



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

VZDUCHOTECHNIKA BAZÉNU

AIRCONDITIONING IN THE SWIMMING POOL

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR THESIS

AUTOR PRÁCE ALEXANDR ULMA
AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE Doc. Ing. ALEŠ RUBINA, Ph.D.
SUPERVISOR

BRNO 2012



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

DOKLADOVÁ ČÁST

VZDUCHOTECHNIKA BAZÉNU AIRCONDITIONING IN THE SWIMMING POOL

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR THESIS

AUTOR PRÁCE ALEXANDR ULMA
AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE Doc. Ing. ALEŠ RUBINA, Ph.D.
SUPERVISOR

BRNO 2012



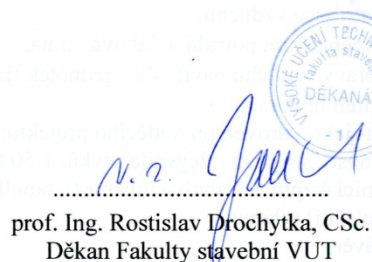
VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608R001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav technických zařízení budov

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Alexandr Ulma
Název	Vzduchotechnika bazenu
Vedoucí bakalářské práce	doc. Ing. Aleš Rubina, Ph.D.
Datum zadání bakalářské práce	30. 11. 2011
Datum odevzdání bakalářské práce	25. 5. 2012
V Brně dne 30. 11. 2011	


doc. Ing. Aleš Rubina, Ph.D.
Vedoucí ústavu


prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

1. Stavební dokumentace zadané budovy
2. České i zahraniční technické normy
3. Odborná literatura
4. Zdroje na internetu

Zásady pro vypracování

- a) titulní list,
- b) zadání VŠKP,
- c) licenční smlouva podepsaná autorem VŠKP,
- d) abstrakt v českém a anglickém jazyce, klíčová slova v českém a anglickém jazyce,
- e) bibliografická citace VŠKP dle ČSN ISO 690,
- f) prohlášení autora o původnosti práce, podpis autora,
- g) poděkování (nepovinné),
- h) obsah,
- i) úvod,
- j) vlastní text práce s touto osnovou:
 - A. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu, rozsah 15 až 20 stran
 - B. Výpočtová část
 - ♣ analýza objektu – rozdělení na funkční celky VZT, koncepční řešení celé budovy, vedoucí zadá 1-2 zařízení k dalšímu rozpracování
 - ♣ tepelné bilance,
 - ♣ průtoky vzduchu, tlakové poměry
 - ♣ distribuce vzduchu,
 - ♣ dimenzování potrubí a tlaková ztráta,
 - ♣ úpravy vzduchu návrh VZT jednotek (hx diagramy),
 - ♣ útlum hluku
 - C. Projekt – úroveň prováděcího projektu: výkresy dvoučarově, půdorysy + řezy (řešené místnosti, strojovna) legenda prvků, 1:50 (1:100) – budou uloženy samostatně jako přílohy, technická zpráva (tabulka místností, tabulka zařízení), položková specifikace, funkční (regulační) schéma
- k) závěr,
- l) seznam použitých zdrojů,
- m) seznam použitých zkratk a symbolů,
- n) seznam příloh,
- o) přílohy - výkresy

Vše bude svázáno pevnou vazbou. Volné dokumenty (metadata, posudky, výsledky obhajoby) budou vloženy do kapsy na předních deskách, výkresy budou poskládány a uloženy jako příloha v kapse na zadní straně desek. Na posledním listě bude vlepeno CD.

Předepsané přílohy

Licenční smlouva o zveřejňování vysokoškolských kvalifikačních prací


.....
doc. Ing. Aleš Rubina, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA STAVEBNÍ

POPISNÝ SOUBOR ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Vedoucí práce	doc. Ing. Aleš Rubina, Ph.D.
Autor práce	Alexandr Ulma
Škola	Vysoké učení technické v Brně
Fakulta	Stavební
Ústav	Ústav technických zařízení budov
Studijní obor	3608R001 Pozemní stavby
Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Název práce	Vzduchotechnika bazénu
Název práce v anglickém jazyce	Airconditioning in the swimming pool
Typ práce	Bakalářská práce
Přidělovaný titul	Bc.
Jazyk práce	Čeština
Datový formát elektronické verze	
Anotace práce	Tato bakalářská práce je zaměřena na návrh vzduchotechnického zařízení pro bazénovou přístavbu hotelu. Ta sestává z teplovzdušně větraných prostorů wellness a z klimatizované bazénové haly. Teoretická část se zabývá literární rešerší v oblasti využití odpadního tepla při řízeném odvlhčování klimatizovaného prostoru. Projektová část zahrnuje vypracování realizační dokumentace vzduchotechnického zařízení bazénové haly a koncepční řešení prostorů wellness.

Anotace práce v anglickém jazyce	This bachelor thesis focuses on design of air-conditioning for hotel natatorium. It consists of two functional parts, wellness centre and indoor swimming pool. The theoretical part deals with literature review on utilization of heat recovery in conjunction with controlled dehumidification of natatorium. The practical part includes detailed project documentation for the indoor swimming pool part and conceptual design for the wellness centre.
Klíčová slova	bazénová hala, tepelné čerpadlo, otevřený absorpční systém, tepelné ztráty, tepelné zisky, průtoky vzduchu, koncové prvky, dimenzování potrubí, vzduchotechnická jednotka, útlum hluku
Klíčová slova v anglickém jazyce	natatorium, heat pump, open absorption system, heat losses, heat gains, ventilation rates, air terminal devices, sizing of ducting, air handling unit, sound attenuation

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

ULMA, Alexandr. *Vzduchotechnika bazénu*. Brno, 2011. 89 s., Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce doc. Ing. Aleš Rubina, Ph.D..

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 12.5.2012

.....
Alexandr Ulma

PODĚKOVÁNÍ

Chtěl bych touto cestou poděkovat vedoucímu této bakalářské práce Doc. Ing. Aleši Rubinovi, Ph.D. za trpělivost a cenné rady při řešení a vypracovávání bakalářské práce.

Obsah

A) TEORETICKÁ ČÁST

1.	Praktické problémy při návrhu vzduchotechniky bazénové haly	12
1.1.	Selhání při využití Coandova jevu	12
1.2.	Umístění kolen a rozboček v blízkosti vzduchotechnické jednotky	12
1.3.	Umístění odvodních výustek	13
1.4.	Chyby spojené s přívodem venkovního vzduchu	13
1.5.	Závěr	13
2.	Využití odpadního tepla při řízeném odvlhčování	14
2.1.	Konvenční větrání se směřováním	14
2.2.	Kompresorový chladicí okruh	16
2.3.	Otevřený absorpční okruh	18
2.4.	Srovnání 3 systémů řízeného odvlhčování	19
2.5.	Závěr literární rešerše	22
3.	Analýza přínosu využití odpadního tepla při řízeném odvlhčování projektovaného VZT zařízení	23
3.1.	Úvod	23
3.2.	Metody	23
3.3.	Výsledky	24
3.4.	Diskuze	26
3.5.	Závěr	26
4.	Analýza volby požadovaného souč. prostupu tepla u bazénových hal	27
4.1.	Závěr analýzy	28

B) VÝPOČTOVÁ ČÁST

1.	Analýza objektu	33
2.	Tepelně hmotnostní bilance	36
2.1.	Tepelné zátěže	37
2.2.	Tepelné ztráty	40
3.	Průtoky vzduchu	48
4.	Distribuční prvky	50
4.1.	Odvod vzduchu	50
4.2.	Přívod vzduchu	52
5.	Dimenzování potrubí	55
6.	Vzduchotechnické jednotky	56
6.1.	Zařízení 1.01	56

6.2.	Zařízení 1.02	61
7.	Útlum hluku	65
8.	Izolace potrubí	71
C)	PROJEKT	
1.	Technická zpráva	77
1.1.	Úvod	77
1.1.1.	Podklad pro zpracování	77
1.1.2.	Klimatické podmínky	77
1.1.3.	Požadované parametry vnitřního prostředí bazénové haly	77
1.2.	Popis základní koncepce vzduchotechnického zařízení	78
1.2.1.	Hygienické větrání	78
1.2.2.	Energetické zdroje	79
1.3.	Popis technického řešení	79
1.3.1.	Zařízení č. 1	79
1.4.	Nároky na energie	80
1.5.	Měření a regulace, protimrazová ochrana	80
1.6.	Protihluková a protiotřesová opatření	80
1.7.	Izolace a nátěry	80
1.8.	Protipožární opatření	81
1.9.	Nároky na spolusouvisející profese	81
1.10.	Montáž, provoz, údržba a obsluha zařízení	81
1.11.	Závěr	82
2.	Funkční schema zapojení	83
3.	Specifikace zařízení	85
	Závěr	87
	Seznam použitých zdrojů	88
	Seznam příloh	89



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

A) TEORETICKÁ ČÁST

VZDUCHOTECHNIKA BAZÉNU AIR CONDITIONING IN THE SWIMMING POOL

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR THESIS

AUTOR PRÁCE ALEXANDR ULMA
AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE Doc. Ing. ALEŠ RUBINA, Ph.D.
SUPERVISOR

BRNO 2012

1. Praktické problémy při návrhu vzduchotechniky bazénové haly

Bezproblémový provoz bazénové haly z hlediska kvality vnitřního prostředí a bezpečnosti konstrukcí před korozními vlivy bazénové chemie je zajištěn, jestliže návrh bere v potaz dokonalé spolupůsobení 4 základních faktorů. Obálka budovy, strojní vybavení, distribuce vzduchu a bazénová chemie musí být správně navrženy a realizovány, přičemž zanedbání jediného z těchto faktorů ovlivní zbývající tři a bazénová hala nikdy nedosáhne plného funkčního potenciálu.

Nejčastěji se vyskytující problémy při návrhu vyplývají z podcenění požadavků na vnitřní prostředí a zátěže vázaným teplem tj. vývinem vodní páry při odpařování vody z povrchu vodní hladiny. Při návrhu klimatizace v běžných prostorách má vzduchotechnické zařízení k dispozici přebytek výkonu po většinu času mimo největší letní extrémy, ovšem v případě bazénové haly je návrhový výkon využit po celý rok.

V praxi se setkáváme s chybami v návrhu, které nejsou na první pohled zřejmé, ovšem s železnou pravidelností se opakují a ve výsledku přinášejí nevyhovující návrh a s postupem času poruchy, jejichž řešení je velmi nákladné.

1.1. Selhání při využití Coandova jevu

Coandův jev se vyskytuje při výtoku tekutiny. Vytéká-li z trysky paprsek tekutiny, nasává jeho rozvířený povrch tekutinu z okolí, do něhož vtéká. Jestliže paprsek proudí podél stěny, vysaje proud tekutinu za vzniku podtlaku a vlivem jeho působení se paprsek přisaje ke stěně.

V případě bazénové haly tak správný návrh a instalace potrubí umožňuje přiváděnému proudu vzduchu omývat celou plochu transparentní konstrukce. Teplý, odvlhčený vzduch tak ofukuje venkovní okna a zabraňuje povrchové kondenzaci na chladném okenním skle. Přírodní výustky by měly být stejně široké jako povrch, který má být ofukován. Nejlepších výsledků dosahují lineární výustky s polohovatelnými lamelami. Povrchová kondenzace v zimě je běžným jevem v bazénových halách a běžně vyplývá z nesprávné polohy výustek. Pokud nejsou umístěny dostatečně blízko, případně přivádí vzduch pod nedostatečně ostrým úhlem vůči oknům, Coandův jev nenastane a chladné povrchy se orosí, voda stéká, narušuje konstrukci rámu oken a zvyšuje riziko růstu plísní na přilehlých konstrukcích.

1.2. Umístění kolen a rozboček v blízkosti vzduchotechnické jednotky

Jestliže umístíte kolena nebo rozbočky příliš blízko vzduchotechnické jednotky, sání ventilátoru vytvoří v potrubí turbulence, které zabraňují rovnoměrnému rozložení vzduchu přiváděného na výměníky tepla a tím snižují jejich účinnost. Tento jev si lze představit analogií s autem projíždějícím po cestě plné listí. Při průjezdu auta vzduch víří směrem ke karoserii a zanechává za sebou hromádky listí. Podobný jev nastává v potrubí při průchodu vzduchu kolenem nebo rozbočkou a v konečném důsledku snižuje účinnost výměníku tepla. Proto se doporučuje předřadit vzduchotechnické jednotce určitý úsek rovného potrubí, což zvyšuje prostorové nároky na strojovnu a je s nimi nutné počítat již při architektonickém návrhu bazénové haly.

Pozn. V projektu byl v architektonickém návrhu prostor pro strojovnu vzduchotechniky podceněn a projekt vzduchotechniky tak musel respektovat dispoziční možnosti a výše uvedené doporučení nebylo možno uplatnit.

1.3. Umístění odvodních výustek

Abychom zajistili požadované odvlhčení vnitřního vzduchu a ochránili konstrukce před povrchovou kondenzací, musí být vzduch přiváděn a odváděn tak, aby vznikající obrazy proudění zajistily výměnu vzduchu ve všech místech bazénové haly a nevznikaly místa stagnace vzduchu nebo naopak příliš vysoké rychlosti proudění, které zvyšují zátěž odparem. Naprosto zásadní je eliminace zkratu proudění, kdy je přírodní vzduch hned nasáván odvodní výustkou a nevykoná tak žádnou odvlhčovací práci. Ideálně se přírodní výustky navrhují ve spodní části výškového profilu místnosti a odvodní výustky naopak v horní části. Je nutné se vyhnout opačnému uspořádání, protože odvodní výstupy umístěné při podlaze by začaly plnit funkci centrálního vysavače. Tím by se velmi rychle zanášely filtry a zvyšovaly provozní náklady na výměnu filtrů a provoz ventilátorů na vyšších výkonových hladinách.

Problematickým je též umístění odvodních výustek nad vířivky a lázně, protože oleje uvolňované z lidské kůže v důsledku pobytu v horkých podmínkách se budou akumulovat v potrubí, na filtrech a tepelných výměnících a negativně ovlivňovat výkon vzduchotechnického zařízení. Na druhou stranu vířivky mohou být z pohledu zátěže odparem zásadnějším a koncentrovanějším zdrojem této agencie než mnohem rozsáhlejší hladina plaveckého bazénu a umístění odvodu nad výustku se přímo nabízí.

Pozn. Projekt je specifický velmi malým podílem prosklení, a proto běžný způsob přivádění vzduchu zespodu směrem k venkovním oknům a odvod v podhledu není použitelný. Řešením je přívod vzduchu lineárními výustkami v podhledu po celé délce bazénu pod úhlem 45° opačným směrem než jsou umístěny odvodní prvky. Tím je maximalizováno promíchání vzduchu v celém objemu místnosti.

1.4. Chyby spojené s přívodem venkovního vzduchu

Nedostatečný podíl čerstvého venkovního vzduchu vede k problémům s kvalitou vnitřního vzduchu, přebytečný podíl je ekonomicky náročný na ohřev a chlazení. Druhý případ může snadno nastat, když technik údržby vnímá vnitřní prostředí jako nevyhovující a zvýší podíl přiváděného čerstvého vzduchu. Neuvedomí si ovšem, že příčinou problému je nevhodné skladování chemických látek, špatné dávkování bazénové chemie nebo nesprávná distribuce vzduchu. Řešením pak není neekonomické zvýšení podílu čerstvého vzduchu, ale úprava procedur spojených s bazénovou chemií. Tím se vracíme k úvodnímu doporučení – abychom maximálně využili potenciálu návrhu bazénové haly, musíme zajistit vzájemné spolupůsobení zásadních faktorů.

Pozn. V podkladech stavebního projektu nejsou k dispozici informace o bazénové chemii, a proto je podíl čerstvého vzduchu stanoven z minimální dávky čerstvého vzduchu na osobu a hodinová výměna vychází z požadavků na odvedení teplotní a vodní zátěže.

1.5. Závěr

První kapitola teoretické části se snažila poukázat na 4 největší problémy, které se dle¹⁾ nejčastěji vyskytují při návrhu vzduchotechniky bazénové haly a zároveň nejsou vnímány s dostatečnou vážností, což vede k častým poruchám a vícenákladům při jejich řešení. Stěžejní myšlenkou je tuctové, přesto opomíjené doporučení vnímat návrh jako komplexní problém a uvědomovat si i méně zřejmé souvislosti. Obálka budovy, strojní vybavení, distribuce vzduchu a bazénová chemie jsou 4 základní faktory, které musí být ve vzájemném souladu, aby vnitřní prostředí bazénové haly maximálně splnilo očekávání investora i uživatelů klimatizovaného prostoru.

2. Využití odpadního tepla při řízeném odvlhčování

Provozy vnitřních bazénů jsou velmi energeticky náročné z důvodů velkých tepelných ztrát větráním. V důsledku odparu z vodní hladiny má odpadní vzduch vysoký obsah vodní páry a velkou měrnou entalpii, kterou je výhodné využít v rámci zpětného získávání tepla a zároveň vzduch odvlhčit a pokrýt tak vodní zátěž.

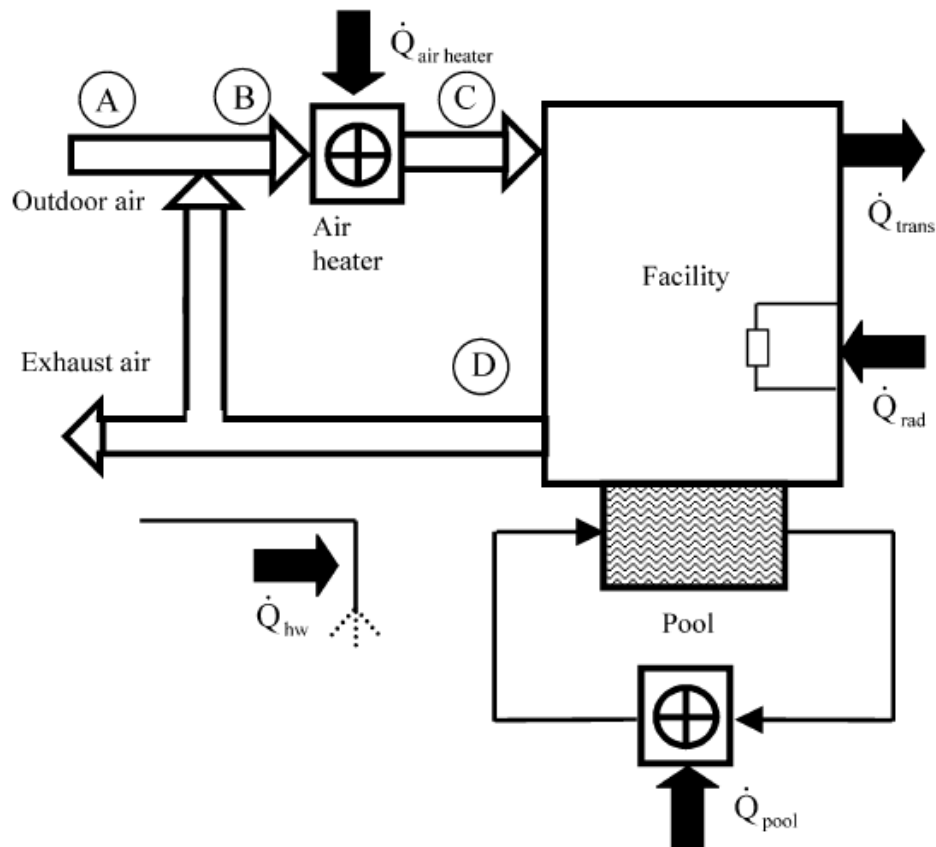
Existují tři základní principy zpětného získávání tepla při řízeném odvlhčování:

- Konvenční větrání se směřováním
- Kompresorový chladicí okruh (tepelné čerpadlo)
- Absorpční chladicí okruh

2.1. Konvenční větrání se směšováním

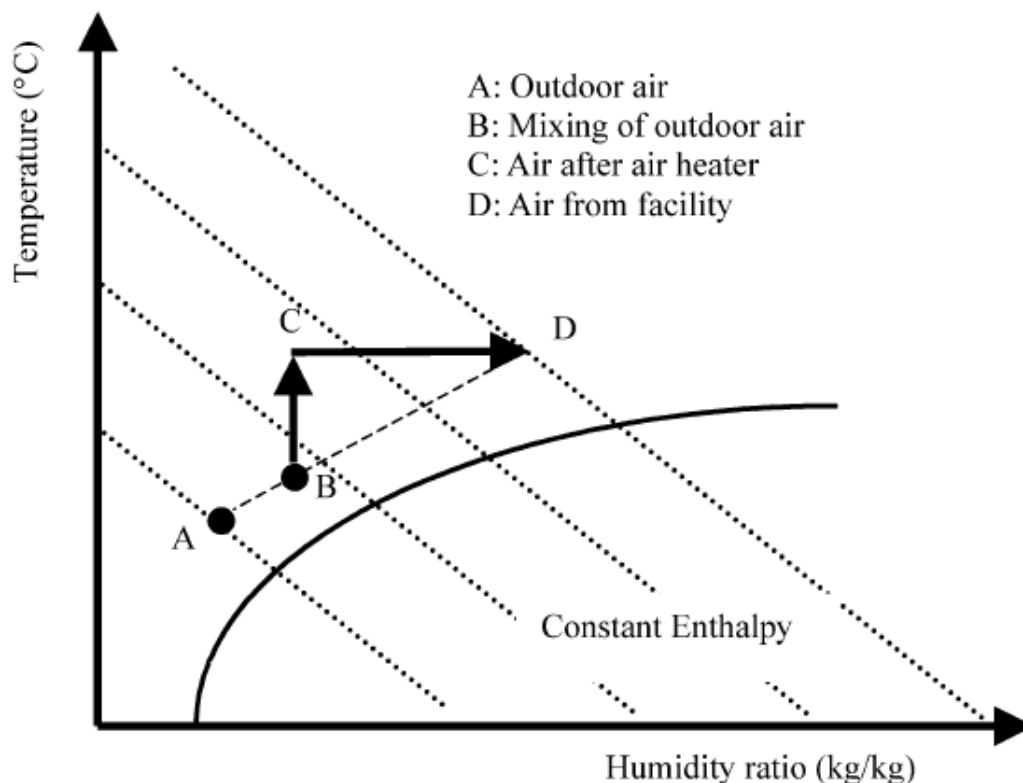
Tento princip schematicky zobrazený na Obr. 1 využívá čerstvého vzduchu z exteriéru k odvedení vodních zisků odparem z hladiny bazénu. Přestože má venkovní vzduch vysokou relativní vlhkost, obsah vody v kg/kg suchého vzduchu tj. měrná vlhkost je nízká a po ohřevu vzduchu na teplotu přívodního vzduchu se dostane i relativní vlhkost do požadovaných mezí. Energetické nároky na ohřev venkovního vzduchu jsou sníženy směšováním vnějšího a vnitřního vzduchu ještě před ohřevem. Poměr venkovního a cirkulačního vzduchu je regulován klapkami. Snímanou veličinou je relativní vlhkost odpadního vzduchu. Když je příliš vysoká, zvýší se podíl čerstvého vzduchu a naopak.

Obr. 1. Schéma konvenčního větrání se směšováním



Nejprve dojde ke smíšení venkovního vzduchu A s odpadním vzduchem D na stav po smíšení B (Obr.2). Ze stavu B je přiváděný vzduch dohříván na přívodní teplotu (stav C).

Obr. 2. Úpravy vzduchu v h-x diagramu pro konvenční větrání se směřováním



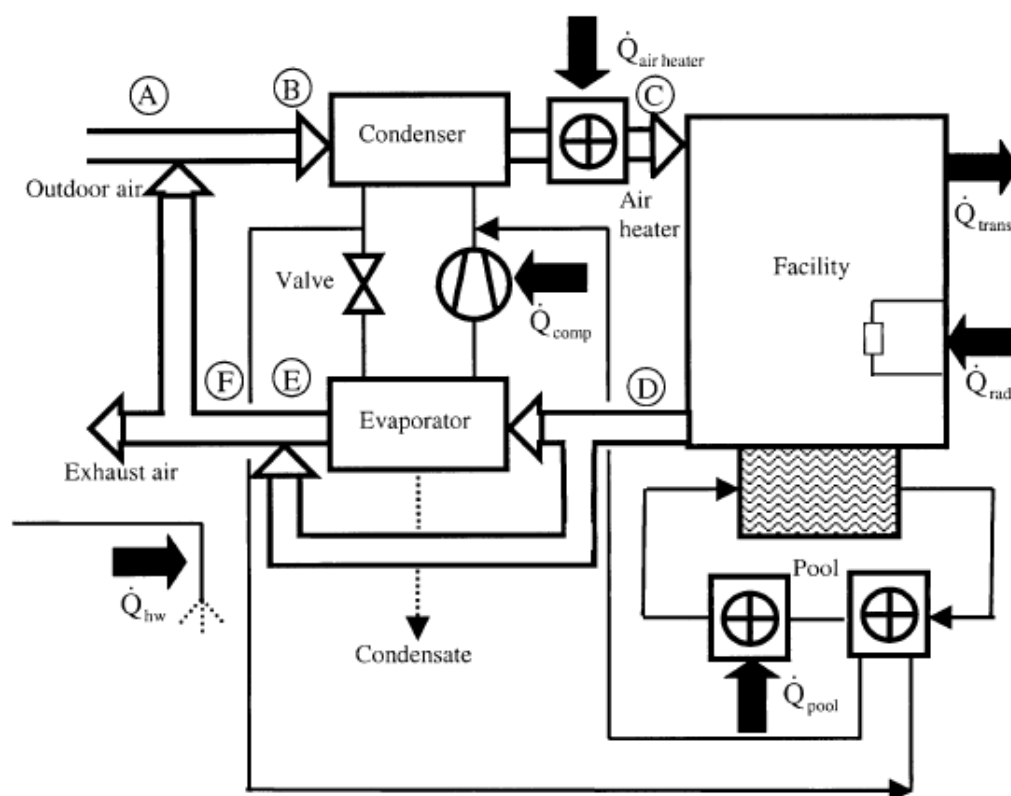
Nad volnou vodní hladinou se vytvoří mezní vrstva nasyceného vzduchu o teplotě vody. Rozdíl parciálních tlaků vodní páry v nasyceném vzduchu mezní vrstvy a v okolním vzduchu je hnacím motorem přenosu vlhkosti – odpařování. Potřebné výparné teplo vody je bráno z vody, a proto lze mluvit o polytropickém vlhčení (úprava vzduchu C-D viz Obr. 2). Bazénová voda je dohřívána přes výměník tepla teplou vodou z lokálního nebo centrálního zdroje tepla.

Z pohledu celkové tepelné bilance bazénové haly je teplo dodáváno bazénu (Q_{pool}), radiátorům, které pokrývají tepelnou ztrátu prostupem (Q_{rad}), venkovnímu vzduchu, který je ohříván ve vzduchotechnické jednotce ($Q_{\text{air heater}}$), a teplé vodě pro hygienická zařízení (Q_{hw}). Tepelné ztráty jsou součtem tepelné ztráty prostupem do exteriéru (Q_{trans}), větráním a odpadní teplou vodou z hygienických zařízení.

2.2. Kompresorový chladicí okruh

Nejtypičtějším řešením je odvlhčování tepelným čerpadlem (viz Obr. X). Sestává ze 4 základních částí: výparníku (evaporator), kompresoru, kondenzátoru (condenser) a expanzního ventilu (valve). Chladivo se vypařuje ve výparníku. Výparné teplo je bráno z vlhkého vnitřního vzduchu. Kompresor zvýší teplotu a tlak chladiva na kondezační tlak a páry chladiva tak v kondenzátoru kondenzují za současného uvolňování tepla do chladicí látky. Kapalně chladivo se po snížení tlaku a teploty na expanzním ventilu vrací do výchozího stadia – výparníku, kde odebírá teplo ochlazované látky (vnitřnímu vzduchu) a cyklus se opakuje.

Obr. 3. Schéma kompresorového chladicího okruhu

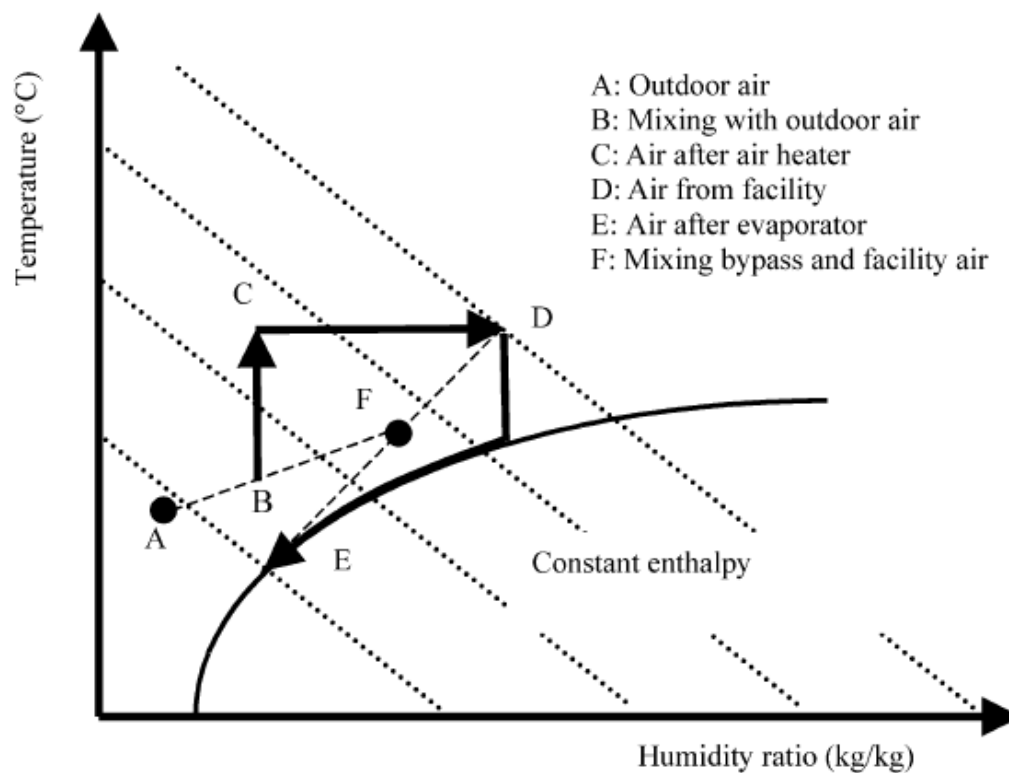


Část vlhkého vzduchu (D) se na výparníku ochlazuje, dochází ke kondenzaci, a tím se zároveň odvlhčuje a část prochází přes by-pass. Odvlhčený vzduch (E) se smísí se vzduchem z obtoku na stav (F), který se dále mísí s venkovním vzduchem (A) na stav (B). Přívodní vzduch se předeřeje na kondenzátoru kompresorového chladicího cyklu a dořeje v ohřívači na teplotu přívodního vzduchu (C). Kondenzátor sestává ze dvou částí, kde jedna část předeřívá přívodní vzduch a druhá předeřívá bazénovou vodu. Většina kondenzačního tepla je využita právě na předeřev bazénové vody.

Kompresorový okruh je navrhnutý na intenzitu vypařování, která odpovídá provozu po zavírací době, kdy nejsou požadavky na dávku čerstvého vzduchu a celý objem je vzduchu je cirkulován. V době provozu se intenzita vypařování zvyšuje a odvlhčený vzduch je smícháván s vnějším vzduchem. Takový návrh umožňuje ON/OFF režim tepelného čerpadla, který je neekonomičtější (chladicí okruh pracuje vždy s maximální zátěží, na kterou je navrhnut a dosahuje tak maximálního chladicího faktoru).

Z pohledu tepelné bilance bazénové haly jako celku dochází k úspoře tepla pro ohřev bazénu a přiváděného vzduchu. Ostatní potřeby a ztráty jsou shodné s předchozím případem. Provoz kompresoru ovšem spotřebovává elektrickou energii.

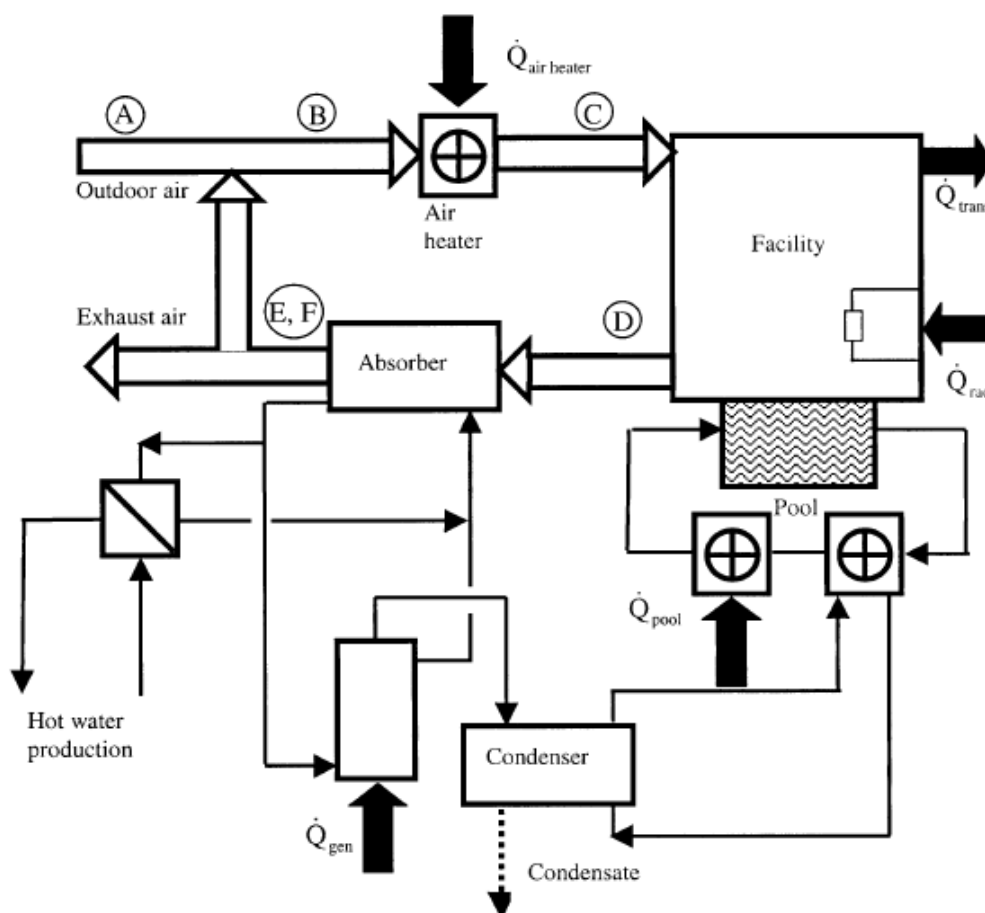
Obr. 4. Úpravy vzduchu v h - x diagramu pro chladicí kompresorový okruh



2.3. Otevřený absorpční okruh

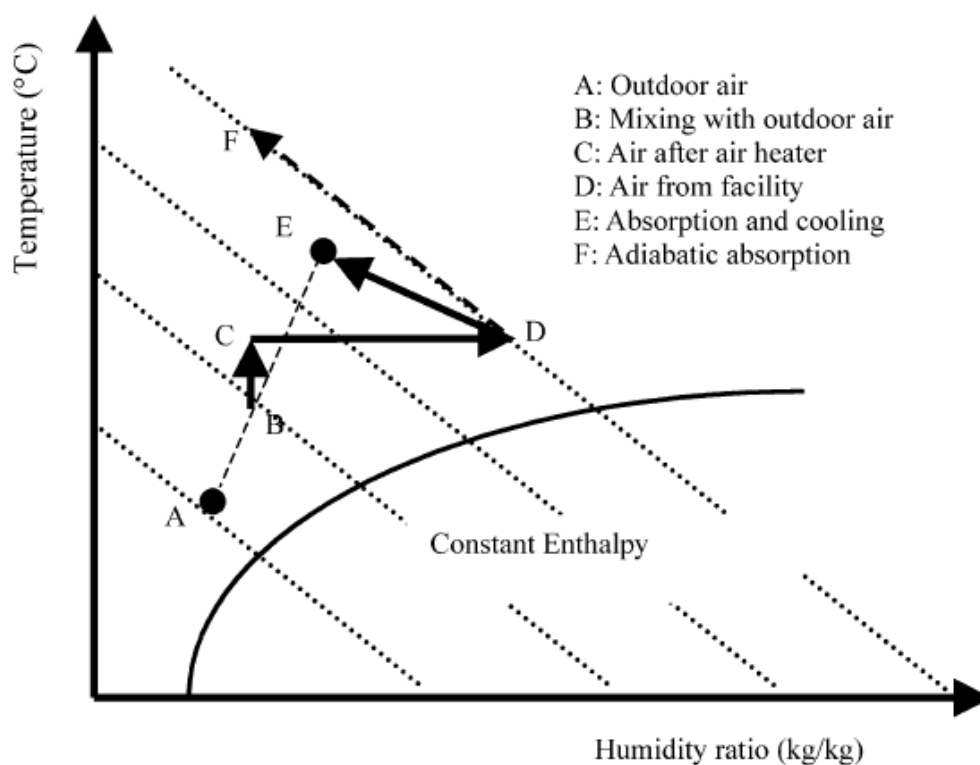
V případě otevřeného absorpčního systému prochází vzduch z místnosti (D) absorbérem, kde je vodní pára pohlcena vhodnou kapalinou (absorbentem) a vytváří s ní „bohatý roztok“. Měrná vlhkost odpadního vzduchu se sníží a teplota zvýší (E). V případě, že absorbent je dodáván do absorbérů při teplotě mokrého teploměru vzduchu, absorpce nastane po adiabatě a entalpie zůstane konstantní (F). Odvlhčený vzduch (E,F) se smísí s venkovním vzduchem na stav B a pokračuje do ohříváče (C), kde se dohřeje na požadovanou vnitřní teplotu. V případě, že venkovní vzduch má vyšší teplotu než je návrhová vnitřní teplota interiéru, je nutné odvlhčený a ohřátý vzduch po průchodu absorbérem ochladit.

Obr. 5. Schéma otevřeného absorpčního okruhu



Absorpční roztok je dopravován do vypuzovače (generator), kam je dodáváno teplo z externího zdroje (Q_{gen}). Absorbent má vyšší bod varu než chladivo (vodní pára), a proto se chladivo ve stavu přehřáté páry z roztoku uvolňuje a je odváděno do kondenzátoru, kde kondenzuje a předává teplo k předehřevu bazénu. Kondenzát je odváděn do kanalizace. Zároveň je absorpční roztok regenerován a ve stavu „chudého roztoku“ se vrací zpět do absorbérů, pohlcuje vodní páru a celý proces se opakuje.

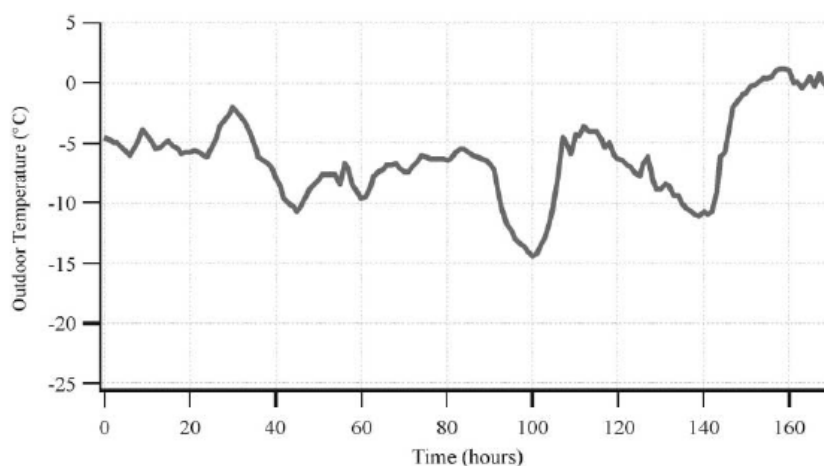
Obr.6. Úpravy vzduchu v h-x diagramu pro otevřený absorpční okruhu



2.4. Srovnání 3 systémů řízeného odvlhčování

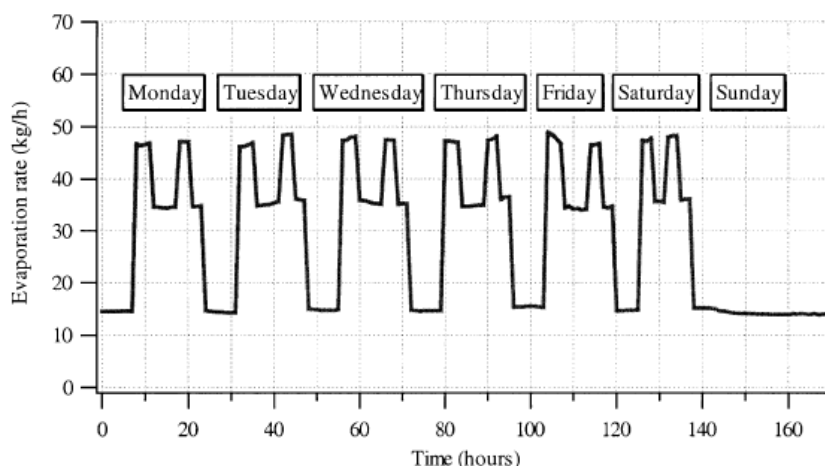
Studie²⁾ si předsevzala porovnat výše uvedené systémy na základě výpočtů a hodnot naměřených při provozu pilotního projektu s otevřeným absorpčním systémem. Odpovídající výpočty byly provedeny i pro zbylé dva systémy a vyvozeny závěry vzhledem k ekonomické efektivnosti investic. Energetická náročnost celého systému bazénové haly byla hodnocena na základě hodinové analýzy po období jednoho týdne v zimním období (viz Obr.7).

Obr.7. Průběh teploty exteriéru



Zásadní vliv má intenzita odparu z volné hladiny, která závisí na provozním režimu, aktivitě uživatelů bazénu a podmínkách exteriéru. Proto byly stanoveny 3 reprezentativní úrovně intenzity odparu: mimo otevírací dobu, maximum a střed během otevírací doby (viz. Obr.8).

Obr.8. Tři úrovně intenzity odparu z volné hladiny



Celková roční potřeba energie pro bazénovou halu jako celek zahrnovala tepelnou energii pro dodávku teplé vody pro hygienická zařízení, pro ohřivač vzduchu ve vzduchotechnické jednotce, pro ohřivač bazénové vody a elektrickou energii pro kompresory. Zvýšená potřeba energie pro ventilátory vzduchotechnické jednotky v důsledku větší tlakové ztráty v případě kompresorového a absorpčního okruhu a v důsledku větších objemů čerstvého vzduchu v případě konvenčního směšování nebyla uvažována. Výsledné hodnoty ukazuje Obr. 10. Mimo poměrně jednoznačného porovnání provozních nákladů je nutné zohlednit také investiční náklady na pořízení systému. Je nutné zdůraznit, že kompresorový chladicí okruh je dlouhodobě zaveden a s tím jsou spojeny výrazně nižší pořizovací náklady než s pořízením absorpčního okruhu. Rozdíl v uspořené energii oproti konvenčnímu směšování 83MWh/rok pro kompresorový okruh a 127MWh/rok pro absorpční okruh je značný a pro posouzení návratnosti je nutná podrobnější finanční analýza.

Roční potřeba energie na ohřívání bazénové vody je pro všechny systémy stejná, protože systémy jsou porovnávány za stejných vnitřních podmínek, především při stejné intenzitě odparu. Tato hodnota pro konvenční směšování je 215 MWh/rok a odpovídá spotřebě energie na ohřev bazénové vody. Pro kondenzátorový okruh dosahujeme spotřeby o 60-87% nižší díky předeřevu kondenzačním teplem. Pro otevřený absorpční systém je spotřeba redukována o 25% na 160 MWh/rok, protože výsledné kondenzační teplo je menší.

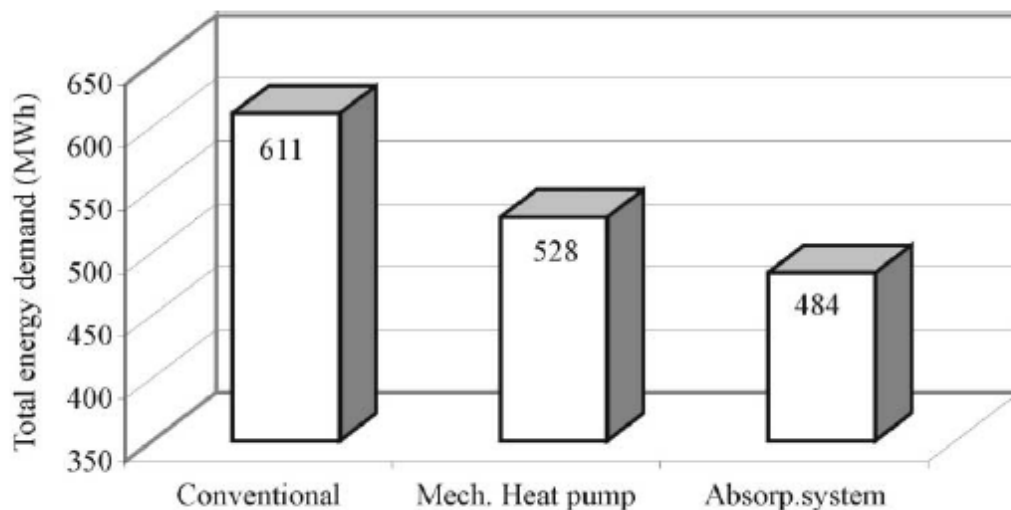
Roční potřeba energie na ohřev teplé vody pro hygienická zařízení byla 161 MWh/rok. V případě absorpčního okruhu je možné uložit 120 MWh/rok do zásobníku teplé vody, a proto je spotřeba energie v tomto případě pouze 41 MWh/rok.

Spotřeba elektrické energie na kompresoru byla 63 MWh/rok a na elektřinou vyrobené regenerační teplo pro absorpční okruh 53 MWh/rok.

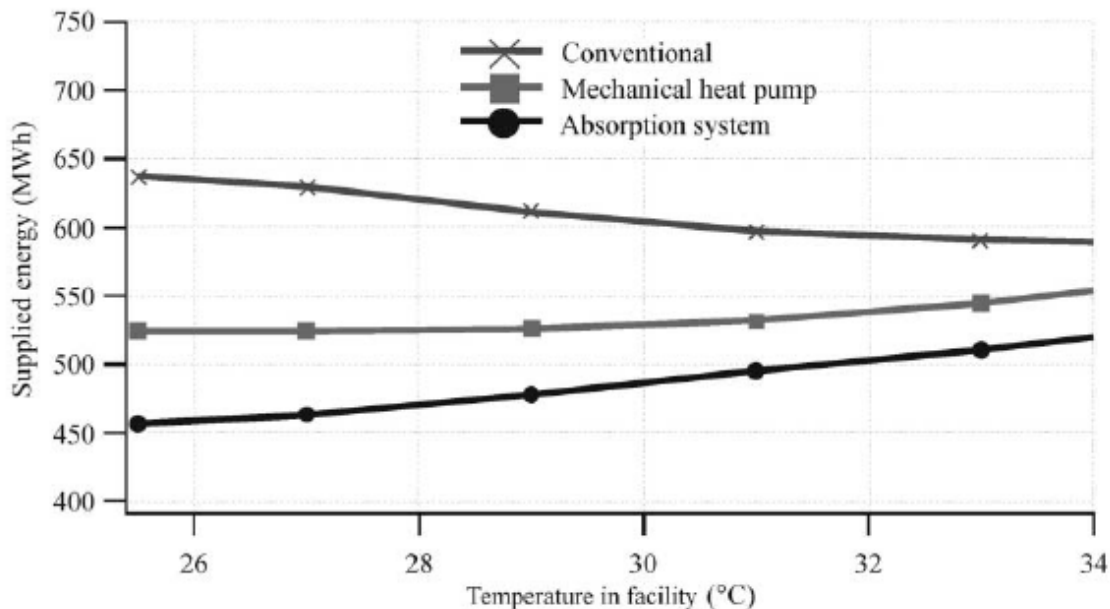
V této studii byl uvažován pilotní projekt absorpčního systému, kde teplo pro regeneraci absorbéru bylo vyrobeno v elektrickém kotli (a tato energie zahrnuta do celkového srovnání). V závislosti na

vývoji cen energií a rozdílu ceny 1MWh tepla vyrobeného z elektřiny, plynu, dodaného ústředním vytápěním atd. Je možno počítat s větší nebo menší ekonomickou návratností.

Obr.10. Srovnání celkové roční energetické náročnosti



Obr.11. Závislost energetické náročnosti na vnitřní teplotě



Dále je nutné si uvědomit závislost energetické náročnosti na vnitřních podmínkách – teplotě a relativní vlhkosti. Jak lze pozorovat na Obr.11, jestliže snížíme vnitřní návrhovou teplotu a relativní vlhkost zůstane nezměněna, odpar z hladiny se významně zvýší a pro případ konvenčního směšování to znamená větší podíl čerstvého vzduchu a tedy větší energetickou náročnost. Jinými slovy nárůst odparu v důsledku nižší vnitřní teploty bude pro energetickou náročnost zásadnější než pokles tepelné ztráty prostupem obálkou budovy.

Oproti tomu v případě kompresorového a absorpčního okruhu energetická náročnost s klesající vnitřní návrhovou teplotou klesá. Důvodem je snížení tepelné ztráty prostupem a zároveň schopnost obou systémů využít část latentního tepla z odpadního vzduchu. Pro rozdílné vnitřní návrhové teploty je ovšem tento rozdíl malý, protože v době provozu je stále nutné dodávat dávku čerstvého vzduchu.

2.5. Závěr literární rešerše

Výpočty byly založeny na všeobecně uznávaných psychrometrických vztazích, kterou mohou vést k nepřesnostem řádově 2-3%. Největší odchylku od reálné situace tak může způsobit zjednodušení intenzity vypařování jako 3 hodnot. Tyto intenzity vypařování byly ovšem stanoveny v jiných předcházejících studiích a řídí se jimi i výrobci, a proto jsou považovány za dostatečně přesné. Do celkové energetické náročnosti nebyly zahrnuty provozní náklady vzduchotechnické jednotky, které budou ovlivněny nárůstem/poklesem výkonu ventilátorů v závislosti na lišící se tlakové ztrátě pro jednotlivé systémy.

Energetická náročnost budovy je významně snížena použitím systémů zpětného získávání tepla při řízeném odvlhčování bazénové haly. Pro kompresorový okruh dochází ke snížení o 14%, pro absorpční okruh o 20%.

Přestože absorpční okruh dosahuje lepších celkových výsledků, je nutné vzít v úvahu investiční náklady pro oba systémy, které jsou příznivější pro zavedenější kompresorový okruh. Konečné rozhodnutí může ovlivnit také budoucí vývoj cen jednotlivých energií.

Z pohledu zvyšujících se nároků při energetickém hodnocení budovy a vystavování průkazů energetické náročnosti budovy mohou výsledky zásadně ovlivnit faktory energetické přeměny, které jsou velmi nepříznivé pro elektrickou energii a tedy pro kompresorový okruh a konvenční směšování.

Dalším poznatkem je možnost výrazně snížit energetickou náročnost u konvenčního směšování zvýšením vnitřní návrhové teploty vzduchu. Vzhledem ke zvyšujícím se nárokům na tepelnou ochranu budov a tím stále kvalitnějším obálkám budovy se výrazně snižují tepelné ztráty prostupem. Změna v návrhu vnitřní teploty z 26°C na 30°C vede k nižšímu odparu z volné hladiny a tím snížení potřeby čerstvého vzduchu. Za současného zmenšujícího se významu tepelných ztrát prostupem a tím většího podílu tepelné ztráty větráním může být pouhé zvýšení vnitřní návrhové teploty nejelegantnějším a investičně i provozně nejzajímavějším řešením.

3. Analýza přínosu využití odpadního tepla při řízeném odvlhčování projektovaného VZT zařízení

3.1. Úvod

Projektované zařízení č.1 zajišťující požadované vnitřní prostředí v bazénové hale umožňuje celoroční klimatizaci a teplovzdušné vytápění v zimě. Vzduchotechnická jednotka byla navržena jako klasická sestavná jednotka Remak, která zajistí požadované parametry a plní úlohu bazénové jednotky. Program AeroCAD v současné době neumožňuje návrh bazénových jednotek, ovšem v krátkodobém horizontu tomu tak bude. Programové řešení bude založeno na algoritmech veřejně dostupného programu Teruna 1.5.

3.2. Metody

Modul bazénová jednotka programu Teruna 1.5 byl použit k výpočtu chování bazénové jednotky pro celoroční škálu návrhové teploty exteriéru od -20°C do 35°C v kroku 5°C a odpovídající relativní vlhkosti⁴⁾.

Bazénová jednotka umožňuje řídit vlhkost přiváděného vzduchu (a tím vlhkost v interiéru) odvlhčením na výparníku chladiče. Software ve free verzi umožňuje pouze ON/OFF řízení tepelného čerpadla. Hlavním výstupem bylo množství kondenzačního tepla pro jednotlivé okrajové podmínky, které vzniká na kondenzátoru chladiče a je odpadním teplem, které lze využít.

Dalšími vstupy byly návrhové vnitřní teploty interiéru a exteriéru, tepelná ztráta prostupem, potřeba odvlhčení, a potřeba tepla na dohřev bazénu, které jsou rozdílné v závislosti na režimu zima nebo režimu léto.

Podíl čerstvého vzduchu byl ponechán konstantní, 33,3% podle projektu. V reálném případě by vlhkost interiéru byla řízena právě kombinací procenta směšování a proměnlivým výkonem chladiče, ovšem v tomto modelovém případě bylo odvlhčení na chladiči spočítáno pro konstantní teplotu chladiče 14°C.

Tepelná ztráta prostupem byla spočítána pro celou škálu návrhových teplot exteriéru pro měrnou tepelnou ztrátu prostupem 147,88 W/K. Ta je pokryta teplovzdušným v kombinaci s podlahovým vytápěním a dává tak potřebu tepla na dohřev přívodního vzduchu v zimním období.

Potřeba tepla na ohřev teplé vody pro sprchy je konstantní po celý rok a byla spočítána dvěma způsoby dle³⁾ (1,5 kWh/osobu.den, 101l/sprchu.den) a poskytla podobné výsledky, z nichž byl vybrán nejméně příznivý a to 54 kWh/den.

Potřeba tepla na dohřev bazénu je počítána jako rozdíl mezi latentní (kladnou) a citelnou (zápornou) ztrátou tepla bazénové vody.

3.3. Výsledky

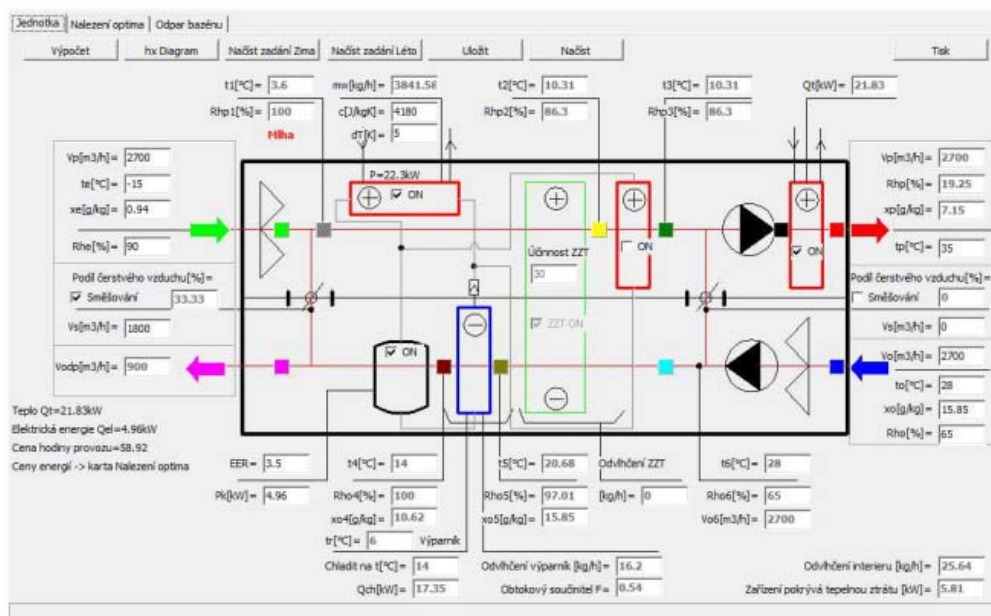
			ZIMA										LÉTO					
			-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30	35				
návrhová teplota exteriéru	t ext	°C																
relativní vlhkost exteriéru	Rh ext	%	95	90	85	80	70	60	50	70	85	75	50	40				
podíl čerstvého vzduchu		%	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3				
návrhová teplota interiéru	t int	°C	28	28	28	28	28	28	28	28	32	32	32	32				
teplota přiváděného vzduchu	t p	°C	35	35	35	35	35	35	35	35	25	25	25	25				
tepelná ztráta prostupem		kW	7,1	6,4	5,6	4,9	4,1	3,4	2,7	1,9	1,8	1,0	0,3	-0,4				
pokryvá tepelnou ztrátu		kW	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	-5,7	-5,7	-5,7	-5,7				
potřeba odvlhčení		kg/h	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	11,7	4,2	4,2	4,2	4,2				
odvlhčení interiéru		kg/h	26,1	25,6	25,0	24,3	23,5	22,8	22,1	18,6	27,7	25,3	26,9	26,9				
potřeba tepla na dohřev přív. vz.	KOND1	kW	23,1	21,8	20,5	19,2	17,9	16,7	15,5	14,4	3,8	2,8	1,9	0,9				
potřeba tepla na dohřev bazénu	KOND2	kW	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	0,1	0,1	0,1	0,1				
potřeba tepla na sprchy	KOND3	kW	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3				
SUMA potřeby tepla		kW	32,5	31,3	29,9	28,6	27,3	26,1	25,0	23,8	6,2	5,2	4,2	3,3				
kondenzační teplo	VÝPARNÍK	kW	21,4	22,3	23,0	23,6	24,2	24,8	25,4	26,4	44,0	44,5	45,0	45,6				
citelná ztráta bazénu prostupem		kW	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-2,7	-2,7	-2,7	-2,7				
latentní ztráta bazénu		kW	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	2,9	2,9	2,9	2,9				

Obr.12. Příklad výstupu z modulu bazénová jednotka programu Teruna 1.5b

Úpravy vzduchu			
Výpočtové podmínky	Zima	Léto	Průtok vzduchu
Exteriér			Prívod V_p [m ³ /h]: 2700
Teplota t_e [°C]:	-15	20	Odvod V_o [m ³ /h]: 2700
Entalpie h_e [kJ/kg]:	-12.68	57	Účinnost ZZT [%]: 50
Měrná vlhkost x_e [g/kg]:	1	14.51	
Relativní vlhkost RH[%]:	92.68	92.8	
Nadmořská výška h [m]:	500		
			Ohřev vzduchu parním vzházením [K]: 1
			Tlak p [kPa]: 95.25
Interiér			
Teplota t_i [°C]:	28	32	Klimatická oblast Břeclav
Entalpie h_i [kJ/kg]:	69.25	84.34	
Měrná vlhkost x_i [g/kg]:	16.06	20.33	
Relativní vlhkost RH[%]:	65	65	
Teplota rosného bodu na chladíči:		Popis:	
☒ Vodní chladíč		10	
☐ Přímý výparník		6	

Bazény

Copyright [c] TAN
www.volny.cz/VirtuaWorld



3.4. Diskuze

Na první pohled je z výsledků patrné, že odpadní kondenzační teplo pokryje potřebu tepla pro ohřev teplé vody pro sprchy, pro dohřev bazénu a dohřev přívodního vzduchu při teplotách exteriéru 10°C a více. Tato úvaha je ovšem chybná, protože uvažujeme s neustálým provozem výparníku, který by vedl k přílišnému odvlhčení přiváděného vzduchu v porovnání s potřebou odvlhčení, a to v zimě dvojnásobně a v létě až čtyřnásobně. V letním období je návrhová teplota vnitřního vzduchu 32°C (pro pokrytí tepelných zátěží osluněním). S vyšší teplotou interiéru a stejnou teplotou bazénové vody bude v létě odpar z hladiny více než dvojnásobně menší, a proto odvlhčení na výparníku až čtyřnásobně větší než je skutečná potřeba odvlhčení. Při provozu odvlhčení 24 hodin denně by tak klesala vnitřní relativní vlhkost a narůstala potřeba odvlhčení a tím se zvyšovali provozní energetické nároky.

Nelze tedy uvažovat, že by kondenzační teplo v tabulce bylo dodáváno neustále, výparník se bude vypínat a zapínat v okamžiku potřeby snížení vnitřní relativní vlhkosti. Proto nelze kondenzační teplo využít na průtočný ohřev teplé vody pro hygienická zařízení. V úvahu přichází pouze zásobníkový ohřev vody teplé vody

Potřeba tepla na dohřev bazénu v letním období je téměř nulová díky energetické rovnováze citelné a latentní ztráty bazénové vody. Častým požadavkem investora je vyhnout se využití odpadního tepla pro předehřev bazénové vody z technologických důvodů spojených s úpravou a doplňováním bazénové vody. V případě předehřevu odpadním teplem dochází k většímu opotřebení zařízení pro úpravu vody a investiční náklady na jeho renovaci převyšují mnohonásobně prostředky uspořené využitím odpadního tepla pro předehřev bazénové vody.

V zimě je možné využít odpadní kondenzační teplo na předehřev přívodního vytápěcího vzduchu, požadovanou teplotu pak pružně zajistí ohříváč vzduchotechnické jednotky. Ovšem v létě je potřeba pro předehřev vzduchu minimální a naopak dostupné kondenzační teplo maximální. Můžeme se tak dostat do situace, kdy odpadní teplo nelze účelně využít, naopak je nutné najít způsob, jak se přebytečného tepla zbavit (vodou nebo vzduchem chlazený kondenzátor v exteriéru).

3.5. Závěr

Odpadní kondenzační teplo lze nejlépe využít pro předehřev přívodního vzduchu. Zároveň je nutné do chladicího okruhu zapojit minimálně jeden další kondenzátor pro letní přebytky. Běžně by se přebytečné teplo využilo k předehřevu bazénové vody, ovšem z technologických důvodů může být toto řešení investorem zakázáno. Druhou možností je uskladnit přebytečné teplo v rámci zásobníkového ohřevu teplé vody pro hygienická zařízení.

Regulaci tepelného čerpadla v režimu ON/OFF s konstantní výparnou teplotou je možno nahradit čerpadlem s proměnnou teplotou chlazení pro nalezení provozního optima celé bazénové jednotky. Tato možnost není ve free verzi programu Teruna k dispozici. V případě zveřejnění této funkce je možné tímto směrem podniknout další bádání.

4. Analýza volby požadovaného souč. prostupu tepla u bazénových hal

Návrh vzduchotechnických zařízení v této bakalářské práci vycházel z projektu stavební části, který sloužil jako pevně daný podklad. Pro výpočet tepelných ztrát bylo nutno stanovit součinitele prostupu tepla pro jednotlivé konstrukce (viz Tab.1). Zároveň v průběhu vypracovávání této práce vstoupila v platnost nová verze normy ČSN 730540-2. Bylo proto velmi zajímavé zaměřit se na metody přepočtu požadovaného součinitele prostupu tepla pro vnitřní návrhové teploty mimo běžný interval 18-22°C a uplatnit v praxi často zanedbávané ovšem normou dané vztahy pro přepočet, který ilustruje a detailně představuje Obr.13. Pro porovnání těchto vztahů s původním výpočtem dle ČSN 730540-2 z roku 2007 slouží Obr.14. Bazénová hala je prostředím nejen s průměrnou návrhovou vnitřní teplotou mimo běžný interval teplot, ale také s návrhovou vlhkostí větší než 60%, a proto je nutné splnit požadavek na $U_{\omega,N}$ dle ČSN 730540-2, odst. 5.2.10, který je spočítán v Tab.2

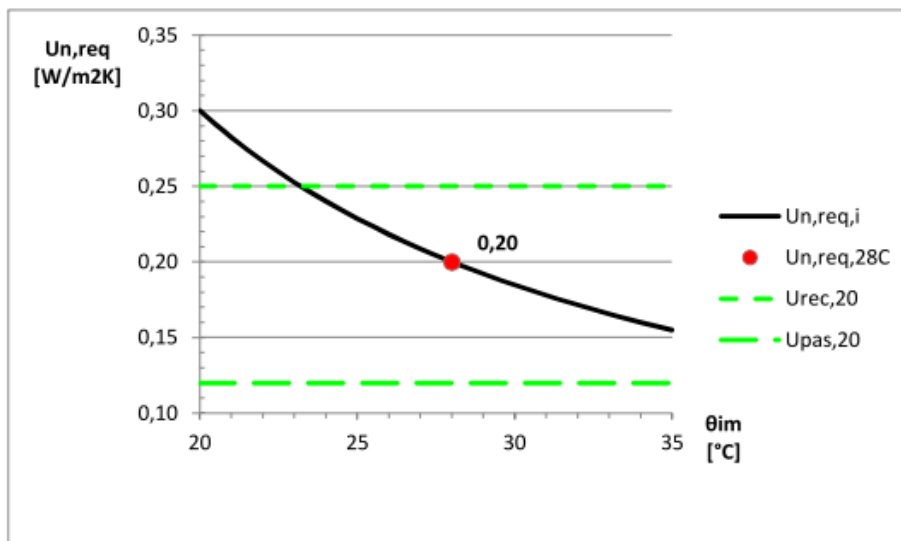
Obr.13. Vliv návrhové vnitřní teploty na požadovaný souč. prostupu tepla podle nové ČSN

Vliv návrhové vnitřní teploty na požadovaný součinitel prostupu tepla U_n

ČSN 730540-2:2011 / 5.2.1 Součinitel prostupu tepla b)

pro ostatní budovy, jejichž převažující návrhová vnitřní teplota neleží v rozsahu 18-22°C včetně

θ_{im}	e_1	$U_{n,req,i}$
20	1,00	0,30
21	0,94	0,28
22	0,89	0,27
23	0,84	0,25
24	0,80	0,24
25	0,76	0,23
26	0,73	0,22
27	0,70	0,21
28	0,67	0,20
29	0,64	0,19
30	0,62	0,18
31	0,59	0,18
32	0,57	0,17
33	0,55	0,17
34	0,53	0,16
35	0,52	0,15



θ_{ae} -15 °C návrhová teplota venkovního vzduchu podle ČSN 730540-3
 θ_{im} 28 °C převažující návrhová vnitřní teplota
 $U_{n,20}$ 0,3 W/m²K požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla pro stěnu vnější těžkou

Nízkoenergetické stavby
 $U_{rec,2}$ 0,25 W/m²K doporučená hodnota součinitele prostupu tepla pro stěnu vnější těžkou

Pasivní stavby
 $U_{pas,2}$ 0,12 W/m²K doporučená hodnota pro pasivní budovy

$U_n = U_{n,20} \cdot e_1$ vztah pro součinitel prostupu tepla pro teploty převážně mimo rozsah 18-22°C

$e_1 = 16 / (\theta_{im} - 4)$ součinitel typu budovy

Obr.14. Vliv návrhové vnitřní teploty na požadovaný souč. prostupu tepla podle staré ČSN

Vliv návrhové vnitřní teploty na požadovaný součinitel prostupu tepla U_n

ČSN 730540-2:2007 / 5.2 Součinitel prostupu tepla b)

pro ostatní budovy, jejichž převažující návrhová vnitřní teplota neleží v rozsahu 18-22°C včetně

θ_{ae} -15 °C návrhová teplota venkovního vzduchu podle ČSN 730540-3

$U_{n,20,req}$ 0,38 W/m²K požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla pro stěnu vnější těžkou

Nízkoenergetické stavby

$U_{n,20,rec}$ 0,25 W/m²K doporučená hodnota součinitele prostupu tepla pro stěnu vnější těžkou

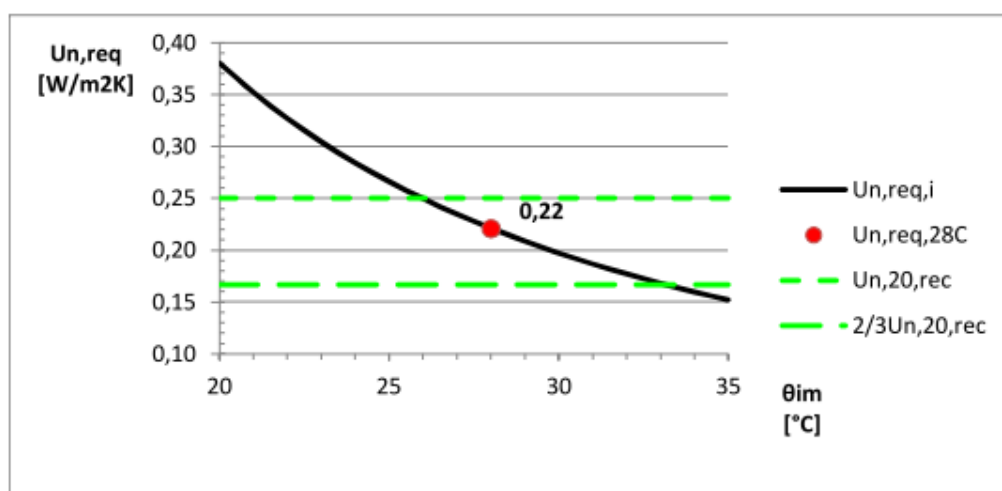
Pasivní stavby

$2/3 U_{n,20,rec}$ 0,17 W/m²K 2/3 doporučené hodnoty pro orientační návrh pasivního domu

$U_n = U_{n,20} \cdot e_1 \cdot 35 / \Delta \theta_{ie}$ vztah pro součinitel prostupu tepla pro teploty převážně mimo rozsah 18-22°C

$\Delta \theta_{ie} = \theta_{im} - \theta_{ae}$ základní rozdíl teplot vnitřního a venkovního vzduchu

$e_1 = 20 / \theta_{im}$ součinitel typu budovy



4.1. Závěr analýzy

Pro stavby krytých bazénů není vhodné navrhovat konstrukce na tabulkový požadovaný součinitel prostupu tepla, který platí pro průměrnou vnitřní teplotu 20°C. Precizní návrh by měl respektovat postup pro přepočet daný normou, ovšem pro běžné vnitřní teploty bazénové haly v rozmezí 26-30°C postačí návrh na stranu bezpečnou tj. návrh v pasivním standardu na nejvyšší krajní hodnotu 0,18 W/m²K z rozsahu daného normou ($U_{n,pas} = 0,18-0,12$ W/m²K). Tato hodnota vyhoví i na požadavek v důsledku zvýšené vlhkosti, který závidí na rosném bodu vnitřního vzduchu (pro teploty 26-30°C a relativní vlhkost do 65%).

Tab.1. Součinitel prostupu tepla konstrukcí

 Bakalářská práce L2012 Vypracoval: Alexandr Ulma Téma: Vzduchotechnika bazénu					SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA				
Konstrukce	Skladba	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti	Tepelný odpor konstrukce	Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně	Odpor při přestupu tepla na vnější straně	Odpor při přestupu tepla	Součinitel prostupu tepla konstrukcí	Požadovaná (doporučená) hodnota
-	-	di [m]	λi [W/mK]	R [m2K/W]	Rsi [m2K/W]	Rse [m2K/W]	R [m2K/W]	U [W/m2K]	Un,req (Un,rec) Un,28C,req
Vnější stěna původní	Omítka vnější VPC	0,015	0,990	0,02					
	Nosné keramické zdivo	0,440	0,150	2,93					
	Omítka vnitřní VPC	0,015	0,990	0,02					
		0,47		2,96	0,13	0,04	3,13	0,32	0,30(0,25)
Vnější stěna nová*	Omítka vnitřní VPC	0,015	0,990	0,02					
	Nosné keramické zdivo	0,300	0,150	2,00					
	EPS 100S	0,100	0,037	2,70					
	Omítka vnější VPC	0,025	0,990	0,03					
		0,44		4,74	0,13	0,04	4,91	0,20	0,30(0,25) 0,2
Vnější stěna pod terénem*	Nopová folie	0,020	-	-					
	XPS	0,100	0,034	2,94					
	Asfaltový pás	0,040	0,210	0,19					
	Srovnávací omítka	0,020	0,990	0,02					
	Betonové tvarovky	0,250	1,300	0,19					
	Omítka vnitřní	0,015	0,990	0,02					
		0,45		3,36	0,13	0,04	3,53	0,28	0,45(0,3) 0,3
Podlaha na terénu*	Podkladní beton	0,120	1,300	0,09					
	Asfaltový pás	0,020	0,210	0,10					
	Tepelná izolace EPS 100S	0,120	0,037	3,24					
	Systém podlahového vytápění	0,035	-	-					
	Betonová mazanina	0,050	1,300	0,04					
	Keramická dlažba	0,020	1,010	0,02					
		0,37		3,49	0,17	0,00	3,66	0,27	0,45(0,3) 0,3
Strop nad technolog. patrem*	Nosná ŽB deska	0,150	1,340	0,11					
	Tepelná izolace XPS	0,050	0,034	1,47					
	Systém podlahového vytápění	0,035	-	-					
	Betonová mazanina	0,050	1,300	0,04					
	Keramická dlažba	0,020	1,010	0,02					
		0,31		1,64	0,17	0,17	1,98	0,50	0,75(0,5) 0,5

 Bakalářská práce L2012 Vypracoval: Alexandr Ulma Téma: Vzduchotechnika bazénu					SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA				
Konstrukce	Skladba	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti	Tepelný odpor konstrukce	Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně	Odpor při přestupu tepla na vnější straně	Odpor při přestupu tepla	Součinitel prostupu tepla konstrukcí	Požadovaná (doporučená) hodnota
-	-	di [m]	λi [W/mK]	R [m2K/W]	Rsi [m2K/W]	Rse [m2K/W]	R [m2K/W]	U [W/m2K]	Un,req (Un,rec) Un,28C,req
Strop nad bazénem*	Panely Spiroll	0,300	1,300	0,23					
	Betonová zálivka	0,020	1,300	0,02					
	Asfaltový parotěsný pás	0,020	0,210	0,10					
	Ochr. vrstva geotextilie	-	-	-					
	Tepelná izolace EPS	0,070	0,037	1,89					
	Betonová mazanina	0,050	1,300	0,04					
	Zátěžový koberec	0,020	0,065	0,31					
		0,48		2,58	0,10	0,10	2,78	0,36	1,05(0,7)
									0,7
Střecha nad barem*	Nosná ŽB deska	0,150	1,340	0,11					
	Parotěsný mod. SBS pás	0,020	0,210	0,10					
	Tepelná izolace EPS 100S	0,220	0,037	5,95					
	Hydroizolační pás SBS mod.	0,020	0,210	0,10					
	Hydroizolační pás s PES vl.	0,020	0,210	0,10					
	Geotextilie	-	-	-					
	Nopová folie	-	-	-					
	Geotextilie	-	-	-					
	Násyp zeminy se substrátem	0,300	0,500	0,60					
		0,73		6,74	0,10	0,00	6,84	0,15	0,24(0,16)
									0,16
Strop nad wellness	Nosná ŽB deska	0,150	1,340	0,11					
	Minerální vlna	0,050	0,039	1,28					
	2xOSB deska 15 mm	0,030	0,130	0,23					
	Dřevěné vlysy	0,020	0,180	0,11					
		0,25		1,74	0,10	0,10	1,94	0,52	2,2(1,45)
Vnitřní stěna	Omítka vnitřní	0,010	0,99	0,010					
	Nosné keramické zdivo	0,365	0,15	2,433					
	Omítka vnitřní	0,010	0,99	0,010					
		0,385		2,454	0,13	0,13	2,714	0,37	2,7(1,8)
Vnitřní stěna	Omítka vnitřní	0,015	0,99	0,015					
	Nosné keramické zdivo	0,175	0,15	1,167					
	Omítka vnitřní	0,015	0,99	0,015					
		0,205		1,197	0,13	0,13	1,457	0,69	2,7(1,8)

Tab. 2. Součinitel prostupu tepla pro podmínky se zvýšenou vlhkostí

 Bakalářská práce L2012 Vypracoval: Alexandr Ulma Téma: Vzduchotechnika bazénu					SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA				
Konstrukce	Skladba	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti	Tepelný odpor konstrukce	Odpor při přestupu tepla na vnitřní straně	Odpor při přestupu tepla na vnější straně	Odpor při přestupu tepla	Součinitel prostupu tepla konstrukcí	Požadovaná (doporučená) hodnota
-	-	di [m]	λi [W/mK]	R [m2K/W]	Rsi [m2K/W]	Rse [m2K/W]	R [m2K/W]	U [W/m2K]	Un,req (Un,rec) Un,28C,req
Vnitřní stěna	Omítka vnitřní	0,010	0,99	0,010					
	Nosné keramické zdivo	0,080	0,15	0,533					
	Omítka vnitřní	0,010	0,99	0,010					
		0,100		0,554	0,13	0,13	0,814	1,23	2,7(1,8)

ČSN 730540-2 str.13 Tabulka 3 Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla...

ČSN 730540-3 str.83 Tabulka J.1 Návrhové hodnoty odporu při přestupu tepla na vnější a vnitřní straně k.

Součinitel prostupu tepla posouzen dle ČSN 730540-2

5.2.1a) pro konstrukce wellness Un,req a (Un,rec)

*5.2.1b) pro konstrukce bazénové haly Un,28C,req a zároveň dle 5.2.10 Uω,N

Uω,N	0,39 W/m2.K	$0,6 \cdot (\theta_{ai} - \theta_{\omega}) / (R_{si} \cdot (\theta_{ai} - \theta_e))$
θω	21 °C	rosný bod pro 28°C a 65%
θe	-15 °C	návrhová teplota exteriéru
θai	28 °C	$\theta_{ai} = \theta_i + \Delta\theta_{ai} = 28 + 0 = 28^\circ\text{C}$
Δθai	0 °C	nízkoenergetický standard, ČSN 730540-3, str. 82/Tab I.2
Rsi	0,25 m2.K/W	odpor při přestupu tepla pro stavební konstrukce

Podmínka dle 5.2.10 pro zvýšenou vlhkost prostředí je splněna pro všechny konstrukce bazénové haly s výjimkou stropu nad technologickým patrem bazénu, který je vytápěnou podlahou po obvodu bazénu a nepříznivé působení vlhkosti na konstrukci je vyloučeno



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

B) VÝPOČTOVÁ ČÁST

VZDUCHOTECHNIKA BAZÉNU AIR CONDITIONING IN THE SWIMMING POOL

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR THESIS

AUTOR PRÁCE ALEXANDR ULMA
AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE Doc. Ing. ALEŠ RUBINA, Ph.D.
SUPERVISOR

BRNO 2012

1. Analýza objektu

Hotel Ráztoka se nachází nedaleko Rožnova pod Radhoštěm v Beskydech pod horou Radhošť. Projekt vzduchotechniky se týká části 1.NP hotelu rekonstruované pro wellness služby a přístavby spojené s tímto wellness centrem.

Wellness centrum sestává z místností pro masáže, lázně, fitness a z hygienického zázemí včetně šaten průchozích do objektu přístavby bazénu. Komunikační prostory tvoří podélná chodba vedoucí středem wellness centra ústící do prostoru schodiště a výtahu, které zajišťují přístup do obytné části hotelu. Světlá výška je 2,8 m a realizace podhledu pro vzduchotechnické potrubí není možná.

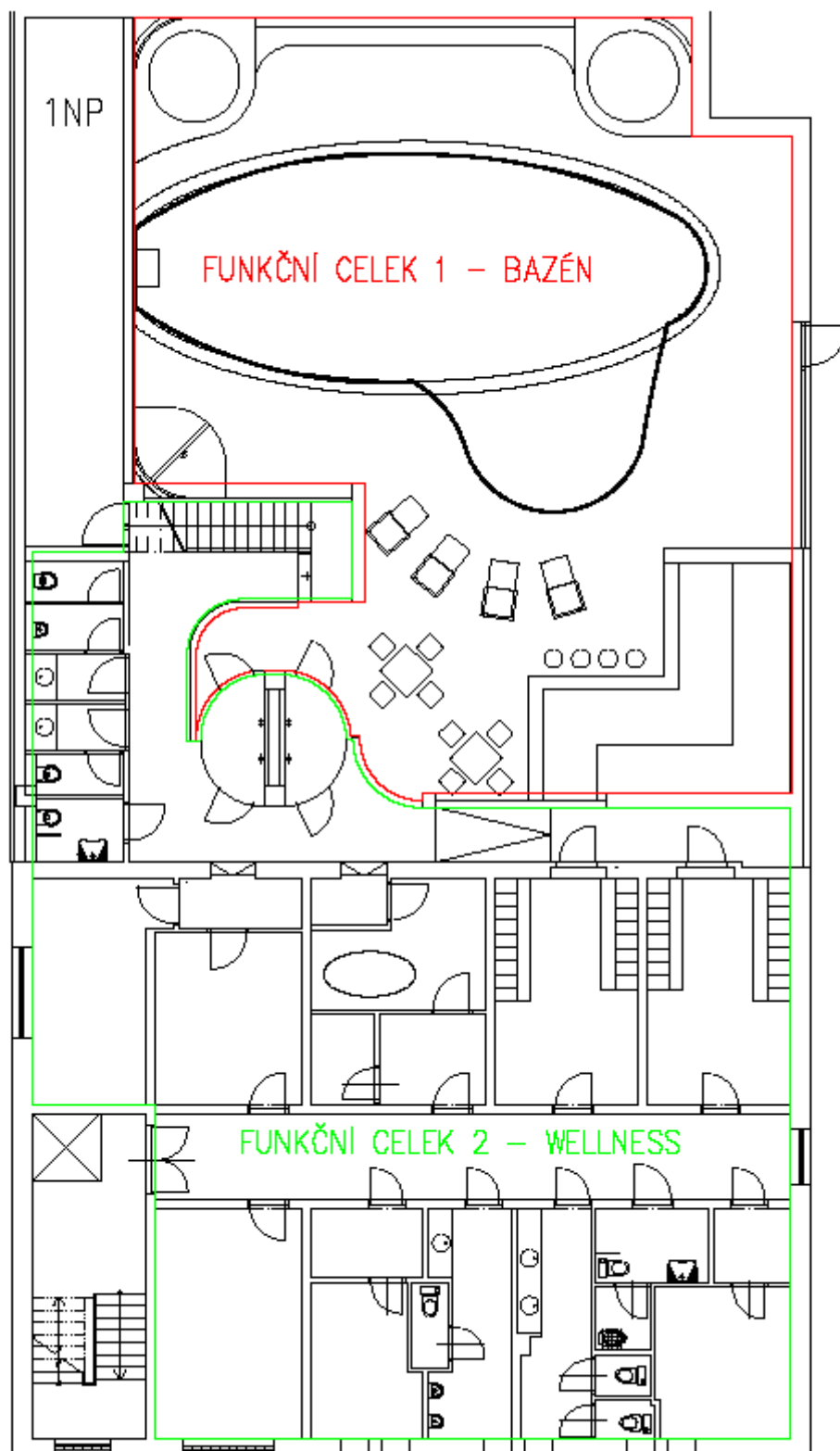
V 1.NP bazénové přístavby nalezneme oválný bazén délky 12,6 m, dvě vířivky v rozích a sprchy, které komunikačně oddělují bazénový prostor od okolních místností. Tent prostor má světlou výšku 3,69 m, která bude snížena podhledem zakrývajícím rozvody VZT na 3,0 m. Součástí bazénové haly je i bar se stoly a židlemi a prostor pro lehátka, který má světlou výšku shodnou s původním objektem 2,8 m. Strojovna vzduchotechniky o rozměrech 10,50 m x 2,15 m je od prostoru bazénu akusticky oddělena vnitřní stěnou. Specifikem bazénové haly je minimální prosklení 5x2,8 m východním směrem a zapuštění ostatních vnějších konstrukcí do svahu. To má zásadní vliv nejen na požadavky na umělé osvětlení, ale především na minimalizaci tepelných ztrát v zimě v exponovaném horském prostředí a tepelné zátěže v letním období. Z pohledu návrhu vzduchotechniky se tak nejedná o klasický případ ofukování prosklených ploch proti povrchové kondenzaci v zimě a odvádění extrémní zátěže citelným teplem v létě. Kritickým obdobím pro odvlhčení zátěže odparem je tak přechodné období s maximální absolutní vlhkostí exteriéru 14,5 g/kg při teplotě 20C.

2. NP přístavby skýtá prostor pro kongresový sál přístupný z 2.NP hotelu přes foyer. Součástí kongresového sálu je i hygienické zázemí. Z kongresového sálu je exteriér přístupný dveřmi na zelenou střechu (nad barem a posezením, které je součástí bazénové haly) a druhými dveřmi na terén (severní a západní stěna bazénové haly je ve svahu pod úrovní terénem). Ve 2.NP se nachází také sauny s odpočívárnou, které jsou komunikačně (schodištěm) spojeny s wellness v 1.NP, ovšem funkčně tvoří samostatný, čtvrtý celek.

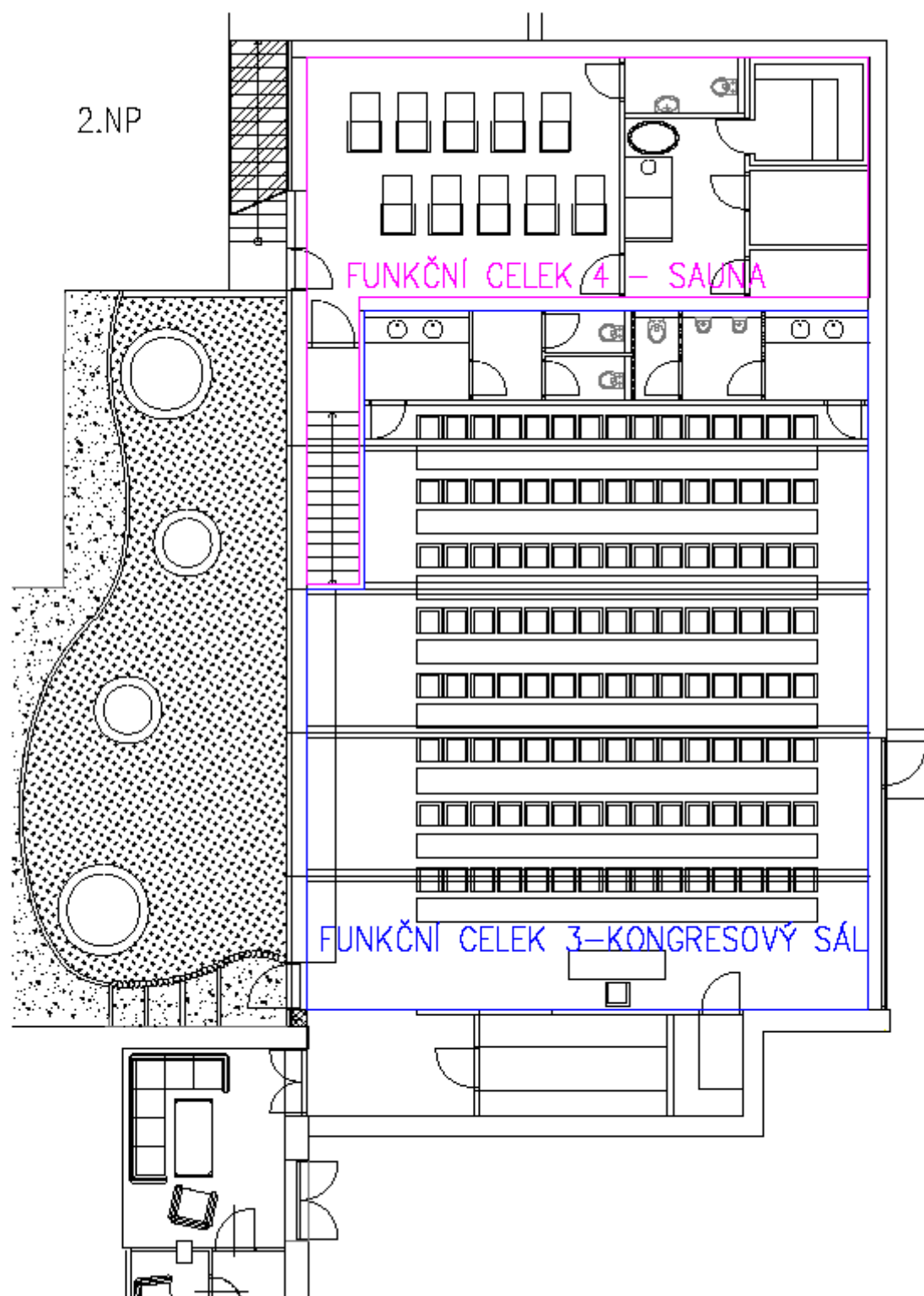
Celý objekt byl rozdělen na 4 funkční celky podle vnitřní dispozice a nároků na úpravy vzduchu:

- 1) Prostor bazénové haly v přístavbě – teplovzdušné vytápění, dále jen „bazén“
- 2) Prostor wellness služeb včetně hygienického zázemí – teplovzdušné větrání, dále jen „wellness“
- 3) Konferenční sál – teplovzdušné větrání – zpracování tohoto celku není součástí rozsahu bakalářské práce
- 4) Sauna s odpočívárnou – klimatizace

Obr.15. Funkční celky 1 a 2



Obr.16. Funkční celky 3 a 4



2. Tepelně hmotnostní bilance

Funkční celek 1 – bazén

Tepelné zátěže byly posuzovány v softwaru Teruna pro den 21. července a pro okrajové podmínky viz níže výstup z programu Teruna.

Tepelné ztráty (bližší viz Tab.3) byly spočítány podrobnou metodou (dle ČSN EN 12831) a konstrukce posouzeny tak, aby vyhověli požadavkům pro konstrukce s relativní vlhkostí vnitřního vzduchu větší než 60 % (dle ČSN EN 730540-2, 5.2.10). Zároveň byla vypracována studie srovnávající posouzení správným způsobem dle 5.2.1b) pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou mimo interval 18-22C a nesprávným způsobem dle bodu 5.2.1 a) pro budovy s převažující vnitřní návrhovou teplotou v intervalu 18-22C.

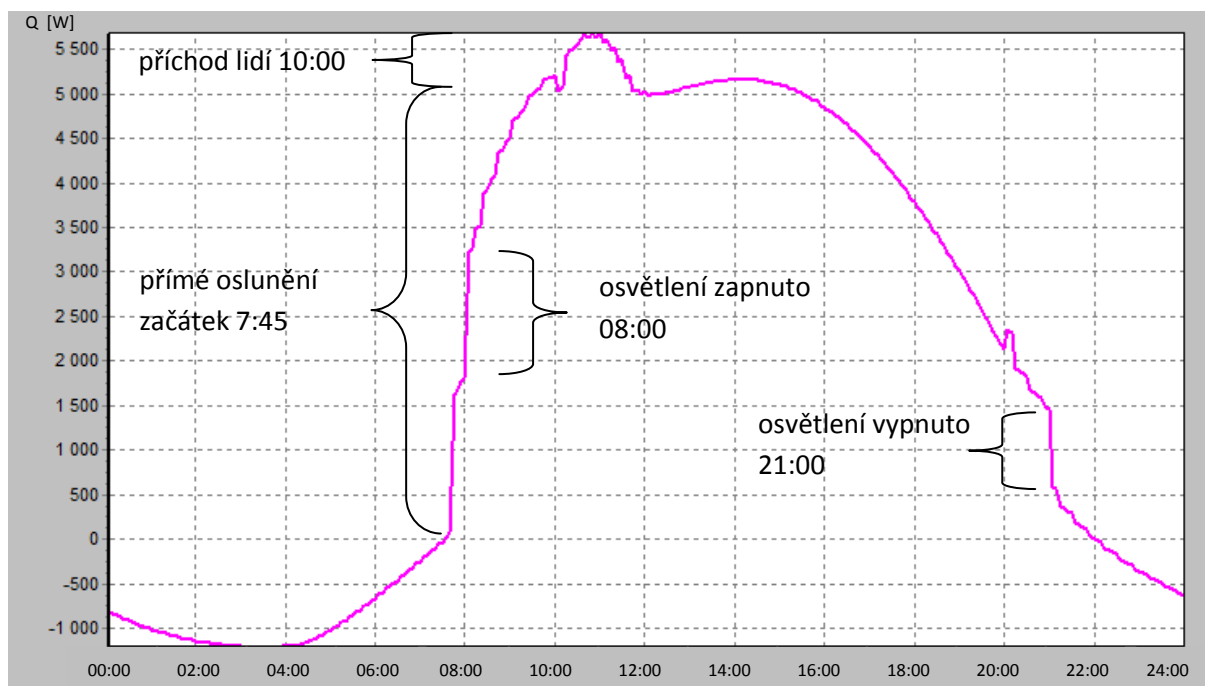
Funkční celek 2 – wellness

Tepelné zisky nebyly v letním období posuzovány. V prostorách wellness (jedná se o relaxační prostory masáží, saun, šaten, hygienických zařízení ap.) se nepředpokládá snížení komfortu uživatelů v případě překročení vnitřní teploty v létě nad 26°C. Zvláště, bereme-li v potaz velmi nízký tepelný odpor oděvu uživatelů, který se bude pohybovat od 0 do 0,3 clo (dle ČSN EN ISO 7730). Zároveň je podíl prosklení vesměs nulový a obvodové konstrukce mají vysoký teplotní útlum. Množství přiváděného vzduchu se bude řídit požadavky na hygienickou výměnu vzduchu a odvod škodlivin (bližší viz Tab.5). Je nutné dbát na správný návrh distribuce vzduchu vzhledem k riziku vzniku lokální nepohody v důsledku příliš vysoké rychlosti vzduchu.

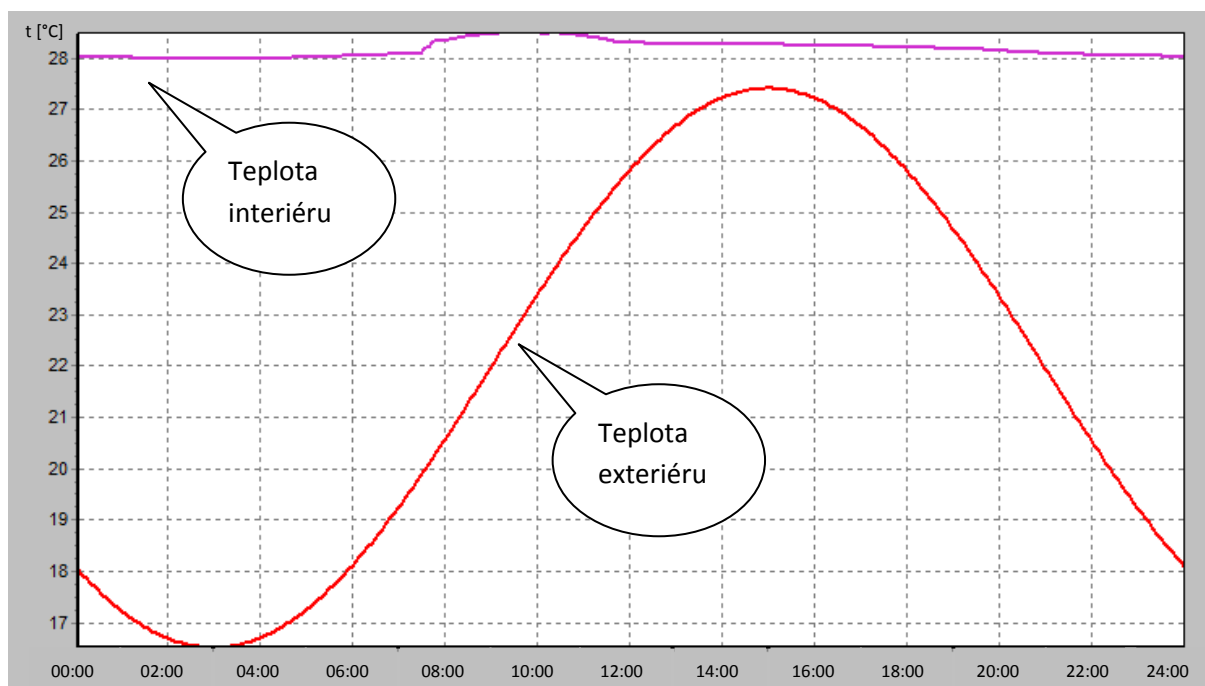
Tepelné ztráty byly spočítány pro každou místnost podrobnou metodou (dle ČSN EN 12831) a konstrukce posouzeny tak, aby vyhověly doporučeným hodnotám součinitele prostupu tepla (dle ČSN EN 730540-2). Tyto výpočty jsou dokumentovány v Tab.4.

2.1. Tepelné zátěže

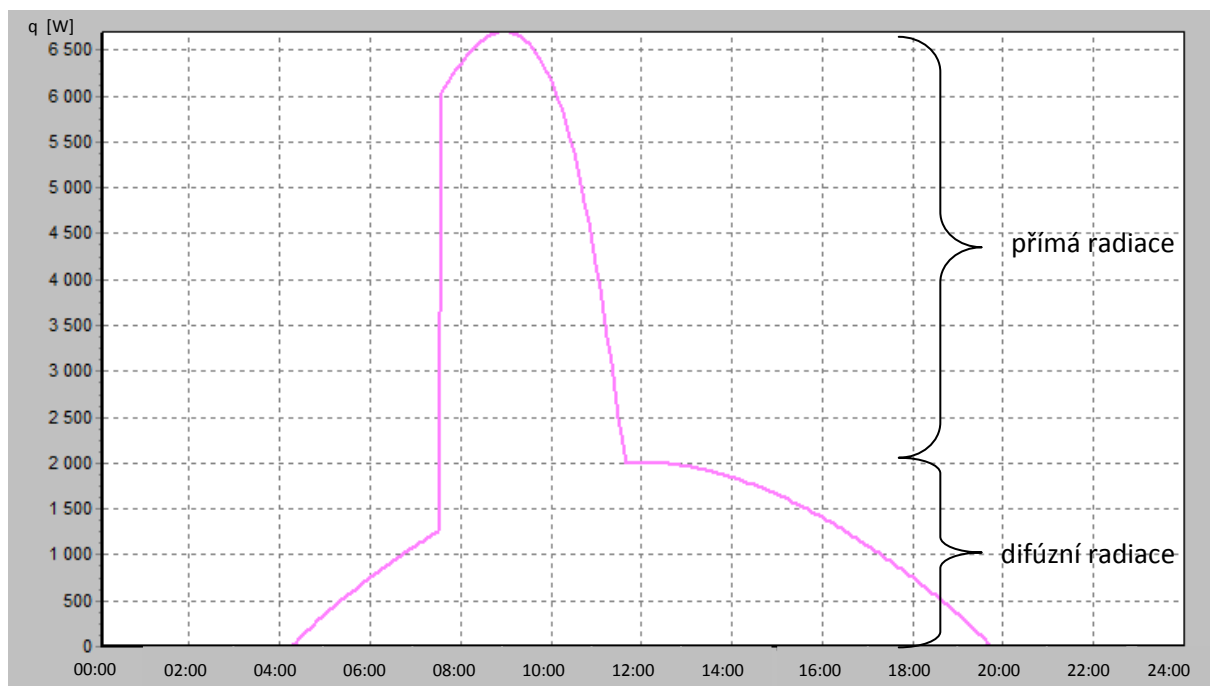
Obr.17. Simulace denního průběhu tepelné zátěže bazénové haly dne 21.5.



Obr.18. Simulace denního průběhu výsledné teploty bazénové haly dne 21.5.



Obr.19. Simulace tepelného toku sluneční radiace V oknem bazénové haly dne 21.5.



Výstup z programu Teruna

VÝPOČET TEPELNÉ ZÁTĚŽE ZA NESTACIONÁRNÍCH PODMÍNEK

***** ZADANÉ PRVKY DO VÝPOČTU *****

Venkovní stěna

- +-----SO031 venkovní stěna východ (47,2m², 0,44m, 0,093W/mK, 850kg/m³, 1000kJ/kgK)
- +-----O031 okno dvojsklo argon (15m², 1,3W/m²K)

Venkovní stěna

- +-----SO032 střeška nad barem (112,76m², 0,56m, 0,11W/mK, 1200kg/m³, 1070kJ/kgK)

Další akumul. hmota

- +-----vodní hladina (68,28m², 683kg, 4180kJ/kgK)

Asymetrická stěna

- +-----SN035 strop konferenční sal (163,89m², 0,47m, 0,2W/mK, 1900kg/m³, 1055kJ/kgK)

Asymetrická stěna

- +-----SN036 vnitřní stěna schodiště (24,79m², 0,1m, 0,15W/mK, 800kg/m³, 960kJ/kgK)

Asymetrická stěna

- +-----SN037 vnitřní stěna sprchy a rampa (64,12m², 0,1m, 0,15W/mK, 800kg/m³, 960kJ/kgK)

Asymetrická stěna

- +-----SN038 podlaha pod barem na terenu (112,76m², 0,37m, 0,106W/mK, 1450kg/m³, 1110kJ/kgK)

Asymetrická stěna

+-----SN039 severní stěna na zemi (54,32m², 0,44m, 0,093W/mK, 850kg/m³, 1000kJ/kgK)

Asymetrická stěna

+-----SN031-3 strop nad technologickým patrem (92,92m², 0,31m, 0,19W/mK, 1800kg/m³, 1070kJ/kgK)

Asymetrická stěna

+-----SN034 vnitřní stěna strojovna vzduchotechniky (43,18m², 0,205m, 0,171W/mK, 850kg/m³, 960kJ/kgK)

***** VSTUPNÍ ÚDAJE *****

Výpočet proveden pro období od 21.5. do 21.5.

Časový krok: 300s

Objem místnosti : 885m³

Ve výpočtu bylo zavedeno:

Simulace oblačnosti: NE

Referenční rok: ANO

Uvažován vliv sluneční radiace: ANO

Načtená klimatická data: NE

Osvětlení[1]: 8 - 21h, 1200W

Osvětlení[2]: 21 - 24h, 1W

Osvětlení[3]: 0 - 8h, 1W

Větrání[1]: 10 - 20h, 2700m³/h

Větrání[2]: 20 - 24h, 900m³/h

Větrání[3]: 0 - 10h, 900m³/h

Ostatní tepelné zdroje: NE

Odpar vody: NE

Biologická produkce[1]: 10 - 20h, 75kg, počet osob: 36

Sálavé plochy: NE

***** VÝSLEDKY *****

Maxima tepelné zátěže:

21.5. 10,83h: Citelné teplo Max= 5684,42W

21.5. 3,42h: Citelné teplo Min= -1213,48W

21.5. 10,83h: Vázané teplo=2195,28W Měrná Tz = -7,95W/K

21.5. 10,83h: Potřeba chladu = 57,25kWh Potřeba tepla = 7,53kWh

Suma potřeby chladu = 57,25kWh

Suma potřeby tepla = 7,53kWh

2.2. Tepelné ztráty

Tab.3.Tepelné ztráty zařízení 1

Výpočet tepelné ztráty prostupem dle ČSN EN 12831 Tepelné soustavy v budovách - Výpočet tepelného výkonu ZAŘÍZENÍ 1

θ_e	-15 °C
$\theta_{int,i}$	28 °C
$\theta_{u, strojovna}$	20 °C
θ_j , konferencni sal	20 °C
θ_j , satna	22 °C
θ_j , masaze, sprchy	24 °C
θ_j , zachody	18 °C
θ_{me} průměrná roční venkovní	4 °C
θ_j , teplota vody	26 °C

Místnosti 1.03, 1.04 (28C)

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU	Ukc	ek	Ak.Ukc.ek
SO031	východní vnější stěna	62,22	0,20	0,05	0,25	1,00	15,55
O031	okno východní stěna	15,00	1,30	0,05	1,35	1,00	20,25
SO032	střecha nad barem	112,76	0,15	0,05	0,20	2,00	45,10
Celková měrná tepelná ztráta do venkovního prostředí							80,91
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU	Ukc	bu	Ak.Ukc.ek
SN031	podlaha strojovna vlevo	46,15	0,50	0,05	0,55	0,19	4,72
SN032	podlaha strojovna vpravo	39,00	0,50	0,05	0,55	0,19	3,99
SN033	podlaha strojovna uprostřed	7,77	0,50	0,05	0,55	0,19	0,80
SN034	strojovna vzduchotechniky	43,18	0,69	0,05	0,74	0,19	5,94
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor							15,45
Tepelné ztráty z/do prostoru vytápěného na rozdílné teploty							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU	Ukc	fij	Ak.Ukc.ek
SN035	strop	169,65	0,36	0,05	0,41	0,19	12,94
SN036	schodiště	24,79	1,23	0,05	1,28	0,09	2,95
SN037	sprchy, wc	64,12	1,23	0,05	1,28	0,09	7,63
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostoru s rozdílnými teplotami							23,53
Tepelné ztráty do přilehlé zeminy							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	Ak	Uequiv	Ak.Uequiv	fg1	fg2	Gw
SN038	podlaha pod barem	112,76	0,18	20,30	1,45	0,56	1,15
SN039	severní stěna	54,32	0,18	9,78	1,45	0,56	1,15
Celková měrná tepelná ztráta zeminou				30,07			
							27,99
Celková měrná tepelná ztráta						W/K	147,88
Celková tepelná ztráta						W	6359

Tab.4.Tepelné ztráty zařízení 2

**Výpočet tepelné ztráty prostupem dle ČSN EN 12831 Tepelné soustavy v budovách -
Výpočet tepelného výkonu ZAŘÍZENÍ 2**

θ_e	-15 °C
$\theta_{int,bazén}$	28 °C
$\theta_{u,schodiště}$	15 °C
θ_j , satna, chodba	22 °C
θ_j , masaze, sprchy	24 °C
θ_j , zachody	18 °C
θ_{me} průměrná roční venkovní	4 °C
θ_j , 2NP	20 °C

Místnost 1.01

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU	Ukc	ek	Ak.Ukc.ek
SO011	vnější stěna	56,00	0,20	0,05	0,25	1,00	14,00
Celková měrná tepelná ztráta do venkovního prostředí							14,00
Tepelné ztráty z/do prostoru vytápěného na rozdílné teploty							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU	Ukc	fij	Ak.Ukc.ek
SN012	rampa	3,06	1,23	0,05	1,28	-0,05	-0,21
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostoru s rozdílnými teplotami							-0,21
Tepelné ztráty do přilehlé zeminy							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	Ak	Uequiv	Ak.Uequiv	fg1	fg2	Gw
PO011	podlaha	15,67	0,18	2,82	1,45	0,56	1,15
Celková měrná tepelná ztráta zeminou							2,63
Celková měrná tepelná ztráta						W/K	16,41
Celková tepelná ztráta						W	607

Místnost 1.02

Tepelné ztráty z/do prostoru vytápěného na rozdílné teploty							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU	Ukc	fij	Ak.Ukc.ek
SN021	rampa+neogi	22,74	0,40	0,05	0,45	-0,05	-0,55
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostoru s rozdílnými teplotami							-0,55
Tepelné ztráty do přilehlé zeminy							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	Ak	Uequiv	Ak.Uequiv	fg1	fg2	Gw
PO021	podlaha	15,67	0,18	2,82	1,45	0,56	1,15
Celková měrná tepelná ztráta zeminou							2,63
Celková měrná tepelná ztráta						W/K	2,07
Celková tepelná ztráta						W	77

Místnost 1.05 = 1.06

Tepelné ztráty z/do prostoru vytápěného na rozdílné teploty							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU	Ukc	fij	Ak.Ukc.ek
SN051	bazén	7,28	1,23	0,05	1,28	-0,10	-0,96
SN052	strop	3,53	0,52	0,05	0,57	0,10	0,21
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostoru s rozdílnými teplotami							-0,75
Tepelné ztráty do přilehlé zeminy							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	Ak	Uequiv	Ak.Uequiv	fg1	fg2	Gw
PO051	podlaha	3,53	0,18	0,64	1,45	0,51	1,15
Celková měrná tepelná ztráta zeminou				0,64			
							0,54
Celková měrná tepelná ztráta						W/K	-0,21
Celková tepelná ztráta						W	-8

Místnost 1.07

Tepelné ztráty do přilehlé zeminy							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	Ak	Uequiv	Ak.Uequiv	fg1	fg2	Gw
SN071	stěna na zemině	3,92	0,18	0,71	1,45	0,51	1,15
PO071	podlaha	3,53	0,18	0,64	1,45	0,51	1,15
Celková měrná tepelná ztráta zeminou				1,34			
							1,15
Celková měrná tepelná ztráta						W/K	1,15
Celková tepelná ztráta						W	45

Místnost 1.08

Tepelné ztráty do přilehlé zeminy							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	Ak	Uequiv	Ak.Uequiv	fg1	fg2	Gw
SN081	stěna na zemině	5,60	0,18	1,01	1,45	0,51	1,15
PO081	podlaha	4,33	0,18	0,78	1,45	0,51	1,15
Celková měrná tepelná ztráta zeminou				1,79			
							1,53
Celková měrná tepelná ztráta						W/K	1,53
Celková tepelná ztráta						W	60

Místnost 1.09

Tepelné ztráty z/do prostoru vytápěného na rozdílné teploty							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU	Ukc	fij	Ak.Ukc.ek
SN091	strojovna	6,02	0,37	0,05	0,42	0,10	0,26
SN092	strop	6,65	0,52	0,05	0,57	0,10	0,39
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostoru s rozdílnými teplotami							0,65
Tepelné ztráty do přilehlé zeminy							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	Ak	Uequiv	Ak.Uequiv	fg1	fg2	Gw
SN092	stěna na zemině	8,40	0,18	1,51	1,45	0,51	1,15
PO091	podlaha	6,65	0,18	1,20	1,45	0,51	1,15
Celková měrná tepelná ztráta zeminou				2,71			
							2,32
Celková měrná tepelná ztráta						W/K	2,96
Celková tepelná ztráta						W	116

Místnost 1.11

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU	Ukc	ek	Ak.Ukc.ek
SO011	vnější stěna	11,00	0,20	0,05	0,25	1,00	2,75
O111	okno	3,00	1,30	0,05	1,35	1,00	4,05
Celková měrná tepelná ztráta do venkovního prostředí							6,80
Tepelné ztráty z/do prostoru vytápěného na rozdílné teploty							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU	Ukc	fij	Ak.Ukc.ek
SN111	schodiště	7,00	0,69	0,05	0,74	0,23	1,20
SN112	strop	14,28	0,52	0,05	0,57	0,10	0,83
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostoru s rozdílnými teplotami							2,03
Tepelné ztráty do přilehlé zeminy							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	Ak	Uequiv	Ak.Uequiv	fg1	fg2	Gw
PO111	podlaha	13,09	0,18	2,36	1,45	0,56	1,15
Celková měrná tepelná ztráta zeminou				2,36			
							2,19
Celková měrná tepelná ztráta						W/K	11,02
Celková tepelná ztráta						W	430

Místnost 1.12

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU	Ukc	ek	Ak.Ukc.ek
SO011	vnější stěna	25,22	0,20	0,05	0,25	1,00	6,31
SO011	okno	1,80	1,30	0,05	1,35	1,00	2,43
Celková měrná tepelná ztráta do venkovního prostředí							8,74
Tepelné ztráty z/do prostoru vytápěného na rozdílné teploty							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU	Ukc	fij	Ak.Ukc.ek
SN011	balancer pro	1,24	0,69	0,05	0,74	-0,30	-0,27
SN011	masáže	14,14	0,69	0,05	0,74	-0,30	-3,14
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostoru s rozdílnými teplotami							-3,41
Tepelné ztráty do přilehlé zeminy							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	Ak	Uequiv	Ak.Uequiv	fg1	fg2	Gw
SN	podlaha	15,62	0,18	2,81	1,45	0,56	1,15
Celková měrná tepelná ztráta zeminou							
				2,81			
							2,62
Celková měrná tepelná ztráta						W/K	7,94
Celková tepelná ztráta						W	238

Místnost 1.13

Tepelné ztráty z/do prostoru vytápěného na rozdílné teploty							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU	Ukc	fij	Ak.Ukc.ek
SN131	chodba	9,04	0,69	0,05	0,74	0,05	0,34
SN132	strop	14,28	0,52	0,05	0,57	0,10	0,83
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostoru s rozdílnými teplotami							1,18
Tepelné ztráty do přilehlé zeminy							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	Ak	Uequiv	Ak.Uequiv	fg1	fg2	Gw
PO131	podlaha	14,28	0,18	2,57	1,45	0,56	1,15
Celková měrná tepelná ztráta zeminou							
				2,57			
							2,39
Celková měrná tepelná ztráta						W/K	3,57
Celková tepelná ztráta						W	139

Místnost 1.14

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU	Ukc	ek	Ak.Ukc.ek
SO141	vnější stěna	11,00	0,20	0,05	0,25	1,00	2,75
O141	okno	3,00	1,30	0,05	1,35	1,00	4,05
Celková měrná tepelná ztráta do venkovního prostředí							6,80
Tepelné ztráty z/do prostoru vytápěného na rozdílné teploty							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU	Ukc	fij	Ak.Ukc.ek
SN141	chodba	9,04	0,69	0,05	0,74	0,05	0,34
SN142	strop	15,80	0,52	0,05	0,57	0,10	0,92
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostoru s rozdílnými teplotami							1,27
Tepelné ztráty do přilehlé zeminy							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	Ak	Uequiv	Ak.Uequiv	fg1	fg2	Gw
PO111	podlaha	15,80	0,18	2,84	1,45	0,56	1,15
Celková měrná tepelná ztráta zeminou							2,84
							2,65
Celková měrná tepelná ztráta						W/K	10,71
Celková tepelná ztráta						W	418

Místnost 1.15

Tepelné ztráty z/do prostoru vytápěného na rozdílné teploty							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU	Ukc	fij	Ak.Ukc.ek
SN151	chodba	10,78	0,69	0,05	0,74	0,05	0,41
SN152	šatna	14,00	0,69	0,05	0,74	0,05	0,53
SN153	strop	19,15	0,52	0,05	0,57	0,10	1,12
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostoru s rozdílnými teplotami							2,06
Tepelné ztráty do přilehlé zeminy							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	Ak	Uequiv	Ak.Uequiv	fg1	fg2	Gw
PO151	podlaha	19,15	0,18	3,45	1,45	0,56	1,15
Celková měrná tepelná ztráta zeminou							3,45
							3,21
Celková měrná tepelná ztráta						W/K	5,27
Celková tepelná ztráta						W	205

Místnost 1.16

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU	Ukc	ek	Ak.Ukc.ek
SO161	vnější stěna	13,28	0,20	0,05	0,25	1,00	3,32
O161	okno	0,72	1,30	0,05	1,35	1,00	0,97
Celková měrná tepelná ztráta do venkovního prostředí							4,29
Tepelné ztráty z/do prostoru vytápěného na rozdílné teploty							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU	Ukc	fij	Ak.Ukc.ek
SN161	wc muži	16,10	1,23	0,05	1,28	0,15	3,17
SN162	chodba	5,18	1,23	0,05	1,28	0,15	1,02
SN163	strop	11,69	0,52	0,05	0,57	0,10	0,68
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostoru s rozdílnými teplotami							4,87
Tepelné ztráty do přilehlé zeminy							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	Ak	Uequiv	Ak.Uequiv	fg1	fg2	Gw
PO161	podlaha	11,69	0,18	2,10	1,45	0,56	1,15
Celková měrná tepelná ztráta zeminou							1,96
Celková měrná tepelná ztráta						W/K	11,12
Celková tepelná ztráta						W	434

Místnost 1.17+1.18+1.19

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU	Ukc	ek	Ak.Ukc.ek
SO171	vnější stěna	12,92	0,20	0,05	0,25	1,00	3,23
O141	okno	1,08	1,30	0,05	1,35	1,00	1,46
Celková měrná tepelná ztráta do venkovního prostředí							4,69
Tepelné ztráty z/do prostoru vytápěného na rozdílné teploty							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU	Ukc	fij	Ak.Ukc.ek
SN171	masáže	14,14	1,23	0,05	1,28	-0,18	-3,29
SN172	sprchy ženy	17,78	1,23	0,05	1,28	-0,18	-4,14
SN173	chodba	17,36	1,23	0,05	1,28	-0,12	-2,69
SN173	strop	23,94	0,52	0,05	0,57	-0,06	-0,83
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostoru s rozdílnými teplotami							-10,95
Tepelné ztráty do přilehlé zeminy							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	Ak	Uequiv	Ak.Uequiv	fg1	fg2	Gw
PO171	podlaha	23,94	0,18	4,31	1,45	0,56	1,15
Celková měrná tepelná ztráta zeminou							4,01
Celková měrná tepelná ztráta						W/K	-2,25
Celková tepelná ztráta						W	-74

Místnost 1.20

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU	Ukc	ek	Ak.Ukc.ek
SO201	vnější stěna	21,84	0,20	0,05	0,25	1,00	5,46
O201	okno	0,36	1,30	0,05	1,35	1,00	0,49
Celková měrná tepelná ztráta do venkovního prostředí							5,95
Tepelné ztráty z/do prostoru vytápěného na rozdílné teploty							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU	Ukc	fij	Ak.Ukc.ek
SN201	wc ženy	17,78	1,23	0,05	1,28	0,15	3,50
SN202	chodba	4,70	1,23	0,05	1,28	0,05	0,31
SN203	strop	12,62	0,52	0,05	0,57	0,10	0,74
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostoru s rozdílnými teplotami							4,55
Tepelné ztráty do přilehlé zeminy							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	Ak	Uequiv	Ak.Uequiv	fg1	fg2	Gw
PO201	podlaha	12,62	0,18	2,27	1,45	0,56	1,15
Celková měrná tepelná ztráta zeminou							2,11
Celková měrná tepelná ztráta						W/K	12,61
Celková tepelná ztráta						W	492

Místnost 1.21

Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU	Ukc	ek	Ak.Ukc.ek
SO211	vnější stěna	3,52	0,20	0,05	0,25	1,00	0,88
O211	okno	1,80	1,30	0,05	1,35	1,00	2,43
Celková měrná tepelná ztráta do venkovního prostředí							2,43
Tepelné ztráty z/do prostoru vytápěného na rozdílné teploty							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU	Ukc	fij	Ak.Ukc.ek
SN211	sprchy ženy	4,70	1,23	0,05	1,28	0,05	-0,31
SN212	wc muži, ženy, invalida	17,36	1,23	0,05	1,28	-0,12	2,69
SN212	sprchy muži	5,18	1,23	0,05	1,28	0,15	-1,02
SN213	neogi	10,78	0,69	0,05	0,74	0,05	-0,41
SN214	masáže	9,04	0,69	0,05	0,74	0,05	-0,34
SN215	bylinná parní lázeň	9,04	0,69	0,05	0,74	0,05	-0,34
SN216	strop	26,37	0,52	0,05	0,57	0,05	0,81
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostoru s rozdílnými teplotami							1,08
Tepelné ztráty do přilehlé zeminy							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	Ak	Uequiv	Ak.Uequiv	fg1	fg2	Gw
PO211	podlaha	26,37	0,18	4,75	1,45	0,56	1,15
Celková měrná tepelná ztráta zeminou							4,42
Celková měrná tepelná ztráta						W/K	7,93
Celková tepelná ztráta						W	293

3. Průtoky vzduchu

Tab.5.Průtoky vzduchu zařízení 1

		Bakalářská práce L2012 Vypr.: Alexandr Ulma Téma: VZT bazénu										TAB X.1 - ZAŘÍZENÍ Č. 1/1NP								Trojanovice t _e = -15°C	
Zadané hodnoty																					
Místnosti							Léto		Zima				Přívod				Odvod				
Podlaží	č.Místnosti	Název	Plocha [m ²]	Objem [m ³]	Počet jedn./osob	VZD-jedn./osoba [m3/h]	t [°C]	φ [%]	t [°C]	φ [%]	Tep. Zisky [kW]	Tep. Ztráta [kW]	Čerstvý vzduch [m3/h]	Léto t [°C]	Zima t [°C]	Výměna [h ⁻¹]	VZD [m3/h]				
1NP	1.03	BAZÉN	239,63	884,23	36	25	28	65	28	65	5,5	6,4	2700	25	35	3,0	2700				
1NP	1.04	BAR	19,72	55,22			28	65	28	65											

Pozn. Místnosti 1.03 a 1.04 nejsou konstrukčně odděleny, výměna vzduchu pro odvedení vlhkostní zátěže odparem v létě a pokrytí tepelné ztráty v zimě vypočtena softwarem Teruna

Požadavky na vnitřní návrhovou teplotu dle ČSN 730540-3/Příloha I/9.2 Bazénové haly

Vyhláška 135/2004, kterou se stanoví hygienické požadavky na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch

Tab.6.Průtoky vzduchu zařízení 2

		Bakalářská práce L2012 Vypr.: Alexandr Ulma Téma: VZT bazénu						TAB X.2 - ZAŘÍZENÍ Č. 2/1NP						Trojanovice t _e = -15°C				
Zadané hodnoty																		
Místnosti							Léto		Zima				Přívod				Odvod	
Podlaží	č.Místnosti	Název	Plocha [m ²]	Objem [m ³]	Počet jedn./osob	VZD-jedn./osoba [m3/h]	t [°C]	φ [%]	t [°C]	φ [%]	Tep. Zisky [W]	Tep. Ztráta [W]	Čerstvý vzduch [m3/h]	Léto t [°C]	Zíma t [°C]	Výměna [h ⁻¹]	VZD [m3/h]	
1NP	1.01	ŠATNA	15,67	43,88	x	x	26	80	22	80	x	607	263	24	25	6,0	263	
1NP	1.02	ŠATNA	15,67	43,88	x	x	26	80	22	80	x	77	263	24	25	6,0	263	
1NP	1.05	SPRCHY MUŽI	3,53	9,88	2	100	26	65	24	65	x	-8	0	24	25	x	350	
1NP	1.06	SPRCHY ŽENY	3,53	9,88	2	100	26	65	24	65	x	-8	0	24	25	x	350	
1NP	1.07	WC INVALIDA	2,93	8,20	x	x	26	65	24	65	x	45	80	24	25	x	80	
1NP	1.08	WC ŽENY	4,33	12,12	x	x	26	65	24	65	x	60	80	24	25	x	80	
1NP	1.09	WC MUŽI	6,65	18,62	x	x	26	65	24	65	x	116	105	24	25	x	105	
1NP	1.10	TECHNOLOG.	25,09	70,25	viz pozn.													
1NP	1.11	BALANCER	13,09	36,65	x	x	26	50	24	50	x	430	183	24	25	5,0	183	
1NP	1.12	SCHODIŠTĚ	15,62	43,74	viz pozn.													
1NP	1.13	PARNÍ LÁZEŇ	14,28	39,98	x	x	26	90	24	90	x	139	400	24	25	10,0	400	
1NP	1.14	MASÁŽE	15,80	44,24	x	x	26	50	24	50	x	428	133	24	25	3,0	133	
1NP	1.15	NEOGI	19,15	53,62	x	x	26	50	24	50	x	205	536	24	25	10,0	536	
1NP	1.16	SPRCHY MUŽI	11,69	32,73	4	100	26	90	24	90	x	434	400	24	25	x	400	
1NP	1.17	WC MUŽI	10,00	35,00	x	x	26	50	18	50	x	-31	130	24	25	x	130	
1NP	1.18	WC ŽENY	8,11	22,71	x	x	26	50	18	50	x	-25	160	24	25	x	160	
1NP	1.19	WC INVALIDA	5,83	16,32	2	50	26	50	18	50	x	-18	0	24	25	x	100	
1NP	1.20	SPRCHY ŽENY	12,62	35,34	4	100	26	90	24	90	x	492	500	24	25	x	400	
1NP	1.21	CHODBA	26,37	73,84	x	x	26	50	22	50	x	293	222	24	25	3,0	222	
1NP	1.22	CHODBA BAZ	38,50	107,80	x	x	26	50	24	50	x	-45	700	24	25	3,0	0	
Celkem pro zařízení 2 v 1NP													4155				4155	

Pozn.

Místnost 1.12 SCHODIŠTĚ je chráněnou únikovou cestou typu A s plochou menší než 20 m2. Požární větrání je zajištěno otevíratelnými otvory (okny) o ploše nejméně 2 m2 v každém podlaží.

Místnosti 1.10 TECHNOLOGIE je větrána samostatně axiálním ventilátorem

Dávky vzduchu dle Vyhlášky MZ č. 6/2003 Sb.

30m3/umyvadlo

35-110m3/sprcha

50m3/mísa

25m3/pisoár

4. Distribuční prvky

4.1. Odvod vzduchu

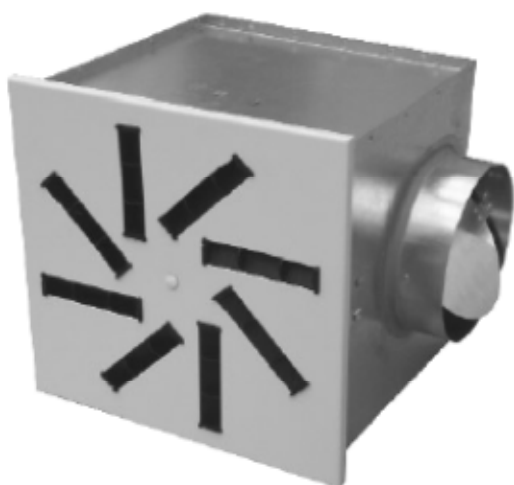
2700 m³/h

4 ks vířivá výustka s nastavitelnými lamelami odvodní s čtvercovou čelní deskou, kruhovým nástavcem připojeným ke čtyřhranné krabici horizontálně, s regulací v kruhovém nástavci, velikostí výustky 600 mm x 40 lamel s povrchovou úpravou RAL9010

$2700/4=675$ m³/h

Hlučnost 21 dB, tlaková ztráta 7 Pa, rychlost v pobytové zóně 0,1 m/s

Obr.20. Pohled na zvolený koncový element IMOS-VVKR-Q-O-H-1-Q-600x40-RAL 9010-B

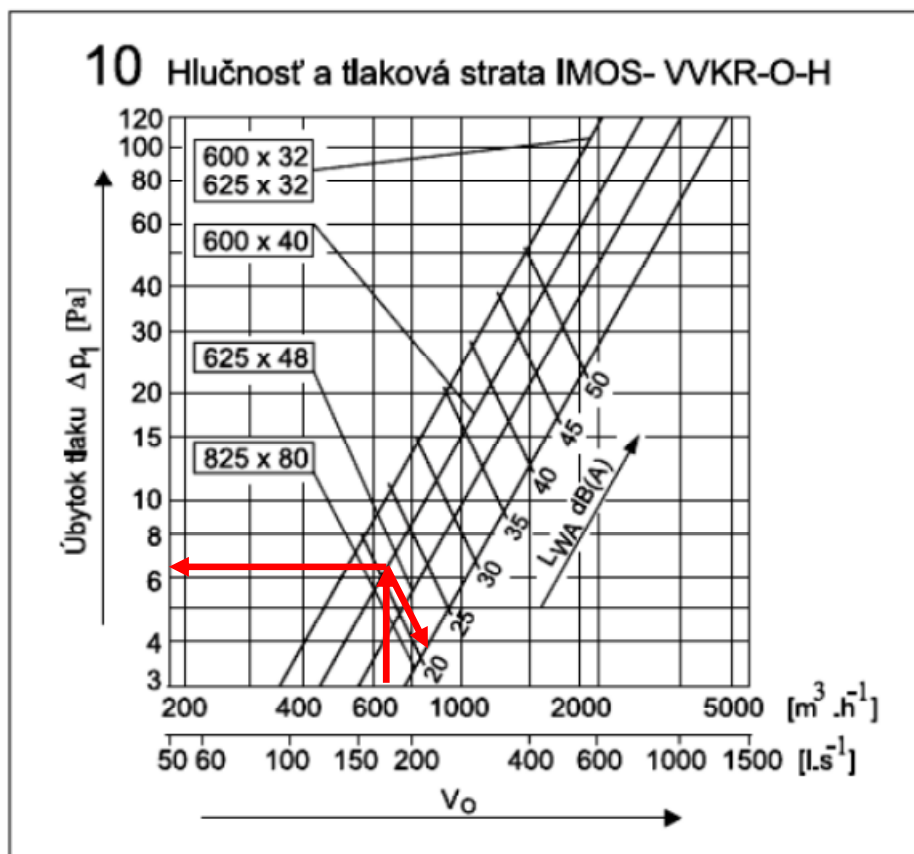


IMOS – VVKR – Q

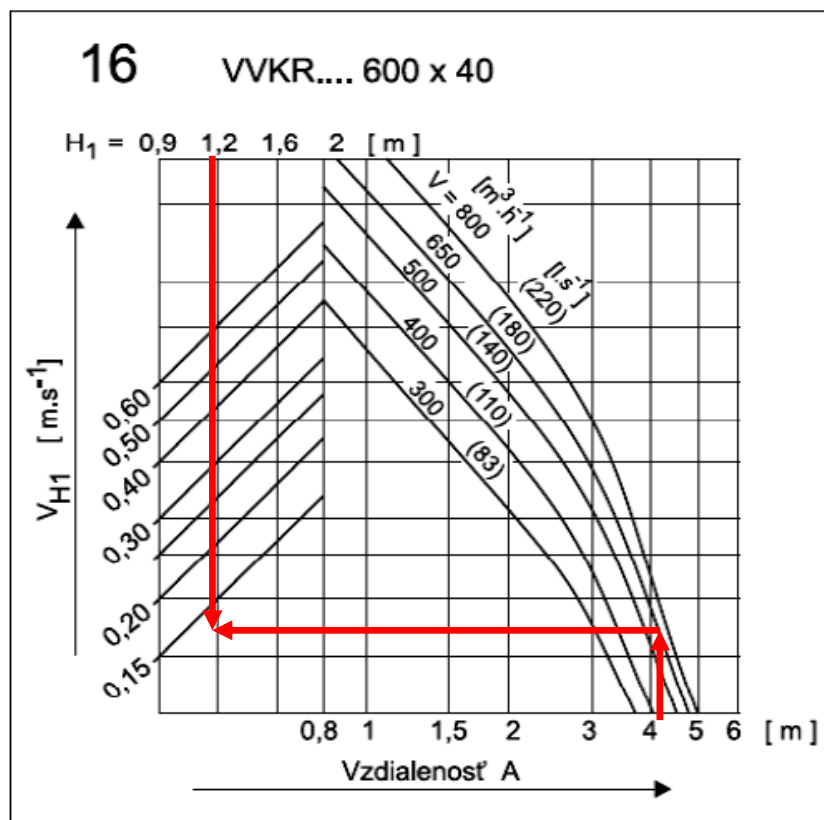


VVKR 600x40

Obr.20. Hlučnost a tlaková ztráta



Obr.21. Rychlost proudění v pobytové zóně



4.2. Přívod vzduchu

2700 m³/h

4 m ofukované prosklené plochy, 8 m bazénové plochy = 12 m štěrbinových výustek IMOS-SV-P-K-15,0-1000

$2700/12 = 225 \text{ m}^3/\text{h.m}$

Tlaková ztráta 20 Pa x korekce 1,4 = 28 Pa, hlučnost 36 dB

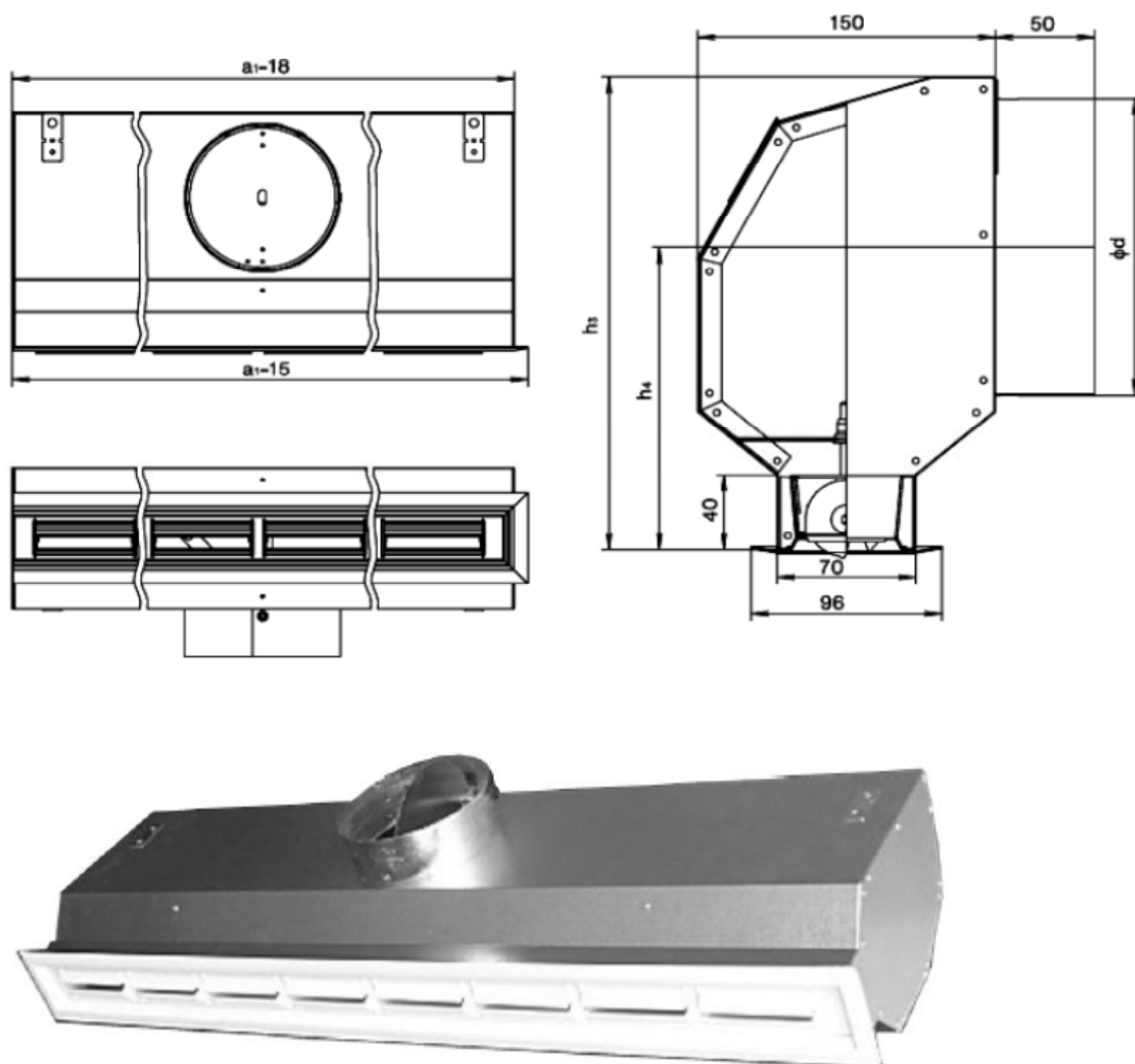
Efektivní rychlost proudění na výstupu ze štěrbiny

$v_o = V/(3600 \cdot S_o \cdot l) = 225/(3600 \cdot 0.00907) = 7 \text{ m/s}$

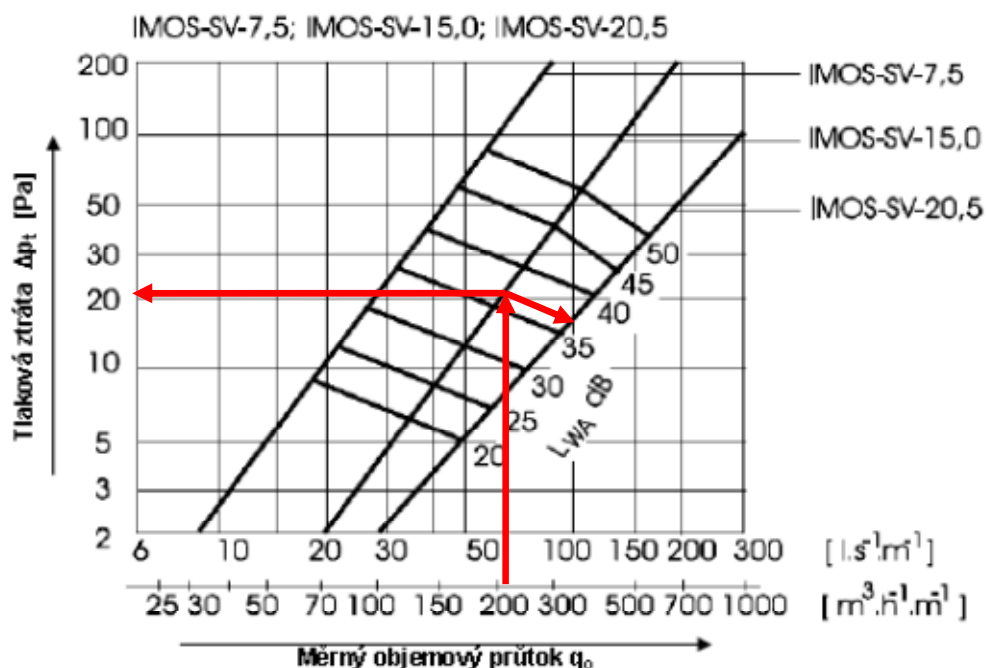
H = 3000 mm, pobytová zóna 1000 mm, H₁ = 3000-1000 = 2000 mm, X=2000mm, L=H₁+X = 2+2=4 m

Rychlost v pobytové zóně 0,13 m/s

Obr.22. Pohledy na zvolený přívodní koncový element IMOS-SV-P-K-15,0-1000



Obr.23. Hlučnost a tlaková ztráta



Tab.7. Korekce ΔL pro přepočet akustických parametrů

Tab. č. 4 Hodnota ΔL při klapce $\alpha = 0^\circ$

Typ	a_1 [mm]	v_{ef} [m.s ⁻¹]	Oktávové frekvenční pásmo [Hz]							
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
IMOS-SV-K-15,0	1000	2	8	5	7	-6	-15	-27	-39	-47
	1000	3	2	3	8	-4	-13	-24	-35	-46
	1000	5	-5	0	6	-2	-10	-18	-30	-40
	1000	7	-13	-3	5	-2	-8	-13	-31	-37

Tab.8. Korekce pro přepočet tlakové ztráty

Tab. č. 7 Korekce akustických hodnot pro IMOS-SV-K-15,0 při použití různého úhlu nastavení klapky pro $a_1 = 1000$

Úhel nastavení klapky		Proud horizontální			Proud střídavý		
		0°	45°	90°	0°	45°	90°
d = 158 [mm]	Δp_t	x 1	x 1,6	x 3,5	x 1,4	x 2,1	x 7,6
	L_{WA}	-	+ 2	+ 6	-	+ 4	+ 8

Tab.24. Rychlost proudění v pobytové zóně

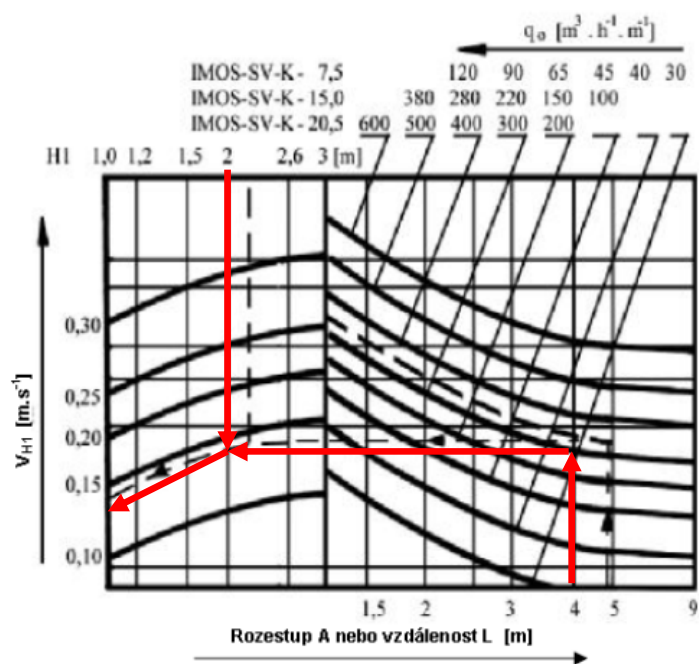
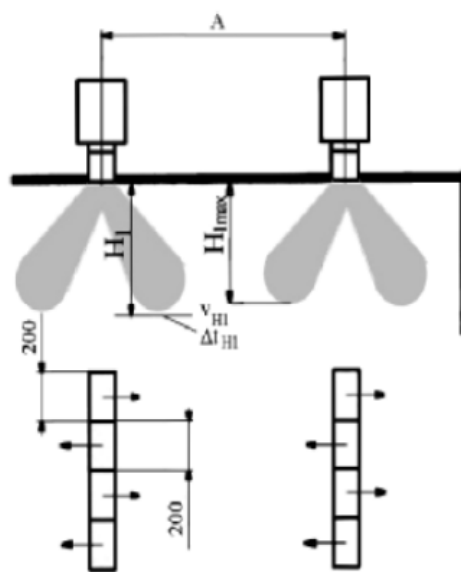


Diagram č.6 - Rychlost proudění mezi dvěma štěrbinami



Obr. 15 - Schéma proudění vzduchu pro princip z obr. 6

Tab.9. Přepočít akustických parametrů štěrbinové výustky

	Oktávové frekvenční pásmo [Hz]							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
L_{WA}	36	36	36	36	36	36	36	36
ΔL	-13	-3	5	-2	-8	-13	-31	-37
L_W	23	33	41	34	28	23	5	-1

5. Dimenzování potrubí

Tab. 10. Dimenzování potrubí

		Bakalářská práce L2012 Vypracoval: Alexandr Ulma Téma: VZT bazénu								TAB X.2 - ZAŘÍZENÍ Č. 1/1NP					Trojanov ice t _e = -15°C	
Z výkresu				Hodnoty										Poznámka		
				předběžné kruh.			skut. vypočítané			tlaková ztráta						
Č.ú.	V		L	v'	S'	d'r	dr	S	v	R		Z	Z+RxL			
-	m3/h	m3/s	m	m/s	m2	mm	mm	m2	m/s	Pa/m	-	Pa	Pa			
ZAŘÍZENÍ Č. 1.01 - Odvodní potrubí																
1	675	0,188	0,7	3,0	0,06	282	250	0,049	3,82	0,25	0,6	5,3	5,4	sonoflex		
2	675	0,188	3,3	3,0	0,06	282	315	0,078	2,41	0,25	0,6	2,1	2,9			
3	1350	0,375	3,3	3,5	0,11	369	400	0,126	2,98	0,38	0,9	4,8	6,1			
4	2025	0,563	3,3	4,0	0,14	423	450	0,159	3,54	0,31	0,9	6,8	7,8			
5	2700	0,750	8,5	4,5	0,17	461	450	0,159	4,72	0,49	0,6	8,0	12,2			
	2700	0,750	4,0				450	0,159	5,00	0,50	0,6	9,0	11,0	výfuk ext.		
													7,0	výustka		
													21,0	klapky		
													34,0	tlumiče		
													25,0	výfuk.hl.		
Externí tlaková ztráta odvod													132,3			
ZAŘÍZENÍ Č. 1.01 - Přívodní potrubí																
1	225	0,063	0,3	3,0	0,02	163	160	0,020	3,11	0,14	0,6	3,5	3,5	sonoflex		
2	450	0,125	1,5	3,0	0,04	230	220	0,038	3,29	0,23	0,3	1,9	2,3			
3	900	0,250	3,0	3,2	0,08	315	315	0,078	3,21	0,40	0,9	5,6	6,8			
4	1125	0,313	0,8	3,2	0,10	353	355	0,099	3,16	0,31	0,3	1,8	2,0			
5	1350	0,375	1,0	3,4	0,11	375	355	0,099	3,79	0,45	0,0	0,0	0,5			
6	1575	0,438	1,3	3,4	0,13	405	400	0,126	3,48	0,39	0,3	2,2	2,7			
7	1800	0,500	1,0	3,6	0,14	421	400	0,126	3,98	0,49	0,0	0,0	0,5			
8	2025	0,563	0,8	3,6	0,16	446	450	0,159	3,54	0,24	0,3	2,3	2,4			
9	2250	0,625	1,0	3,8	0,16	458	450	0,159	3,93	0,31	0,0	0,0	0,3			
10	2475	0,688	2,0	3,8	0,18	480	450	0,159	4,32	0,35	0,0	0,0	0,7			
11	2700	0,750	1,0	4,0	0,19	489	450	0,159	4,72	0,39	0,0	0,0	0,4			
12	2700	0,750	11,4	4,0	0,19	489	450	0,159	4,72	0,43	1,8	24,0	28,9			
13	2700	0,750	1,0	4,2	0,18	477	450	0,159	4,72	0,50	0,0	0,0	0,5			
	2700	0,750	4,0				450	0,159	5,00	0,50	1,2	18,0	20,0	sání ext.		
													28,0	výustka		
													21,0	pož.klapky		
													51,0	tlumiče		
													10,0	síto		
Externí tlaková ztráta přívod													181,4			

6. Vzduchotechnické jednotky

6.1. Zařízení 1.01

REMAK a.s.
Roznov pod Radhostem
Czech Republic
<http://www.remak.cz>



Číslo zařízení	01	Název zařízení	Zařízení 1 Bazénová hala	Druh, rozměr Model box	AeroMaster XP 04 AMXP3
Popis zařízení * SESTAVNÁ KLIMATIZAČNÍ JEDNOTKA - standardně dodávány varianty pro vnitřní i venkovní instalace pro prostředí C2 nebo C3 dle (ČSN) EN ISO 14713 - schváleno k použití v hygienických a čistých aplikacích (SZÚ - 111130, S 294/01) - standardní rozsah pracovních teplot je -40°C až +40°C - samonosná bezrámová konstrukce se zcela hladkým vnitřním pláštěm - sendvičové panely s 50 mm nehořlavou izolací - parametry dle EN 1886:2008 (M): D2, L3 resp. L2, T3, TB2 - zvuková neprůzvučnost pláště $R_w=43$ dB - ES prohlášení shody vydáno ve spolupráci s TÜV SÜD Czech - certifikát shody dle GOST R - vyvinuto a vyráběno v souladu s certifikovaným systémem řízení jakosti ISO 9001:2001 * Detailní informace ke specifikacím a užití zařízení a příslušenství viz. související obchodně technická dokumentace					

Klimatické a vstupní podmínky (zima/léto)

Teplota vzduchu (venkovní) [°C]	-15 / 20	Teplota z místnosti [°C]	28 / 32
Relativní vlhkost (venkovní) [%]	95 / 95	Relativní vlhkost z místnosti [%]	65 / 65
Tlak vzduchu [kPa]	95 / 95		

Vzduchové parametry zařízení (přívod/odvod)

Skutečný průtok vzduchu [m³/h]	2700 / 2700	Tlaková ztráta komponentů v sestavě [Pa]	471 / 424
Rychlost v průřezu [m/s]	2.73 / 2.73	Výstupní teplota z přívodu (zima/léto) [°C]	35 / 25
Skutečná externí tlaková ztráta (rezerva) [Pa]	231 / 141	Výstupní relativní vlhkost z přívodu (zima/léto) [%]	30 / 61
Rozdíl (k zaregulování) [Pa]	+71 / +9		

Výkonové parametry zařízení (přívod/odvod)*

Dimenzováno na výkonový stupeň ventilátorů	5 / 5	Součtové výkony pro ohřev [kW]	16 / 0
Součtové výkony ventilátorů [kW]	1.78 / 1.43	Součtové výkony pro chlazení [kW]	8 / 19
Specifický výkon zařízení $SFP_{E, IV, m^{-3} \cdot s}$	4283	Výkon zpětného získání tepla [kW]	10

*Návrh s vlivem kondenzace

Hlukové parametry zařízení

Přívod	Hladiny akustického výkonu v oktaóvových pásmech $L_{wA,okt}$ [dB(A)] a celková hladina L_{wA} [dB(A)]								
Oktaóvové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	L_{wA}
Vstup	47.1	61.5	69.8	64.5	59.5	59.3	51.2	43.7	71.9
Výstup	53.1	67.5	77.5	74.9	75.7	78.3	75.2	69.7	83.8
Okolí	45.1	52.5	62.8	47.5	45.5	49.3	44.2	34.7	63.6

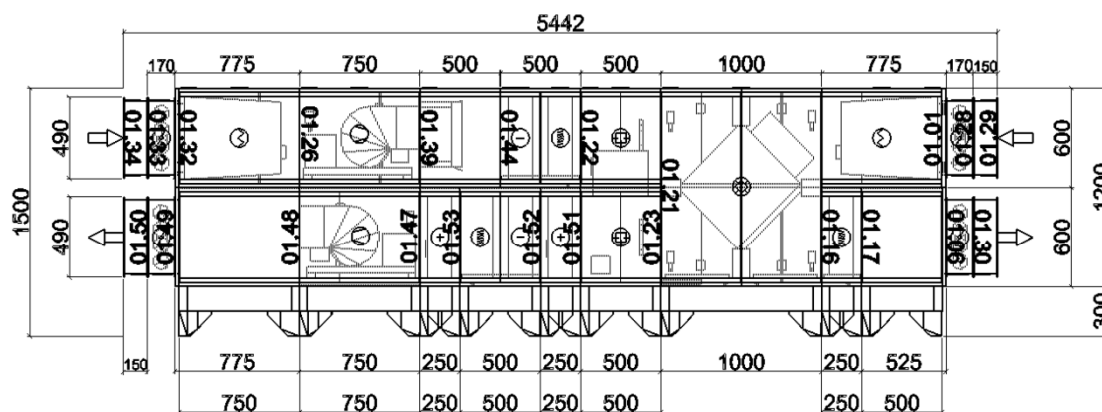
Odvod	Hladiny akustického výkonu v oktaóvových pásmech $L_{wA,okt}$ [dB(A)] a celková hladina L_{wA} [dB(A)]								
Oktaóvové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	L_{wA}
Vstup	48.1	65.6	73.3	69.9	71.4	71.3	67.5	62.3	78.4
Výstup	45.2	62.7	68.4	63.0	62.5	63.3	58.5	51.3	71.9
Okolí	42.1	52.6	60.3	44.9	44.4	47.3	42.5	33.3	61.5

Soupis komponentů zařízení

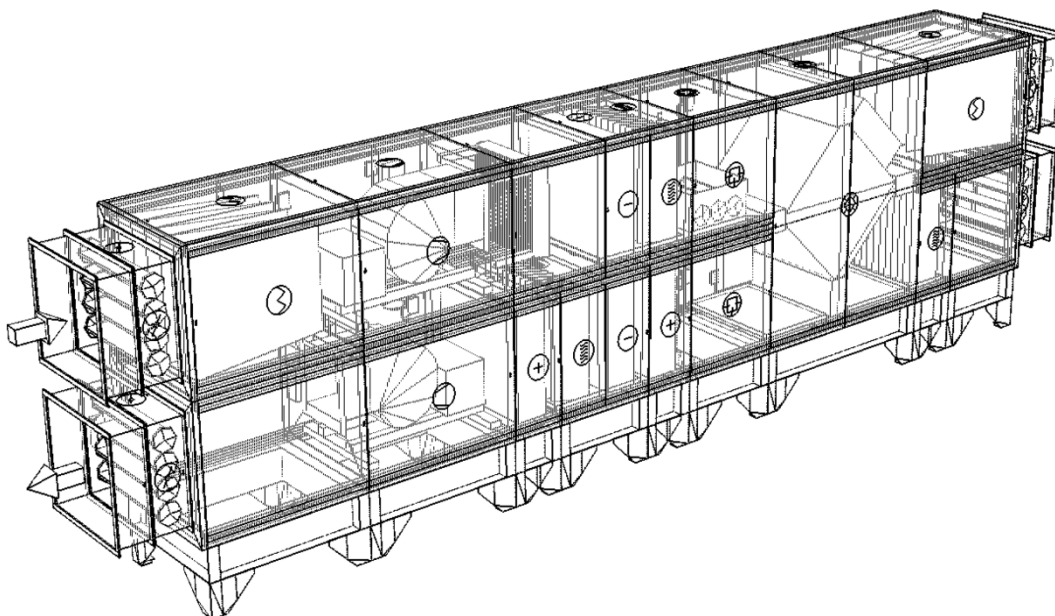
Pozice	Název komponentu	Typové označení	ks	Hmotnost	Informace*		
					A	B	C
01.29	Tlumič vložka	DV 500-450	1	3.1			
01.28	Klapka uzavírací	LK 500-450	1	8.4			
	Servopohon	LMC 24A-SR	1				●
01.01	Sekce filtru	XPHO 04/D	1	56.9			
	Panel čelní - vstup	XPK 04/P	1				●
	Filtrovní vložka	XPNH 04/5	1				●
	Snímač tlakové difference	P33 N (30 - 500 Pa)	1				●
01.21	Sekce deskového rekuperátoru s by-passem	XPXQ 04/BP	1	152.4			
	Servopohon klapky obtoku	NM 230A	1				●
	Souprava pro odvod kondenzátu	XPOK 300	1				
	Snímač namrzání	P33 M (30 - 500 Pa)	1				●
01.23	Sekce směšování	XPIS 04/S	1	29.2			
01.51	Sekce ohříváče	XPTV 04	1	30.1			
	Vodní ohříváč	XPNC 04/1R	1				●
	Směšovací uzel	SUMX 1.6 (1)	1				●
	Protimrazové čidlo	NS 130 R	1				●
01.52	Sekce chladič, eliminátor	XPQU 04/V	1	59.4			
	Vodní chladič	XPND 04/4R	1				●
	Směšovací uzel chladiče	SUMX 2.5 (3)	1				
	Eliminátor kapek	XPNU 04	1				●
	Souprava pro odvod kondenzátu	XPOO 300	1				
01.53	Sekce ohříváče	XPTV 04	1	32.4			
	Vodní ohříváč	XPNC 04/FR	1				●
	Směšovací uzel	SUMX 1 (1)	1				●
	Protimrazové čidlo	NS 130 R	1				●
01.47	Sekce ventilátoru	XPAA 04/P-S	1	84.1			
	Panel čelní - výtlak	XPM 04/A	1				●
	Ventilátor	XPVA 200-125/100-1,5-J2 (IE1)	1				●
	Regulátor výkonu	XPFM 1.5 (1x230V) V	1				
	Snímač tlakové difference	P33 V (20 - 200 Pa)	1				●
01.48	Sekce prázdná	XPJP 04/D	1	52.8			
	Panel čelní - výstup	XPK 04/P	1				●
01.49	Klapka uzavírací	LK 500-450	1	8.4			
	Servopohon	LM 230A	1				●
01.50	Tlumič vložka	DV 500-450	1	3.1			

01.34	Tlumič vložka	DV 500-450	1	3.1				
01.33	Klapka uzavírací	LK 500-450	1	8.4				
	Servopohon	LM 230A	1					●
01.32	Sekce filtru	XPHO 04/D	1	56.9				
	Panel čelní - vstup	XPB 04/P	1					●
	Filtrační vložka	XPNH 04/5	1					●
	Snímač tlakové difference	P33 N (30 - 500 Pa)	1					●
01.26	Sekce ventilátoru	XPAA 04/P-S	1	85.1				
	Panel čelní - výtlak	XPM 04/A	1					●
	Ventilátor	XPVA 200-140/100-1,5-J2 (IE1)	1					●
	Regulátor výkonu	XPFM 1.5 (1x230V) V	1					
	Snímač tlakové difference	P33 V (20 - 200 Pa)	1					●
01.39	Sekce difuzoru	XPJD 04	1	40.6				
	Difuzor	XPNA 04	1					●
01.44	Sekce chladič, eliminátor	XPQU 04/V	1	60.4				
	Vodní chladič	XPND 04/4R	1					●
	Směšovací uzel chladiče	SUMX 10 (2)	1					
	Eliminátor kapek	XPNU 04	1					●
	Souprava pro odvod kondenzátu	XPOO 300	1					
01.22	Sekce směšování	XPIS 04/R	1	35.2				
	Servopohon	LMC 24A-SR	1					●
01.16	Sekce eliminátoru	XPUO 04	1	22.5				
	Eliminátor kapek	XPNU 04	1					●
	Souprava pro odvod kondenzátu	XPOO 300	1					
01.17	Sekce prázdná	XPJP 04/S	1	36.7				
	Panel čelní - výstup	XPB 04/P	1					●
01.06	Klapka uzavírací	LK 500-450	1	8.4				
	Servopohon	LMC 24A-SR	1					●
01.30	Tlumič vložka	DV 500-450	1	3.1				
01.XX	Spojovací sada montážní	XPSS 04/M	10	40.0				
01.XX	Základový rám	XPR 04/750-3	1	16.4				
01.XX	Základový rám	XPR 04/750-3	1	16.4				
01.XX	Základový rám	XPR 04/250-3	1	12.4				
01.XX	Základový rám	XPR 04/500-3	1	14.4				
01.XX	Základový rám	XPR 04/250-3	1	12.4				
01.XX	Základový rám	XPR 04/500-3	1	14.4				
01.XX	Základový rám	XPR 04/1000-3	1	18.4				
01.XX	Základový rám	XPR 04/250-3	1	12.4				
01.XX	Základový rám	XPR 04/500-3	1	14.4				

Zepředu XZ
01 - Zařízení 1 Bazénová hala
X = 5441 mm, Y = 1500 mm

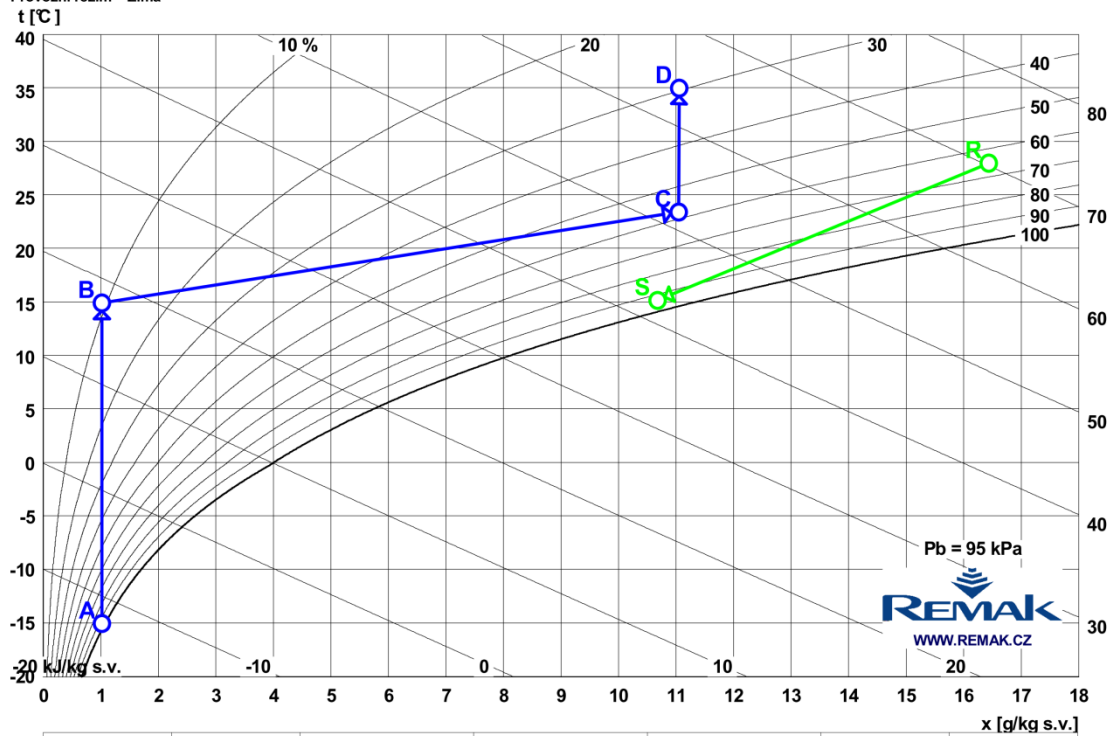


Axonometrie XYZ zepředu
01 - Zařízení 1 Bazénová hala
X = 5441 mm, Y = 750 mm, Z = 1500 mm



Psychrometrický diagram

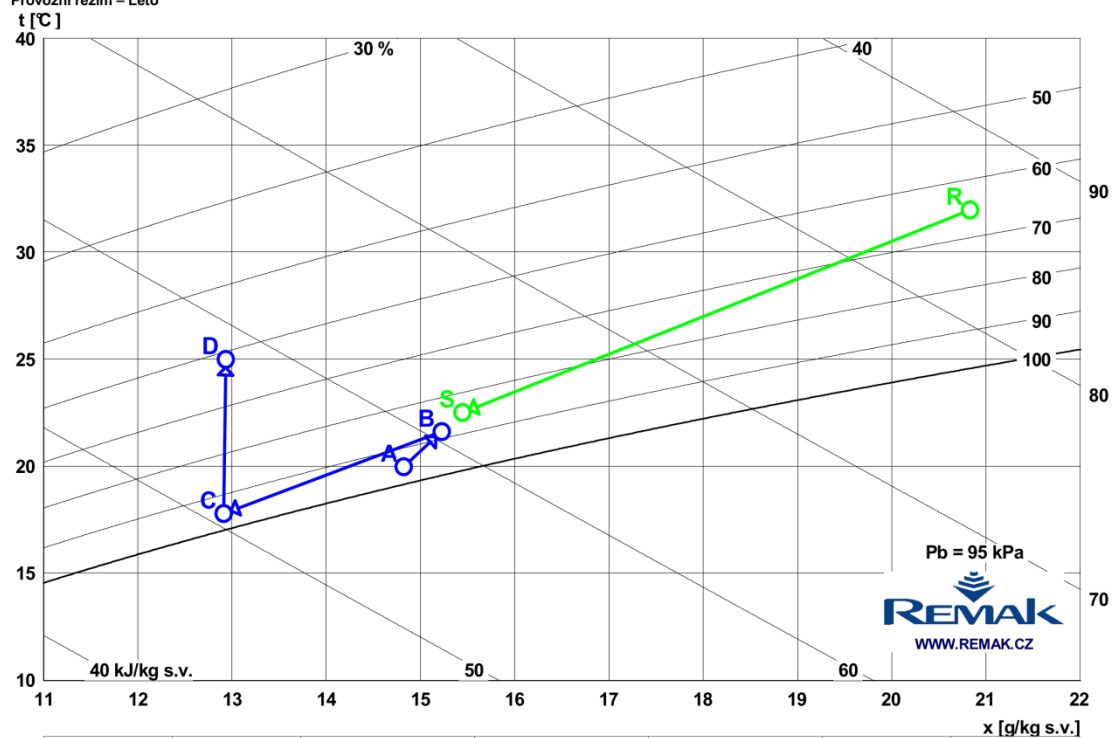
Provozní režim – Zima



Bod	Pozice	Teplota vzduchu	Relativní vlhkost	Měrná vlhkost	Entalpie	Hustota
		t [°C]	φ [%]	x [g/kg]	h [kJ/kg]	ρ [kg/m³]
A	01.21	-15.0	95.0	1.0	-12.6	1.29
B		14.9	9.2	1.0	17.6	1.15
C		23.4	57.8	11.0	51.8	1.11
D		35.0	29.6	11.1	63.7	1.07
R	01.21	28.0	65.0	16.4	70.2	1.09
S		15.2	93.5	10.7	42.3	1.15

Psychrometrický diagram

Provozní režim – Léto



Bod	Pozice	x [g/kg s.v.]				
		Teplota vzduchu t [°C]	Relativní vlhkost φ [%]	Měrná vlhkost x [g/kg]	Entalpie h [kJ/kg]	Hustota ρ [kg/m³]
A	01.23	20.0	95.0	14.8	57.8	1.12
B		21.6	88.2	15.2	60.5	1.12
C		17.8	95.2	12.9	50.7	1.13
D		25.0	61.3	12.9	58.2	1.11
R	01.44	32.0	65.0	20.8	85.6	1.08
S		22.5	84.7	15.4	62.0	1.11

6.2. Zařízení 1.02

REMAK a.s.
Roznov pod Radhostem
Czech Republic
http://www.remak.cz



Číslo zařízení	02	Název zařízení	Zařízení 2 wellness	Druh, rozměr	AeroMaster XP 06
				Model box	AMXP3

Popis zařízení * SESTAVNÁ KLIMATIZAČNÍ JEDNOTKA

- standardně dodávány varianty pro vnitřní i venkovní instalace pro prostředí C2 nebo C3 dle (ČSN) EN ISO 14713
- schváleno k použití v hygienických a čistých aplikacích (SZÚ - 111130, S 294/01)
- standardní rozsah pracovních teplot je -40°C až +40°C
- samonosná bezrámová konstrukce se zcela hladkým vnitřním pláštěm
- sendvičové panely s 50 mm nehořlavou izolací
- parametry dle EN 1886:2008 (M): D2, L3 resp. L2, T3, TB2
- zvuková neprůzvučnost pláště $R_w=43$ dB
- ES prohlášení shody vydáno ve spolupráci s TUV SÜD Czech
- certifikát shody dle GOST R
- vyvinuto a vyráběno v souladu s certifikovaným systémem řízení jakosti ISO 9001:2001

* Detailní informace ke specifikacím a užití zařízení a příslušenství viz. související obchodně technická dokumentace

Klimatické a vstupní podmínky (zima/léto)

Teplota vzduchu (venkovní) [°C]	-15 / 29	Teplota z místnosti [°C]	24 / 26
Relativní vlhkost (venkovní) [%]	95 / 40	Relativní vlhkost z místnosti [%]	65 / 65
Tlak vzduchu [kPa]	95 / 95		

Vzduchové parametry zařízení (přívod/odvod)

Skutečný průtok vzduchu [m³/h]	4155 / 4155	Tlaková ztráta komponentů v sestavě [Pa]	374 / 236
Rychlost v průřezu [m/s]	2.54 / 2.54	Výstupní teplota z přívodu (zima/léto) [°C]	25 / 24
Skutečná externí tlaková ztráta (rezerva) [Pa]	427 / 354	Výstupní relativní vlhkost z přívodu (zima/léto) [%]	5 / 53
Rozdíl (k zaregulování) [Pa]	+77 / +4		

Výkonové parametry zařízení (přívod/odvod)*

Dimenzováno na výkonový stupeň ventilátorů	5 / 5	Součtové výkony pro ohřev [kW]	19 / 0
Součtové výkony ventilátorů [kW]	2.75 / 1.83	Součtové výkony pro chlazení [kW]	5 / 0
Specifický výkon zařízení $SFP_{E, \text{vz.m}^{-3}, \text{s}}$	3972	Výkon zpětného získání tepla [kW]	39

*Návrh s vlivem kondenzace

Hlukové parametry zařízení

Přívod	Hladiny akustického výkonu v oktaóvových pásmech $L_{w, \text{okt}}$ [dB(A)] a celková hladina L_{wA} [dB(A)]								
Oktaóvové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	L_{wA}
Vstup	56.3	68.9	70.4	66.0	65.2	62.1	54.3	46.4	74.5
Výstup	60.5	73.1	75.5	74.1	78.3	78.1	75.3	68.4	84.1
Okolí	53.3	58.9	61.4	47.0	48.2	49.1	44.3	33.4	64.1

Odvod	Hladiny akustického výkonu v oktaóvových pásmech $L_{w, \text{okt}}$ [dB(A)] a celková hladina L_{wA} [dB(A)]								
Oktaóvové pásmo	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	L_{wA}
Vstup	49.7	69.6	69.2	79.7	76.9	76.4	70.1	60.0	83.3
Výstup	51.5	67.0	67.0	75.9	74.1	77.9	68.3	56.3	81.6
Okolí	43.7	56.6	56.2	54.7	49.9	52.4	45.1	31.0	61.7

Soupis komponentů zařízení

Pozice	Název komponentu	Typové označení	ks	Hmotnost	Informace*		
					A	B	C
02.09	Tlumič vložka	DV 650-600	1	4.0			
02.07	Klapka uzavírací	LK 650-600	1	13.0			
	Servopohon	NM 230A	1				●
02.05	Sekce filtru	XPHO 06/D	1	75.3			
	Panel čelní - vstup	XPK 06/P	1				●
	Filtrační vložka	XPNH 06/5	1				●
	Snímač tlakové difference	P33 N (30 - 500 Pa)	1				●
02.01	Sekce deskového rekuperátoru s by-passem	XPXQ 06/BP	1	234.4			
	Servopohon klapky obtoku	NM 24A-SR	1				●
	Souprava pro odvod kondenzátu	XPOK 300	1				
	Snímač namrzání	P33 N (30 - 500 Pa)	1				●
02.24	Sekce ohřivače	XPTV 06	1	39.2			
	Vodní ohřivač	XPNC 06/1R	1				●
	Směšovací uzel	SUMX 1,6 (2)	1				
	Protimrazové čidlo	NS 130 R	1				●
02.11	Sekce chladič, eliminátor, servis	XPQY 06/V	1	84.2			
	Vodní chladič	XPND 06/1R	1				●
	Směšovací uzel chladiče	SUMX 2,5 (2)	1				
	Eliminátor kapek	XPNU 06	1				●
	Souprava pro odvod kondenzátu	XPOO 300	1				
02.13	Sekce ventilátoru	XPAA 06/P	1	145.9			
	Panel čelní - výtlak	XPM 06/A	1				●
	Ventilátor	XPVA 250-150/190-3,0-J4 (IE1)	1				●
	Regulátor výkonu	XPFM 3.0 (3x400V) V	1				
	Snímač tlakové difference	P33 V (20 - 200 Pa)	1				●
02.14	Sekce difuzoru	XPJD 06	1	54.2			
	Panel čelní - výstup	XPK 06/P	1				●
	Difuzor	XPNA 06	1				●
02.15	Klapka uzavírací	LK 650-600	1	13.0			
	Servopohon	NM 230A	1				●
02.16	Tlumič vložka	DV 650-600	1	4.0			
02.23	Tlumič vložka	DV 650-600	1	4.0			
02.22	Klapka uzavírací	LK 650-600	1	13.0			
	Servopohon	NM 230A	1				●
02.21	Sekce prázdná	XPJP 06/K	1	33.0			

	Panel čelní - vstup	XPK 06/P	1				•
02.20	Sekce filtru	XPHO 06/D	1	65.3			
	Filtrační vložka	XPNH 06/5	1				•
	Snímač tlakové difference	P33 N (30 - 500 Pa)	1				•
02.18	Sekce ventilátoru	XPAA 06/P	1	131.9			
	Panel čelní - výtlak	XPM 06/A	1				•
	Ventilátor	XPVR 250-125/140-1,5-J2 (IE1)	1				•
	Regulátor výkonu	XPFM 1.5 (1x230V) V	1				
	Snímač tlakové difference	P33 V (20 - 200 Pa)	1				•
02.19	Sekce difuzoru	XPJD 06	1	44.2			
	Difuzor	XPNA 06	1				•
02.03	Sekce eliminátoru	XPUO 06	1	33.0			
	Eliminátor kapek	XPNU 06	1				•
	Souprava pro odvod kondenzátu	XPOO 300	1				
02.06	Sekce prázdná	XPJP 06/S	1	48.0			
	Panel čelní - výstup	XPK 06/P	1				•
02.08	Klapka uzavírací	LK 650-600	1	13.0			
	Servopohon	NM 230A	1				•
02.10	Tlumicí vložka	DV 650-600	1	4.0			
02.XX	Spojovací sada montážní	XPSS 06/M	7	35.0			
02.XX	Základový rám	XPR 06/500-3	1	16.4			
02.XX	Základový rám	XPR 06/1000-3	1	19.4			
02.XX	Základový rám	XPR 06/750-3	1	17.4			
02.XX	Základový rám	XPR 06/250-3	1	13.4			
02.XX	Základový rám	XPR 06/1200-3	1	25.8			
02.XX	Základový rám	XPR 06/250-3	1	13.4			
02.XX	Základový rám	XPR 06/500-3	1	16.4			

Celková hmotnost zařízení

1213.8 kg

Vysvětlivka* :

A – zahrnuto v součtu cen vzduchotechniky

B – zahrnuto v součtu cen regulace

C – zabudované příslušenství (uvnitř nebo na komponentu)

Grafický pohled

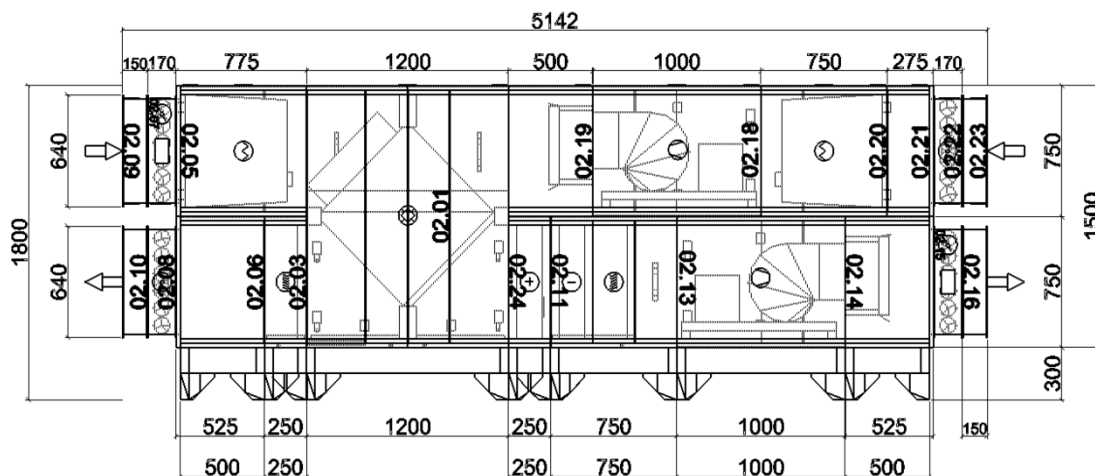
Zařízení

Obrysové rozměry

Zepředu XZ

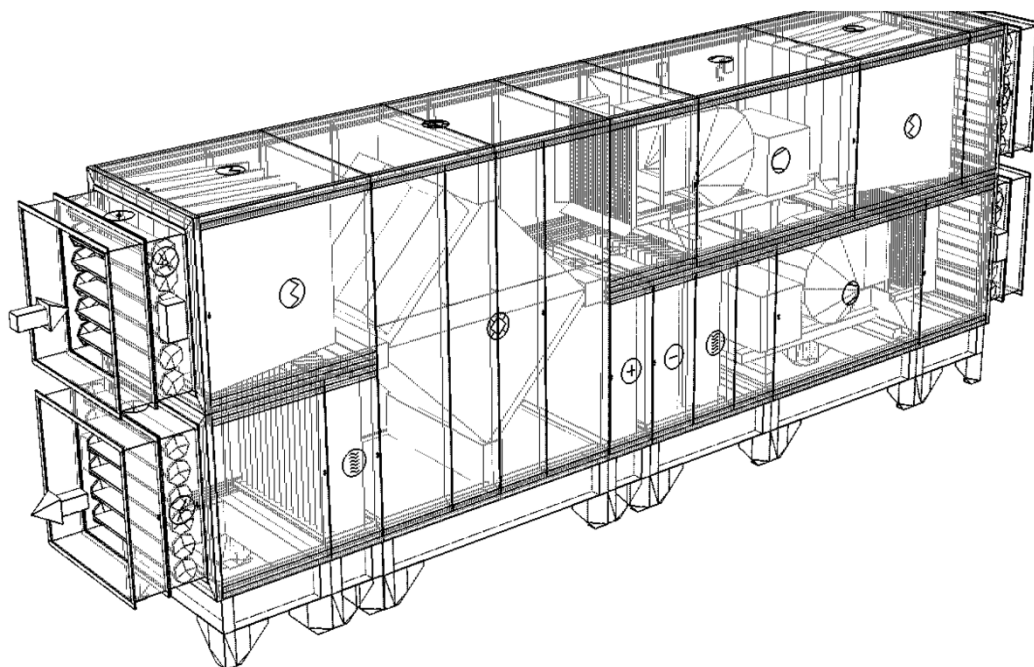
02 - Zařízení 2 wellness

X = 5141 mm, Y = 1800 mm



Grafický pohled
Zařízení
Obrysové rozměry

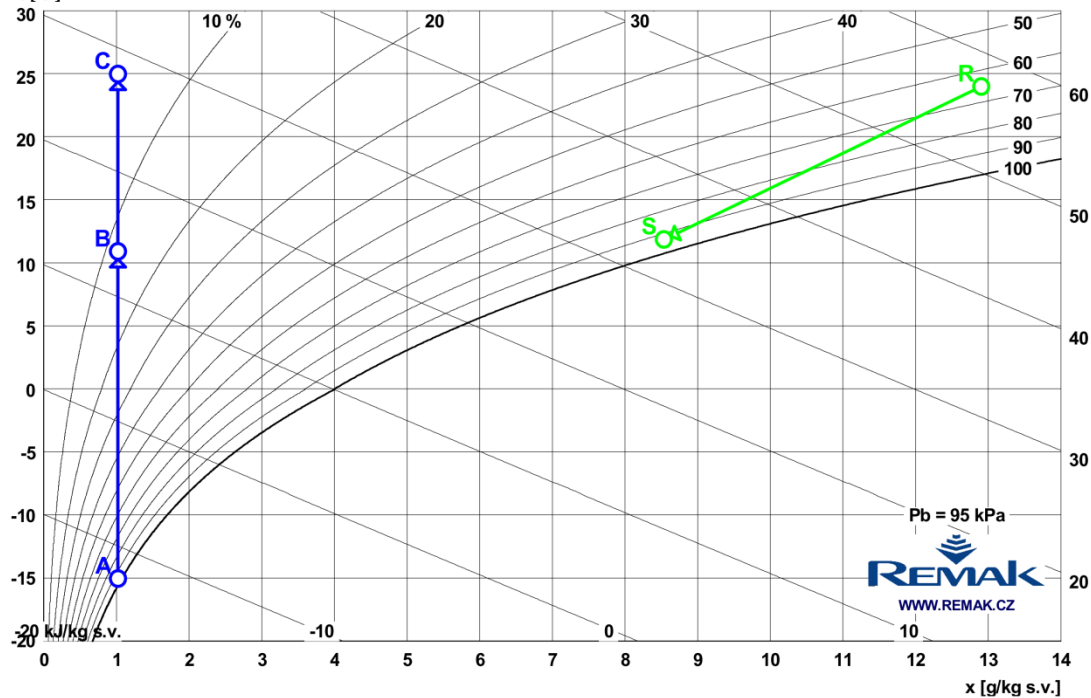
Axonometrie XYZ zepředu
02 - Zařízení 2 wellness
X = 5141 mm, Y = 871 mm, Z = 1800 mm



Psychrometrický diagram

Provozní režim – Zima

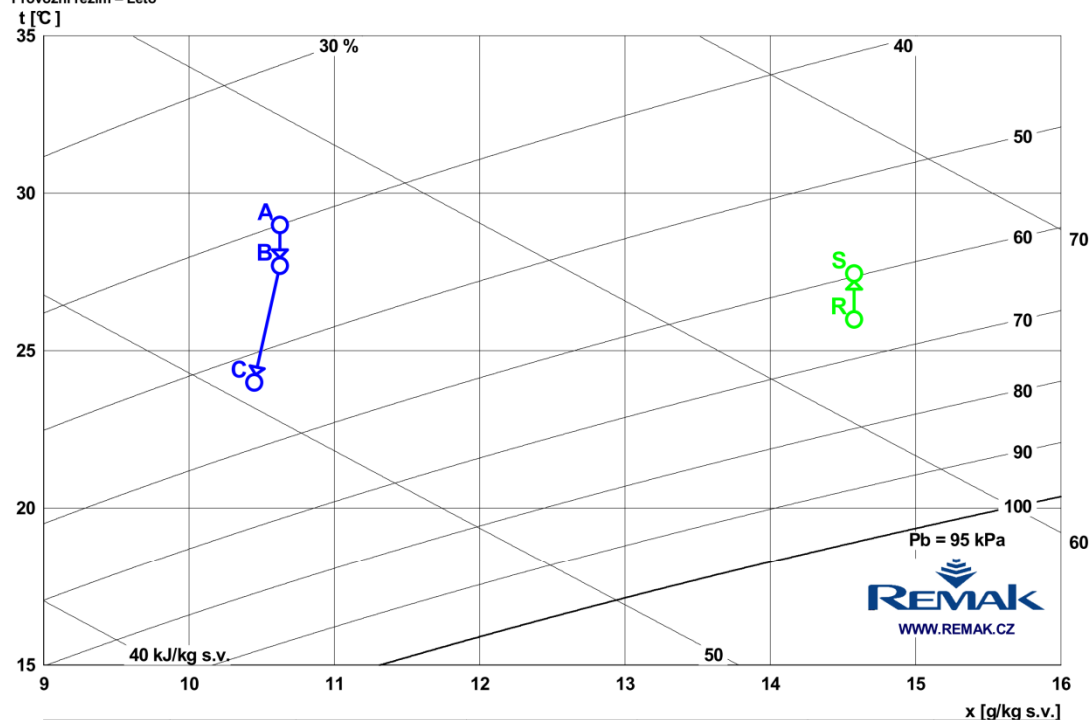
t [°C]



Bod	Pozice	Teplota vzduchu t [°C]	Relativní vlhkost φ [%]	Měrná vlhkost x [g/kg]	Entalpie h [kJ/kg]	Hustota ρ [kg/m³]
A	02.01	-15.0	95.0	1.0	-12.6	1.29
B		10.9	12.0	1.0	13.6	1.17
C	02.24	25.0	5.0	1.0	27.9	1.11
R	02.01	24.0	65.0	12.9	57.1	1.11
S		11.9	92.8	8.5	33.5	1.16

Psychrometrický diagram

Provozní režim – Léto



Bod	Pozice	Teplota vzduchu t [°C]	Relativní vlhkost φ [%]	Měrná vlhkost x [g/kg]	Entalpie h [kJ/kg]	Hustota ρ [kg/m³]
A	02.01	29.0	40.0	10.6	56.4	1.09
B		27.7	43.3	10.6	55.0	1.10
C	02.11	24.0	52.8	10.4	50.8	1.11
R	02.01	26.0	65.0	14.6	63.4	1.10
S		27.5	59.9	14.6	64.8	1.10

7. Útlum hluku

ÚTLUM HLUKU VZT ZAŘÍZENÍ DO INTERIÉRU ZAŘÍZENÍ Č. 1 - ODVOD

ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO MÍSTNOSTI		Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktávových pásmech									
ozn.		32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
	frekvence (Hz)										
	Hluk ventilátoru										
L_w	Hladina akustického výkonu zdroje 1	0	48	66	73	70	71	71	68	62	78
K_s	Hladina akustického výkonu zdroje 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
L_w	součet	3	48	66	73	70	71	71	68	62	78
	Přirozený útlum										
D_p	potrubím (L=8m)	0	0	5	2	1	1	1	1	1	
	oblouky - neuvažován	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	odbočkami - neuvažován	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	koncovým odrazem - neuvažován	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	útlum tlumič hluku 1 Ø450/1000 mm	3	4	8	15	22	25	21	19	14	
	potrubí sonoflex Ø160/250 mm	0	5,1	9	11,4	9,6	7,5	5,4	6,9	4,2	
L_{v1}	Hladina akustického výkonu ve výústce	0	39	44	45	37	38	44	40	43	50
L_{vy}	Hladina akustického výkonu výústky										21
K	Korekce na počet výústek								počet výústek:	4	6
L_s	Hladina akustického výkonu všech výústek										56
Q	směrový činitel										2
r	vzdálenost od výústky k posluchači										1,5
A	pohltivá plocha místnosti						1300		pohltivost (-)	0,05	65
L_{s0}	Hladina akustického tlaku v místě posluchače										47
$L_{p,A}$	Předepsaná hodnota hladiny ak.tl. v místnosti										50
VYHOVUJE											

Bakalářská práce L2012 Vypracoval: Alexandr Ulma Téma: Vzduchotechnika bazénu			ÚTLUM HLUKU VZT ZAŘÍZENÍ DO EXTERIÉRU ZAŘÍZENÍ Č. 1 - PŘÍVOD										
ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO EXTERIÉRU	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktaóvových pásmech											
	frekvence (Hz)	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina		
L _{vv}	Hluk ventilátoru												
L _{vv}	Hladina akustického výkonu zdroje 1	0	47	62	70	65	60	59	51	44	72		
K _a	Hladina akustického výkonu zdroje 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10		
L _{vv}	součet	3	47	62	70	65	60	59	51	44	72		
D _p	Přirozený útlum												
	potrubím (L=4m)	0	0	2	1	1	1	1	1	1			
	oblouky - neuvažován	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	útlum tlumič hluku 1 Ø450/1000 mm	1	2	6	12	21	25	21	18	13			
L _{v1}	Hladina akustického výkonu na fasádě	2	45	53	57	43	34	38	33	30	58		
Q	směrový činitel												
r	vzdálenost od fasády k okolní zástavbě										2		
L ₅₀	Hladina akustického tlaku v místě okolní zástavby										8		
L _{p,A}	Předepsaná hodnota hladiny ak.tlaku v exteriéru										32		
											50/40		

VYHOVUJE



Bakalářská práce L2012
 Vypracoval: Alexandr Ulma
 Téma: Vzduchotechnika bazénu

ÚTLUM HLUKU VZT ZAŘÍZENÍ DO EXTERIÉRU ZAŘÍZENÍ Č. 1 - ODVOD

ozn.	ŠÍŘENÍ HLUKU OD VENTILÁTORU DO EXTERIÉRU	Hladiny akustického tlaku a výkonu a útlumy v oktaóvových pásmech									
		32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
	frekvence (Hz)										
L_{vv}	Hluk ventilátoru										
L_{vv}	Hladina akustického výkonu zdroje 1	0	45	63	68	63	63	63	59	51	72
K_s	Hladina akustického výkonu zdroje 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
L_{vv}	součet	3	45	63	68	63	63	63	59	51	72
D_p	Přirozený útlum										
	potrubím (L=5m)	0	0	3	2	1	1	1	1	1	
	oblouky - neuvažován	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	útlum tlumič hluku 1 Ø450/1000 mm	1	2	6	12	21	25	21	18	13	
L_{v1}	Hladina akustického výkonu na fasádě	2	43	54	55	41	37	42	40	38	58
Q	směrový činitel										2
r	vzdálenost od fasády k okolní zástavbě										8
L_{so}	Hladina akustického tlaku v místě okolní zástavby										32
L_{pA}	Předepsaná hodnota hladiny ak. tlaku v exteriéru										50/40

VYHOVUJE

WÝSLEDNÉ HODNOTY

ÚTLUM HILUKU:

Technical drawing of a tapered roller bearing. The side view shows a tapered roller with dimensions d (outer diameter), d_1 (inner diameter), and SD (width). The cross-sectional view shows the bearing's profile.

SD = 100 mm

hustota vzduchu:
 $\rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$

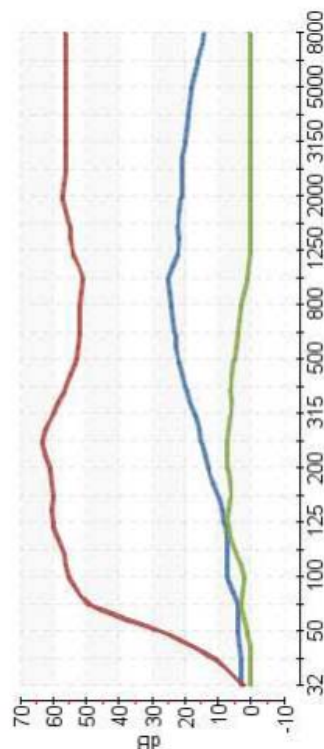
frekvence: **f**
32 Hz 500 Hz 5000 Hz

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
hl. akust. výtok s vabovým filtrem A: (dB(A))	0	53	68	78	75	76	78	75	70	84

Technické řešení:
VUT v Brně - Fakulta stavební - Ústav technických zařízení budov

WYŚLEDNÉ HODNOTY

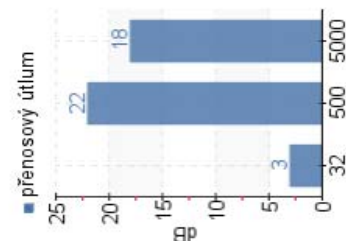
ÚTLUM HILUKU:



VÝSLEDNÉ HODNOTY:

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
přenosový útlum:	3	4	8	15	22	25	21	19	14	-
vlastní hluk tlumiče:	0	3	7	7	5	1	0	0	0	13
hl. akust. výkonu za tlumičem s váb. filt. A:	2	49	60	63	53	51	57	56	56	67

VYBRNÉ FREKVENCE:



TLAKOVÁ ZTRÁTA TLUMIČE:

tlaková ztráta:	17	Pa
plocha tlumiče:	0.16	m ²

RYCHLOST PROUDĚNÍ:

v celkovém průřezu:	4.7	m/s
ve volné ploše:	4.7	m/s

Všechny uvedené hodnoty jsou vypočteny s tolerancí $\pm 10\%$.

VÝSLEDNÉ HODNOTY

ÚTLUM HILUKU:

■ přenosový útlum ■ hluč za tlumičem ■ vlastní hluk tlumiče



hustota vzduchu:
 $\rho = 1.2 \text{ kg/m}^3$

frekvence: **f**
32 Hz 500 Hz 5000 Hz

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
hl. akust. výkonu s vahovým filtrem A: [dB(A)]	0	47	62	70	65	60	59	51	44	72

TLAKOVÁ ZTRÁTA TLUMIČE:

tlaková ztráta:	17	Pa
plocha tlumiče:	0.16	m ²

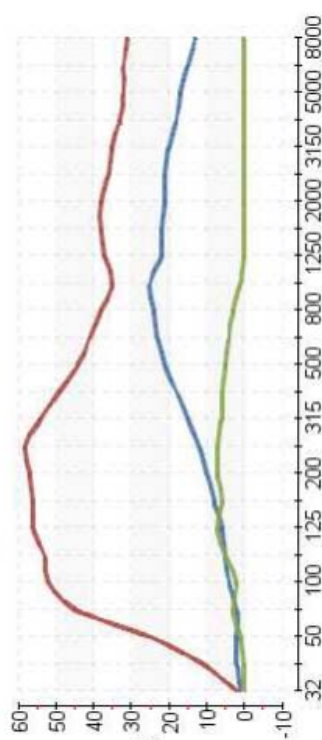
1995 **Technické řešení:**
VUT v Brně - Fakulta stavební - Ústav technických zařízení budov

KÓD OBJEDNÁVKY: [THS/50.450.1000](#)

v celkovém průřezu:

v celkovém průřezu:	4.7	m/s
ve volné ploše:	4.7	m/s

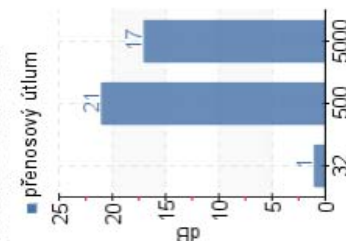
Všechny uvedené hodnoty jsou vypočteny s tolerancí $\pm 10\%$.



VÝSLEDNÉ HODNOTY:

frekvence:	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	součtová hladina
přenosový útlum:	1	2	6	12	21	25	21	18	13	-
vlastní hluk tlumiče:	0	3	7	7	5	1	0	0	0	1,3
hl. akust. výkonu za tlumičem s vst. filt. A:	2	45	56	58	44	35	38	33	31	60

WYBRNÉ FREKVENCE:



8. Izolace potrubí

Obr.25. Sání přívodního vzduchu v zimě zemina

Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí Popis: ZAŘÍZENÍ Č.1 | ZIMA | PŘÍVOD | SÁNÍ

Výpočet Vymazat Načíst Uložit Optimalní tloušťka izolace - graf Tisk OK

$t_o[^\circ\text{C}] = 3$
 $RH_o[\%] = 60$
 $a[\text{mm}] = 450$
 $b[\text{mm}] = 500$
 $D[\text{mm}] = 450$
 $Délka[\text{mm}] = 1000$
 $tvst[^\circ\text{C}] = -14.92$
 $tvst[^\circ\text{C}] = -15$
 $RH[\%] = 95$
☐ Hranaté potrubí ☒ Kruhové potrubí

$tpo[^\circ\text{C}] = 1.57$
 $tro[^\circ\text{C}] = -3.98$
 $tpv[^\circ\text{C}] = -13.89$
 $trv[^\circ\text{C}] = -15.55$
 $tl[\text{mm}] = 60$
riziko kondenzace

Průtok vzduchu $[\text{m}^3/\text{h}]$: 900
 Tepelná vodivost izolace $[\text{W}/\text{mK}]$: 0.05
 Potrubí je situováno v prostředí:
☐ Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled)
☒ S mírným pohybem vzduchu (místnost)
☐ Venkovním (povětrnostní vlivy)
 Tepelná ztráta /+zisk/ úseku potrubí $[\text{W}]$: 25.37

Obr.26. Výtlak přívodního vzduchu v zimě strojovna

Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí Popis: ZAŘÍZENÍ Č.1 | ZIMA | PŘÍVOD | VÝTLAK

Výpočet Vymazat Načíst Uložit Optimalní tloušťka izolace - graf Tisk OK

$t_o[^\circ\text{C}] = 20$
 $RH_o[\%] = 35$
 $a[\text{mm}] = 450$
 $b[\text{mm}] = 500$
 $D[\text{mm}] = 450$
 $Délka[\text{mm}] = 1000$
 $tvst[^\circ\text{C}] = 34.98$
 $tvst[^\circ\text{C}] = 35$
 $RH[\%] = 30$
☐ Hranaté potrubí ☒ Kruhové potrubí

$tpo[^\circ\text{C}] = 21.21$
 $tro[^\circ\text{C}] = 4.1$
 $tpv[^\circ\text{C}] = 34.24$
 $trv[^\circ\text{C}] = 14.83$
 $tl[\text{mm}] = 60$

Průtok vzduchu $[\text{m}^3/\text{h}]$: 2700
 Tepelná vodivost izolace $[\text{W}/\text{mK}]$: 0.05
 Potrubí je situováno v prostředí:
☐ Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled)
☒ S mírným pohybem vzduchu (místnost)
☐ Venkovním (povětrnostní vlivy)
 Tepelná ztráta /+zisk/ úseku potrubí $[\text{W}]$: -21.43

Obr.27. Výtlak přívodního vzduchu v zimě bazén

Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí Popis: ZAŘÍZENÍ Č.1 | ZIMA | PŘÍVOD | VÝTLAK

Výpočet Vymazat Načíst Uložit Optimální tloušťka izolace - graf Tisk OK

$t_{ol}[^{\circ}\text{C}] = 28$
 $RH_{ol}[\%] = 65$
 $a[\text{mm}] = 450$
 $b[\text{mm}] = 500$
 $D[\text{mm}] = 450$
 $D\text{élka}[\text{mm}] = 1000$
 $tvst[^{\circ}\text{C}] = 34.97$
 $tvst[^{\circ}\text{C}] = 35$
 $RH[\%] = 30$
☐ Hranaté potrubí ☒ Kruhové potrubí

$tpo[^{\circ}\text{C}] = 33.81$
 $tro[^{\circ}\text{C}] = 20.8$
 $tpv[^{\circ}\text{C}] = 33.79$
 $trv[^{\circ}\text{C}] = 14.83$
 $tl[\text{mm}] = 0$

Průtok vzduchu [m³/h]: 2700
 Tepelná vodivost izolace [W/mK]: 0.05
 Potrubí je situováno v prostředí:
☒ Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled)
☐ S mírným pohybem vzduchu (místnost)
☐ Venkovním (povětrnostní vlivy)
 Tepelná ztráta /+zisk/ úseku potrubí [W]: -27.13

Obr.28. Výtlak odvodního vzduchu v zimě zemina

Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí Popis: ZAŘÍZENÍ Č.1 | ZIMA | ODVOD | VÝTLAK

Výpočet Vymazat Načíst Uložit Optimální tloušťka izolace - graf Tisk OK

$t_{ol}[^{\circ}\text{C}] = 3$
 $RH_{ol}[\%] = 60$
 $a[\text{mm}] = 450$
 $b[\text{mm}] = 500$
 $D[\text{mm}] = 450$
 $D\text{élka}[\text{mm}] = 1000$
 $tvst[^{\circ}\text{C}] = 14.95$
 $tvst[^{\circ}\text{C}] = 15$
 $RH[\%] = 94$
☐ Hranaté potrubí ☒ Kruhové potrubí

$tpo[^{\circ}\text{C}] = 3.95$
 $tro[^{\circ}\text{C}] = -3.98$
 $tpv[^{\circ}\text{C}] = 14.21$
 $trv[^{\circ}\text{C}] = 14.04$
 $tl[\text{mm}] = 60$
riziko kondenzace

Průtok vzduchu [m³/h]: 900
 Tepelná vodivost izolace [W/mK]: 0.05
 Potrubí je situováno v prostředí:
☐ Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled)
☒ S mírným pohybem vzduchu (místnost)
☐ Venkovním (povětrnostní vlivy)
 Tepelná ztráta /+zisk/ úseku potrubí [W]: -16.91

Obr.29. Sání odvodního vzduchu v zimě strojovna

Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí Popis: ZARÍZENÍ Č.1 | ZIMA | ODVOD | SÁNÍ

to[°C]= 20
 RHo[%]= 35

a[mm]= 450
 b[mm]= 500

tvst[°C]= 27.99
 D[mm]= 450

Délka[mm]= 1000
 tvst[°C]= 28
 RH[%]= 65

☐ Hranaté potrubí
☒ Kruhové potrubí

tpo[°C]= 20.64
 tro[°C]= 4.1
 tpv[°C]= 27.59
 trv[°C]= 20.8

tl[mm]= 60

Průtok vzduchu [m³/h]: 2700
 Tepelná vodivost izolace [w/mK]: 0.05

Potrubí je situováno v prostředí:

☐ Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled)

☒ S mírným pohybem vzduchu (místnost)

☐ Venkovním (povětrnostní vlivy)

Tepelná ztráta /+zisk/ úseku potrubí [W]: -11.43

Obr.30. Sání odvodního vzduchu v zimě bazén

Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí

Popis: ZAŘÍZENÍ Č.1 | ZIMA | ODVOD | SÁNÍ

Výpočet
 Vymazat
 Načíst
 Uložit
 Optimální tloušťka izolace - graf
 Tisk
✓ OK

$t_o[^\circ\text{C}] =$

 $\text{RH}[\%] =$

$a[\text{mm}] =$

$b[\text{mm}] =$

$t_{\text{vst}}[^\circ\text{C}] =$

 $\text{RH}[\%] =$

$t_{\text{vst}}[^\circ\text{C}] =$

 $\text{Délka}[\text{mm}] =$

☐ Hranaté potrubí ☒ Kruhové potrubí

$D[\text{mm}] =$

$t_{\text{po}}[^\circ\text{C}] =$

 $t_{\text{ro}}[^\circ\text{C}] =$

 $t_{\text{pv}}[^\circ\text{C}] =$

 $t_{\text{rv}}[^\circ\text{C}] =$

$t[\text{mm}] =$

$\text{Průtok vzduchu} [\text{m}^3/\text{h}] =$

 $\text{Tepelná vodivost izolace} [\text{W}/\text{mK}] =$

Potrubí je situováno v prostředí:

- ☒ Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled)
- ☐ S mírným pohybem vzduchu (místnost)
- ☐ Venkovním (povětrnostní vlivy)

$\text{Tepelná ztráta } /+zisk/ \text{ úseku potrubí } [\text{W}] =$

Obr.31. Výtlačk přívodního vzduchu v létě strojovna

Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí Popis: ZAŘÍZENÍ Č.1 | LÉTO | PŘÍVOD | VÝTLAK

Výpočet Vymazat Načíst Uložit Optimalizace tloušťka izolace - graf Tisk OK

$t_o[^\circ\text{C}] = 20$
 $RH_o[\%] = 35$

$a[\text{mm}] = 450$
 $b[\text{mm}] = 500$

$tvst[^\circ\text{C}] = 24.99$
 $tvst[^\circ\text{C}] = 25$
 $RH[\%] = 61$

Délka[mm] = 1000

☐ Hranaté potrubí
☒ Kruhové potrubí

$D[\text{mm}] = 450$

$tpo[^\circ\text{C}] = 20.4$
 $tro[^\circ\text{C}] = 4.1$
 $tpv[^\circ\text{C}] = 24.75$
 $trv[^\circ\text{C}] = 16.96$

$tl[\text{mm}] = 60$

Průtok vzduchu [m³/h]: 2700
 Tepelná vodivost izolace [W/mK]: 0.05

Potrubí je situováno v prostředí:

☐ Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled)
☒ S mírným pohybem vzduchu (místnost)
☐ Venkovním (povětrnostní vlivy)

Tepelná ztráta /+zisk/ úseku potrubí [W]: -7.14

Obr.32. Sání odvodního vzduchu v létě strojovna

Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí Popis: ZAŘÍZENÍ Č.1 | LÉTO | ODVOD | SÁNÍ

Výpočet Vymazat Načíst Uložit Optimalizace tloušťka izolace - graf Tisk OK

$t_o[^\circ\text{C}] = 20$
 $RH_o[\%] = 35$

$a[\text{mm}] = 450$
 $b[\text{mm}] = 500$

$tvst[^\circ\text{C}] = 31.98$
 $tvst[^\circ\text{C}] = 32$
 $RH[\%] = 65$

Délka[mm] = 1000

☐ Hranaté potrubí
☒ Kruhové potrubí

$D[\text{mm}] = 450$

$tpo[^\circ\text{C}] = 20.97$
 $tro[^\circ\text{C}] = 4.1$
 $tpv[^\circ\text{C}] = 31.39$
 $trv[^\circ\text{C}] = 24.58$

$tl[\text{mm}] = 60$

Průtok vzduchu [m³/h]: 2700
 Tepelná vodivost izolace [W/mK]: 0.05

Potrubí je situováno v prostředí:

☐ Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled)
☒ S mírným pohybem vzduchu (místnost)
☐ Venkovním (povětrnostní vlivy)

Tepelná ztráta /+zisk/ úseku potrubí [W]: -17.14

Obr.33. Výtlač odvodního vzduchu v létě zemina

Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí Popis: ZAŘÍZENÍ Č.1 | LÉTO | ODVOD | VÝTLAK

Výpočet Vymazat Načíst Uložit Optimalizace tloušťka izolace - graf Tisk OK

$t_o[^\circ\text{C}] = 3$
 $\text{RH}_o[\%] = 60$

$a[\text{mm}] = 450$
 $b[\text{mm}] = 500$

$\text{tvst}[^\circ\text{C}] = 22.43$
 $\text{Délka}[\text{mm}] = 1000$
 $\text{tvst}[^\circ\text{C}] = 22.5$
 $\text{RH}[\%] = 85$

☐ Hranaté potrubí
☒ Kruhové potrubí

$D[\text{mm}] = 450$

$t_{po}[^\circ\text{C}] = 7.01$
 $t_{ro}[^\circ\text{C}] = -3.98$
 $t_{pv}[^\circ\text{C}] = 21.39$
 $t_{rv}[^\circ\text{C}] = 19.85$

$l[\text{mm}] = 60$
riziko kondenzace

Průtok vzduchu $[\text{m}^3/\text{h}]$: 900
 Tepelná vodivost izolace $[\text{W}/\text{mK}]$: 0.05
 Potrubí je situováno v prostředí:
☒ Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled)
☐ S mírným pohybem vzduchu (místnost)
☐ Venkovním (povětrnostní vlivy)
 Tepelná ztráta /+zisk/ úseku potrubí $[\text{W}]$: -23.71

Obr.34. Sání přívodního vzduchu v létě zemina

Povrchová kondenzace a tepelná ztráta potrubí Popis: ZAŘÍZENÍ Č.1 | LÉTO | PŘÍVOD | SÁNÍ

Výpočet Vymazat Načíst Uložit Optimalizace tloušťka izolace - graf Tisk OK

$t_o[^\circ\text{C}] = 3$
 $\text{RH}_o[\%] = 60$

$a[\text{mm}] = 450$
 $b[\text{mm}] = 500$

$\text{tvst}[^\circ\text{C}] = 19.94$
 $\text{Délka}[\text{mm}] = 1000$
 $\text{tvst}[^\circ\text{C}] = 20$
 $\text{RH}[\%] = 95$

☐ Hranaté potrubí
☒ Kruhové potrubí

$D[\text{mm}] = 450$

$t_{po}[^\circ\text{C}] = 6.5$
 $t_{ro}[^\circ\text{C}] = -3.98$
 $t_{pv}[^\circ\text{C}] = 19.03$
 $t_{rv}[^\circ\text{C}] = 19.17$

$l[\text{mm}] = 60$
Povrchová kondenzace

Průtok vzduchu $[\text{m}^3/\text{h}]$: 900
 Tepelná vodivost izolace $[\text{W}/\text{mK}]$: 0.05
 Potrubí je situováno v prostředí:
☒ Bez pohybu vzduchu okolo potrubí (podhled)
☐ S mírným pohybem vzduchu (místnost)
☐ Venkovním (povětrnostní vlivy)
 Tepelná ztráta /+zisk/ úseku potrubí $[\text{W}]$: -20.67



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

C) PROJEKT

VZDUCHOTECHNIKA BAZÉNU AIR CONDITIONING IN THE SWIMMING POOL

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR THESIS

AUTOR PRÁCE ALEXANDR ULMA
AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE Doc. Ing. ALEŠ RUBINA, Ph.D.
SUPERVISOR

BRNO 2012

1. Technická zpráva

1.1. Úvod

Tato technická zpráva se zabývá návrhem vzduchotechnického zařízení č.1 pro přístavbu bazénové haly (dále jen „bazén“). Hlavním cílem je zajištění požadovaného vnitřního mikroklimatu tak, aby byly zabezpečeny hygienické požadavky pro komfortní pobyt a činnost osob a zároveň nebyly ohroženy stavební konstrukce agresivním prostředím v důsledku působení vodní páry a chemických látek používaných na úpravu bazénové vody. Návrh počítá s obsazeností 36 osob, z čehož vyplývají požadavky na minimální výměnu čerstvého vzduchu.

1.1.1. Podklad pro zpracování

Podkladem pro projektovou dokumentaci jsou výkresy půdorysů a řezů stavební části. Návrh vzduchotechnického zařízení je vypracován v souladu s platnými vyhláškami, nařízeními vlády a doporučenými normami, především:

- Nařízení vlády 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
- Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci
- Vyhláška Ministerstva zdravotnictví č. 135/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch
- Vyhláška č.6/2003 Sb, kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí bytových místností některých staveb
- ČSN EN 12 831 – Tepelné soustavy v budovách – výpočet tepelného výkonu
- ČSN EN 73 0540 – Tepelná ochrana budov
- ČSN 73 0802 – Požární bezpečnost staveb
- ČSN 73 0872 – Ochrana staveb proti šíření požáru vzduchotechnickým zařízením

1.1.2. Klimatické podmínky

Objekt je umístěn v blízkosti obce Trojanovice pod horou Radhošť v nadmořské výšce 500 m.n.m a normálním tlaku vzduchu 95,25 kPa

Zima - návrhová teplota -15°C, relativní vlhkost 95 %

Léto - návrhová teplota vnějšího vzduchu 20°C, relativní vlhkost 95%, entalpie 57 kJ/kg

1.1.3. Požadované parametry vnitřního prostředí bazénové haly

Návrhové teplota vnitřního vzduchu je 28°C v zimě a 32°C v létě

Návrhová teplota vody v bazénu 26°C, ve vířivce 30°C

Maximální relativní vlhkost vnitřního vzduchu 65 %

Maximální rychlost proudění v oblasti pohybu neoblečených osob je 0,2 m/s. Přírodní výustky, které mají kritický vliv na pohyb vzduchu způsobují rychlost vzduchu v bytové zóně do 0,15 m/s

Maximální hladina akustického tlaku v bazénové hale je uvažována 50 dB(A)

1.2. Popis základní koncepce vzduchotechnického zařízení

V 1.NP bazénové přístavby nalezneme oválný bazén délky 12,6 m, dvě vířivky v rozích a sprchy, které komunikačně oddělují bazénový prostor od okolních místností. Tento prostor má světlou výšku 3,69 m, která bude snížena podhledem zakrývajícím rozvody VZT na 3,0 m. Součástí bazénové haly je i bar se stoly a židlemi a prostor pro lehátka, který má světlou výšku shodnou s původním objektem 2,8 m. Strojovna vzduchotechniky o rozměrech 10,50 m x 2,15 m je od prostoru bazénu akusticky oddělena vnitřní stěnou. Specifikem bazénové haly je minimální prosklení 5x2,8 m východním směrem a zapuštění ostatních vnějších konstrukcí do svahu. To má zásadní vliv nejen na požadavky na umělé osvětlení, ale především na minimalizaci tepelných ztrát v zimě v exponovaném horském prostředí a tepelné zátěže v letním období.

Vzduchotechnické zařízení musí zajistit:

- Teplovzdušné vytápění a tím částečné pokrytí tepelné ztráty prostupem
- Odvod zátěže vodní párou v důsledku odparu vodní hladiny a smáčených povrchů a tím udržování teplotního a vlhkostního mikroklimatu v komfortních mezích a zároveň zabránění povrchové kondenzaci na stavebních konstrukcích
- Větrání a tím zajištění hygienické dávky čerstvého vzduchu

Z pohledu návrhu vzduchotechniky se nejedná o klasický případ ofukování prosklených ploch proti povrchové kondenzaci v zimě a odvádění extrémní zátěže citelným teplem v létě. Kritickým obdobím je vlhkostní letní extrém, kdy musí vzduchotechnická jednotka odvlhčit nejen vnitřní produkci vlhkosti, ale i extrémní měrnou vlhkost vnějšího vzduchu 14,5 g/kg. Tento extrém nastává nejen v létě, ale i po značnou část času přechodného období.

Teplotní letní extrém byl posouzen dynamickou simulací v softwaru Teruna pro kritický den 21.5. a VZT jednotka navržena tak, aby zároveň pokryla extrémní citelnou tepelnou zátěž (průtok 2700 m³/h o teplotě přiváděného vzduchu 25°C a letní návrhové vnitřní teplotě odvede zátěž 6,4 kW oproti kritické citelné zátěži 5,5 kW dle simulace). Ta má minoritní vliv, vzhledem k pro bazénovou halu nezvykle skromnému prosklení orientovanému pouze na východ).

V zimním období pokryje průtok 2700 m³/h o teplotě přivodního vzduchu 35°C a návrhové vnitřní teplotě 28°C tepelnou ztrátu prostupem 5,7 kW oproti ztrátě objektu 6,4 kW. Zbývajících 0,7 kW pokryje podlahové vytápění, jehož primární funkcí je zajistit tepelnou pohodu z pohledu poklesu dotykové teploty podlahy. Provozní doba bude 10 hodin denně od 10 do 20. hodiny 7 dní v týdnu. V nočním režimu bude povrch bazénu přikryt plachtou pro omezení odparu a snížení vzduchového výkonu.

1.2.1. Hygienické větrání

Dávka čerstvého vzduchu vychází z hygienické dávky 25 m³/os, pro 36 osob tedy 900 m³/h. Toto množství čerstvého vzduchu by mělo zajistit i dostatečně nízké koncentrace chemických látek uvolňujících se z bazénové vody, nicméně pro posouzení je nutné znát způsob chemické úpravy vody, který není k dispozici. Minimální výměna vzduchu pro bazénovou halu je 2x/h, pro množství přiváděného vzduchu 2700 m³/h je tak 3x/h.

1.2.2. Energetické zdroje

Elektrická energie

Elektrická energie je uvažována pro pohon elektromotorů vzduchotechnické jednotky a čerpadel rozvodů tepla a chladu. Napěťová soustava 3 + PEN, 50 Hz, 230V

Tepelná energie

Pro ohřev vzduchu v tepelném výměníku VZT jednotky bude použita topná voda s teplotním spádem 50/40°C. Výrobu topné vody zajistí profese ÚT.

Chlazení vzduchu zajišťuje vodní tepelný výměník zásobený chladicí vodou o spádu 6/12°C. Chladicí voda bude vyráběna ve zdroji chladu hotelového objektu.

1.3. Popis technického řešení

1.3.1. Zařízení č. 1

Klimatizaci a teplovzdušné rovnotlaké vytápění bazénové haly zajišťuje sestavná vzduchotechnická jednotka REMAK o rozměrech 5441 x 750 x 1500 mm. Jednotka byla navržena v softwaru AeroCAD, který zatím neumožňuje návrh bazénové jednotky, a proto je výsledkem standardní jednotka, která je sestavena tak, aby dokázala zajistit funkce bazénové jednotky.

Odpadní vzduch filtrovaný na filtru F5 je přechlazen mokrým chlazením na vodním výměníku z 32°C/65% na stav 22,5°C/85%, který se směšuje s přívodním, taktéž filtrovaným (F5) vzduchem 20°C/95% v poměru 900 m³/h čerstvého k 1800 m³/h cirkulačního vzduchu. Vodní zisky 11650 g/h odpovídají rozdílu měrné vlhkosti 3,6 g/kg při průtoku 2700 m³/h. Mokrým chlazením zkondenzuje 5,4 g/kg a odvlhčení je tak dostatečně, ovšem výslednou směs o relativní vlhkosti 88% nelze přivádět do klimatizovaného prostoru. Proto je ochlazena druhým vodním chladičem na přívodní větví a následně ohřata na parametry přiváděného vzduchu 25°C/61%.

V zimním období dochází k odvlhčení na rekuperátoru (rozdíl měrné vlhkosti 5,7 oproti požadavku na odvlhčení 3,6 kg/h), kde je vzduch zároveň přehříván a následně v teplovodním ohříváči dohřán na přiváděných 35°C/30%.

Přívodní a odvodní potrubí v prostoru bazénová hala – VZT jednotka bude kruhové, pozinkované, maximálního průměru 450 mm, umístěné v podhledu pro eliminaci kondenzace a rizika růstu plísní v rozích. Vzduch bude přiváděn 8 ks štěrbinových výustek šikmým střídavým proudem nad oblast bazénu a baru a 4 ks výustek budou ofukovat východní prosklení pro zamezení povrchové kondenzace. Odvodní výustky s nastavitelnými lamelami v počtu 4 ks budou umístěny nad zdroje vlhkosti (2 ks bazén a 2x1ks pro 2 vířivky). V důsledku rizika kondenzace v potrubí bude potrubí ve strojovně VZT vyspádováno ve spádu 2 % a kondenzát sveden do vpusti. Potrubí výfuku a sání do exteriéru bude provedeno z plastu z důvodu rizika kondenzace a koroze. Výfuk je opatřen výfukovou hlavicí a sání je řešeno jako 90° oblouk seříznutý pod úhlem 45° proti zatékání a sítem proti hnízdění ptáků a hmyzu.

1.4. Nároky na energie

Součtové elektrické příkony ventilátorů

1.01 Pv, přívod = 1,78 kW; Pv, odvod = 1,43 kW

1.5. Měření a regulace, protimrazová ochrana

Navržený vzduchotechnický systém bude řízen a regulován samostatným systémem měření a regulace s následujícími základními funkčními parametry:

- ovládání chodu ventilátorů frekvenčním měničem
- regulace teploty přiváděného vzduchu řízením výkonu teplovodního ohřívače v zimním období
- regulace letního odvlhčování řízením výkonu teplovodního chladiče na odvodní větvi
- regulace relativní vlhkosti přiváděného vzduchu řízením výkonu teplovodního chladiče v přívodní větvi
- regulace dohřevu přiváděného vzduchu řízením výkonu druhého teplovodního ohřívače
- řízení účinnosti protimrazové ochrany deskového výměníku nastavováním obtokové klapky (na základě teploty odpadního vzduchu nebo tlakové ztráty)
- umístění teplotních a vlhkostních čidel do exteriéru, interiéru a pro regulaci výměníků VZT
- protimrazová ochrana teplovodního výměníku – měření na strane vzduchu i vody
- ovládání uzavíracích klapek na jednotce
- signalizace bezporuchového chodu ventilátorů měřením diferenčního tlaku
- měření a signalizace tlakové ztráty filtrů
- signalizace požárních klapek (Z/O) – podružná signalizace na panel požárních klapek
- připojení regulace a signalizace stavu všech zařízení na centrální stanoviště.

1.6. Protihluková a protiotřesová opatření

Pro zajištění požadavků na ochranu před nepříznivými účinky hluku bude potrubí přívodu a odvodu vybaveno kruhovými tlumiči hluku o délce 1 m, počtu a tloušťky zvukové izolace viz kapitola Útlum hluku.

Za účelem minimalizace účinků vibrací budou ventilátory i jednotka jako celek pružně uloženy na podkladu, veškeré vzduchovody budou napojeny přes tlumicí vložku a v závěsech podloženy tlumicí gumou. Všechny prostupy vzduchotechnického potrubí stavebními konstrukcemi budou obloženy a dotěsněny zvukovou izolací

1.7. Izolace a nátěry

Odvodní větev bude izolována 40 mm tepelně-akustické izolace. Veškerá vzduchotechnická potrubí v prostoru strojovny a výfuku a sání vzduchu do/z exteriéru jsou izolována 60 mm nenasákavé tvrzené tepelně-akustické izolace. Je nutné dbát na důsledné provedení izolací až za vnější líc prostupů do exteriéru a za vzdálenější líc uzavíracích klapek vzduchotechnické jednotky.

1.8. Protipožární opatření

Všechny prostupy měděného potrubí tepla a chladu procházející přes požárně dělící konstrukce budou opatřeny protipožárními ucpávkami. Vzduchovody budou opatřeny požárními klapkami s ručním a teplotním spouštěním a signalizací 230V.

1.9. Nároky na spolusouvisející profese

Stavební úpravy:

- Otvory pro prostupy vzduchovodů včetně zapravení a odklizení sutě
- Obložení a dotěsnění prostupů VZT potrubí izolačními protiotřesovými hmotami v rámci zapravení
- Vypádování podlahy strojovny k podlahové vpusti
- Stavební, výpomocné práce
- Zřízení revizních otvorů pro přístup k regulačním a požárním klapkám

Silnoproud:

- Silové napojení a spouštění jednotlivých ventilátorů
- Opatření el. zařízení výstražnými štítky dle ČSN ISO 3840
- Elektrická zařízení budou připojena dle platných předpisů

ZTI a ÚT

- Připojení rozvodů topné a chladicí vody, jejich zaregulování a napojení na MaR vzduchotechnického zařízení

1.10. Montáž, provoz, údržba a obsluha zařízení

- Realizační firma provede rozpis VZT potrubí pro výrobní a montážní účely
- Rozvody VZT budou instalovány přednostně z důvodu prostorových nároků a případné kolize budou řešeny v součinnosti s ostatními profesemi
- Všechny odbočky, rozbočky a nástavce na potrubí budou vybaveny náběhovými plechy
- Při montáži požárních klapek bude zajištěn přístup pro následné revize.
- Osazení VZT jednotek bude provedeno na podložky z rýhované gumy
- Montáž všech VZT zařízení bude provedena odbornou montážní firmou. Navržená VZT zařízení budou montována dle montážních předpisů jednotlivých prvků
- Při montáži musí být dodržována veškerá bezpečnostní opatření dle platných předpisů. Veškerá zařízení musí být po montáži vyskoušena a zaregulována. Při zaregulování bude postupováno v součinnosti s profesí MaR. Uživatel musí být řádně seznámen s funkcí, provozem a údržbou zařízení.
- VZT zařízení, seřazená a odevzdaná do trvalého provozu, smí být obsluhována pouze řádně zaškolenými pracovníky, a to dle provozních předpisů dodavatelů vzduchotechnických zařízení, pokud není v PD uvedeno jinak. Při provozu odpovídá za bezpečnost práce provozovatel. Všechny podmínky pro bezpečnou práci musí být uvedeny v provozním řádu. Vypracování provozního řádu a zaškolení obsluhy zajistí dodavatel.

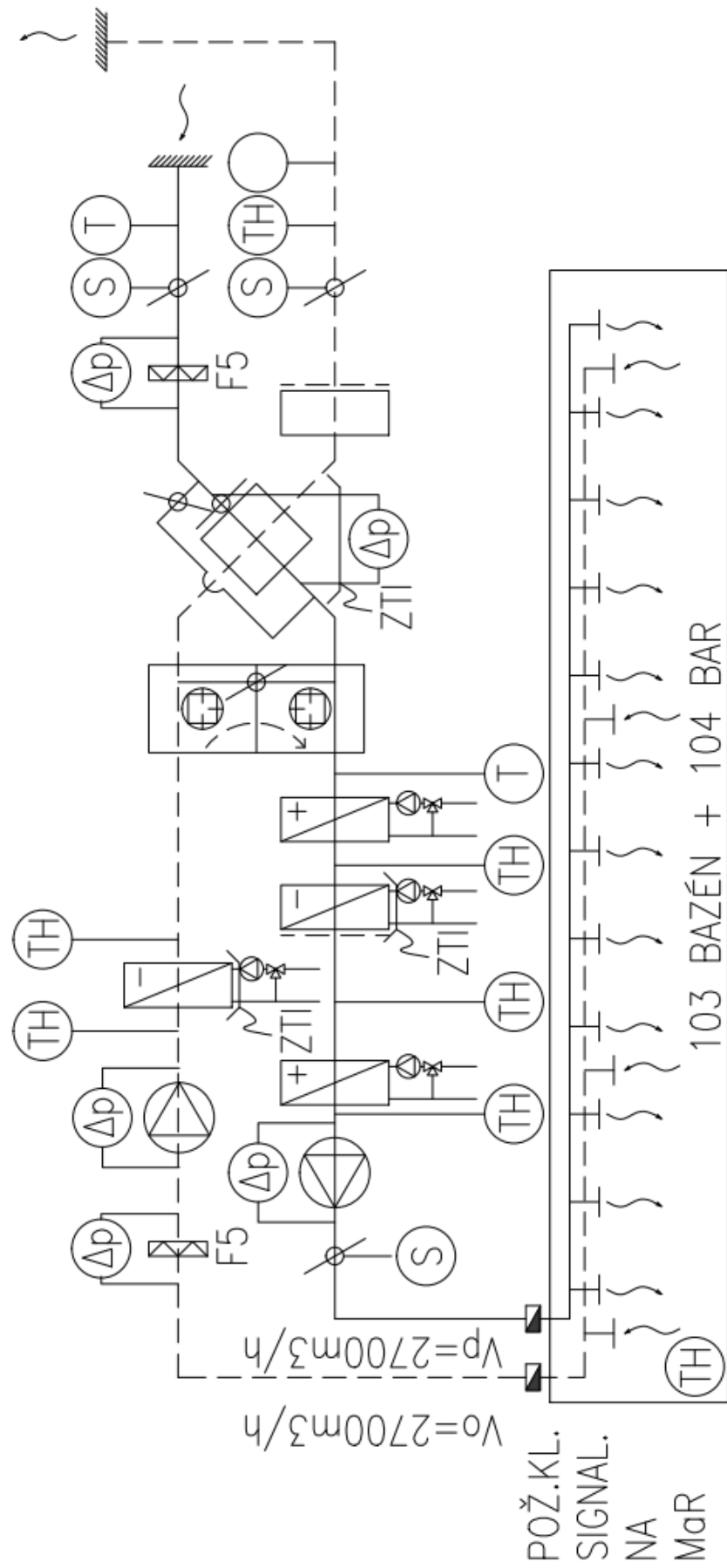
- VZT zařízení musí být pravidelně kontrolována, čištěna a udržována v provozuschopném stavu. Okolí zařízení musí být vždy čisté a přístupné pro snadnou kontrolu a bezpečnou obsluhu nebo údržbu. O kontrolách a údržbě musí být veden záznam a jejich frekvence bude určena v provozním řádu – zajistí dodavatel.

1.11. Závěr

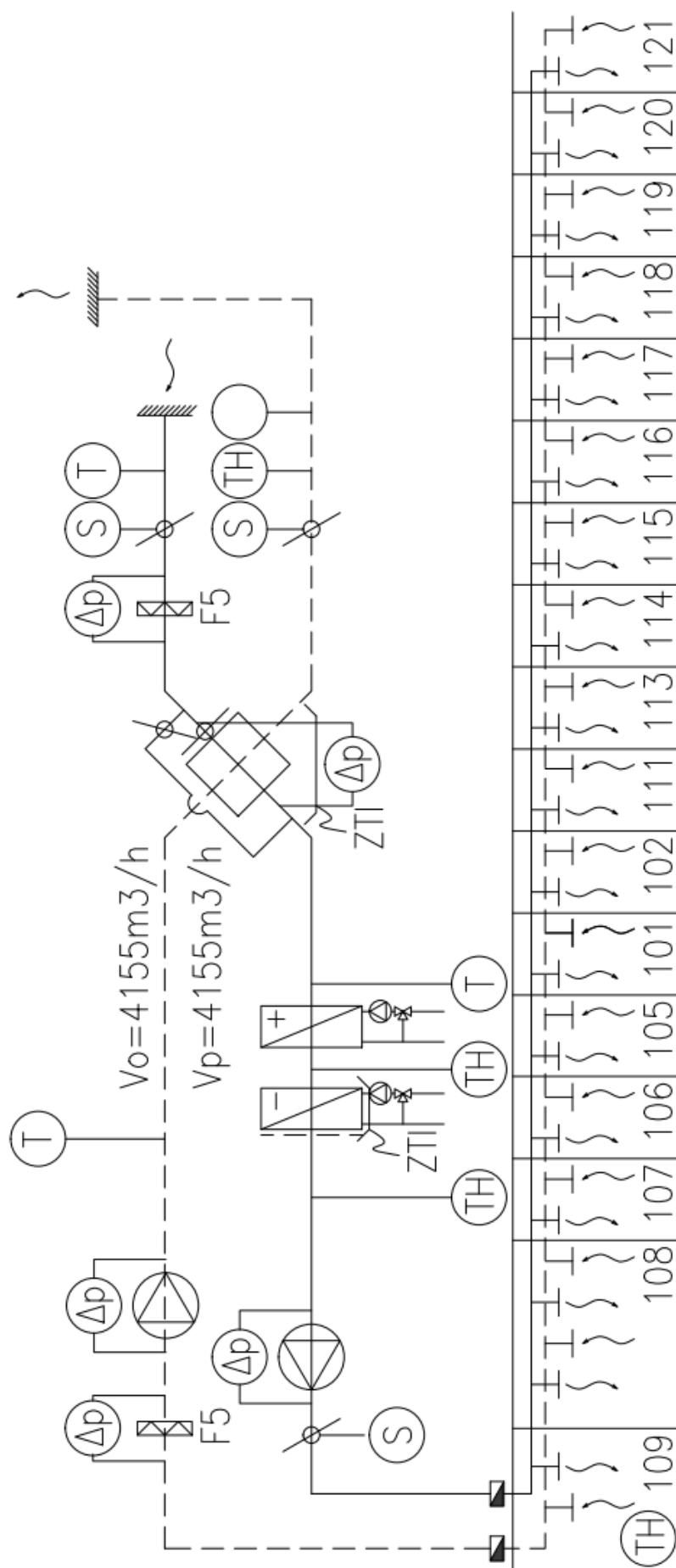
Vzduchotechnické zařízení je navrženo tak, aby celoročně zajistilo komfortní vnitřní prostředí a udrželo koncentrace korozních agencií v takových mezích, aby neměly negativní vliv na stavební konstrukce.

2. Funkční schema zapojení

FUNKČNÍ SCHÉMA – ZAŘÍZENÍ Č.1
TEPLOVZDUŠNÉ VYTÁPĚNÍ A KLIMATIZACE BAZÉNOVÉ HALY



FUNKČNÍ SCHÉMA – ZAŘÍZENÍ Č.2
TEPLOVZDUŠNÉ VĚTRÁNÍ WELLNESS



3. Specifikace zařízení

 Bakalářská práce L2012 Vypracoval: Alexandr Ulma Téma: Vzduchotechnika bazénu			POLOŽKOVÁ SPECIFIKACE		
Zařízení č. 1 - Teplovzdušné vytápění a klimatizace bazénové haly					
Ozn.	Refer. Výrobce		Popis zařízení	Jed.	Množ.
1.01	Remak		Centrální VZT jednotka - skladba:	ks	1,0
			Přívodní část:		
			Tlumící vložka		
			Klapka uzavírací		
			Sekce filtru		
			Sekce deskového rekuperátoru s by-passem		
			Sekce směšování		
			Sekce ohříváče		
			Sekce chladiče		
			Sekce ohříváče		
			Sekce ventilátoru		
			Sekce prázdná		
			Klapka uzavírací		
			Tlumící vložka		
			Odvodní část:		
			Tlumící vložka		
			Klapka uzavírací		
			Sekce filtru		
			Sekce ventilátoru		
			Sekce difuzoru		
			Sekce chladiče		
			Sekce směšování		
			Sekce rekuperátoru		
			Klapka uzavírací		
			Tlumící vložka		
1.02	IMOS-VHK-1-450-2-S-NR		Výfuková hlavice kruhová	ks	1,0
1.03	IMOS		Koleno sání + síto	ks	1,0
1.04	IMOS-PK-I-EIS 90-450-DV2		Požární klapka s doplňovým vybavením	ks	2,0
1.05	IMOS-SV-P-L-15,0-1000		Štěrbínová výustka PŘÍVOD	ks	12,0
1.06	IMOS-VVKR-Q-0-H-1-Q-600x40		Vířivá výustka s nastav. lamelami ODVOD	ks	4,0
1.07	Elektrodesign		Ohebná hadice sonoflex Ø160 mm	bm	3,0
1.08	Elektrodesign		Ohebná hadice sonoflex Ø250 mm	bm	4,5
1.09	IMOS		Tlumič hluku	ks	4,0
1.10	AZ Klima		Kruhové potrubí pozink. PŘÍVOD INTERIÉR		
			rozbočka 160/160	ks	1,0
			160,00	bm	0,5
			přechod 160/220	ks	2,0
			rozbočka 220/160	ks	2,0
			přechod 220/315	ks	2,0
			rozbočka 315/315	ks	1,0

			315,00	bm	2,0
			přechod 315/355	ks	1,0
			rozbočka 355/160	ks	2,0
			355,00	bm	0,5
			přechod 355/400	ks	1,0
			400,00	bm	1,0
			rozbočka 400/160	ks	2,0
			přechod 400/450	ks	1,0
			rozbočka 450/160	ks	4,0
			450,00	bm	10,5
			oblouk 450/90°	ks	3,0
1.11	Fort		Kruhové potrubí plastové SÁNÍ EXTERIÉR		
			450,00	bm	3,0
			oblouk 450/90°	ks	2,0
1.12	AZ Klima		Kruhové potrubí pozink. ODVOD INTERIÉR		
			rozbočka 315/250	ks	1,0
			315,00	bm	2,5
			přechod 315/400	ks	1,0
			rozbočka 400/250	ks	1,0
			400,00	bm	2,5
			přechod 400/450	ks	1,0
			rozbočka 450/250	ks	2,0
			450,00	bm	8,0
			oblouk 450/90°	ks	5,0
1.13	Fort		Kruhové potrubí plastové VÝTLAK EXTERIÉR		
			450,00	bm	4,5
			oblouk 450/90°	ks	1,0

Závěr

V této bakalářské práci byly navržena dvě vzduchotechnická zařízení odpovídající členění objektu na funkční celky. Zařízení č.2 obstarává teplovzdušné větrání prostorů wellness. Zařízení č.1 zajišťující požadované vnitřní prostředí v bazénové hale umožňuje celoroční klimatizaci a teplovzdušné vytápění v zimě. Vzduchotechnická jednotka byla navržena jako klasická sestavná jednotka Remak, která zajistí požadované parametry a plní úlohu bazénové jednotky. V teoretické části byla shrnuta omezení vyplývající z absence návrhového softwaru pro skutečnou bazénovou jednotku. V okamžiku zveřejnění softwaru Remak pro bazénové jednotky je možné na tuto práci navázat a problematiku využití odpadního tepla při řízeném odvlhčování dále rozpracovat.

Seznam použitých zdrojů

[1] Checket-Hanks, B., Top Problems With Natatoriums, AIR CONDITIONING HEATING & REFRIGERATION NEWS — 2010, Volume 240, Issue 3, pp. 28, dostupné z WWW:

<http://digitallibrary.dtu.dk/>

[2] L. Johansson, L. Westerlund, Energy savings in indoor swimming pools: comparison between different heat recovery systems, Applied Energy 70 (2001) 281–303, dostupné z WWW:

<http://digitallibrary.dtu.dk/>

[3] Urban M.: Výpočet potřeby vody a tepla pro přípravu teplé vody podle ČSN EN 15316-3 Komentář k normě, článek na TZB Info, dostupné z WWW:

<http://voda.tzb-info.cz/priprava-teple-vody/7436-vypocet-potreby-vody-a-tepla-pro-pripravu-teple-vody-podle-csn-en-15316-3>

[4] Rubina A.; Tesař Z.; Rubinová O.: Modelování fyzikálních jevů 2 - VZT jednotka a spotřeba energie na odvlhčování, článek na TZB Info, dostupné z WWW:

<http://vetrani.tzb-info.cz/8113-modelovani-fyzikalnich-jevu-2-vzt-jednotka-a-spotreba-energie-na-odvlhcovani>

[5] BT02-TZBIII-VZDUCHOTECHNIKA, dostupné z WWW:

<http://www.fce.vutbr.cz/TZB/rubinova.o/vzt.htm>

[6] REMAK a.s. AeroCAD Ver.4.8.99, Počítačový program pro návrh VZT jednotek

[7] Technika budov s.r.o. Teruna Ver. 1.5b, Počítačový program pro simulace tepelných zátěží, odparu, výpočty kondenzace v potrubí a výpočty bazénových jednotek

[8] Mart s.r.o. MartAkustik, Počítačový program pro výpočet útlumu tlumičů hluku. Dostupné z WWW:

<http://mart.cz/martakustik/>

[9] Katalog produktů IMOS-Systemair. Dostupné z WWW: <http://www.vkv-pardubice.cz/>

[10] ČSN EN 12831 Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu z r.2005

[11] ČSN 730540-3 Tepelná ochrana budov – Část 3: Návrhové hodnoty veličin/2005

[12] ČSN 730540-2 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky/2011

[13] Vyhláška MZ č. 135/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch

[14] Vyhláška MZ č. 6/2003, kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb

[15] Nařízení vlády 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací

Seznam příloh

VÝKRES Č.1 PŮDORYS 1NP, M1:50

VÝKRES Č.2 ŘEZY, M1:50