

Akce : **Fakulta tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy, José
Martího 31, 162 52 Praha 6 – Veleslavín – VÝSTAVBA NOVÝCH
OBJEKTŮ**

Datum: **4/2017**

STUDIE V PROFESÍCH VZDUCHOTECHNIKA, CHLAZENÍ, TOPENÍ

- Obsah :**
- 1. Úvod**
 - 2. Vzduchotechnika**
 - 3. Chlazení**
 - 4. Topení**
 - 5. Energetické nároky - rekapitulace**
 - 6. Odhad investičních nákladů**
 - 7. Odhad provozních nákladů**
 - 8. Možná alternativní řešení**
 - 9. Závěr**

**Příloha č.1 - Přehled investičních a provozních nákladů pro jednotlivé varianty
řešení v profesích VZT, chlazení, topení**

 **AIR TECHNIC Clima s.r.o. ①**
AIR TECHNIC Clima s.r.o. Na Kocínce 210/3
IČO: 03908232 160 00 Praha 6
DIČ: CZ03908232 tel.: 233 336 818
Zapsáno u MS v Praze, oddíl C, vložka 239728

1. ÚVOD

1.1 Předmět studie

Předmětem řešení této studie na akci Fakulta tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy, Jose Martího 31, 162 52 Praha 6 – Veleslavín – VÝSTAVBA NOVÝCH OBJEKTŮ je návrh koncepce řešení profesí techniky prostředí tj. :

1) VZDUCHOTECHNIKA

2) CHLAZENÍ – zdroj a rozvody chladu pro klimatizaci a vzduchotechniku.

3) TOPENÍ – vytápění objektu, ohřev TUV, ohřev bazénové vody, zajištění tepla pro VZT zařízení.

Konkrétně se jedná o návrh koncepce ve výše uvedených profesích pro nový objekt SO-01 MULTIFUNKČNÍ HALA a to o I.a II.etapu výstavby.

Návrh řešení je zpracován s ohledem na celkovou koncepci objektu a v ní použitá technologická zařízení, zejména s ohledem na technologii chlazení ledové plochy (využití odpadního tepla z této technologie pro ohřev TUV).

Návrh vlastní technologie chlazení ledové plochy není předmětem řešení této studie, ale počítáme s tím, že bude použit systém nepřímého chlazení ledové plochy, kdy chladivo je použito pouze v primárním okruhu vlastního kompresorového chlazení, jež je umístěno ve strojovně. Chlazení vlastní ledové plochy je pak zajištěno průtokem nemrznoucí kapaliny (roztokem ethylen-glykolu) v sekundárním okruhu.

1.2 Podklady pro vypracování studie

- Studie – Dostavba a rozšíření areálu UK FTVS Praha z června 2016 vypracovaná firmou BFB studio s.r.o. (ing.arch.Antonín Buchta, ing.arch.Miloš Mlejnek)
- Materiál “FTVS – KALKULACE A TECHNICKÝ POPIS VÝSTAVBY NOVÝCH OBJEKTŮ” z 11/2016 vypracovaný firmou JAKUB VODIČKA-BENEŠ
- Požadavky a informace od pracovníků FTVS.

1.3 Předpisy a vyhlášky použité při zpracování studie

- Nařízení vlády č. 93/2012 sb., kterým se mění nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci ve znění nařízení vlády č.68/2010 Sb.
- Vyhláška MZ ČR č. 6 ze dne 16. prosince 2002, kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb
- Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
- ČSN 73 0548 „Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů“
- ČSN 12 7010 „Navrhování vzduchotechnických a klimatizačních zařízení“
- ČSN 73 0802 „Požární ochrana staveb, nevýrobní objekty“ (prosinec 2002)
- ČSN 73 0872 „Požární bezpečnost staveb. Ochrana staveb proti šíření požáru vzduchotechnickým zařízení“

1.4 Základní výpočtové údaje

Teplotní a hydrometrické parametry vnějšího vzduchu pro dimenzování zařízení techniky prostředí :

- zima : $t_e = -15\text{ }^{\circ}\text{C}$, $h_e = 13,5\text{ kJ/kg}$
- léto : $t_e = 32\text{ }^{\circ}\text{C}$, $h_e = 60\text{ kJ/kg}$

1.5 Obecné podmínky návrhu profesí techniky prostředí

Obecná filozofie navržených řešení vychází z následujících zásad:

- a) Do všech prostor nové multifunkční haly je nutno přivádět jen takové množství tepla, chladu, čerstvého vzduchu a případně vlhkosti, které zaručí dosažení požadovaných mikroklimatických parametrů. Z tohoto důvodu jsou navrženy systémy umožňující flexibilní provoz reagující nejen na co možná nejúspornější režim z hlediska úspory energií ale i na zajištění specifických požadavků jednotlivých částí objektu (ledová plocha, bazén, hala míčových sportů, gymnastická hala atd.).
- b) Vzhledem k požadavku na minimalizaci spotřeby energií jsou navržena technická zařízení budov (TZB) již ve stadiu návrhu v této studii uvažována jako maximálně provozně úsporná - ventilátory vybaveny EC motory s možností plynulé regulace řízení výkonu, v maximální míře je využíváno zpětné získávání tepla s rekuperačními výměníky s vysokými účinnostmi (deskové a rotační rekuperační výměníky), čerpadla s regulací výkonu prostřednictvím frekvenčních měničů apod. Zároveň je uvažováno s využitím odpadního tepla z technologie chlazení ledové plochy pro ohřev TUV (kromě možnosti využití tohoto odpadního tepla např. pro ohřev vody pro zařízení na úpravu ledu - rolba, vyhřívání sněžné jámy - tání ledové tříště sbírané při úpravě ledu nebo pro vyhřívání podloží - ochrana před jeho promrznutím odvodem tepla do ledové plochy, což jsou části, které budou případně řešeny v rámci technologie chlazení ledové plochy a nejsou řešeny v této studii).
- c) Další zásadou je řešení specifických provozů tj. :
 - Bazén vč.zázemí (vlhké prostory) - odvod vlhkosti a zamezení kondenzace na stavebních konstrukcích
 - Ledová plocha - eliminace přístupu vlhkého vzduchu do haly a udržování vlhkosti vnitřního vzduchu na přijatelné úrovni tak, aby byly eliminovány nepříznivé jevy vznikající u ledových ploch (mlha nad ledem, kondenzace vlhkosti na stavebních konstrukcích).
- d) Dodržení všech legislativních opatření.

2. VZDUCHOTECHNIKA

2.1 Úkoly VZT zařízení pro řešený objekt

Úkolem VZT zařízení pro řešený objekt je:

- zajištění požadovaných mikroklimatických parametrů v určených místnostech – teplota, relativní vlhkost
- zajištění požadovaných výměn vzduchu
- eliminace tepelných zátěží v určených místnostech
- vytvoření požadovaných tlakových poměrů mezi jednotlivými prostory
- odvod vlhkosti a zamezení kondenzace na stavebních konstrukcích pro vlhké prostory tj.bazén a wellness vč.zázemí
- pro ledovou plochu - eliminace přístupu vlhkého vzduchu do haly a udržování vlhkosti vnitřního vzduchu na přijatelné úrovni tak, aby byly eliminovány nepříznivé jevy vznikající u ledových ploch (mlha nad ledem, kondenzace vlhkosti na stavebních konstrukcích).
- odvětrání prostorů dle nařízení vlády (soc. zařízení apod.)
- splnění dalších specifických požadavků od ostatních profesí (např. požární větrání chráněných

únikových cest apod.).

2.2 Rozdělení VZT zařízení s ohledem na větrané prostory

S ohledem na větrané prostory je možno VZT zařízení rozdělit na následující skupiny:

I.etapa :

- zařízení pro větrání šaten vč.soc.zařízení v 1.NP I.etapy
- zařízení pro větrání vstupní haly v 1.NP vč.chodeb ve 2.NP I.etapy
- zařízení pro větrání a chlazení haly mičových sportů v 1.NP I.etapy
- zařízení pro větrání a chlazení gymnastické haly v 1.NP I.etapy
- zařízení pro větrání a chlazení zasedací místnosti ve 2.NP I.etapy
- zařízení pro větrání a chlazení laboratoří ve 2.NP I.etapy
- zařízení pro větrání garáží v 1.PP I.etapy
- ostatní VZT zařízení (větrání místnosti bez možností, větrání CHÚC apod.) v I.etapě
- zařízení pro větrání a chlazení pomocných technických místností v I.etapě.

II.etapa :

- zařízení pro větrání a odvlhčování ledové plochy v 1.NP II.etapy
- zařízení pro větrání bazénu v 1.NP II.etapy
- zařízení pro větrání wellness v 1.NP II.etapy
- zařízení pro větrání šaten vč.soc.zařízení pro bazén v 1.NP II.etapy
- větrání technického zázemí v 1.PP II.etapy
- zařízení pro větrání a chlazení laboratoří ve 2.NP I.etapy
- zařízení pro větrání garáží v 1.PP II.etapy
- ostatní VZT zařízení (větrání místnosti bez možností, větrání CHÚC apod.) ve II.etapě.

2.3 Strojovny VZT

V řešeném objektu je uvažováno s několika prostory pro VZT zařízení (strojovny VZT), které budou umístěny pro prostory realizované v I.etapě ve 2.NP nad skladem náradí mezi gymnastickou halou a halou mičových sportů a pro prostory realizované ve II.etapě jsou uvažovány dvě velké strojovny VZT v 1.PP (pod zázemím bazénu a pod pomocnými prostory vedle ledové plochy).

S ohledem na umístění strojoven VZT je již při návrhu nutno dbát zejména na kvalitní pružné uložení pohyblivých prvků i samotných VZT jednotek, správné provedení stavebních konstrukcí (plovoucí podlaha), volbu zařízení s nižší hlučností (nižší průřezové rychlosti v jednotkách, kvalitní opláštění jednotek).

2.4 Sání čerstvého a výdechy odpadního vzduchu

Sání čerstvého vzduchu budou řešena u strojoven VZT v 1.PP (II.etapa) nad úrovní terénu a u strojovny VZT ve 2.NP (I.etapa) nad střechou objektu a budou dořešena v dalších projektových stupních s ohledem na architektonické řešení objektu.

Výdechy odpadního vzduchu budou řešeny převážně nad střechu objektu (mimo některých technických zařízení, u kterých je možno řešit výfuk odpadního vzduchu na úrovni terénu). Umístění výdechů vzduchu musí být navrženo s ohledem na eliminaci ovlivňování kvality čerstvého vzduchu vzduchem odpadním.

2.5 Protihluková opatření

Velkou pozornost bude nutno věnovat protihlukovým opatřením, aby byly dodrženy veškeré požadavky Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací.

Jedná se o následující opatření:

- správná volba VZT jednotek (nízké průřezové rychlosti – ty již vycházejí ze splnění požadavků směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/125/ES, která stanoví požadavky na ekodesign větracích jednotek, kvalitní opláštění jednotek)
- pružné uložení všech točivých komponentů a pružné uložení jednotek vůči stavbě
- napojení VZT potrubí na VZT jednotky přes pružné vložky
- správný návrh tlumičů hluku jak po stránce dostatečnosti útlumů tak po stránce jejich vhodného umístění
- správné umístění a vhodné rychlosti v nasávacích a výdechových otvorech
- řešení průchodu potrubí stavebními konstrukcemi – obalit materiálem proti přenosu chvění do stavebních konstrukcí
- správné stavební řešení (plovoucí podlahy ve strojovnách VZT, dostatečné neprůzvučnosti stavebních konstrukcí)
- správné dimenzování VZT rozvodů a distribučních elementů.

2.6 Filtrace vzduchu

U VZT zařízení je uvažováno s následující filtrací vzduchu:

Zařízení pro přívod vzduchu:

- filtrace kapsovým filtrem M5 popř. F7

Zařízení pro odvod vzduchu – s ohledem na ZZT:

- třída filtrace odváděného vzduchu - filtrace kapsovým filtrem G4 popř. M5

2.7 Využití cirkulačního vzduchu

U centrálních VZT zařízení bude uvažováno s využitím cirkulačního vzduchu u těchto zařízení :

- zařízení pro větrání bazénu v 1.NP – v zimním období a v odvlhčovacím režimu (chod tepelného čerpadla) bude využita částečná nebo 100% cirkulace vzduchu dle aktuálních požadavků.
- zařízení pro větrání a odvlhčování ledové plochy – adsorpční odvlhčovací zařízení bude pracovat s oběhovým vzduchem a minimem venkovního vzduchu tak, aby bylo zajištěno minimální množství čerstvého vzduchu v souladu s hygienickými předpisy.

Ostatní VZT zařízení budou pracovat se 100% venkovního vzduchu bez možnosti cirkulace.

2.8 Zpětné získávání tepla

U všech obousměrných VZT zařízení (zařízení zajišťující přívod i odvod vzduchu) bude použito zpětné získávání tepla (ZZT) z odpadního vzduchu pro předehřev vzduchu venkovního. Minimální účinnosti ZZT jsou dány požadavky směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/125/ES, která stanoví požadavky na ekodesign větracích jednotek. Pro výpočet investičních a provozních nákladů počítáme s účinností deskových rekuperátorů 75% a rotačních rekuperátorů 80%. Deskové rekuperátory jsou uvažovány pro VZT zařízení pro bazén, wellness, šatny, laboratoře, rotační rekuperátory pak pro vstupní halu, halu míčových sportů, gymnastickou halu, zasedací místnost.

2.9 Ohřev vzduchu, úhrada tepelných ztrát profesí VZT

Ohřev vzduchu (předehřev bude v deskových nebo rotačních rekuperátorech) bude v teplovodních ohřivačích viz.část topení.

Profese vzduchotechnika zajistí kompletní úhradu tepelných ztrát v následujících prostorech :

- hala míčových sportů
- gymnastická hala.

Dále profese vzduchotechnika zajistí částečnou úhradu tepelných ztrát (část tepelných ztrát bude hradit profese topení prostřednictvím podlahového vytápění popř.radiátory) v následujících prostorech :

- bazén
- wellness
- šatny.

2.10 Chlazení vzduchu

Pro chlazení vzduchu v centrálních VZT jednotkách bude k chladičům klimatizačních jednotek přivedena chladicí voda o teplotním spádu 8/14 °C..

Chladicí voda bude vyráběna v centrálním zdroji chladu, který bude umístěn ve strojovně chlazení v 1.PP – viz popis profese CHLAZENÍ.

Kromě chlazení v centrálních VZT jednotkách je uvažováno s dochlazováním vybraných prostorů prostřednictvím cirkulačních systémů přímého chlazení (splitsystémy, multisplitsystémy). Jedná se o dochlazování laboratoří, zasedací místnosti a případně dalších prostorů (např.kanceláře, pokud nějaké v objektu budou), na jejichž chlazení vyplyne požadavek v dalším projektovém stupni po podrobnějším rozčlenění objektu na jednotlivé místnosti.

2.11 Potrubní rozvody

Veškeré potrubní rozvody mimo odtahu z bazénu budou provedeny z pozinkovaného plechu. Přívodní potrubí a veškeré odvodní potrubí bude provedeno o třídě těsnosti II. Pro odtah vzduchu z bazénu navrhujeme použít potrubí z ALP nebo nerez.

Ohebné potrubí bude použito pouze pro napojení distribučních elementů.

2.12 Distribuce vzduchu

Pro přívod a odvod vzduchu navrhujeme použít běžné distribuční elementy (anemostaty, dýzy, vyústky a taliřové ventily).

2.13 Protipožární opatření

S ohledem na protipožární ochranu objektu je možno rozdělit opatření na:

- prvky aktivního rázu, které pracují při vzniku požáru a zajišťují bezpečný únik osob z objektu
- prvky pasivního rázu, které zabraňují šíření požáru a kouře po budově.

Aktivní systémy budou v tomto objektu použity dle požadavků vyplývajících z PBR (požárně bezpečnostní řešení) – jedná se o požární větrání chráněných únikových cest. Předmětem této studie není řešení zařízení pro odvody tepla a kouře (to je předmětem samostatné profese – většinou zpracovatel PBR).

Ostatní protipožární opatření budou pouze pasivního rázu a budou spočívat především v :

- Při průchodu požárně dělící konstrukcí bude potrubí o průřezu větším než 0,04m² opatřeno

požární klapkou příslušné požární odolnosti. Typ požárních klapek bude určen v dalším projektovém stupni. Rozdělení objektu na jednotlivé požární úseky bude dáno PBŘ.

- V případě, že potrubí pouze vedlejším požárním úsekem prochází, aniž by do tohoto úseku ústilo, bude tento úsek potrubí opatřen protipožární izolací příslušné požární odolnosti. Požární izolace příslušné požární odolnosti je použita i v těch případech, pokud požární klapku není možno osadit přímo do požárního předělu z důvodů stavebních, provozních, či obsluhy. V tomto případě je tento úsek mezi požárním předělem a požární klapkou požárně izolován.
- V případě, že potrubí procházející požárním předělem má menší průřez než 0,04m² a vzdálenost k dalšímu takovému potrubí je větší než 0,5m, nejsou žádná protipožární opatření nutná. To neplatí, pokud se jedná o větrací otvory v požárně dělící konstrukci.
- Při průchodu VZT potrubí požárně dělící stěnou zbude zajištěno dotěsnění prostupu materiálem s příslušnou požární odolností.

2.14 Stručný technický popis hlavních VZT zařízení

2.14.1 VZT zařízení I.ETAPA

Zařízení pro větrání šaten vč.sociálních zařízení

Obecně platí pro všechny šatny a sociální zařízení v objektu. Dimenzování bude řešeno dle následujících minimálních dávek vzduchu daných platnými předpisy :

- WC – min. 50 m³/h (odvod)
- umyvadlo – min. 30 m³/h (odvod)
- pisoár – min. 25 m³/h (odvod)
- úklidová komora – min. 50 m³/h (odvod)
- sprcha – min.150 m³/h (odvod)
- šatní skříňka – min. 20m³/hod (přívod).

Zařízení pro šatny vč.soc.zařízení budou vybavena deskovými rekuperátory s účinností min.75%.

Větrání bude řešeno trvale (v době mimo provoz - útlumový režim).

Zařízení pro větrání a chlazení vstupní haly v 1.NP a chodeb ve 2.NP

VZT zařízení bude umístěno v prostoru strojovny VZT (bude upřesněno v dalším projektovém stupni, ve které strojovně VZT). U VZT zařízení bude uvažováno se zpětným získáváním tepla pomocí rotačního rekuperátoru s účinností min.80%.

Zařízení bude vybaveno chlazením přiváděného vzduchu.

Větrání bude řešeno trvale (v době mimo provoz - útlumový režim).

Zařízení pro větrání a chlazení haly míčových sportů

VZT zařízení bude umístěno v prostoru strojovny VZT ve 2.NP. U VZT zařízení bude uvažováno se zpětným získáváním tepla pomocí rotačního rekuperátoru s účinností min.80%.

Prostor haly je vybaven hledištěm pro 156 diváků. VZT tak bude muset zajistit jak kvalitní výměnu vzduchu v místech pro diváky, tak i na hrací ploše. Zařízení bude vybaveno chlazením přiváděného vzduchu.

Vzhledem k rozdílnému využití haly (různá obsazenost hráči, provoz s diváky nebo bez nich) bude výkon VZT regulován (to bude i u všech ostatních VZT zařízení) dle aktuální obsazenosti haly, což povede k významné úspoře provozních nákladů.

Zařízení pro větrání a chlazení gymnastické haly

VZT zařízení bude umístěno v prostoru strojovny VZT ve 2.NP. U VZT zařízení bude uvažováno se zpětným získáváním tepla pomocí rotačního rekuperátoru s účinností min.80%.

Zařízení bude vybaveno chlazením přiváděného vzduchu.

Vzhledem k rozdílnému využití haly (různá obsazenost haly) bude výkon VZT regulován (to bude i u všech ostatních VZT zařízení) dle aktuální obsazenosti haly, což povede k významné úspoře provozních nákladů.

Zařízení pro větrání a chlazení zasedací místnosti ve 2.NP I.etapy

VZT zařízení bude umístěno v prostoru strojovny VZT ve 2.NP. U VZT zařízení bude uvažováno se zpětným získáváním tepla pomocí rotačního rekuperátoru s účinností min.80%.

Zařízení bude vybaveno chlazením přiváděného vzduchu.

Výkon VZT regulován (to bude i u všech ostatních VZT zařízení) dle aktuální obsazenosti zasedací místnosti, což povede k významné úspoře provozních nákladů.

Pro plnou eliminaci tepelných zátěží a garanci max.vnitřní teploty 24°C při letních výpočtových parametrech venkovního vzduchu bude zasedací místnost dochlazována přídavným chlazením (multisplitsystém).

Zařízení pro větrání a chlazení laboratoří ve 2.NP I.etapy

VZT zařízení bude umístěno v prostoru strojovny VZT ve 2.NP. U VZT zařízení bude uvažováno se zpětným získáváním tepla pomocí deskového rekuperátoru s účinností min.75%.

Zařízení bude vybaveno chlazením přiváděného vzduchu.

Výkon VZT regulován (to bude i u všech ostatních VZT zařízení) dle aktuální obsazenosti laboratoří, což povede k významné úspoře provozních nákladů.

Pro plnou eliminaci tepelných zátěží a garanci max.vnitřní teploty 24°C při letních výpočtových parametrech venkovního vzduchu budou laboratoře chlazeny přídavným chlazením (splitsystémy, multisplitsystémy).

Zařízení pro větrání garáží

Odvod vzduchu garáží zajistí odvodní ventilátory, které budou umístěny přímo v garážích nebo strojovnách VZT v 1.PP. Přívod vzduchu je uvažován přirozený. Dimenzování v souladu s platnou legislativou.

VZT zařízení bude ovládáno a řízeno ze systému M + R na základě čidel výskytu výfukových zplodin popř.dle nastaveného časového programu.

Zařízení pro větrání místností bez možnosti přirozeného větrání

VZT zařízení bude zajišťovat odvod popř.i přívod vzduchu do prostoru místností bez možnosti přirozeného větrání. Dimenzování množství vzduchu dle charakteru větraných místností.

VZT zařízení bude ovládáno a řízeno ze systému M + R nebo místně.

VZT zařízení pro větrání CHÚC (chráněné únikové cesty)

S ohledem na požadavky zpracovatele požární bezpečnostního řešení bude řešeno větrání CHÚC.

U CHÚC bude přívod vzduchu řešen vždy v nejnižším místě a odvod vzduchu přetlakem v nejvyšším místě CHÚC. S ohledem na charakter VZT zařízení budou všechny prvky napojeny na záložní zdroj elektrické energie. Ovládání zařízení bude signálem z EPS a místně z řešených prostor.

2.14.2 VZT zařízení II.ETAPA

Zařízení pro větrání a odvlhčování ledové plochy v 1.NP

Odvlhčovací zařízení bude umístěno v prostoru strojovny VZT v 1.PP pod pomocnými prostory vedle ledové plochy. Jeho hlavním úkolem bude zajistit nutnou hygienickými předpisy požadovanou výměnu vzduchu a odvlhčení vnitřního vzduchu tak, aby nedocházelo k nežádoucím jevům vyskytujícím se u nevhodně větraných a odvlhčovaných ledových ploch, jako je výskyt mlhy nad ledem a kondenzace na stavebních konstrukcích (a tím i zhoršená kvalita ledové plochy, na kterou zkondenzovaná vzdušná vlhkost skapává). Přestože dle zadání FTVS není uvažováno s provozem ledové plochy v nejkritičtějších měsících (červenec, srpen), je instalace odvlhčovacího zařízení nezbytná, neboť bez něj by při venkovních teplotách nad cca 10°C docházelo k výše popsaným nežádoucím jevům.

Jedná se o odvlhčovací zařízení pracující na adsorpčním principu, které bude pro regeneraci využívat el.energie o max.příkonu 40kW (v dalším projektovém stupni lze zvážit alternativu s plynovým ohřevem nebo horkovodním ohřevem). Celkové množství odvlhčovaného vzduchu bude činit cca 9000m³/hod, množství regeneračního vzduchu pro adsorbční kolo 1800m³/hod.

Vzhledem k tomu, že ledová plocha nebude mít hlediště s větším počtem diváků, kteří by se stali dalším významným zdrojem vnitřní vlhkosti (na druhou stranu nižší haly bez hlediště jsou náchylnější ke kondenzaci vzdušné vlhkosti na stropní konstrukci a proto je zde odvlhčovací zařízení nezbytné), bude zařízení pracovat pouze s dávkou venkovního vzduchu cca 2000m³/hod, která zajistí hygienicky nutnou výměnu vzduchu. Zbytek vzduchu bude cirkulační. Zároveň v našem návrhu neuvažujeme s předchlazováním vzduchu před odvlhčováním na adsorpčním rotoru, neboť pro tento typ haly (nízká hala bez hlediště) s trvalou vnitřní teplotou do cca +10°C to není nutné a vedlo by to k navýšení investičních nákladů min.o 1,5mil.Kč.

Velkou pozornost bude nutno věnovat distribuci vzduchu tak, aby byla zajištěna dobré provětrání odvlhčeným vzduchem právě u stropních stavebních konstrukcí a zároveň byl minimalizován pohyb vzduchu nad ledovou plochou.

Zařízení bude provozováno v automatickém režimu dle požadavku na provětrání a odvlhčování ledové plochy.

Zařízení pro větrání bazénu v 1.NP

VZT zařízení bude umístěno v prostoru strojovny VZT v 1.PP. Větrání bude zajišťovat speciální odvlhčovací VZT bazénová jednotka, která bude vybavena odvlhčovacím kompresorovým okruhem, zpětným získáváním tepla pomocí vysoceúčinného dvojitého deskového rekuperátoru a teplovodním dohříváčem. Jedná se o nejefektivnější řešení větrání a odvlhčování bazénu jak po stránce výkonu, tak po stránce provozních nákladů.

Maximální množství přiváděného a odváděného vzduchu je navrženo na odvod vlhkosti z prostoru bazénu a činí cca 20100m³/hod. Větrání bude v trvalém provozu (v době mimo využití bazénu přejde zařízení automaticky do útlumového provozu).

Zařízení bude pracovat ve třech hlavních provozních režimech :

- Zimní provoz v době nízké měrné vlhkosti venkovního vzduchu – zařízení bude provozováno s částečnou cirkulací a vždy s hygienickým minimem venkovního vzduchu, které bude dle potřeby zvyšováno dle aktuální potřeby.
- Režim odvlhčování – v provozu kompresorový odvlhčovací okruh - cirkulační vzduch je odvlhčován a směřován s venkovním vzduchem.
- Letní větrání – větrání venkovním vzduchem (až 100%venkovního vzduchu) bez využití rekuperace.

Alternativním řešením větrání bazénu by mohlo být použití odvlhčovací VZT bazénové jednotka bez odvlhčovacího kompresorového okruhu, ale se zpětným získáváním tepla pomocí vysoceúčinného dvojitého deskového rekuperátoru a teplovodním dohříváčem. Toto řešení (běžně používané také kvalitní řešení) by vedlo k úspoře investičních nákladů v profesi vzduchotechnika o cca 0,5mil.Kč bez DPH, ale bylo by to za cenu vyšších provozních nákladů (za elektrickou a tepelnou energii) navíc cca 100.000,-Kč bez DPH/rok.

Zařízení pro větrání wellness ve 2.NP

VZT zařízení bude umístěno v prostoru strojovny VZT v 1.PP. U VZT zařízení bude uvažováno se zpětným získáváním tepla pomocí deskového rekuperátoru s účinností min.75%.

Množství přiváděného a odváděného vzduchu bude navrženo pro eliminaci vlhkosti od zdrojů vlhkosti (ochlazovací sprchy, parní kabina, výrobek ledu apod.) a pro zajištění minimální dávky čerstvého vzduchu pro osoby (min.50 m³/h na osobu). Větrání bude řešeno trvale (v době mimo využití wellness útlumový provoz).

Zařízení pro větrání šaten vč.sociálních zařízení

Obecně platí pro všechny šatny a sociální zařízení. Dimenzování bude řešeno dle následujících minimálních dávek vzduchu daných platnými předpisy :

- WC – min. 50 m³/h (odvod)
- umyvadlo – min. 30 m³/h (odvod)
- pisoár – min. 25 m³/h (odvod)
- úklidová komora – min. 50 m³/h (odvod)
- sprcha – min.150 m³/h (odvod)
- šatní skříňka – min.20m³/hod (přívod).

Zařízení pro šatny vč.soc.zařízení budou vybavena deskovými rekuperátory s účinností min.75%.

Větrání bude řešeno trvale (v době mimo provoz - útlumový režim).

Zařízení pro větrání a chlazení laboratoří ve 2.NP II.etapy

VZT zařízení bude umístěno v prostoru strojovny VZT ve 2.NP. U VZT zařízení bude uvažováno se zpětným získáváním tepla pomocí deskového rekuperátoru s účinností min.75%.

Zařízení bude vybaveno chlazením přiváděného vzduchu.

Výkon VZT regulován (to bude i u všech ostatních VZT zařízení) dle aktuální obsazenosti laboratoří, což povede k významné úspoře provozních nákladů.

Pro plnou eliminaci tepelných zátěží a garanci max.vnitřní teploty 24°C při letních výpočtových parametrech venkovního vzduchu budou laboratoře chlazeny přídavným chlazením (splitsystémy, multisplitsystémy).

Zařízení pro větrání technického zázemí v 1.PP II.etapy

Zařízení zajistí větrání přirozeně nevětratelných prostorů v 1.PP dle požadavků dodavatelů jednotlivých technologií.

Zařízení pro větrání garáží

Odvod vzduchu garáží zajistí odvodní ventilátory, které budou umístěny přímo v garážích nebo strojovnách VZT v 1.PP. Přívod vzduchu je uvažován přirozený. Dimenzování v souladu s platnou legislativou.

VZT zařízení bude ovládáno a řízeno ze systému M + R na základě čidel výskytu výfukových zplodin popř.dle nastaveného časového programu.

Zařízení pro větrání místností bez možností přirozeného větrání

VZT zařízení bude zajišťovat odvod popř.i přívod vzduchu do prostoru místností bez možností přirozeného větrání. Dimenzování množství vzduchu dle charakteru větraných místností.

VZT zařízení bude ovládáno a řízeno ze systému M + R nebo místně.

VZT zařízení pro větrání CHÚC (chráněné únikové cesty)

S ohledem na požadavky zpracovatele požárně bezpečnostního řešení bude řešeno větrání CHÚC.

U CHÚC bude přívod vzduchu řešen vždy v nejnižším místě a odvod vzduchu přetlakem v nejvyšším místě CHÚC. S ohledem na charakter VZT zařízení budou všechny prvky napojeny na záložní zdroj elektrické energie. Ovládání zařízení bude signálem z EPS a místně z řešených prostor.

2.14 Energetické nároky od VZT zařízení

Elektrická energie

VZT zařízení v I.etapě	...	Pel = 75kW
VZT zařízení ve II.etapě	...	Pel = 120kW
Celkem	...	Pel = 195kW

Tepelná energie (pouze větrací vzduch bez hrazení tepelných ztrát)

VZT zařízení v I.etapě	...	Qt = 100kW
VZT zařízení ve II.etapě	...	Qt = 215kW
Celkem	...	Qt = 315kW

3. CHLAZENÍ

3.1 Úvod

Profese CHLAZENÍ bude řešit návrh centrálního zdroje chladu pro celý objekt. Zdroj chladu bude vyrábět chladicí vodu o teplotním spádu 8/14 °C. Ze zdroje chladu bude řešen přívod chladicí vody k VZT jednotkám.

3.2 Výchozí podklady

Při zpracování návrhu bylo uvažováno s následujícími předpisy:

- ČSN 06 0310 - Tepelné soustavy v budovách
 - Projektování a montáž
- ČSN 06 0830 - Tepelné soustavy v budovách
 - Zabezpečovací zařízení
- ČSN EN 378-1,2,3,4 - Chladicí zařízení a tepelná čerpadla
 - Bezpečnostní a environmentální požadavky
- vyhláška č.48/1982 Sb. ČÚBP, kterou se stanoví základní požadavky k zajištění bezpečnosti práce a technických zařízení

3.3 Zdroj chladu

S ohledem na prostorové a dispoziční možnosti bude uvažováno se zdrojem chladu pro instalaci v prostoru strojovny chlazení, jejíž přesné umístění bude dořešeno v dalším projektovém stupni (měla by být umístěna optimálně v 1.PP v části realizované v I.etapě) stejně jako umístění odděleného vzduchem chlazeného kondenzátoru popř.suchého chladiče, který bude umístěn ve venkovním prostoru v blízkosti strojovny chlazení. Chladicí jednotka bude řešena s odděleným vzduchem chlazeným kondenzátorem (popř.suchým chladičem) v nízkohlučném provedení. Mezi chladicí jednotkou a kondenzátorem bude vedeno Cu potrubí pro rozvod ekologického chladiva chladiva (popř.potrubí rozvodu nemrznoucí směsi mezi chladicí jednotkou a suchým chladičem).

Provoz zdroje chladu bude uvažován pouze sezónní v přechodném a letním období. Celoroční provoz nebude s ohledem na charakter větraných a chlazených prostorů potřeba.

S ohledem na požadavky na chlad od jednotlivých VZT zařízení by měl být zdroj chladu vybudován v I.etapě realizace.

3.4 Chladicí výkon

Uvažovaný chladicí výkon zdroje chladu pro celý objekt bude cca 130 kW. Celkový instalovaný chladicí výkon ve VZT zařízeních bude cca 160 kW. Zdroj chladu bude navržen svým výkonem na současnost cca 0,8, která vychází z charakteru řešených prostorů a celého objektu.

3.5 Větrání prostoru strojovny chlazení

S ohledem na charakter a výkon uvažovaného zdroje chladu bude potřeba řešit provozní a havarijní větrání prostoru strojovny VZT. Zařízení bude zajišťovat eliminaci tepelných zisků pro dodržení maximální vnitřní teploty +35 °C a dále havarijní větrání pro případ úniku chladiva. Přívod i odvod vzduchu bude řešen pomocí VZT zařízení.

3.6 Rozvody chladu

Nové rozvody chladicí vody budou v řešených prostorech vedeny s ohledem na dispoziční možnosti a budou zavěšeny na závěsech s pevnou polyuretanovou výplní pro izolační hadice. Rozvody budou instalovány tak, aby umožňovaly kompenzování délkové roztažnosti potrubí. Rozvody potrubí do DN 40 včetně jsou navrženy z ocelových trubek závitových bezešvých dle ČSN 425710. Nad DN 40 bude potrubí provedeno z ocelových trub bezešvých hladkých dle ČSN 425715 a materiálu 11353.1.

Nejvyšší body rozvodu budou opatřeny odvzdušňovacími armaturami. Nejnižší body rozvodu budou opatřeny vypouštěcími armaturami. Spád směrem k vypouštěcím armaturám bude 0,3%.

Potrubí bude izolováno izolací ze syntetického pěněního kaučuku s parotěsnou zábranou. Izolovány budou pečlivě všechna místa potrubí včetně odvzdušňovacích nádob, vypouštění a armatur. Izolace bude bez povrchové úpravy. Uložení potrubí chlazené vody je nutno provést přes speciální izolační systém závěsů. Izolace musí probíhat i přes prostupy zdí a uvnitř chrániček.

Potrubí bude opatřeno ochranným nátěrem proti korozi. Veškeré nátěry jsou syntetické.

Chladicí soustava je provozována s proměnným průtokem. Regulace chladicího výkonu u jednotlivých spotřebičů (chladiče VZT jednotek) bude řešena pomocí dvoucestných regulačních ventilů.

3.7 Systém zabezpečení, dopouštění rozvodů chladu

Zabezpečení soustavy proti objemovým změnám chladicího média bude zajištěno uzavřenou expanzní nádobou s membránou a pojistným ventilem

Dopouštění chladicí soustavy a sledování min., max. tlaku bude řešeno profesí M+R.

3.8 Energetické nároky profese chlazení

Elektrická energie

Chladicí zařízení (chl.jednotka, vzduchem chlazený, kondenzátor, čerpadla) ... $P_{el} = 60\text{kW}$

4. TOPENÍ

4.1 Úvod

Předmětem řešení je návrh koncepce systému ÚT pro vytápění, ohřev TV, ohřev bazénové vody a zajištění tepla pro VZT zařízení v novém multifunkčním objektu FTVS v Praze 6.

4.2 Tepelná bilance, potřeba tepla

4.2.1 Tepelné ztráty objektu prostupem:

Tepelné ztráty prostupem byly vypočteny dle ČSN EN 12831 obálkovou metodou.

Vytápěný objekt se nachází v Praze, kde je výpočtová venkovní teplota $t_e = -12^\circ\text{C}$.

Teploty vnitřního vzduchu (t_i) v místnostech byly převzaty z ČSN EN 12831.

Tepelnou ztrátu objektu větráním hradí profese VZT.

Ve výpočtu byly uvažovány stavební konstrukce a otvorové výplně splňující požadované tepelné technické parametry dle ČSN 73 0540-2 (10-2011).

I.etapa ... tepelná ztráta (prostupem) ... 130kW

II.etapa ... tepelná ztráta (prostupem) ... 250kW

Celkem 380kW

4.2.2 Ohřev TV:

Pro určení potřebného topného výkonu pro špičkový ohřev TV bylo vycházeno z počtu sprch v šatnách a z normových parametrů výtoku dle ČSN 06 0320.

I.etapa ... špičkový topný výkon pro ohřev TV ... 200 kW

II.etapa ... špičkový topný výkon pro ohřev TV ... 250 kW

Celkem 450kW

4.2.3 Ohřev bazénové vody (II.etapa):

Maximální potřebný topný výkon pro ohřev bazénové vody nastane při ohřívání ze studeného stavu na potřebnou teplotu bazénové vody.

Pro celkový objem vody cca 500m³ v bazénech (vířivý 10m³, výukový 20m³, plavecký 470m³) vychází ohřev např. za 24h na 400kW nebo za 48h na 200kW.

Při běžném provozu bude potřeba pokrýt tepelné ztráty bazénové vody vlivem ztrát do okolí (odpar, prostup), denní obměna a doplnění vody. Pro tyto potřeby je uvažován topný výkon 150kW.

4.2.4 Teplo pro VZT zařízení:

Pro potřeby VZT zařízení bude potřebný topný výkon:

VZT zařízení v I.etapě	... 100kW
VZT zařízení ve II.etapě	... 215kW
Celkem	... 315kW

4.2.5 Teplo pro technologii chlazení ledové plochy (II.etapa):

Teplo potřebné pro technologii chlazení ledové plochy - sněžná jáma, doplňování vody do rolby - bude zajištěno ze zpětného získávání tepla této technologie (desuperheater, tepelné čerpadlo).

Jako částečně záložní a pomocný zdroj tepla je uvažován přívod od hlavního zdroje tepla objektu ... 100kW.

4.2.5 Celková bilance topných výkonů (I.+II.etapa):

Tepelná ztráta prostupem	... 380 kW
Ohřev TV	... 450 kW
Ohřev bazénové vody	... 150 kW
Topné výkony VZT zařízení	... 315 kW
Sněžná jáma + rolba	... 100 kW
Celkem	... 1395 kW

Připojný tepelný výkon dle ČSN 06 0310, příloha A:

$$Q_{PRIP} = 0,7 \times (Q_{TOP} + Q_{VZT} + Q_{BAZ} + Q_{LP}) + Q_{TV} = 0,7 \times (380 + 315 + 150 + 100) + 450 = 1115 \text{ kW}$$

4.2.6 Potřeba tepla (I.+II. etapa):

Výpočtová roční potřeba tepla pro vytápění (prostup)	... 650 MWh/rok
Výpočtová roční potřeba tepla pro VZT	... 310 MWh/rok
Výpočtová roční potřeba tepla pro ohřev TV	... 450 MWh/rok
Výpočtová roční potřeba tepla pro ohřev bazénové vody	... 400 MWh/rok
Celkem	... 1810 MWh/rok

4.2.7 Spotřeba zemního plynu (I.+II. etapa):

Výpočtová roční spotřeba zemního plynu	... 200000 m ³ /rok
--	--------------------------------

4.3 Zdroj tepla

Zdrojem tepla pro multifunkční budovu bude stávající plynová kotelna, která bude dle informace od provozovatele v dohledné době zmodernizována. Pro potřeby multifunkční budovy bude nutné posílit topný výkon této kotelny o výše uvedených 1115kW. Modernizace a rozšíření stávajícího zdroje tepla není v této studii zahrnuto.

Dalším zdroje tepla pro potřeby technologie chlazení ledové plochy a částečně i pro ohřev TV bude zpětné získávání tepla pomocí tepelného čerpadla, jehož návrh a dodávka bude součástí technologie chlazení ledové plochy. Předpokládaný topný výkon tepelného čerpadla je cca 200kW.

4.4 Systém ÚT

Jedná se o dvoutrubkový uzavřený teplovodní otopný systém s nuceným oběhem. Otopnou plochu systému ÚT tvoří teplovodní podlahové vytápění a otopná tělesa.

Vytápění haly míčových sportů, gymnastické haly a haly s ledovou plochou zajistí VZT jednotky.

Vytápění bazénové haly a zázemí bazénu zajistí podlahové vytápění v kombinaci s VZT jednotkami.

Vytápění šaten a zázemí pro halu míčových sportů, gymnastickou halu a halu s ledovou plochou zajistí podlahové vytápění v kombinaci s otopnými tělesy.

Otopný systém bude rozdělen na jednotlivé topné větve pro otopná tělesa, podlahové vytápění, VZT zařízení, ohřev bazénové vody, ohřev TV a teplo pro technologii chlazení ledové plochy.

Každá topná větev bude vybavena oběhovým čerpadlem s elektronicky řízenými otáčkami.

Teplota topné vody v topných větvích pro otopná tělesa a podlahové vytápění bude řízena ekvitermně, pomocí trojcestných směšovacích ventilů s pohony řízenými nadřazeným systémem MaR.

Nastavení průtoků v jednotlivých topných větvích bude zajištěno pomocí vyvažovacích ventilů s měřicími vsuvkami.

VZT zařízení:

VZT jednotky pro přívod a odvod vzduchu budou umístěny dle profese VZT. K teplovodním ohřevačům těchto VZT jednotek budou přivedeny přívody topné vody.

Regulace teploty topné vody bude zajištěna směšovacími uzly umístěnými u ohřevačů VZT jednotek.

Jedná se o kvalitativní regulaci – směšování v pevném bodě. Směšovací uzly budou vybaveny oběhovými čerpadly, vyvažovacími a uzavíracími armaturami. Průtok a teplotu topné vody do jednotlivých uzlů budou zajišťovat automatické vyvažovací kombinované regulační ventily s elektropohony (24V, 0-10V, řízení MaR).

Automatický regulační ventil udržuje v každé jednotce soustavy projektovaný průtok díky integrovanému regulátoru tlakového rozdílu a to za všech provozních stavů soustavy, tj. nejen pro jmenovitý výkon a průtok, ale i pro stavy s minimálním odběrem. Vlastní hydraulické vyvážení soustavy spočívá v nastavení projektovaného průtoku na stupnici ventilu. Po spuštění soustavy regulátory tlakového rozdílu integrované v každém ventilu seškrtí automaticky přebytečný tlakový přínos, tak aby každou jednotkou protékal pouze definovaný průtok.

Zkratky s vyvažovacími ventily DN15 u směšovacích uzlů VZT jednotek budou nastaveny na minimální průtok zajišťující hrazení tepelné ztráty rozvodu.

Elektrické napájení a ovládání čerpadel a ventilů topných větví a směšovacích uzlů VZT zajistí nadřazený systém MaR.

4.5 Rozvody tepla

Rozvody topné vody budou vedeny pod stropy (na závěsech) nebo ve stavebních konstrukcích, s ohledem na dispoziční možnosti. Rozvody budou instalovány tak, aby umožňovaly kompenzování délkové roztažnosti potrubí. Kompenzace délkové roztažnosti je řešena změnou směru vedení potrubí.

Rozvody potrubí do DN50 včetně budou provedeny z ocelových trubek závitových bezešvých dle ČSN 425710. Nad DN50 bude potrubí provedeno z ocelových trub bezešvých hladkých dle ČSN 425715 a materiálu 11353.1.

Rozvody potrubí budou opatřeny základním korozivzdorným syntetickým nátěrem a budou uloženy v tepelné izolaci v souladu s vyhláškou č.193/2007 sb.

Rozvody vedené k otopným tělesům v místnostech po stěnách budou opatřeny základním i vrchním nátěrem a nebudou izolovány.

V místech, kde bude potrubní rozvod protínat hranici dvou požárních úseků, bude potrubní rozvod umístěn do protipožárních ucpávek.

Rozvody topné vody vedené ve venkovním prostředí budou oplechovány a pod izolací budou opatřeny elektrickými topnými kabely.

Nejvyšší body rozvodu budou opatřeny odvzdušňovacími armaturami. Nejnižší body rozvodu budou opatřeny vypouštěcími armaturami. Spád směrem k vypouštěcím armaturám bude 0,3%.

4.6 Systém zabezpečení ÚT a doplňování vody do systému ÚT

Zabezpečovací zařízení otopné soustavy bude navrženo dle ČSN 06 0830 a bude součástí systému v kotelně. Systém ÚT bude řešen jako uzavřený s tlakovými expanzními nádobami nebo s expanzními automaty. Pojistné ventily budou osazeny na výstupním potrubí u zdrojů tepla.

Doplňování systému vodou do otopné soustavy bude zajištěno automatickým doplňovacím zařízením v kotelně.

Pro napouštění a doplňování otopného systému bude použita voda podle ČSN 07 7401 nebo ČSN 38 3350.

4.7 Energetické nároky profese ÚT

Elektrická energie – oběhová čerpadla, ostatní	...	Pel = 20kW
--	-----	------------

5. ENERGETICKÉ NÁROKY - REKAPITULACE

5.1 Elektrická energie

I. etapa

Vzduchotechnika	...	Pel = 75kW
Chlazení	...	Pel = 60kW
Topení	...	Pel = 10kW
Elektrická energie celkem	...	Pel = 145kW

II. etapa

Vzduchotechnika	...	Pel = 120kW
Chlazení	...	Pel = 0kW
Topení	...	Pel = 10kW
Elektrická energie celkem	...	Pel = 130kW

Celkem

Vzduchotechnika	...	Pel = 195kW
Chlazení	...	Pel = 60kW
Topení	...	Pel = 20kW
Elektrická energie celkem	...	Pel = 275kW

5.2 Tepelná energie**I.etapa**

Vzduchotechnika (jen ohřev větracího vzduchu bez úhrady tepelných ztrát prostupem)	...	Qt = 100kW
Topení	...	Qt = 330kW
Tepelná energie celkem	...	Qt = 430kW

II.etapa

Vzduchotechnika (jen ohřev větracího vzduchu bez úhrady tepelných ztrát prostupem)	...	Qt = 215kW
Topení	...	Qt = 750kW
Tepelná energie celkem	...	Qt = 965kW

Celkem

Vzduchotechnika (jen ohřev větracího vzduchu bez úhrady tepelných ztrát prostupem)	...	Qt = 315kW
Topení	...	Qt = 1080kW
Tepelná energie celkem	...	Qt = 1395kW

Přípojný tepelný výkon dle ČSN 06 0310, příloha A:

$$Q_{PRIP} = 0,7 \times (Q_{TOP} + Q_{VZT} + Q_{BAZ} + Q_{LP}) + Q_{TV} = 0,7 \times (380 + 315 + 150 + 100) + 450 = 1115W$$

6. ODHAD INVESTIČNÍCH NÁKLADŮ NA REALIZACI**I.etapa**

Vzduchotechnika	...	8,000.000,-Kč
Chlazení	...	3,000.000,-Kč
Topení	...	5,000.000,-Kč
Celkem investiční náklady I.etapa bez DPH	...	16,000.000,-Kč

II.etapa

Vzduchotechnika	...	11,800.000,-Kč
Chlazení	...	400.000,-Kč
Topení	...	3,000.000,-Kč
Celkem investiční náklady II.etapa bez DPH	...	15,200.000,-Kč

Celkem

Vzduchotechnika	...	19,800.000,-Kč
Chlazení	...	3,400.000,-Kč
<u>Topení</u>	...	<u>8,000.000,-Kč</u>
Celkem investiční náklady za obě etapy bez DPH	...	31,200.000,-Kč

V odhadu investičních nákladů je v ceně profese vzduchotechnika u dvou hlavních zařízení (větrání bazénu a větrání ledové plochy) započtena profese M+R (pouze u těchto dvou VZT zařízení, u ostatních VZT zařízení, chlazení a topení v ceně profese M+R není). V odhadu investičních nákladů dále nejsou započteny náklady na silnoproudé připojení, stavební práce a odvody kondenzátu od chladičů, odvlhčovacích okruhů a deskových rekuperátorů VZT jednotek stejně jako od vnitřních jednotek splitsystémů (multisplitsystémů).

7. VÝPOČET PROVOZNÍCH NÁKLADŮ

7.1 Ceny energií použité pro výpočet

Dle zadání od pracovníků FTVS jsou pro výpočet provozních nákladů použity následující ceny energií :,
elektrická energie ... 2,22 + DPH Kč/kWh
tepelná energie ... 430,00 + DPH Kč/GJ = 1,55 + DPH Kč/kWh (tato hodnota bude dle zadání dosažena po modernizaci kotelny).

7.2 Provozní doby jednotlivých prostorů použité pro výpočet

Dle zadání od pracovníků FTVS je pro řešené prostory uvažováno následující využití a provozní doby :

- Všechny prostory - 28 týdnů v roce (říjen – prosinec, únor – květen) využití cca 10-12 denně včetně víkendů.
- Všechny prostory mimo zimního stadionu a krytého bazénu - 6 týdnů cca 4-6 h (červenec – srpen) denně včetně víkendů.
- Všechny prostory - zbytek roku cca 8h denně včetně víkendů.

7.3 Vypočtené hodnoty provozních nákladů

Na základě výše uvedených zadaných hodnot a vypočtených parametrů jednotlivých zařízení činí vypočtené **hodnoty provozních nákladů za 1 rok bez DPH.**

7.3.1 Elektrická energie - provozní náklady za 1 rok bez DPH

I.etapa

Vzduchotechnika	...	250.000,-Kč
Chlazení	...	90.000,-Kč
<u>Topení</u>	...	<u>50.000,-Kč</u>
Celkem náklady na el. energii v I.etapě bez DPH	...	390.000,-Kč

II.etapa

Vzduchotechnika	...	520.000,-Kč
Chlazení	...	20.000,-Kč
<u>Topení</u>	...	<u>50.000,-Kč</u>
Celkem náklady na el. energii ve II.etapě bez DPH	...	590.000,-Kč

Celkem

Vzduchotechnika	...	770.000,-Kč
Chlazení	...	110.000,-Kč
<u>Topení</u>	...	<u>100.000,-Kč</u>
Celkem náklady na el. energii v I.a II.etapě bez DPH	...	980.000,-Kč

7.3.2 Tepelná energie - provozní náklady za 1 rok bez DPH

I.etapa

Vzduchotechnika (jen ohřev větracího vzduchu bez úhrady tepelných ztrát prostupem)	...	180.000,-Kč
<u>Topení</u>	...	<u>640.000,-Kč</u>
Celkem náklady na tepelnou energii v I.etapě bez DPH	...	820.000,-Kč

II.etapa

Vzduchotechnika (jen ohřev větracího vzduchu bez úhrady tepelných ztrát prostupem)	...	300.000,-Kč
<u>Topení</u>	...	<u>1.700.000,-Kč</u>
Celkem náklady na tepelnou energii ve II.etapě bez DPH	...	2.000.000,-Kč

Celkem

Vzduchotechnika (jen ohřev větracího vzduchu bez úhrady tepelných ztrát prostupem)	...	480.000,-Kč
<u>Topení</u>	...	<u>2.340.000,-Kč</u>
Celkem náklady na tepelnou energii v I.a II.etapě bez DPH	...	2.820.000,-Kč

Poznámka k vypočteným hodnotám provozních nákladů :

Výpočet provozních nákladů je proveden pro stav, kdy jsou navržena zařízení opravdu provozována a nejsou odstavována z provozu z důvodu šetření provozních nákladů jako je tomu např. u některých zimních stadiónů, která přestože adsorpční odvlhčovací zařízení mají, často ho vypínají, což má za následek výše popsany efekt mlhy nad ledem (ověřená informace u stadiónu Hvězda Praha 6 při tréninku malých hokejistů).

8. MOŽNÁ ALTERNATIVNÍ ŘEŠENÍ

V koncepčním návrhu ve všech profesích jsou ve všech případech navržena zařízení s ohledem na minimalizaci provozních nákladů (náklady na elektrickou energii a tepelnou energii), ale zároveň taková,

aby u nich úspora provozních nákladů na energie nebyla dosažena na úkor neúměrně vysokých investičních nákladů.

Nemá proto již smysl navrhovat ještě úspornější zařízení např. v profesi vzduchotechnika navrhovat rekuperátory s účinností okolo 90%, jejichž návratnost oproti navrženým by byla výrazně přes 20 let. Nejzajímavější alternativní řešení vyplynou z využití odpadního tepla z technologie chlazení ledové plochy. Toto teplo je, jak je již uvedeno výše, možno využít pro technologie přímo související s provozem ledové plochy jako je např. ohřev vody pro zařízení na úpravu ledu - rolba, vyhřívání sněžné jámy - tání ledové tříště sbírané při úpravě ledu nebo vyhřívání podloží - ochrana před jeho promrznutím odvodem tepla do ledové plochy, což jsou části, které budou případně řešeny v rámci technologie chlazení ledové plochy a nejsou řešeny v této studii. V rámci koncepčního návrhu TZB uvažujeme s využitím odpadního tepla z technologie chlazení ledové plochy pro ohřev TUV.

Na druhou stranu nemá smysl navrhovat v dnešní době zařízení, která budou mít výrazně vyšší provozní náklady za cenu v celkovém objemu o něco nižších investičních nákladů.

Zároveň nedoporučujeme snižovat navržený standard větrání a chlazení jednotlivých prostorů a to již s ohledem na to, že se to týká jen některých prostorů jako jsou např. gymnastická hala, hala míčových sportů, kde by nebylo nezbytné chlazení (což nedoporučujeme - vedlo by to ke zhoršení mikroklimatických podmínek a to za cenu snížení investičních nákladů max. o 1 mil. Kč). Ostatní prostory jsou větrány resp. chlazeny a vytápěny v souladu s platnou legislativou.

Možné alternativy v jednotlivých profesích jsou uvedeny v následující části.

8.1 Vzduchotechnika

V profesi vzduchotechnika se mnoho koncepčně alternativních řešení nenabízí, což je dáno nutností splnění platné legislativy tj. zejména následujících předpisů :

- Nařízení vlády č. 93/2012 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci ve znění nařízení vlády č. 68/2010 Sb.
- Vyhláška MZ ČR č. 6 ze dne 16. prosince 2002, kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb
- Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací.

Z tohoto důvodu nelze použít **přírozené větrání**, které by zajištění požadavků výše uvedené legislativy nebylo schopno splnit.

Dále je nutno respektovat technologické vybavení objekt a způsob jeho využití – specifické požadavky na větrání a odvlhčování ledových ploch se zázemím a bazénu se zázemím. To již přímo určuje zvolený systém větrání a odvlhčování těchto prostorů.

Jediným zajímavým alternativním řešením je tak dle našeho názoru v profesi vzduchotechnika alternativní řešení větrání a odvlhčování bazénu. Jedná se o nižší standard oproti návrhu v této studii (s odvlhčovací kompresorovým okruhem - pro ten jsou v kapitolách 6. a 7. vypočteny investiční a provozní náklady) s použitím odvlhčovací VZT bazénové jednotky bez odvlhčovacího kompresorového okruhu, ale se zpětným získáváním tepla pomocí vysoceúčinného dvojitého deskového rekuperátoru a teplovodním dohřívačem. Toto řešení (běžně používané také kvalitní řešení) by vedlo **k úspoře investičních nákladů v profesi vzduchotechnika o cca 0,5 mil. Kč bez DPH, ale bylo by to za cenu vyšších provozních nákladů (za elektrickou a tepelnou energii) navíc cca 100.000,- Kč bez DPH/rok.**

8.2 Chlazení

8.2.1 Základní faktory ovlivňující volbu zdroje chladu

V profesi chlazení je volba koncepce dána následujícími faktory :

- Požadovaný chladicí výkon – cca 130kW.
- Pouze sezónní provoz chlazení – běží pouze v létě a přechodném období (ne v zimě) vzhledem k tomu, že odběry chladu představují čerstvovzdušná VZT zařízení, která v zimním období vzduch strojně chladit nepotřebují.
- Celková doba využití chlazení v roce – tj.nejen pouze sezónní provoz, ale také provozní doba max.6 hodin v červenci a srpnu, kdy jsou požadavky na chlazení největší.

8.2.2 Alternativní zdroj chladu - absorpční zdroj chladu

Z výše uvedených důvodů jsme vyloučili použití **absorpčního chlazení**, které by pro výše uvedené podmínky bylo investičně velmi nákladné – **cena za chlazení s absorpčním zdrojem chladu by byla okolo 10,000.000,-Kč**, což je téměř 3 x více než cena navrženého kompresorového zdroje chladu. Provozní náklady by přitom byly pro daný zdroj chladu srovnatelné s navrženým zdrojem kompresorovým – výrobek chlazené vody (chiller) s rozvodem chlazené vody k jednotlivým odběrům v objektu a nepřinesly by tak žádnou provozní úsporu. Proto bylo použití tohoto způsobu chlazení zamítnuto.

8.2.3 Alternativní zdroj chladu – kompresorové kondenzační jednotky

Použití kompresorových chladicích jednotek s rozvodem chladiva od inverterových (plynulá regulace výkonu) kompresorových kondenzačních jednotek k výparníkům VZT jednotek ve strojovnách VZT je reálnou alternativou k výrobě chlazené vody (chiller) s rozvodem chlazené vody k jednotlivým odběrům v objektu. Použití tohoto alternativního systému doporučujeme zvážit v dalším projektovém stupni s tím, že nevýhodou této alternativy je :

- Více jednotek ve venkovním prostředí tzn.vyšší prostorové nároky (ne ale nijak výrazně).
- Vyšší hlučnost zařízení ve venkovním prostoru oproti hlučnosti systému vodního chlazení (nepředstavovalo by však rozhodně problém s dodržením platné legislativy).
- Větší množství chladiva v zařízeních a rozvodech po objektu – byť se jedná o chladivo ekologické, které vyhoví platným předpisům, ale pro splnění platné legislativy (kontroly těsnosti chladicích okruhů dle nařízení (EU) č. 517/2014) bude nutno provádět kontroly na více zařízeních a vést obsáhlejší dokumentaci.

Výhodou tohoto alternativního řešení jsou nižší investiční náklady oproti základní variantě – **výše investičních nákladů na chlazení prostřednictvím inverterových kompresorových chladicích jednotek bude činit cca 2,100.000,-Kč bez DPH. Výše provozních nákladů bude srovnatelná se základní variantou tj.cca 110.000,-Kč/rok.**

8.3 Topení

8.3.1 Alternativní řešení zdroje tepla

Jako možné řešení zdrojů tepla se nabízejí varianty:

- 1) Plynová kotelná (zemní plyn)
- 2) Tepelná čerpadla

- 3) Elektrokotle
- 4) Kotle na tuhá paliva

Tyto zdroje tepla byly uvažovány pro potřebný topný výkon 1115kW a roční potřebu tepla 1810MWh/rok.

8.3.2 Plynová kotelná (zemní plyn)

Pro vytápění stávajících objektů se v areálu FTVS nachází stávající plynová kotelná. Pro řešení vytápění nového multifunkčního objektu by bylo možné rozšířit stávající kotelnu o potřebný topný výkon pro nový objekt. Variantně by bylo možné řešit samostatně novou plynovou kotelnu umístěnou přímo v novém multifunkčním objektu. V tomto případě by úsporou mohly být náklady spojené se zvýšenou tepelnou ztrátou venkovních rozvodů a čerpací prací zvětšenou o delší rozvody mezi stávající kotelnou a novým objektem.

Roční provozní náklady při vytápění s kotlí na zemní plyn	... 2.820.000,-Kč
Odhad investičních nákladů na pořízení plynové kotelny (zemní plyn)	... 3.500.000,-Kč

8.3.3 Tepelná čerpadla

Uvažována je kaskáda sedmi kusů tepelných čerpadel vzduch-voda o topném výkonu 121,5kW pro 1 kus při venkovní teplotě -12°C a teplotě topné vody 50/45°C – celkem tedy 7ks tepelných čerpadel o souhrnném topném výkonu 850,5kW. Při zimních výpočtových parametrech by tepelná čerpadla zajistila potřebu celkového topného výkonu z cca 75%, zbytek by byl zajištěn ze stávající plynové kotelny (stejně jako je tomu v základním navrženém řešení, kde jsou ze stávající plynové kotelny pokryty kompletní požadavky na topný výkon).

Roční spotřeba elektrické energie při vytápění s tepelnými čerpadly (COP=2,5)	... 724MWh
Roční provozní náklady při vytápění s tepelnými čerpadly	... 1.610.000,-Kč
Roční úspora provozních nákladů proti plynovému zdroji tepla	... 1.210.000,-Kč
Odhad investičních nákladů na pořízení zařízení s tepelnými čerpadly	... 15.000.000,-Kč
Předpokládaná návratnost investice do tepelných čerpadel	... 12-13let

8.3.4 Elektrokotle

Tento zdroj tepla by tvořila kaskáda elektrokotlů, např. 4ks o topném výkonu jednoho elektrokotle 300kW. Každý tento elektrokotel se skládá ze dvou elektrokotlů o výkonu 150kW na společném rámu. Dílčí elektrokotle jsou rozděleny na pět sekcí po 30kW. Každá sekce má svůj přívod a výstup topné vody, oběhové čerpadlo, přívod elektrické energie a ovládací obvody. Regulace je zajištěna kaskádovým řadičem s potřebným počtem stupňů.

Roční provozní náklady při vytápění s elektrokotli	... 4.020.000,-Kč
Odhad investičních nákladů na pořízení kotelny s elektrokotli	... 3.200.000,-Kč

8.3.5 Kotle na tuhá paliva

Při spalování tuhých paliv dochází k emitování znečišťujících látek. Legislativa ohledně emisí pro tato zařízení je průběžně neustále zpřísňována. Pro skladování potřebného paliva je nutné u kotelny zřídit dostatečné skladovací prostory a toto palivo průběžně doplňovat (nároky na transportní cesty).

S ohledem na stávající zdroj tepla, který tvoří kotelná na zemní plyn a je možné ji i rozšířit, **by nebylo přínosem zřizovat novou kotelnu na tuhá paliva.**

Roční provozní náklady při vytápění koksem	... 2.500.000,-Kč
--	-------------------

9. ZÁVĚR

Zařízení TZB (vzduchotechnika, chlazení, topení) jsou navržena ve výše popsaném rozsahu na základě podkladů a informací obdržených ke dni 14.6.2017.

V dalších projektových stupních bude studie dále rozpracována na základě podrobnějších stavebních podkladů a podrobnějších informací o použitých technologiích (chlazení ledové plochy, bazén apod.).

V Praze, 14.6.2017

Vypracovali :

Ing.Jan Pavlíček

Ing.Radek Zmatlík


AIR TECHNIC Clima s.r.o. ①
AIR TECHNIC Clima s.r.o. Na Kocínce 210/3
IČO: 03908232 160 00 Praha 6
DIČ: CZ03908232 tel.: 233 336 818
Zapsáno u MS v Praze, oddíl C, vložka 239728

Přehled investičních a provozních nákladů pro jednotlivé varianty řešení v profesích VZT, chlazení, topení

Varianta řešení	Odhad investičních nákladů bez DPH (Kč)			Provozní náklady bez DPH (Kč)			Doporučení zpracovatele studie k realizaci varianty ANO / NE
	1.ETAPA	2.ETAPA	CELKEM	1.ETAPA	2.ETAPA	CELKEM	
1.VZDUCHOTECHNIKA							
1.1 Základní varianta popsaná ve studii	8 000 000,00 Kč	11 800 000,00 Kč	19 800 000,00 Kč	430 000,00 Kč	820 000,00 Kč	1 250 000,00 Kč	ANO
1.2 Varianta s větráním bazény bez kompresorového odvlhčování	8 000 000,00 Kč	11 300 000,00 Kč	19 300 000,00 Kč	430 000,00 Kč	920 000,00 Kč	1 350 000,00 Kč	LZE ZVÁŽIT
2.CHLAZENÍ							
2. 1 Základní varianta popsaná ve studii - výrobniky chlazené vody (chiller) s rozvodem chlazené vody po objektu k jednotlivým odběrům chladu	3 000 000,00 Kč	400 000,00 Kč	3 400 000,00 Kč	90 000,00 Kč	20 000,00 Kč	110 000,00 Kč	ANO
2.2 Absorpční zdroj chladu s rozvodem chlazené vody po objektu k jednotlivým odběrům chladu	9 600 000,00 Kč	400 000,00 Kč	10 000 000,00 Kč	90 000,00 Kč	20 000,00 Kč	110 000,00 Kč	NE
2.3. Kompresorové chlazení s kondenzačními jednotkami s rozvodem chladiva po objektu k jednotlivým odběrům chladu (přímé výparníky)	1 200 000,00 Kč	900 000,00 Kč	2 100 000,00 Kč	90 000,00 Kč	20 000,00 Kč	110 000,00 Kč	LZE ZVÁŽIT
3.TOPENÍ							
3.1 Základní varianta popsaná ve studii - zdroj tepla stávající plynová kotelna	5 000 000,00 Kč	3 000 000,00 Kč	8 000 000,00 Kč	480 000,00 Kč	2 340 000,00 Kč	2 820 000,00 Kč	ANO
3.2 Zdroj tepla - nová plynová kotelna v novém objektu	8 500 000,00 Kč	3 000 000,00 Kč	11 500 000,00 Kč	480 000,00 Kč	2 340 000,00 Kč	2 820 000,00 Kč	NE
3.3 Zdroj tepla - tepelná čerpadla	20 000 000,00 Kč	3 000 000,00 Kč	23 000 000,00 Kč	350 000,00 Kč	1 260 000,00 Kč	1 610 000,00 Kč	NE
3.4 Zdroj tepla - elektrokotle	8 200 000,00 Kč	3 000 000,00 Kč	11 200 000,00 Kč	880 000,00 Kč	3 140 000,00 Kč	4 020 000,00 Kč	NE
3.5 Zdroj tepla - kotle na tuhá paliva	9 000 000,00 Kč	3 000 000,00 Kč	12 000 000,00 Kč	520 000,00 Kč	1 980 000,00 Kč	2 500 000,00 Kč	NE


AIR TECHNIC Clima s.r.o. ①

 AIR TECHNIC Clima s.r.o. Na Kocínce 210/3
 IČO: 03908232 160 00 Praha 6
 DIČ: CZ03908232 tel.: 233 336 818
 Zapsáno u MŠ v Praze, oddíl C, vložka 239728