dB(A)] dle EN 12102</b>	72,1 +/-1,5			
<b>Vzdálenost od venkovní jednotky tepelného čerpadla</b>	5 m	10 m	15 m	20 m
<b>Hladina akustického tlaku, L<sub>p</sub>[dB(A)], Q2, volně v prostoru</b>	50,1	44,1	40,6	38,1
<b>Hladina akustického tlaku, L<sub>p</sub>[dB(A)], Q4,u zdi</b>	53,2	47,1	43,6	41,1

**Celkové instalované příkony instalovaného zdroje:**

Nominální příkon TČ	4x 11,2 kW	44,8kW
Elektrokotel	2x 28 kW	56 kW
El.topná tyč pro dohřev TV	1x 9 kW	9 kW
Oběhová čerpadla + topný kabel	3kW	3 kW

Vnitřní jednotka TČ obsahuje deskový výměník a oběhové čerpadlo topného systému.

Jako bivalentní zdroj budou do kaskády s vnitřními jednotkami zapojeny 2 elektrokotle s výkonem 2,3 - 28kW celkový výkon bivalentního zdroje - 56 kW. Před napojení topné vody do nádrže je instalován trojcestný rozdělovací ventil, přes který je nabíjen zásobník teplé pitné vody. Za akumulační nádobou je provedeno napojení na nově navrženou otopnou soustavu, napojení je provedeno za pomoci oběhových čerpadel s regulací na proporcionální tlak. Na větvích OS budou instalovány uzavírací a regulační armatury. Určení přesných typů čerpadel a regulačních armatur bude řešit další stupeň projektové dokumentace v souvislosti s otopnou soustavou.

**5.6 Rozvody a armatury**

Potrubí chladiva od venkovních jednotek bude vedeno na fasádě vždy v souběhu s komunikačním kabelem tepelného čerpadla. Potrubí vč. komunikačních kabelů bude uloženo do vkladací lišty. Potrubí z každé jednotky bude uloženo samostatně, vkladací lišty budou vedeny po fasádě nad sebou. Dále je potrubí chladiva je vedené samostatným průrazem do technické místnosti 2.NP až k vnitřním jednotkám TČ.

Potrubí ÚT od venkovní jednotky TČ do vnitřní jednotky bude vedené pod stropem nebo na vnitřní obvodové zdi technické místnosti a bude opatřeno v celé délce izolací – tepelně izolační pouzdro Kaiflex pro chladivové potrubí tl. izolace 19 mm. Pozor: Minimální délka chladivového potrubí je 8m !

V technické místnosti jsou rozvody topení z měděných trubek vedeny po povrchu. CU rozvody v technické místnosti budou opatřeny návlekovou izolací tl.30 mm s povrchovou úpravou Al. Jedná se o potrubí, kterým je propojena kaskáda vnitřních jednotek tepelných čerpadel a bivalentních zdrojů - dvou elektrokotlů. Dále je potrubím kaskády napojen přes trojcestný rozdělovací ventil zásobník TV. Akumulační taktovací nádrž je napojena na konci kaskády a tvoří zároveň hydraulické oddělení mezi zdrojem tepla - kaskádou TČ a stávající topnou soustavou.

**5.7 Otopná tělesa****Technický popis otopných těles**

Pro vytápění jednotlivých místností jsou navržena následující otopná tělesa:

- ocelová desková otopná tělesa typu „ventil kompakť“ s pravým spodním připojením. Tělesa jsou vybavena odvzdušňovacím ventilem a upevňovacími konzolami. Barevné provedení je navrženo standardní, tzn. RAL 9016 (bílá). V případě požadavku může s předstihem barevný odstín určit investor dle vzorníku barev RAL (za příplatek).

**Připojení otopných těles na rozvody potrubí**

Otopná tělesa typu ventil-kompakt (se spodním připojením) budou na přívodní i zpětné potrubí připojena dvojitým rohovým uzavíracím a regulačním šroubením  $\frac{3}{4}$ " - Ek a na potrubí budou tato šroubení připojena svěrným šroubením Ek - 16x2. Otopná desková tělesa budou připojena tzv. ze zdi. Všechna tato otopná tělesa budou vybavena termostatickou hlavicí doplněné objímkou proti zcizení.



## Rozvody potrubí

Nové rozvody potrubí jsou navrženy z vícevrstvého potrubí typu pe/al/pex (tzv. Alpex) 16×2,0 mm , 20×2,0 mm , 26×3,0 mm , 32×3,0 mm , 40×3,5 mm a budou uloženy na úrovni podlahy 4.NP , za novými SDK příčkami , částečně v nové podlaze a v příčkách ve zdivu . Pro členění potrubních rozvodů provedených z trubek typu Alpex budou použity lisovací tvarovky a T-kusy, změna směru vedení potrubí budou prováděny za použití ohýbací pružiny (ve výjimečných případech budou použity ostrá kolena). Při montáži potrubních rozvodů a připojení otopných těles je nutné dodržet montážní předpisy výrobce. Trasy potrubí budou navrženy a konzultovány s objednatelem v dalším stupni projektové dokumentace.

## Tepelné izolace

Nové rozvody potrubí budou tepelně izolovány prostřednictvím návlekových izolačních trubic s tloušťkou stěny 20÷30 mm , vnitřní průměr izolace dle dimenze potrubí (izolované potrubí je ve výkresové části označeno jako např. 16×2,0iz).

## 5.8 Podlahové topení není

## 5.9 Regulace teploty

Ekvitermní regulace topné vody, je součástí jednotek TČ. Regulace XCC

Kaskádní řadič s připojením na dispečink zohledňuje zatížení tepelných čerpadel z pohledu výkonu a motohodin pro optimalizaci SCOP a životnosti.

- energetický management bude implementován do regulace XCC a bude proveden dálkový přístup na monitor PC uživatele.
- přímý topné okruhy
- nabíjení zásobníku TV- součást TČ
- elektrický dohřev
- nastavení útlumů a časových programů

## 6. Použité normy

---

ČSN 06 0310 Tepelné soustavy v budovách projektování a montáž

ČSN EN 12831 Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu

ČSN 06 0830 Zabezpečovací zařízení pro ÚT a ohřev TUV

### Parametry zadání pro výběrové řízení:

- tepelná čerpadla ve splitovém provedení s proměnlivým výkonem – invertor výkonový rozsah 7,8-30kW (A2W35)
- napojení na dispečink
- kaskádní řadič zohledňující zatížení tepelných čerpadel z pohledu výkonu a motohodin pro optimalizaci SCOP a životnosti
- minimální délka záruky 80 měsíců
- chladivo R410a





- měření SCOP z certifikované zkušebny dle normy ČSN EN 14825
- doložit 3 reference s celkovým instalovaným výkonem tepelných čerpadel alespoň 139 kW při A2W35