

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

VNITŘNÍ PROSTŘEDÍ A VÝPLNĚ OTVORŮ INTERNAL ENVIRONMENT AND WINDOWS

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

BC. JAN BUŘIČ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. MARCELA POČINKOVÁ, Ph.D.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor 3608T001 Pozemní stavby
Pracoviště Ústav technických zařízení budov

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant Bc. Jan Buřič
Název Vnitřní prostředí a výplně otvorů
Vedoucí diplomové práce Ing. Marcela Počinková, Ph.D.
Datum zadání diplomové práce 31. 3. 2015
Datum odevzdání diplomové práce 15. 1. 2016

V Brně dne 31. 3. 2015

.....
doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu



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

Podklady a literatura

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

Zásady pro vypracování (zadání, cíle práce, požadované výstupy)

Práce bude zpracována v souladu s platnými předpisy (zákony a vyhláškami, normami) pro navrhování zařízení techniky staveb.

A. Analýza tématu, cíle a metody řešení

Analýza zadaného tématu, normové a legislativní podklady

Cíl práce, zvolené metody řešení

Aktuální technická řešení v praxi

Teoretické řešení (s využitím fyzikální podstaty dějů)

Experimentální řešení (popis metody a přístrojové techniky)

Řešení využívající výpočetní techniku.

B. Aplikace tématu na zadané budově - koncepční řešení

Návrh technického řešení ve 2 až 3 variantách v zadané specializaci (včetně doložených výpočtů) v rozpracovanosti rozšířeného projektu pro stavební povolení: půdorysy v měřítku 1:100, stručná technická zpráva

Ideové řešení navazujících profesí TZB (ZTI, UT, VZT) v zadané budově

Hodnocení navržených variant řešení z hlediska vnitřního prostředí, uživatelského komfortu, prostorových nároků, ekonomiky provozu, dopadu na životní prostředí apod.;

C1. Experimentální řešení a zpracování výsledků

Experiment realizovaný v laboratoři nebo reálné budově postihující dílčí část zadané problematiky.

Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

.....
Ing. Marcela Počinková, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

Abstrakt

Cílem této diplomové práce je návrh vytápění a přípravy teplé vody v budově základní školy v Trhových Svinech.

V první části je řešena problematika vnitřního prostředí budov a výplně otvorů.

Druhá část se zabývá samostatným návrhem vytápění a přípravy teplé vody v základní škole. Jako zdroj tepla byla navržena plynová kotelna, v druhé variantě teplovodní předávací stanice.

Třetí část tvoří technické zprávy a výkresová dokumentace.

Čtvrtá část se zabývá posouzením povrchové kondenzace na povrchu okenních výplní.

Klíčová slova

Vytápění, příprava teplé vody, otopné těleso, měděné potrubí, předávací stanice tepla, deskový výměník, plynový kotel, nucené větrání, vnitřní prostředí, okna.

Abstrakt

The aim of this diploma thesis is the design of heating and hot water in the building of a primary school in Trhové Sviny.

The first part dealt with the issue of indoor environment and windows.

The second part deals with a separate proposal for heating and hot water in primary school. As a heat source, a gas boiler was designed, the second variant is a hot transfer station.

The third part consists of technical reports and drawings of the specified object.

The fourth part deals with the assessment of surface condensation on the surface of the window panes.

Keywords

Heating, hot water production, radiator, copper pipes, heat transfer stations, plate heat exchanger, gas boiler, forced ventilation, internal environment, windows

Bibliografická citace VŠKP

Bc. Jan Buřič *Vnitřní prostředí a výplně otvorů*. Brno, 2016. 158 s., 14 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Marcela Počinková, Ph.D.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 8.1.2016

.....
podpis autora
Bc. Jan Buřič

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

Prohlášení:

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 8.1.2016

.....
podpis autora
Bc. Jan Buřič

Poděkování:

Tímto bych chtěl poděkovat své vedoucí diplomové práce Ing. Marcele Počinkové, Ph.D. za odborné vedení, přívětivý přístup, ochotu, čas a rady při řešení této diplomové práce.

Obsah

1) Titulní list	1
2) Zadání diplomové práce	2
3) Abstrakt a klíčová slova	4
4) Bibliografická citace	5
5) Prohlášení autora o původnosti práce	6
6) Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy	7
7) Poděkování	8
8) Obsah	9
9) Úvod	12
A. Teoretická část – vnitřní prostředí a výplně otvorů	13
A.1. Vnitřní prostředí	14
A.1.1. Úvod	14
A.1.2. Legislativa	14
A.1.3. Jednotlivé faktory vnitřního prostředí budov	15
A.1.3.1. Mikroklimatické podmínky	15
A.1.3.2. Prašnost a chemické látky	15
A.1.3.3. Hluk a vibrace	16
A.1.3.4. Osvětlení	16
A.1.3.5. Ionizace vzduchu	16
A.1.4. Měření parametrů mikroklimatu	16
A.1.4.1. Teplota	16
A.1.4.2. Měření rychlosti proudění vzduchu v prostředí	17
A.1.4.3. Měření vlhkosti vzduchu	18
A.1.5. Jednotlivé normové požadavky na vnitřní prostředí budov	18
A.1.5.1. Přípustná teplota dle N.V. 93/2012	18
A.1.5.2. Vnitřní výpočtová teplota dle ČSN 12831	19
A.1.5.3. Doporučená intenzita osvětlení	19
A.1.5.4. Intenzita výměny vzduchu	20
A.2. Vnitřní prostředí – základní školy	21
A.2.1. Úvod	21
A.2.2. Požadavky a legislativní předpisy	21
A.2.3. Mikroklima ve třídách a vliv na žáky	22
A.2.4. Příklad průběhu mikroklimatu na vybrané škole – ZŠ Kostelní Lhota	23
A.2.4.1. Historie a současnost	23
A.2.4.2. Poznatky z prvních měsíců provozu	24
A.2.4.3. Vyhodnocení měření	24
A.2.4.4. Závěr	25
A.3. Výplně otvorů	26
A.3.1. Úvod	26

A.3.2. Základní rozdělení	26
A.3.2.1. Okna	26
A.3.2.2. Dveře a vrata	26
A.3.3. Požadavky a zásady na výplně otvorů	27
A.3.3.1. Prostup tepla	27
A.3.3.2. Zvuková izolace	28
A.3.3.3. Zraková pohoda v místnosti	30
A.3.3.4. Zabudování oken	31
A.3.4. Problematika povrchové kondenzace u oken	31
A.3.4.1. Úvod	31
A.3.4.2. Faktory ovlivňující výskyt kondenzace	32
A.3.4.3. Kondenzace dle času působení	32
A.3.4.4. Kondenzace dle velikosti	33
A.3.4.5. Kondenzace dle umístění	33
A.3.4.6. Povrchová teplota a její vliv na kondenzaci	34
A.3.4.7. Vlhkost vnitřního vzduchu a rosný bod	36
A.3.4.8. Význam větrání	37
A.3.4.9. Závěr	37
B) Výpočtová část	38
B.1. Analýza objektu	39
B.2. Skladby konstrukcí, součinitel prostupu tepla U	40
B.3. Výpočet tepelných ztrát jednotlivých místností	45
B.4. Návrh otopných těles	83
B.5. Dimenzování a hydraulické posouzení potrubí	88
B.6. Návrh zdroje tepla- varianta I	100
B.7. Návrh zdroje tepla – varianta II	100
B.8. Návrh oběhových čerpadel	102
B.9. Návrh zabezpečovacích zařízení	109
B.10. Návrh směšovacích ventilů	112
B.11. Návrh vyvažovacích ventilů	114
B.12. Návrh přípravy teplé vody	119
B.13. Návrh tepelné izolace potrubí	120
B.14. Návrh ostatních zařízení	121
B.15. Roční potřeba tepla	123
B.16. Zhodnocení variant zdroje tepla	126
C) Projektová část	127
C.1. Technická zpráva – varianta I – plynová kotelna	128
C.2. Výkaz výměr – plynová kotelna	133
C.3. Technická zpráva – varianta II – CZT	135

C.4. Výkaz výměr – CZT	140
C.5. Projektová dokumentace – výkresy	
D) Experimentální část – posouzení kondenzace na povrchu okenních výplní	142
D.1. Úvod	143
D.2. Fotodokumentace problému	143
D.3. Poloha objektu ve městě a kabinetu v budově školy	145
D.4. Rozmístění měřících přístrojů a čidel	146
D.5. Použitě měřicí přístroje	146
D.6. Postup měření	146
D.7. Zpracování naměřených dat	147
D.7.1. Parciální tlak vodní páry	147
D.7.2. Měrná vlhkost vzduchu	148
D.7.3. Teplota rosného bodu	148
D.7.4. Povrchová teplota	148
D.8. Výstup zpracovaných dat	149
D.8.1. Porovnání teplot rosného bodu v mezeře	149
D.8.2. Porovnání měrné vlhkosti vzduchu	150
D.8.3. Posouzení kondenzace v mezeře	150
D.8.4. Porovnání povrchových teplot	151
D.8.5. Závislost mezi měrnou vlhkostí a povrchovou teplotou	152
D.8.6. Průběh vybraného intervalu	153
D.9. Vyhodnocení	154
Závěr	155
Seznam použitých zkratk a symbolů	155
Seznam příloh	155
Seznam použitých zdrojů	156

Úvod

Cílem této diplomové práce je návrh vytápění a přípravy teplé vody v třípodlažní budově základní školy v Trhových Svinech.

V teoretické části se budu snažit co nejlépe přiblížit problematiku vnitřního prostředí v budovách, zejména pak v základních školách a problematiku výplní otvorů.

Ve výpočtové části bude proveden návrh celého otopného systému se všemi souvisejícími zařízeními a komponenty. Zdroj tepla bude řešen ve dvou variantách a následně bude provedeno jeho ekonomické zhodnocení.

Projektová část bude tvořena výslednou projektovou dokumentací a jednotlivými technickými zprávami.

V experimentální části této práce se budu věnovat problematice povrchové kondenzace na povrchu okenních výplní v budově základní školy na Slovanském náměstí v Brně. Cílem bude zjistit její příčiny a navrhnou vhodná opatření pro její eliminaci.

A. Teoretická část

Vnitřní prostředí a výplně otvorů

A.1. Vnitřní prostředí

A.1.1. Úvod

O parametrech vnitřního prostředí, tzv. mikroklimatu pojednávají v České republice tři zákony a několik vyhlášek. Nicméně na mnoha pracovištích se tyto zákony nedodržují. To vede ke snížení tepelné pohody a tudíž i výkonnosti osob, které v tomto prostředí pracují. Parametry mikroklimatu jsou stanoveny na základě typu vnitřních prostor, které se odvíjejí od činnosti, kterou člověk v tomto vnitřním prostoru vykonává. Samostatnou kapitolou jsou byty a bytové domy a především tzv. čisté prostory ve zdravotnických pracovištích a ve výrobním prostředí. Požadavky na tyto prostory jsou stanoveny především ve státních normách (ČSN).[1]

A.1.2. Legislativa

Obecně vychází právně závazné hygienické požadavky na jednotlivé faktory prostředí a větrání ze zákonů:

Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon) v platném znění.

Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví, ve znění pozdějších předpisů.

Zákon č. 262/2006 Sb., zákoník práce v platném znění.

Zákon č. 309/2006 Sb., o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci.

Některé jednotlivé požadavky na faktory vnitřního prostředí a opatření k jejich zajištění najdeme i v dalších zákonech – „atomový zákon“, „chemický zákon“, „zákon o odpadech“, „zákon o léčivech“ a řady dalších.[2]

Podrobněji jsou „hygienické požadavky“ rozpracovány v prováděcích předpisech k těmto zákonům. K dispozici máme jednotlivá nařízení vlády a vyhlášky, nahrazující původní „hygienické předpisy“. V oblastech, které nejsou těmito předpisy pokryté, pomohou požadavky norem, které mohou být právně zezávněny odkazem na normové hodnoty v příslušném nařízení vlády nebo vyhlášce, jinak jsou pouze doporučením vycházejícím z dosažené úrovně poznání řešené problematiky.

Někdy je stanovení konkrétních požadavků na kvalitu vnitřního prostředí problematické, protože v předpisech nejsou požadavky na jednotlivé faktory vnitřního prostředí staveb vždy jednotné, nebo v posledních novelizacích předpisů zcela chybí – viz Tab. 1. Můžeme je hledat podle jednotlivých typů prostředí, ke kterým se vztahují – pracovní prostředí, školská a stravovací zařízení, bazény a sauny, pobytové prostory, příp. podle jednotlivých fyzikálních faktorů – hluk, vibrace, neionizující záření, radiační ochrana apod. Oblast bytů a bytových domů (s výjimkou hluku) je v současné době pokryta pouze stavebními předpisy, kde jsou u bytů požadavky na vnitřní prostředí řešeny odkazem na normové hodnoty.[3]

Tab. 1 Platné předpisy stanovující limity pro jednotlivé faktory vnitřního prostředí		
Typ prostředí	Předpis	Existují limity pro:
pracovní	NV č. 361/2007 Sb., ve znění NV č. 93/2012 Sb.	MKL, chemické látky a prašnost, osvětlení, větrání
stravovací	vyhláška č. 137/2004 Sb. ve znění č. 602/2006 Sb.	žádné limity neexistují
školské	vyhláška č. 343/2009 Sb.	MKL, osvětlení, větrání
pobytové	vyhláška č. 6/2003 Sb.	MKL, chemické látky a prašnost, výskyt mikroorganismů, výskyt roztočů
bazény, sauny	vyhláška č. 238/2011 Sb.	MKL, osvětlení, větrání, mikrobiální kontaminaci vody
vnitřní prostředí staveb	vyhláška č. 20/2012 Sb.	větrání, koncentrace CO ₂
Pozn.: NV = nařízení vlády MKL = mikroklima (teploty, relativní vlhkost, rychlost proudění vzduchu)		

Tab. A.1.2.1 Platné předpisy pro jednotlivé faktory vnitřního prostředí [3]

A.1.3. Jednotlivé faktory vnitřního prostředí budov

A.1.3.1 Mikroklimatické podmínky

Jsou to teploty, relativní vlhkost a rychlost proudění vzduchu. Je třeba je řešit společně, protože se navzájem ovlivňují a doplňují. Jsme trochu zhýčkaná generace, vyžadujeme daleko vyšší teploty interiérů, než na co byli zvyklí naši předkové. Podíváme-li se např. do starých Pokynů a zásad pro větrání škol, najdeme zde požadavek: „místnost, ve které je prováděna výuka našich dětí, musí být vytápěna nejlépe na 17–19 °C“. Dnes se většinou projektuje na 22 ± 2 °C, ale měřené teploty jsou kolem 27 °C. Vnímání teplo je velmi individuální záležitost a někdy se na požadované teplotě interiéru neshodnou ani dva lidé. Optimální relativní vlhkost vzduchu je kolem 40 %, ale v otopném období bývá 30 % i nižší – pokud se větrá. Tam, kde se naopak vlhkost větráním neodvede, je doprovodným jevem růst plísní. Proudění vzduchu je samozřejmě závislé na způsobu větrání celého prostoru.[2]

A.1.3.2 Prašnost a chemické látky

To, co nás doma trápí, je „domácí prach“. Je to komplex pevných částic, kdy z hlediska našeho zdraví jde především o biologické částice, tzv. bioaerosoly – plísně a jejich spóry, bakterie a viry, roztoči, zvířecí chlupy, části výkalů a slin domácích zvířat i ostatních zvířat vyskytujících se v budovách (mravenci, mouchy, švábi, komáři, myši, potkani, krysy, kuny, holubi), a také pylová zrnka. Dále např. vlákna z textilií, zplodiny kouření, částice uvolňující se ze stavebních materiálů apod. Velká část látek jsou alergeny, mykotoxiny plísní jsou toxické.

Podíváme-li se na plynné látky, nejvíce ohrožující zdraví jsou organické těkavé sloučeniny označované jako VOCs – v domácnostech jich lze identifikovat asi 2 000, v běžné domácnosti se jich vyskytuje kolem 50. Dlouhodobé působení nižších koncentrací způsobuje jemné neurologické změny, akutní působení se může projevit jako otrava, některé z látek této skupiny mají i karcinogenní účinek. A samozřejmě mohou působit jako alergeny.

Určitě nesmíme zapomenout na spaliny při používání plynových spotřebičů. Jde o oxidy uhlíku a dusíku. Zvýšená koncentrace oxidu uhličitého CO₂ v ovzduší vede k poklesu kyslíku v tkáních živých

organismů. Vyšší koncentrace oxidu uhelnatého CO v ovzduší brání okysličování krve. Výsledkem jsou neurologické a kardiovaskulární potíže, únavnost, poruchy dýchání, nevolnost, ztráta vědomí, v extrémním případě smrt. Oxidy dusíku NO a N₂O pro menší rozpustnost ve vodě snadno pronikají do dolních dýchacích cest, až do plic. Zvýšená koncentrace oxidů dusíku v ovzduší zhoršuje okysličování krve, což má za následek pocit zvýšené únavy. Dlouhodobé vdechování vyšších koncentrací snižuje imunitu organismu a zvyšuje náchylnost k onemocněním dýchacích cest.

Kvůli geologickému složení podloží ČR a nedostatečnému větrání je stále aktuálnější výskyt radonu v domech – po vdechnutí se rozpouští v tělních tekutinách, ale v žádné tkáni se nekonzcentruje. Jeho dceřiné prvky se však zachycují v dýchacích cestách, kde ozařují při svém rozpadu tkáň, jejíž buňky se mohou měnit (na zhoubný nádor).[2]

A.1.3.3 Hluk a vibrace

S hlukem a vibracemi v budovách se setkáváme jako s kombinovanou expozicí. Hluk má na člověka rušivé a obtěžující účinky, které nejsou závislé na fyzikální podstatě hluku (rušit mohou i kladně vnímané zvuky). Vnímání hluku je stejně jako u teploty vzduchu velmi individuální záležitostí.[2]

A.1.3.4 Osvětlení

Bez denního světla a trochy sluníčka se špatně žije. Což asi nevědí autoři nově platících Pražských stavebních předpisů, kterými se pro denní osvětlení a oslunění bytů značně změkčily celostátně platné požadavky. Dobré osvětlení a denní světlo potřebujeme pro optimální zrakový výkon při práci, zábavě i odpočinku. Působí nejen na kvalitu vidění (až 90 % informací je přijímáno zrakem), ale také na zdraví a psychiku člověka.[2]

A.1.3.5 Ionizace vzduchu

Vzduch je charakteristický i svými elektrickými vlastnostmi – řadou kladných a záporných iontů. Lehké záporné ionty přispívají k pocitu „svěžího vzduchu“ (po bouřce, nebo na horách se dobře dýchá díky vysokému počtu lehkých záporných iontů ve vzduchu). Pokud vzduch proženeme vzduchovými rozvody nuceného větrání, vzduchové ionty se neutralizují a na kvalitě přiváděného vzduchu je to znát.[2]

A.1.4. Měření parametrů mikroklimatu

A.1.4.1 Teplota

Pro posouzení tepelné pohody osob se nepoužívá klasická hodnota pokojové teploty, ale tzv. výsledná teplota t_g [°C] (teplota kulového teploměru). Tato teplota se měří pomocí teploměru se sondou, která je vložena do kulové baňky z polyuretanu o průměru 100 či 150 mm (teploměr dle Vernon-Jokla). Teplota, která je naměřena teploměrem uvnitř této baňky po ustálení (asi 15 až 20 minut) je právě ona výsledná teplota. Tato teplota vyjadřuje současné působení teploty vzduchu, teploty okolních ploch a rychlosti proudění vzduchu. Z výsledných teplot, které jsou

naměřeny v úrovni hlavy, břicha a kotníků je stanovena střední hodnota (střední radiační teplota).[4]



Obr. A.1.4.1. Kulový teploměr [4]

A.1.4.2 Měření rychlosti proudění vzduchu v prostředí

Tepelná pohoda je samozřejmě ovlivněna také rychlostí proudění vzduchu. Při vyšší rychlosti proudění je zvyšována pohoda při vyšších okolních teplotách, ale pokud je rychlost příliš vysoká, tak může vést až ke zdravotním potížím. K měření rychlosti proudění vzduchu v prostředí je potřeba použít přístrojů, které jsou schopny měřit malé rychlosti proudění ($0,05$ až $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$). Lze použít lopatkové anemometry (využití mechanických účinků proudícího vzduchu) či žárové anemometry, které měří rychlost proudění na základě ochlazování elektricky žhaveného elementu. Tyto anemometry měří rychlost proudění vzduchu až od cca $0,2 \text{ m/s}$, a proto nejsou pro měření rychlosti proudění vzduchu v prostředí úplně nejvhodnějším řešením. Ideálním řešením je měření pomocí všesměrové sondy, kde naměřená rychlost proudění není závislá na směru proudění a hlavně tato sonda měří již od rychlosti $0,05 \text{ m/s}$. [4]



Obr. A.1.4.2 Anemometr s všesměrovou sondou [4]

A.1.4.3 Měření vlhkosti vzduchu

Pro účely posouzení vlhkosti vnitřního prostředí se používá měření relativní vlhkosti. Jedná se o poměr mezi okamžitým množstvím vodních par ve vzduchu ku množství par, které by měl vzduch o stejném tlaku a teplotě při plném nasycení. Je udávána v procentech. V praxi se asi nejčastěji používají kapacitní vlhkoměry, kdy se na hodnotu vlhkosti převádí kolísání elektrické kapacity čidla.[4]



Obr. A.1.4.3 Kapacitní vlhkoměr [4]

A.1.5. Jednotlivé normové požadavky na vnitřního prostředí budov

A.1.5.1 Přípustná teplota dle N.V. č.93/2012, v závislosti na vykonávané činnosti

Tab. 2 Celoročně přípustné teploty na pracovišti podle nařízení vlády č. 93/2012 Sb., v závislosti na náročnosti vykonávané činnosti, tj. na energetickém výdeji zaměstnanců

Třída práce	Energetický výdej M [W.m ⁻²]	$t_{o \text{ min}}$ nebo $t_{g \text{ min}}$ [°C]	$t_{o \text{ max}}$ nebo $t_{g \text{ max}}$ [°C]	Rychlost proudění v_a [m.s ⁻¹]	Relativní vlhkost R_h [%]
I	≤ 80	20	27	0,01 až 0,2	30 až 70
IIa	81 až 105	18	26		
IIb	106 až 130	14	32	0,05 až 0,3	
IIIa	131 až 160	10	30		
IIIb	161 až 200	10	26		
IVa	201 až 250	10	24	0,1 až 0,5	
IVb	251 až 300	10	20		
V	301 a více	10	20		

Tab. A.1.5.1 Vnitřní teploty a vlhkosti [3]

A.1.5.2 Vnitřní výpočtové teploty dle ČSN EN 12831 a doporučené relativní vlhkosti vzduchu dle ČSN 06 0210

Druh vytápěné místnosti		Výpočtová vnitřní teplota	Relativní vlhkost vzduchu
		t_i [°C]	φ_{rel} [%]
1.	Obytné budovy		
1.1	trvale užívané		
	obývací místnosti, tj. obývací pokoje, ložnice, jídelny, jídelny s kuchyňským koutem, pracovny, dětské pokoje	20	60
	kuchyně	20	60
	koupelny	24	90
	klozety	20	60
	vytápěné vedlejší místnosti (předsíň, chodby aj.)	15	60
	vytápěná schodiště	10	60
1.2	občasné užívané (rekreační) - v době provozu		
	obývací místnosti, tj. obývací pokoje, ložnice, jídelny, jídelny s kuchyňským koutem, pracovny, dětské pokoje	20	60
	kuchyně	20	60
	koupelny	24	90
	klozety	20	60
	vytápěné vedlejší místnosti (předsíň, chodby aj.)	15	60
	vytápěná schodiště	10	60
	- mimo provoz	5	80
2.	Administrativní budovy		
	kanceláře, čekárny, zasedací síně, jídelny	20	60
	vytápěné vedlejší místnosti (chodby, hlavní schodiště, klozety aj.)	15	60
	vytápěná vedlejší schodiště	10	70
	haly, místnosti s přepážkami	18	70
3.	Školní budovy		
	učebny, kreslárny, rýsovny, kabinety, laboratoře, jídelny	20	60
	učební dílny	18	65
	tělocvičny	15	70
	šatny u tělocvičen	20	60
	lázně a převlékárny	24	90
	ordinace a ošetřovny	24	80
	vytápěné vedlejší místnosti chodby, schodiště, klozety, šatny jen pro svrchní oděv aj.)	15	
	mateřské školy		
	- učebny, herny, lehárny	22	50
	- šatny pro děti	20	60
	- umývárny pro děti, WC	24	80
	- izolační místnosti	22	50

Tab. A.1.5.2 Vnitřní teploty a vlhkosti [5]

A.1.5.3 Doporučená intenzita osvětlení

pracoviště	intenzita osvětlení [lux]	žárovky [W/m ²]	zářivky [W/m ²]
skladiště, byty, restaurace, divadla	120	20 až 30	7 až 9
učebny, pokladny, jednoduchá montáž	250	40 až 55	13 až 18
kanceláře, čítárny, výpočetní střediska, výzkum	500	75 až 105	25 až 35
výstavy, obchodní domy, jemná montáž	750	115 až 160	38 až 53
montáž elektroniky, retuš	1000	-	50 až 70
jemná montáž, elektronika	1500	-	75 až 105
hodinářství, subminiaturní elektronika	2000	-	100 až 140

Tab. A.1.5.3 Intenzita osvětlení [6]

A.1.5.4 Intenzita výměny vzduchu

Tím základním požadavkem ve všech předpisech (pokud požadavek existuje) je hygienické minimum 25 m³/h čerstvého vzduchu na osobu (kromě Pražských stavebních předpisů, kde je 15 m³/h na osobu). Se zvyšující se námahou při vykonávané práci nebo sportu se samozřejmě potřebné množství vzduchu zvyšuje. Požadavky na větrání obytných prostor nejsou v příslušné vyhlášce (č. 6/2003 Sb.), ale najdeme je ve stavební vyhlášce, tj. ve vyhlášce č. 20/2012 Sb. Tato novelizace předchází vyhlášky č. 268/2009 Sb. jednoznačně stanovuje požadavky na větrání, rozlišuje obytné místnosti a bytové místnosti.[2]

Obytné místnosti

Jsou definované jako prostory, které svou polohou, velikostí a stavebním uspořádáním splňují požadavky, aby se v nich zdržovaly osoby. Je požadováno, aby v době pobytu osob bylo množství vyměňovaného venkovního vzduchu 25 m³/h na osobu, nebo minimální výměna vzduchu 0,5 h⁻¹. Jako ukazatel kvality vnitřního prostředí slouží oxid uhličitý CO₂, jehož koncentrace ve vnitřním vzduchu nesmí překročit hodnotu 1500 ppm.[2]

Bytové místnosti

Musí mít zajištěno dostatečné větrání venkovním vzduchem a vytápění v souladu s normovými hodnotami. Podrobné požadavky na větrání bytů a bytových domů včetně doporučených systémů větrání, celé koncepce větrání bytů a vzorových výpočtů uvádí ČSN EN 15665/Z1 Větrání budov – Stanovení výkonových kritérií pro větrací systémy obytných budov.[2]

Požadavek	Trvalé větrání (průtok venkovního vzduchu)		Nárazové větrání (průtok odsávaného vzduchu)		
	Intenzita větrání [h ⁻¹]	Dávka venkovního vzduchu na osobu [m ³ /(h-os)]	Kuchyně [m ³ /h]	Koupelny [m ³ /h]	WC [m ³ /h]
Minimální hodnota	0,3	15	100	50	25
Doporučená hodnota	0,5	25	150	90	50

Tab. A.1.5.4. Intenzita výměny vzduchu [2]

A.2. Vnitřní prostředí – základní školy

A.2.1. Úvod

V dnešní době se stále více setkáváme se stavem, kdy se začíná neúměrně zhoršovat vnitřní prostředí ve školách z hlediska mikroklimatických podmínek a zejména škodlivin v ovzduší. K tomuto stavu se prostředí ve školách dostává postupně tak, jak jednotlivé obce rekonstruují objekty škol a v rámci těchto rekonstrukcí zajišťují především výměny oken a zateplovací systémy na fasády a střešní nebo půdní konstrukce. Z pohledu energetických úspor se jedná o chvályhodné počiny obcí, které jsou si vědomy, že energetické úspory jejich provozovaných objektů znamenají úspory v jejich rozpočtech. Na co se však zapomíná je dodržování požadavků dalších vyhlášek a zákonů, týkajících se lidského zdraví. V prováděcích projektech, nutných pro povolení realizace, se bohužel konstatuje, že větrání bude zajišťováno „přirozeně“ – otevíráním oken. Původní okna ve vysokých třídách měla otvíravou horní část pomocí táhel. Při revitalizaci se inovativně často horní cca 2/3 oken provedla pevná a pouze spodní 1/3 otvírává.[7]

A.2.2. Požadavky a legislativní předpisy

Požadavky na jednotlivé faktory vnitřního prostředí jsou řešeny vyhláškou č. 410/2005 Sb. ve znění vyhlášky č. 343/2009 Sb.

Jsou zde uvedeny požadavky na mikroklimatické podmínky a větrání, chemické látky a prašnost se řeší podle vyhlášky č. 6/2003 Sb. pro bytové prostory. Bohužel chybí limit pro koncentrace CO₂, jehož nárůst v utěsněných a nedostatečně větraných školských budovách je v současnosti vysoký a má za následek nadměrnou únavu, nesoustředěnost i drobné zdravotní obtíže žáků i učitelů.[3]

Pobytové místnosti musí mít zajištěno dostatečné přirozené nebo nucené větrání a musí být dostatečně vytápěny s možností regulace vnitřní teploty. Pro větrání bytových místností musí být zajištěno v době pobytu osob minimální množství vyměňovaného venkovního vzduchu 25 m³/h na osobu, nebo minimální intenzita větrání 0,5 l/h. Jako ukazatel kvality vnitřního prostředí slouží oxid uhličitý CO₂, jehož koncentrace ve vnitřním vzduchu nesmí překročit hodnotu 1 500 ppm (jedná se o všechny místnosti, kde jsou lidé – školní třídy, kanceláře, obchody...).

Vyhláška č. 343/2009 Sb., o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých. Zde je stanoveno, že přívod vzduchu na žáka musí být v rozsahu 20–30 m³/hod. Nesmí se zapomínat na zajištění teploty v interiéru, která musí pro třídy být 22 ± 2 °C.

Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. – kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci v platném znění nařízení vlády č. 93/2012 Sb.

V příloze 1, část A, tab. 5 je konstatováno, že rozdíl teplot vzduchu mezi úrovní hlavy a kotníků při teplotě interiéru 20 °C je 0 K, při teplotě 22 °C je max. 0,5 K.[7]

Typ prostoru	Výměna vzduchu [m ³ .h ⁻¹]
Učebny	20 až 30 na 1 žáka
Tělocvičny	20 až 90 na 1 žáka *
Šatny	20 na 1 žáka
Umývárny	30 na 1 umyvadlo
Sprchy	150–200 na 1 sprchu
Záchody	50 na 1 kabinu 25 na 1 pisoár
* s ohledem na využití tělocvičny	

Tab. A.2.2.1. Intenzita výměny vzduchu pro školy [3]

Typ prostoru	Výsledná teplota			Rychlost proudění v_a [m.s ⁻¹]	Relativní vlhkost Rh [%]
	t_g min [°C]	t_g opt [°C]	t_g max [°C]		
Učebny	20	22 ± 2	28	0,1 až 0,2	30 až 65
Tělocvičny	18	20 ± 2	28	0,1 až 0,2	30 až 65
Umývárny	20	22 ± 2	28	–	–
Sprchy	24	–	–	0,1 až 0,2	30 až 65
Záchody	18	–	–	0,1 až 0,2	30 až 65
Chodby	18	–	–	0,1 až 0,2	30 až 65

Tab. A.2.2.2. Mikroklimatické podmínky pro školu [3]

A.2.3. Mikroklima ve třídách a vliv na žáky

Podívejme se na jednoho reprezentanta zátěží, kvůli kterému se velmi často mění mezinárodní smlouvy, a který je považován za původce mnoha problémů v celosvětovém hledisku – CO₂. Při dýchání nádechem přivádíme do plic směs tvořenou z cca 21 % O₂, 78 % N₂, 0,034 % CO₂ + další plyny. Následně vydechujeme cca 16 % CO₂, 79 % N₂ a 4–4,5 % CO₂. Koncentrace N₂ se prakticky nemění, CO₂ se díky dýchání v uzavřeném prostoru zvyšuje poměrně rychle. Negativní vliv zvýšené koncentrace CO₂ na osoby může být velmi rozmanitý. Už od roku 1861 jsou v zásadě nastaveny hranice maximálních doporučených koncentrací CO₂ v interiéru pro jednotlivé činnosti. Jsou také známy hranice koncentrace CO₂, které již ovlivňuje naše jednání.[7]

Problém, je, že zvýšená koncentrace CO₂ představuje určitý zásah do regulace dýchání a dalších procesů v organismu a má vliv na psychiku. Uvádí se, že koncentrace do 2000 ppm mohou způsobovat pocit ospalosti, při koncentracích blízkých se 5000 ppm pak se přidávají u některých jedinců bolesti hlavy a snížená schopnost koncentrace.

Je ale třeba si uvědomit, že tady nejde jen o CO₂. Koncentrace CO₂ totiž slouží hlavně jako marker (indikátor) pro posuzování intenzity větrání a s tím souvisejícího takzvaného odérového mikroklimatu. Jako odéry se označují plynné složky ovzduší, vnímané jako vůně, nebo zápachy produkované člověkem nebo jeho činností.[8]

	koncentrace CO ₂ (ppm)	
nedoporučuje se delší pobyt	> 5000	
otupělost, zívání	2500	
snížení koncentrace, únava	1600 - 2000	
akceptovatelná úroveň	1200 - 1600	
přijatelná úroveň - vnitřní prostředí	800 - 1200	
venkovní prostředí	350 – 370 (390)	

Obr. A.2.3. Rozdělení parametrů vnitřního prostředí s ohledem na koncentrace CO₂ [4]

A.2.4. Příklad průběhu mikroklimatu na vybrané škole – ZŠ Kostelní Lhota

(ilustrativní převzatý experiment)

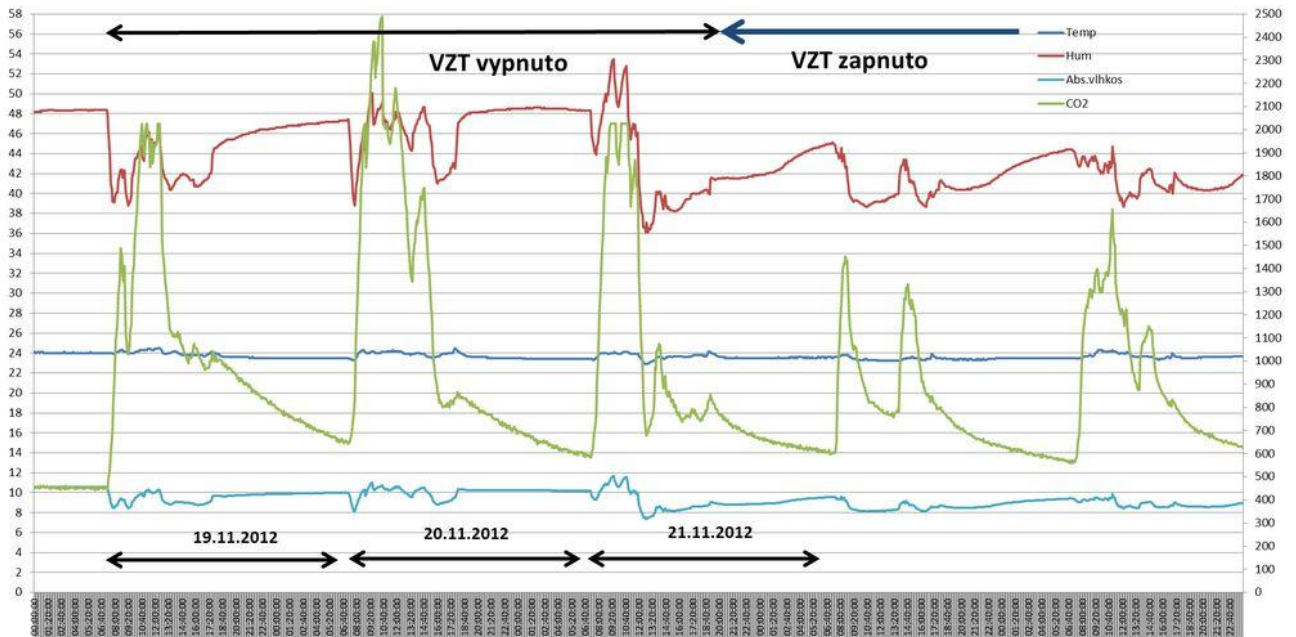
A.2.4.1 Historie a současnost

V roce 1879 byla za cca 1/2 roku v obci Kostelní Lhota postavena a předána do užívání škola, kterou prošlo mnoho generací obyvatel blízkého okolí. V současné době, ve dvou malotřídkách probíhá výuka 1.–3. ročníku s 16 žáky a 4.–5. ročníku s 9 žáky. Poslední rekonstrukce školní budovy, která proběhla v průběhu roku 2012, byla velmi zásadní. Výměna všech oken školy za nová, zasklená trojsklem. Zateplení obvodového pláště budovy a stropních částí k půdním prostorům. Instalace úsporného zdroje na vytápění – tepelného čerpadla vzduch/voda, dimenzovaného na nové parametry školní budovy. Kompletní rekonstrukce systému vytápěním s dimenzováním velikostí otopných ploch s ohledem na nízký teplotní spád.

Pokrokově smýšlející zastupitelstvo si bylo vědomo, že musí dodržet nařízení, která vyplývají ze stavebních, energetických zákonů a zákona o zdraví. Ve stručném shrnutí to znamená, že musí být zajištěn přívod vzduchu v množství 20–30 m³/hod na žáka během výuky a tím zajištění horní hranice koncentrace CO₂ v prostoru třídy nad 1500 ppm (Vyhl. č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby ve znění vyhl. č. 20/2012 Sb.). Dodržení max. rozdílu teplot mezi kotníky a hlavou do 3 °C (Nařízení vlády č. 361/2007 Sb.). Dodržení hlukových parametrů v prostoru třídy na max. úrovni 45 dB (dáno Nařízením vlády č. 272/2011). Z těchto všech důvodů byla pečlivě zvažována možnost instalace systémů řízeného větrání, ideálně s rekuperací tepla s ohledem na omezené finanční prostředky na tuto kapitolu, neboť větrání okny v zimním období určitě není pro sedící žáky ve třídách vhodné. Nehledě na nemožnost dodržet výše zmíněné předpisy.[9]

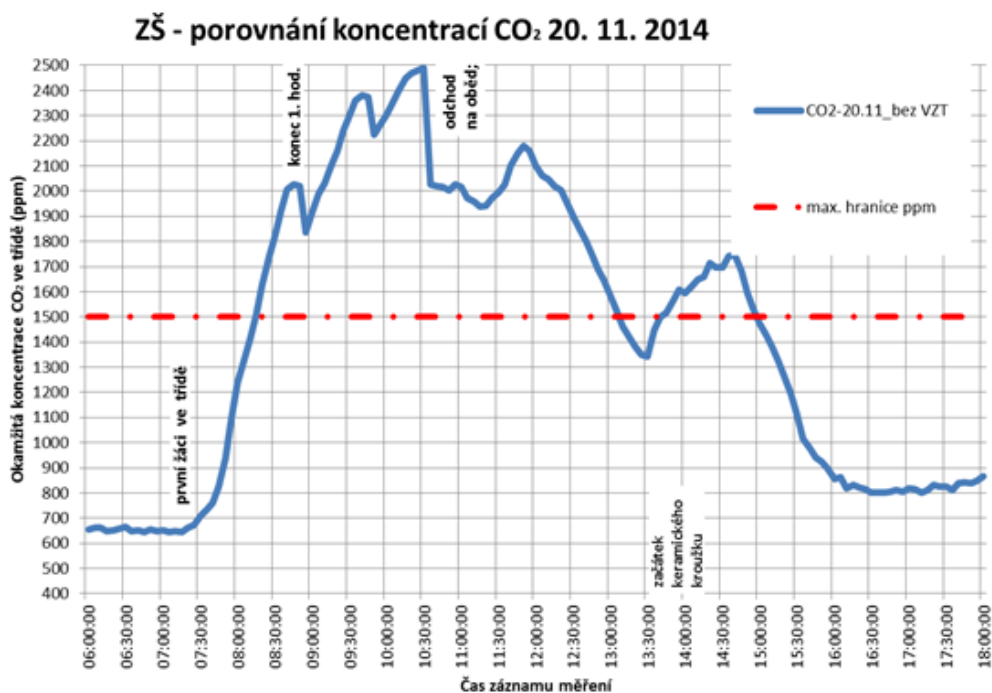
A.2.4.2 Poznátky z prvních měsíců provozu

Pro prokázání vlivu instalace řízeného větrání je prováděno ve třídách dlouhodobé měření parametrů vnitřního prostředí, graf 1. Cílem je nalezení optimálního využití zvolené větrací jednotky, která byla použita právě s ohledem na optimalizaci pořizovacích nákladů. V prvním období bude provozováno pouze na základě řízení čidel CO₂. Následně bude ve standardním časovém programu doplněno automatické spínání jednotky na menší výkon větrání ráno před příchodem žáků pro větší předvětrání třídy a využití její objemové kapacity vzduchu.[9]



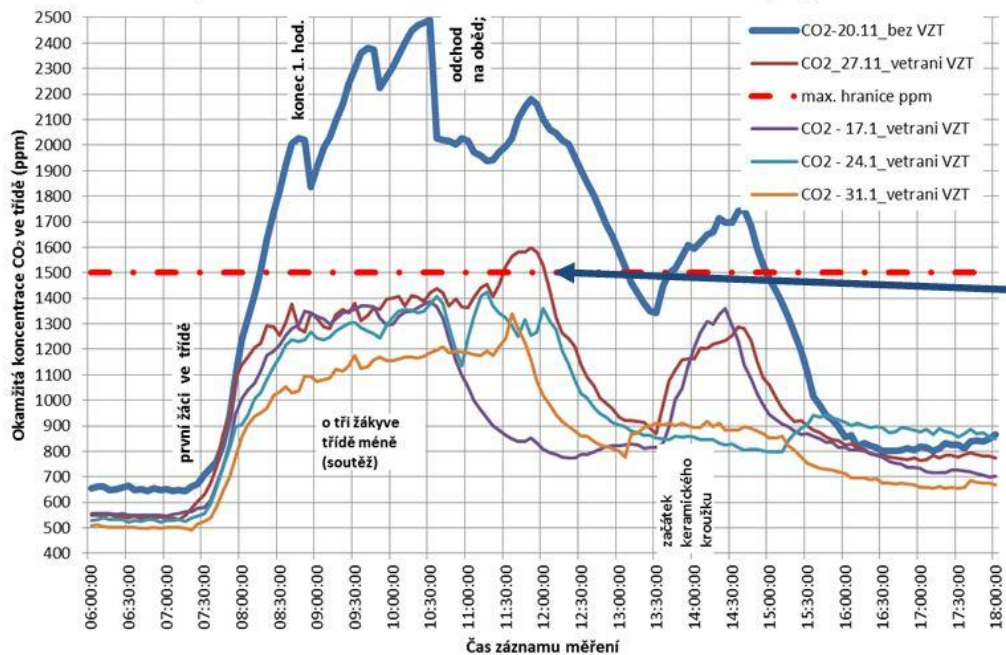
Graf. A.2.4.2 Dlouhodobé sledování vnitřního mikroklimatu [9]

A.2.4.3 Vyhodnocení měření



Graf. A.2.4.3.1 Koncentrace CO₂ bez VZT [9]

ZŠ - porovnání koncentrací CO₂ 20. a 27.11 + 17;24;31.1



Graf. A.2.4.3.2 Koncentrace CO₂ bez a s VZT [9]

A.2.4.4 Závěr

Tento příklad je tedy ukázkou toho, že ve školských objektech je možno instalovat větrací systémy, které mohou kromě vyčísitelných ekonomických výsledků v podobě úspor energie, přinášet další kvalitu do výuky.

Řízené nucené větrání a ještě lépe řízené nucené větrání s rekuperací tepla by mělo být v současné době součástí každé novostavby nebo zásadní rekonstrukce a to zejména ve školských objektech, kde se evidentně dnes nedodrží požadavky legislativy z hlediska kvality prostředí, ale také z důvodu, že nové systémy vzduchotechniky s rekuperací tepla šetří tepelnou energii, jejíž ceny jistě v budoucnu klesat nebudou.[9]

A.3. Výplně otvorů

A.3.1. Úvod

Okna a dveře souhrnně nazývané jako výplně otvorů podléhají řadě požadavků na stavební výrobky. Splnění požadavků právních předpisů a norem nedeklaruje prohlášení o vlastnostech ani označení CE. Tím je pouze prokázáno, že výrobek byl odzkoušen v autorizované zkušebně a zkušební vzorek vyhověl parametrům deklarovaným výrobcem. Náležitou pozornost je třeba věnovat jak samotnému výběru okna a dveří, tak způsobu jejich zabudování. Vlastnosti a trvanlivost oken, dveří a navazujících konstrukcí jsou způsobem zabudování oken a dveří přímo ovlivněny.[10]

A.3.2. Základní rozdělení

- dle umístění: a) vnitřní (dveře, výklady, vrata)
b) vnější (dveře, okna, vrata, světlíky, poklopy)
- dle materiálu: dřevěné, plastová, hliníkové, kombinovaná
- dělení dle otevíratelnosti: neotevíratelná, otevíratelná, kombinovaná

A.3.2.1 Okna

Slouží k dennímu osvětlení, proslunění a přirozenému větrání. Musí se snadno ovládat, čistit, udržovat a opravovat. Velikost oken je závislá na typu místnosti, požadavku na osvětlení místnosti, tepelné a zvukové izolaci.

- dělení dle materiálu: dřevěná, plastová, hliníková, kombinovaná
- dělení dle způsobu otvírání: pevná, otevíravá, sklápění, vyklápění, kyvná, otočná, posuvná, výsuvná
- dělení dle uspořádání křídel: jednoduchá, zdvojená, dvojitá

A.3.2.2 Dveře a vrata

Slouží k uzavírání komunikačních prostorů pro chodce a vozidla. Jejich velikosti jsou závislé na požadavcích dle typu a provozu v objektu.

- dělení dle umístění: vnitřní, vnější
- dělení dle materiálu: dřevěné, plastové, hliníkové, kombinované
- dělení dle druhu křídla: otočné jednokřídlové, otočné dvoukřídlové, kyvné jednokřídlové, kyvné dvoukřídlové, posuvné jednokřídlové, posuvné dvoukřídlové, skládací, otáčivé, vyklápěcí, vícekřídlové
- dle typu zárubně: ocelová, obložková, rámová

A.3.3. Požadavky a zásady na výplně otvorů

A.3.3.1 Prostup tepla

Veličinou charakterizující prostup tepla oknem je součinitel prostupu tepla označovaný U_w [W/m^2K]. Požadavky na součinitel prostupu tepla podle současně platné normy ČSN 73 0540-2 (2011). Tuto veličinu nelze zaměňovat za součinitel prostupu tepla zasklení U_g a součinitel prostupu tepla rámu okna U_f .

Celkový součinitel prostupu tepla je navíc ovlivněn liniovým součinitelem prostupu tepla zasklívací spáry Ψ_g [W/mK]. Na hodnotu Ψ_g má významný vliv typ použitého distančního rámečku a druh zasklení. Má dopad na teplotu povrchu skla v blízkosti zasklívací spáry, kde je největší riziko povrchové kondenzace.

Součinitel prostupu tepla se vypočítá ze vztahu:

$$U_w = \frac{\sum A_g \times U_g + \sum A_f \times U_f + \sum l_g \times \Psi_g}{\sum A_g + \sum A_f}$$

kde :

U_w součinitel prostupu tepla okna ($W.m^{-2}.K^{-1}$)

A_g plocha zasklení (m^2)

U_g součinitel prostupu tepla zasklení ($W.m^{-2}.K^{-1}$)

A_f plocha rámu (m^2)

U_f součinitel prostupu tepla rámu ($W.m^{-2}.K^{-1}$)

l_g celkový viditelný obvod zasklení (m)

Ψ_g lineární činitel prostupu tepla způsobený kombinovanými tepelnými vlivy zasklení, distančního rámečku a rámu (pro jednoduché zasklení je $\Psi_g = 0 W.m^{-1}.K^{-1}$)

Při určování součinitele prostupu tepla konstrukce je třeba rozlišovat deklarovaný součinitel prostupu tepla okna, který je určen na zkušebním vzorku určitých rozměrů, a skutečným součinitelem prostupu tepla konkrétního okna.[10]

Výsledný součinitel prostupu tepla u těchto výrobků je ovlivněn řadou faktorů. Jde především o vliv rámu, křídla a zasklení nebo jiné výplně křídla. Těsnění v tomto ohledu nehraje tak podstatnou roli, jaká mu mnohdy bývá přisuzována. Rozdíl mezi jedním, dvěma či třemi těsněními není tak podstatný z toho důvodu, že dutina, která mezi těsnícími profily vzniká, není úplně vzduchotěsná a dochází zde k částečnému provětrávání. Ke zmenšení hodnoty U_w při použití vícenásobného těsnění dojde, rozdíl se však pohybuje v řádech jednotek procent, neboť funkční spára, resp. rám otvorové výplně tvoří menší část z plochy celého prvku.[12]

Popis konstrukce	Součinitel prostupu tepla [W/(m ² ·K)]		
	Požadované hodnoty	Doporučené hodnoty	Doporučené hodnoty pro pasivní budovy
	U _{N,20}	U _{rec,20}	U _{pas,20}
Stěna vnější	0,30 ¹⁾	těžká: 0,25 lehká: 0,20	0,18 až 0,12
Střecha strmá se sklonem nad 45°	0,30	0,20	0,18 až 0,12
Střecha plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně	0,24	0,16	0,15 až 0,10
Strop s podlahou nad venkovním prostorem	0,24	0,16	0,15 až 0,10
Strop pod nevytápěnou půdou (se střechou bez tepelné izolace)	0,30	0,20	0,15 až 0,10
Stěna k nevytápěné půdě (se střechou bez tepelné izolace)	0,30 ¹⁾	těžká: 0,25 lehká: 0,20	0,18 až 0,12
Podlaha a stěna vytápěného prostoru přilehlá k zemině ^{4), 6)}	0,45	0,30	0,22 až 0,15
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k nevytápěnému prostoru	0,60	0,40	0,30 až 0,20
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k temperovanému prostoru	0,75	0,50	0,38 až 0,25
Strop a stěna vnější z temperovaného prostoru k venkovnímu prostředí	0,75	0,50	0,38 až 0,25
Podlaha a stěna temperovaného prostoru přilehlá k zemině ⁶⁾	0,85	0,60	0,45 až 0,30
Stěna mezi sousedními budovami ³⁾	1,05	0,70	0,5
Strop mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně	1,05	0,70	
Stěna mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně	1,30	0,90	
Strop vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně	2,2	1,45	
Stěna vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně	2,7	1,80	
Výplň otvoru ve vnější stěně a strmé střeše, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí, kromě dveří	1,5 ²⁾	1,2	0,8 až 0,6
Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45°, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí	1,4 ⁷⁾	1,1	0,9
Dveřní výplň otvoru z vytápěného prostoru do venkovního prostředí (včetně rámu)	1,7	1,2	0,9
Výplň otvoru vedoucí z vytápěného do temperovaného prostoru	3,5	2,3	1,7
Výplň otvoru vedoucí z temperovaného prostoru do venkovního prostředí	3,5	2,3	1,7
Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45° vedoucí z temperovaného prostoru do venkovního prostředí	2,6	1,7	1,4

Tab. A.3.3.1 Normové součinitele prostupu tepla [11]

A.3.3.2 Zvuková izolace

Akustické vlastnosti otvorových výplní se klasifikují jinak, jde-li o samostatný výrobek, a jinak v případě prvku zabudovaného a tvořícího součást obálky budovy. Při stanovení požadavku je nutno vycházet z toho, jaké vlastnosti musí mít obvodový plášť budovy vzhledem k akustickému zatížení okolním prostředím. Akustické vlastnosti stěn budov se vyjadřují pomocí tzv. vážené hodnoty stavební vzduchové neprůzvučnosti (zkráceně vážené neprůzvučnosti) R'_w [dB] a nesmějí být nižší než tabulkové normové hodnoty. Neprůzvučnost oken a dalších jednotlivých součástí obvodového pláště se hodnotí pomocí tzv. vážené neprůzvučnosti R_w [dB].

Podle poměru ploch otvorových výplní a neprůhledných částí obálky se požadavek na váženou neprůzvučnost vlastních oken a dveří může snížit až o 5 dB oproti požadavku na váženou neprůzvučnost celého pláště R'_w [dB]. Požadavky na váženou neprůzvučnost pláště budovy jsou uvedeny v ČSN 73 0532 – Akustika – ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických

vlastností stavebních výrobků – Požadavky. K tomu, aby byly v budově dodrženy hygienické limity z hlediska hladiny hluku, jak to předepisuje nařízení vlády č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací, není možné jednoduše navrhnout zasklení oken a dveří výplněmi, byť s relativně vysokou deklarovanou váženou neprůzvučností. Důležitá jsou frekvenční pásma, ve kterých zvukové vlny na budovu působí. Jinou kvalitu hluku má městská doprava, jinou třeba hluk z výrobního provozu poblíž. Návrhu zvukověizolačního výrobku musí předcházet měření, které stanoví tzv. vnější ekvivalentní hladinu akustického tlaku $L_{A,out}$ [dB]. Z této hodnoty a z požadované hodnoty akustického tlaku interiéru $L_{A,int}$ [dB] se může správně stanovit požadovaná hodnota vážené neprůzvučnosti okna.[13]

Tabulka 2 – Požadavky na zvukovou izolaci obvodových pláštů budov

Požadovaná zvuková izolace obvodového pláště v hodnotách R'_{w} nebo $D_{nT,w}$, dB							
Druh chráněného vnitřního prostoru	Ekvivalentní hladina akustického tlaku v denní době 06:00–22:00 h ve vzdálenosti 2 m před fasádou $L_{A,eq,2m}$, dB **)						
	≤ 50	> 50 ≤ 55	> 55 ≤ 60	> 60 ≤ 65	> 65 ≤ 70	> 70 ≤ 75	> 75 ≤ 80
	Obytné místnosti bytů, pokoje v ubytovnách (koleje, internáty apod.)	30	30	30	33	38	43
Pokoje v hotelech a penzionech	30	30	30	30	33	38	43
Nemocniční pokoje	30	30	30	33	38	43	(48)

Druh chráněného vnitřního prostoru	Ekvivalentní hladina akustického tlaku v noční době 22:00–06:00 h ve vzdálenosti 2 m před fasádou $L_{A,eq,2m}$, dB **)						
	≤ 40	> 40 ≤ 45	> 45 ≤ 50	> 50 ≤ 55	> 55 ≤ 60	> 60 ≤ 65	> 65 ≤ 70
	Obytné místnosti bytů, pokoje v ubytovnách (koleje, internáty apod.)	30	30	30	33	38	43
Pokoje v hotelech a penzionech	30	30	30	30	33	38	43
Nemocniční pokoje	30	30	33	38	43	48	(53)

Druh chráněného vnitřního prostoru	Ekvivalentní hladina akustického tlaku po dobu užívání ve vzdálenosti 2 m před fasádou $L_{A,eq,2m}$, dB **)						
	≤ 50	> 50 ≤ 55	> 55 ≤ 60	> 60 ≤ 65	> 65 ≤ 70	> 70 ≤ 75	> 75 ≤ 80
	Operační sály	30	30	30	33	38	43
Lékařské vyšetřovny, ordinace	30	30	33	38	43	48	(53)
Přednáškové síně, učebny, pobytové místnosti škol, jeslí, MŠ	30	30	30	30	33	38	(43)
Společenské a jednací místnosti, kanceláře a pracovny			30	30	30	33	38

*) Jednočíselné vážené veličiny podle ČSN EN ISO 717-1, stanovené z veličin v třetinooktávních pásmech definovaných v ČSN EN ISO 140-5
 **) Ekvivalentní hladina akustického tlaku L určená 2 m před fasádou s přihlédnutím k 6.6.3 ČSN EN ISO 140-5, zaokrouhlená na celé číslo.
 +xy,5 se zaokrouhlí na xy + 1; další podrobnosti viz ČSN ISO 31-0.

Tabulka 3 – Stanovení požadavků na neprůzvučnost oken a dalších prvků obvodového pláště

Podíl plochy oken S_O k celkové ploše obvodového pláště místnosti S_F [%]	Požadavek R'_{w} na okna ^{*)} , určený z hodnot R'_{w} ($D_{nT,w}$) podle tabulky 2 [dB]
$S_O/S_F < 35$	$R'_{w} - 5$
$35 \leq S_O/S_F \leq 50$	$R'_{w} - 3$
$S_O/S_F > 50$	R'_{w}

*) Snížené požadavky na okna platí za předpokladu, že hodnota vážené neprůzvučnosti plně části obvodového pláště při pohledu z místnosti je nejméně o 10 dB vyšší než vážená neprůzvučnost okna. Požadavky platí i pro jiné prvky obvodového pláště (vnější dveře, světlíky, větrací prvky apod.).

TZI oken	R_{w} dB
0	≤ 24
1	25 až 29
2	30 až 34
3	35 až 39
4	40 až 44
5	45 až 49
6	≥ 50

Tab. A.3.3.2. Normové požadavky na zvukovou izolaci obvodových plášťů a oken [14]

A.3.3.3 Zraková pohoda v místnosti – denní osvětlení místnosti

Zrakovou pohodu v místnostech nám zajišťují osvětlovací otvory (okenní otvory, střešní okna, světlíky, příp. světlovody), jimiž prostupuje do interiéru denní světlo. Tyto otvory nám mohou zajistit také proslunění místnosti (insolaci). Na výplně otvorů jsou ale z hlediska stavebně fyzikálního kladeny protichůdné požadavky. Z hlediska minimalizování tepelných ztrát v zimním období požadujeme, aby jejich velikost byla co nejmenší (i ta nejkvalitnější okna jsou nejslabším článkem obvodového pláště. Z hlediska osvětlení a proslunění zase je žádoucí, aby okna byla co největší. Kromě toho nám musí okna zajistit požadovanou neprůzvučnost, a pokud není zajištěno nucené větrání, tak okna musí zajistit potřebnou výměnu vzduchu. I požadavek na tepelné zisky není zcela jednoznačný. V zimním období jsou tepelné zisky vítané (sníží nám potřebu energie na vytápění), v letním období jsou často nežádoucí (dochází k přehřívání místností).

Vzhledem k tomu, že se světelné podmínky neustále mění, není možno vyjádřit osvětlení na srovnávací rovině v interiéru pouze absolutní veličinou, ale bylo nutné zavést relativní hodnotu tzv. činitele denní osvětlenosti.

Činitel denní osvětlenosti je poměr osvětlenosti denním světlem v daném bodě k současné srovnávací osvětlenosti venkovní nezastíněné vodorovné roviny za předpokladu rovnoměrně zatažené oblohy.

Činitel denní osvětlenosti D (%):

$$D = \frac{E}{E_h} \times 100$$

kde :

E osvětlenost v kontrolním bodě (v interiéru)

E_h srovnávací osvětlenost venkovní vodorovné nezacloněné roviny

Minimální hodnoty činitele denní osvětlenosti D_{min} musí být splněny ve všech kontrolních bodech vnitřního prostoru. Průměrné hodnoty činitele denní osvětlenosti D_m musí být splněny pouze u vnitřních prostorů:

- a) s horním denním osvětlením;
- b) s kombinovaným denním osvětlením, u kterých je podíl horního osvětlení na průměrné hodnotě činitele denní osvětlenosti D_m roven nejméně jedné polovině [15]

A.3.3.4 Zabudování oken

Pro zabudování oken platí v České republice technická normalizační informace TNI 74 6077 Okna a vnější dveře - Požadavky na zabudování. Respektováním této normy se předejde znehodnocení okna jako výrobku z hlediska tepelné a zvukové izolace, poruchám v místě připojovací spáry (místo napojení výrobku na stěnu) - trhliny, zatékání, kondenzace. Pouhé vyplnění spáry PUR pěnou a zednické začištění je hrubou chybou.

Okno musí spočívat na dostatečném počtu nosných podložek, které ale nesmí bránit utěsnění spáry. K obvodové konstrukci musí být kotveno dostatečným počtem kotev umožňujících dilataci okna ve vodorovném i svislém směru. Maximální rozteč kotev u dřevěných a hliníkových oken by měla být 800 mm, u plastových oken 700 mm.

Připojovací spára musí být po celém obvodu okna na interiérové straně spojitě parotěsně uzavřena, nejčastěji se používají speciální parotěsné fólie. Na exteriérové straně musí být připojovací spára účinně chráněna proti zatékání, nejčastěji opět speciální fólií. Ta musí umožňovat difuzi vodní páry z interiéru do exteriéru.

Vnitřní prostor připojovací spáry a oblast pod parapetním plechem musí být vyplněny účinnou tepelnou izolací. Připojovací spára se nejčastěji vyplňuje vhodnou PUR pěnou.[10]

A.3.4. Problematika povrchové kondenzace u oken

A.3.4.1 Úvod

Všichni výrobci izolačních skel, dodavatelé oken a dveří v poslední době evidují velké množství dotazů a reklamací na kondenzaci vlhkosti (vodních par) na izolačním skle u všech typů oken, popřípadě dveří. Tato kondenzace vlhkosti je též někdy veřejností pojmenována jako rosení, mlžení, pocení skla/okna.

Je nutné si uvědomit, že fyzikální jev kondenzace vlhkosti nelze zcela odstranit, ale pouze za určitých podmínek omezit. Vzduch totiž obsahuje vodu ve formě vodních par, jejichž množství je omezené a závislé zejména na teplotě a relativní vlhkosti (vzduch o teplotě +20°C a vlhkosti 60% obsahuje 8,6 g/m³ vody zatímco vzduch o teplotě 0°C pouze 1,6 g/m³). Je-li toto množství překročeno, potom dochází ke kondenzaci vodních par na hraničních místech jednotlivých prostředí s různými teplotami, tj. jakmile se teplý vzduch přiblíží k chladnějším předmětům, ochladí se a nadbytečná vlhkost se vysráží na jejich povrchu (zamlžení či orosení zrcadel, skel, kachlíček, brýlí, apod.).[16]

A.3.4.2 Faktory ovlivňující výskyt kondenzace

- venkovní teplota a vlhkost
- vnitřní teplota a vlhkost v místnosti
- tepelně - izolační schopnost zasklení
- proudění vzduchu podél okna
- použití izolačního skla s tzv. teplým okrajem, teplým rámečkem
- přítomnost většího množství lidí v místnosti - zvýšená tvorba vlhkosti 1 osoba vydýchá 0,03 až 0,12 l vody/hod.
- přítomností domácích zvířat - zvýšená tvorba vlhkosti
- sušení mokrého prádla v bytě - zvyšuje vlhkost o 0,05 až 0,2 l/hod.
- nevhodně umístěné topné těleso - neumožňuje obtékání teplého vzduchu podél okna. Někdy je možno tento problém identifikovat i při podlahovém vytápění, které není instalováno až k obvodové zdi.
- použití izolačních skel s horšími izolačními vlastnosti U_g 1,4W/m²K a horší - nízká povrchová teplota skla
- nedostatečné či přerušované topení - nízká teplota vzduchu
- vnitřní parapet značně přesahující přes topidlo - omezují proudění vzduchu
- domácí elektrické či jiné zvlhčovače vzduchu (např. odpařovače na radiátorech, elektrické zvlhčovače, vodní fontánky, atd.) - zvyšují vlhkost vzduchu
- vaření bez zapnutého odsávání - zvyšuje vlhkost o 0,6 až 1,5 l/hod.
- koupání nebo sprchování - zvyšuje vlhkost o 0,7 až 2,6 l/hod.
- praní prádla - zvyšuje vlhkost vzduchu
- pěstování rostlin v místnosti - zvyšuje vlhkost o 0,005 až 0,30 l/hod./rostlinu
- umístění květináčů, truhlíků a pod na parapetech oken - omezuje proudění vzduchu
- umístění akvária pro rybičky, či jiných otevřených vodních ploch - zvyšuje vlhkost v bytě
- stažené vnitřní žaluzie zejména v chladných dnech - omezuje proudění vzduchu
- květiny na parapetu - zvyšují vlhkost a brání proudění vzduchu
- dlouhé záclony a závěsy oken - omezují proudění vzduchu
- novostavba či objekty a místnosti po stavebních úpravách - zvýšená zabudovaná vlhkost
- neprodyšné zateplení objektu - zvyšuje vnitřní vlhkost
- umístění oken na severní, severozápadní a severovýchodní straně či na straně jinak stíněné – snížení povrchové teploty skla

Vzájemné působení těchto faktorů určuje, kdy se na sklech kondenzát objeví.

A.3.4.3 Kondenzace dle času působení

1. projevující se krátkodobě

Jedná se o stav, kdy došlo ke krátkodobé a náhlé změně či činnosti ovlivňující některý výše zmiňovaný faktor, jako např. náhle se zvýšila relativní vlhkost vzduchu v místnosti, došlo k otevření uzavřeného okna, apod. Takto vzniklá kondenzace během chvíle zmizí.

2. projevující se po delší čas

Jedná se o stav, kdy kondenzace vodní páry působí po delší dobu a opakovaně.[16]

A.3.4.4 Kondenzace dle velikosti

1. okrajová

Tato kondenzace se projevuje pouze v prostorově omezených částech izolačního skla v šíři 5 - 10 cm po obvodu, podél rámu okna. Kondenzace vzniká z důvodu tepelného mostu v místě spojení izolačního skla přes distanční rámeček. Nejvýrazněji se objevuje při spodní části rámu, kde navíc spolupůsobí nedostatečné proudění vzduchu. Projev této kondenzace lze eliminovat použitím izolačního skla s tzv. teplým distančním rámečkem a osazením izolačního skla do hlubší polodrážky (pouze u dřevěných oken). V současné době nejlepší izolační hodnoty dosahuje distanční rámeček Swisspacer. Studené okraje jsou dány použitím starších typů hliníkových distančních rámečků nebo použitím rámečků ocelových. Pokud jste si objednali nebo dodavatel Vám přislíbil dodávku teplého rámečku v ceně, zkontrolujte si osazený typ. Použití studeného rámečku zjistíte jednoduše vizuálním srovnáním (barva surového hliníku či matné oceli). Pokud Vám byl dodán nesprávný rámeček, je toto důvodem k reklamaci.

2. bodová

Může se projevit pouze u izolačních skel velkých rozměrů (nad cca 2 x 2 metry), obvykle poddimenzovaných tloušťek skla a projevuje se jako kondenzace uprostřed plochy skla o ploše průměru cca 5 cm. Tento druh kondenzace se může projevit v izolačních sklech tmelených v horizontální poloze, kdy vlivem váhy skla došlo k jejich konkávnímu prohnutí a tudíž bodovému zhoršení izolačních vlastností izolačního skla. Tato kondenzace může být důvodem oprávněné reklamace a je odstranitelná dodavatelem na místě.

3. plošná

Kondenzace vlhkosti projevující se ve velké části zasklení nebo po celé jeho ploše. [16]

A.3.4.5 Kondenzace dle umístění

1. Kondenzace vlhkosti uvnitř izolačního skla

Pokud dochází ke kondenzaci vlhkosti uvnitř izolačního skla (v prostoru mezi skly), jedná se obvykle o vadu výrobku vzniklou jeho chybnou výrobou nebo jeho následným poškozením při manipulaci či montáži. Izolační sklo je nutno vyměnit a v případě, že izolační sklo je ještě v záruční době (obvykle 5 let), je tento stav podnětem k oprávněné reklamaci a bezplatné výměně. Takovéto izolační sklo je neopravitelné.

2. Kondenzace vlhkosti na exteriérové straně izolačního skla - vně místnosti

Tato kondenzace je způsobena vysokou vlhkostí vnějšího prostředí, kdy navíc teplota vzduchu je vyšší než je teplota vnějšího povrchu izolačního dvojskla. Tento jev paradoxně vzniká u velmi kvalitních izolačních dvojskel s nízkou tepelnou vodivostí, kde venkovní povrch skla není ohříván tepelnými ztrátami z místnosti. Projev může uspořádat omezená cirkulace vnějšího vzduchu. Kondenzace vlhkosti na vnější straně může vzniknout i při náhlém otevření/uzavření uzavřeného/otevřeného okna. V obou případech se většinou jedná o krátkodobě působící jev a nemůže být předmětem oprávněné reklamace.

3. Kondenzace vlhkosti na interiérové straně izolačního skla - zevnitř místnosti

Moderní okna a dveře s izolačními skly zabraňují úniku tepla, ale přesto jsou vždy jedním z nejchladnějších míst budov, proto dochází ke kondenzaci vlhkosti (vodních par) za určitých

podmínek přímo na nich. Pokud jste si objednali do okna moderní, kvalitní dvojskla s U_g 1,0 - 1,1 W/m²K, nebo trojskla s hodnotou U_g ještě nižší (až 0,4 W/m²K) prověřte si kvalitu dodávky na signaci výrobku, která je nesmazatelně vytištěna na distančním rámečku mezi skly. U některých výrobců zde naleznete jenom číslo produktu nebo číslo zakázky a informaci o technických parametrech získáte buď na jejich emailové adrese, nebo telefonicky. Minimálně však jeden z těchto údajů, včetně názvu výrobce a data výroby, musí být na výrobku uveden. Pokud jste si zkontrolovali uvedené údaje, zkontrolujte si i teplotu a vlhkost vzduchu v místnosti. Naše normy definují, že při relativní vlhkosti vzduchu 50%, při vnitřní teplotě vzduchu 20°C a vnější teplotě vzduchu -15°C se okna nesmí rosit. V místnosti však lze zcela běžně naměřit relativní vlhkost vzduchu podstatně vyšší. Je potřeba si uvědomit, že objekty osazené plastovými okny dobře těsní proti profukování, zatékání a únikům tepla. Zároveň však brání také i úniku vzduchu a tedy i vlhkosti z objektu ven, což sice výrazně omezuje náklady na vytápění, ale také přináší nutnost změnit zažité návyky ohledně mikroklimatu domácnosti (pravidelně větrat, používat mikro ventilaci - mimo zimní období). Původní netěsnost okna - umožňující infiltraci vzduchu (dáno součinitelem průvzdušnosti) se snížila z cca $1,3 \times 10^{-4}$ Pa na $0,2-0,4 \times 10^{-4}$ Pa.[16]

A.3.4.6 Povrchová teplota a její vliv na kondenzaci

Chladný povrch oken, jak zasklení, tak rámů, se vyskytuje v zimě a přechodném období, v létě tento problém nevnímáme. Na vině jsou jejich horší tepelněizolační vlastnosti. Povrchové teploty nejsou všude stejné: nejchladnějšími místy svíslého okna jsou obvykle oba dolní rohy a po něm celý dolní okraj zasklení v blízkosti jeho dotyku s rámem.

Povrchová teplota na ploše, u níž známe součinitel prostupu tepla U je:

$$t_p = t_i - \frac{R_p \times U \times (t_i - t_e)}{1 + U \times (R_p - R_N)} \quad (1)$$

kde:

t_p je povrchová teplota ve °C,

t_i je vnitřní teplota ve °C,

t_e je venkovní teplota ve °C,

U je součinitel prostupu tepla ve W/(m²K),

R_p je odpor při přestupu tepla na vnitřní straně povrchu v m²K/W

$R_N = 0,13$ m²K/W je normový odpor při přestupu tepla na vnitřní straně povrchu. Jde statisticky o nejpravděpodobnější hodnotu mezi všemi možnými hodnotami R_p .

Podrobnější pohled na vzorec (1) ukazuje, že povrchová teplota t_p na vnitřní straně okna se zvýší, když se:

- a) sníží součinitel prostupu tepla U okna,
- b) zvýší vnitřní teplota,
- c) zvýší venkovní teplota,
- d) sníží odpor při přestupu tepla na povrchu okna.

Vlivy na povrchovou teplotu, které popisují body a) až d), demonstrují grafy na obr. 1 a 3, jejichž číselné hodnoty byly spočteny pomocí rovnice (1)[17]



Graf. A.3.4.6.1 Graf závislosti vnitřní povrchové teploty okenního zasklení s různými součiniteli prostupu tepla U na vnitřní teplotě vzduchu. Hodnoty jsou vztaženy v k venkovní teplotě -15 °C a k odporu při přestupu tepla na vnitřní straně zasklení $R_p = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$. [17]



Graf. A.3.4.6.2 Graf závislosti vnitřní povrchové teploty okenního zasklení s různými součiniteli prostupu tepla U na venkovní teplotě. Hodnoty jsou vztaženy v k vnitřní teplotě 20 °C a k odporu při přestupu tepla na vnitřní straně zasklení $R_p = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$. [17]



Graf. A.3.4.6.2 Graf závislosti vnitřní povrchové teploty okenního zasklení s různými součiniteli prostupu tepla U na velikosti přestupového odporu R_p na vnitřní ploše zasklení. Hodnoty jsou vztaženy v k vnitřní teplotě 20 °C a venkovní -15 °C [17]

Dodejme, že odpor při přestupu tepla R_p na okně snížíme jednoduše tím, že okno ovíváme vnitřním vzduchem, např. pomocí ventilátoru. Je-li rychlost proudění vzduchu podél povrchu okna vysoká, tzn. že používáme silný ventilátor, můžeme považovat tento odpor za nulový, přesněji $R_p \rightarrow 0 \text{ m}^2\text{K/W}$. Tímto opatřením většinou zcela odstraníme případné rosení.

Příčinou chladných okenních ploch na vnitřní straně může být i studený venkovní vzduch, který proniká netěsnými okny a ochlazuje vnitřní povrch okna (zasklení i rámu). Takto ochlazovaná místa se mohou rosit a zejména v mrazech se zde může tvořit i led. Jinovatka či led je většinou důkazem tohoto typu ochlazování vnitřního povrchu okna.[17]

A.3.4.7 Vlhkost vnitřního vzduchu a rosný bod

Když dokážeme odhadnout teplotu povrchu okna (zasklení i rámu, známe-li U_G i U_F), umíme i odhadnout, jestli se v daných podmínkách okno rosí, resp. kdy rosení nastane. K tomu potřebujeme znát rosný bod. To je teplota, na kterou musíme vzduch ochladit, aby se z něho začala srážet mlha či sníh.

Bude-li rosný bod vnitřního vzduchu vyšší, než je teplota povrchu skel nebo rámu okna, bude se na povrchu srážet rosa.

Rosný bod se dá relativně jednoduše určit, pokud známe vnitřní teplotu a relativní vlhkost vzduchu. K tomu stačí běžný teploměr a vlhkoměr. Rosný bod pak stanovíme pomocí upraveného Magnusova vzorce (2).[17]

$$t_r = \frac{5745}{(t_i + 273,15) - \ln\left(\frac{RH}{100}\right)} - 273,15 \quad (2)$$

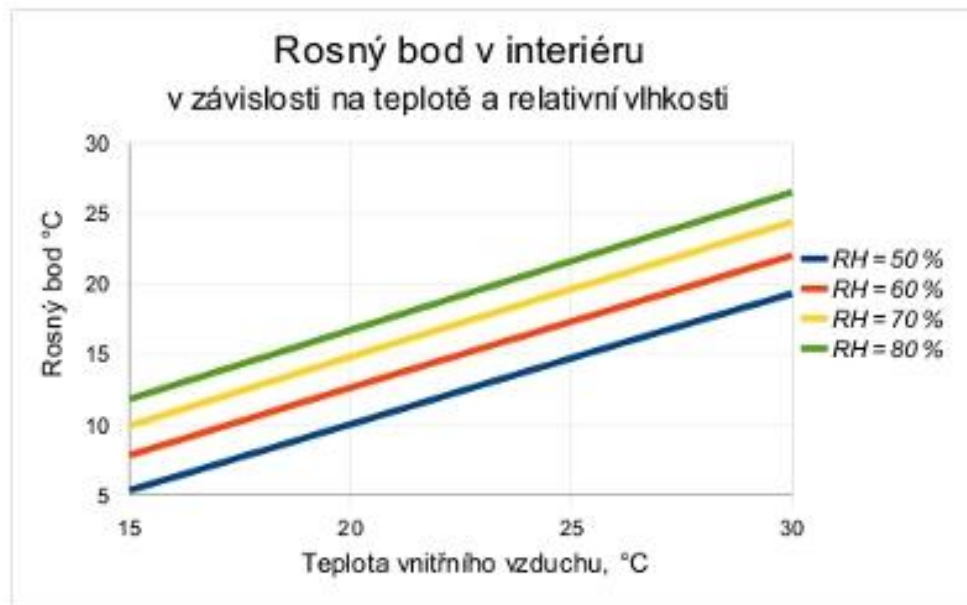
kde:

t_R je rosný bod vnitřního vzduchu ve °C,

t_i je interiérová teplota ve °C

RH je relativní vlhkost vnitřního vzduchu v %.

Hodnoty rosného bodu v bytě při různých teplotách a různých relativních vlhkostech vzduchu ukazuje následující graf.



Graf. A.3.4.7 Graf závislosti rosného bodu na teplotě a relativní vlhkosti RH v procentech. [17]

A.3.4.8 Význam větrání

K rosení někdy paradoxně dochází až po výměně starých, nevyhovujících oken se zasklením $U_G \geq 1,7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ za nová, jejichž rám je podstatně lepší a zasklení na je úrovni $U_G = 1,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Důvod je prostý: zatímco stará, netěsná okna zajišťovala díky vysoké infiltraci (pronikání vzduchu) vydatné větrání velmi suchým zimním vzduchem, nová a velmi těsná okna - pokud jsou zavřena - nevětrají. A tak i když nová a kvalitnější okna mají v zimě výrazně vyšší povrchovou teplotu, může se kvůli jejich těsnosti nahromadit ve vzduchu taková vlhkost z dýchání či pocení osob, vaření, mytí, praní atd., že se přesto orosí.[17]

A.3.4.9 Závěr

Příspěvek s využitím technické argumentace ukazuje, že riziko tvorby kondenzátu (rosení) na sklech a rámech oken je vyšší při nižší tepelně izolační kvalitě oken a vyšší vlhkosti vnitřního vzduchu. Zároveň jsou podány výpočetní vztahy, se kterými lze riziko rosení okem předpovědět a navrhnout taková řešení, že při předpokládané vlhkosti vnitřního vzduchu a minimálních zimních teplotách se rosení oken vyhneme. Důležitou roli hraje vedle vysokých, tepelně technických vlastností oken také správné větrání tak, aby se relativní vlhkost vnitřního vzduchu v zimě pohybovala do 50 %.[17]

B. Výpočtová část

B.1. Analýza objektu

Objekt řešený v této diplomové práci je třípodlažní základní škola v rovinatém terénu nacházející se v Trhových Svinech u Českých Budějovic. Tento objekt prošel částečnou rekonstrukcí, při které byly nově provedeny podlahy, střešní plášť a vyměněna veškerá okna a dveře. V 1.NP se nachází 6 učeben, 3 kabinety, šatny, hygienická zařízení a kotelna. V 2.NP je 7 učeben, kabinet a hygienická zařízení. Ve třetím patře je pouze strojovna vzduchotechniky, ostatní prostor je prozatím bez využití.

Obvodový plášť je z původního zdiva z cihel plných pálených různých tloušťek od 600 do 850 mm. Objekt je zastřešen nově provedenou sedlovou střechou. Pouze kotelna na dvoře objektu je zastřešena střechou plochou.

Otopný systém je navržen jako teplovodní, dvoutrubkový s nuceným oběhem vody a teplotním spádem 65/50°C. Zdroj tepla je řešený ve dvou variantách. V první variantě jsou navrženy dva kondenzační plynové kotle Junker, každý o výkonu 65 kW. V druhé variantě je objekt napojen na teplárnu v Trhových Svinech a její rozvodnou síť centrálního zásobování tepla (CZT). Tyto dva zdroje jsou dále napojeny na R+S a z něho jsou vedeny jednotlivě větve. Budova je zónována na východní, jižní a západní větve. Jako otopné plochy jsou navržena desková tělesa Korado Radik VK. Veškeré potrubní rozvody jsou z polotvrdé mědi pájené na měkko.

Příprava teplé vody je v první variantě řešena ohříváčem vody Dražice o objemu 200 litrů, napojeným na R+S. Druhé variantě je zajištěna deskovým výměníkem napojeným na CZT. Pro pokrytí krátkodobé odběrové špičky slouží akumulární nádrž Dražice o objemu 200 litrů.

Větrání je řešeno jako nucené se zpětným získáváním tepla. Strojovna VZT se nachází ve 3. nadzemním podlaží.

B.2. Součinitel prostupu tepla U (W/m²K)

Součinitel prostupu tepla U je základní měrná jednotka při stanovení tepelných ztrát stavebního dílce. Udává množství tepla, které projde za časovou jednotku jedním m² stavebního dílce při teplotním rozdílu vzduchu uvnitř a venku 1 Kelvin.

$$U = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_{si} + R + R_{se}} \text{ (W/m}^2\text{K)}$$

R_{si} – tepelný odpor při přestupu tepla na straně interiéru (m²K/W)

R_{se} – tepelný odpor při přestupu na straně exteriéru (m²K/W)

R – tepelný odpor konstrukce (m²K/W)

Tepelný odpor R vyjadřuje, jakou plochou konstrukce a při jakém rozdílu teplot na jejich površích dojde k přenosu 1 Wattu, čili k přenosu energie o velikosti 1 J za 1 sekundu.

$$R = \sum \frac{d}{\lambda} \text{ (m}^2\text{K/W)}$$

d – tloušťka daného materiálu (m)

λ – součinitel tepelné vodivosti daného materiálu (W/mK) – vyjadřuje schopnost materiálu vést teplo

Tabulka odporů při přestupu tepla:

Odpor při přestupu tepla	Směr tepelného toku		
	nahoru	vodorovně	dolu
R _{si}	0,10	0,13	0,17
R _{se}	0,04	0,04	0,04

Posouzení:

$$U \leq U_N \text{ (W/m}^2\text{K)}$$

U – součinitel prostupu tepla získaný výpočtem skutečné konstrukce

U_N – normový součinitel prostupu tepla dle ČSN 730540 – 2:2011 Tepelná ochrana budov

Skladby konstrukcí - výpočet součinitele prostupu tepla

S01 - PODLAHA NA ZEMINĚ - PO REKONSTRUKCI			
Název vrstvy	d (m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)
Keramická dlažba	0,008	1,010	0,008
Tmel	0,002	-----	-----
Betonová mazanina	0,040	1,100	0,036
PE folié	0,001	-----	-----
Polystyren EPS	0,100	0,039	2,564
Hydroizolace	0,004	0,200	0,020
Podkladový beton	0,150	1,100	0,136
Kamenivo	0,200	-----	-----
			2,765

$$U = 1 / (R_{si} + R + R_{se}) = 1 / (0,17 + 2,765 + 0) = 0,341 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_n = 0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$$

U ≤ U_n VYHOVUJE

S02 - OBVODOVÁ STĚNA 1			
Název vrstvy	d (m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)
Omítka vápenná	0,025	0,880	0,028
Cihla plná pálená	0,800	0,820	0,976
Omítka vápenná	0,025	0,880	0,028
			1,032

$$U = 1 / (R_{si} + R + R_{se}) = 1 / (0,13 + 1,032 + 0,04) = 0,832 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_n = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$$

U ≥ U_n NEVYHOVUJE

S03 - OBVODOVÁ STĚNA 2			
Název vrstvy	d (m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)
Omítka vápenná	0,025	0,880	0,028
Cihla plná pálená	0,600	0,820	0,732
Omítka vápenná	0,025	0,880	0,028
			0,789

$$U = 1 / (R_{si} + R + R_{se}) = 1 / (0,13 + 0,789 + 0,04) = 1,043 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_n = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$$

U ≥ U_n NEVYHOVUJE

S04 - OBVODOVÁ STĚNA 3			
Název vrstvy	d (m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)
Omítka vápenná	0,025	0,880	0,028
Cihla plná pálená	0,500	0,820	0,610
Omítka vápenná	0,025	0,880	0,028
			0,667

$$U = 1 / (R_{si} + R + R_{se}) = 1 / (0,13 + 0,667 + 0,04) = 1,195 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_n = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$$

U ≥ Un NEVYHOVUJE

S05 - PLOCHÁ STŘECHA NAD KOTELNOU			
Název vrstvy	d (m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)
Omítka vápenná	0,015	0,450	0,033
ŽB deska	0,250	1,220	0,205
Hydroizolace	0,040	0,200	0,200
Polystyren XPS	0,100	0,034	2,941
Geotextilie	-----	-----	-----
Kačírek 16/32	0,150	-----	-----
			3,379

$$U = 1 / (R_{si} + R + R_{se}) = 1 / (0,10 + 3,379 + 0,04) = 0,284 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_n = 0,75 \text{ W/m}^2\text{K}$$

U ≤ Un VYHOVUJE

S06 - ŠIKMÁ STŘECHA			
Název vrstvy	d (m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)
Střešní kritina Tondach	-----	-----	-----
Střešní latě 50 x 30 mm	-----	-----	-----
Kontralatě 60 x 40 mm	-----	-----	-----
Pojistná hydroizolace	0,001	-----	-----
Teplná izolace mezi krokvemi	0,180	0,039	4,615
Tepelná izolace pod krokvemi	0,050	0,039	1,282
Parotěsná zábrana	0,001	-----	-----
Nosný rošt podhledu - CD profil	-----	-----	-----
Sádkartonová deska	0,013	0,220	0,057
			5,954

$$U = 1 / (R_{si} + R + R_{se}) = 1 / (0,10 + 5,954 + 0,04) = 0,164 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_n = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$$

U ≤ Un VYHOVUJE

S07 - STROP MEZI 1.NP A 2.NP - ČÁSTEČNÁ REKONSTRUKCE			
Název vrstvy	d (m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)
Plovoucí podlaha	0,008	0,160	0,050
Mirelon	0,003	0,053	0,057
Dřevěná prkna	0,020	0,180	0,111
Škvárový zásyp	0,150	0,270	0,556
Dřevěná prkna	0,020	0,180	0,111
Kročejová izolace Isover	0,050	0,043	1,163
Parotěsná folie	-----	-----	-----
Palubky	0,020	0,180	0,111
			2,158

$$U = 1 / (R_{si} + R + R_{se}) = 1 / (0,10 + 2,158 + 0,10) = 0,424 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_n = 2,20 \text{ W/m}^2\text{K}$$

U ≤ U_n VYHOVUJE

S08 - STROP MEZI 2.NP A PODKROVÍM (PROZATÍM NEVYTÁPĚNÉ)			
Název vrstvy	d (m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)
Dřevěná prkna	0,020	0,180	0,111
Škvárový zásyp	0,150	0,270	0,556
Dřevěná prkna	0,020	0,180	0,111
Kročejová izolace Isover	0,050	0,043	1,163
Parotěsná folie	-----	-----	-----
Palubky	0,020	0,180	0,111
			2,052

$$U = 1 / (R_{si} + R + R_{se}) = 1 / (0,10 + 2,052 + 0,10) = 0,444 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_n = 0,60 \text{ W/m}^2\text{K}$$

U ≤ U_n VYHOVUJE

S09 - VNITŘNÍ STĚNA 1			
Název vrstvy	d (m)	λ (W/mK)	R (m ² K/W)
Omítka vápenná	0,025	0,880	0,028
Cihla plná pálená	0,600	0,820	0,732
Omítka vápenná	0,025	0,880	0,028
			0,789

$$U = 1 / (R_{si} + R + R_{se}) = 1 / (0,13 + 0,789 + 0,13) = 0,953 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_n = 2,70 \text{ W/m}^2\text{K}$$

U ≤ U_n VYHOVUJE

S10 - VNITŘNÍ STĚNA 2			
Název vrstvy	d (m)	λ (W/mK)	R (m²K/W)
Omítka vápená	0,025	0,880	0,028
Cihla plná pálená	0,450	0,820	0,549
Omítka vápená	0,025	0,880	0,028
			0,606

$$U = 1 / (R_{si} + R + R_{se}) = 1 / (0,13 + 0,606 + 0,13) = 1,155 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_n = 2,70 \text{ W/m}^2\text{K}$$

U ≤ Un VYHOVUJE

B.3. Výpočet tepelných ztrát jednotlivých místností

Výpočet je proveden pro každou jednotlivou místnost zvlášť dle ČSN EN 12831 Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu. Výpočtová oblast České Budějovice – venkovní výpočtová teplota -15°C.

Na základě tepelný ztrát prostupem a infiltrací je navržen tepelný výkon jednotlivých otopných těles. Tepelné ztráty větráním jsou pokryty vzduchotechnickou jednotkou se zpětným získáváním tepla s účinností 50 %.

Celková tepelná ztráta

$$Q_i = Q_{t,i} + Q_{V,i} \text{ (kW)}$$

$Q_{t,i}$ – ztráta prostupem (kW)

$Q_{V,i}$ – ztráta větráním (kW)

Tepelná ztráta prostupem - obecně

$$Q_{t,i} = U * A * (t_i - t_{e,i}) = H_T * (t_i - t_{e,i})$$

U – součinitel prostupu tepla (W/m²K)

A – plocha konstrukce (m²)

t_i – teplota interiéru (°C)

t_e – návrhová venkovní teplota v zimním období (°C)

H_T – měrná tepelná ztráta prostupem tepla (W/K)

Tepelná ztráta větráním - obecně

$$Q_{V,i} = H_{V,i} * (t_{int,i} - t_e)$$

$$H_{V,i} = V_i * \rho * c$$

$H_{V,i}$ – měrná tepelná ztráta větráním (W/K)

$t_{int,i}$ – vnitřní výpočtová teplota (°C)

t_e – návrhová venkovní teplota v zimním období (°C)

V_i – objemový tok vzduchu (m³/hod)

ρ – hustota vzduchu (kg/m³)

c – měrná tepelná kapacita vzduchu (J/kg*K)

Nucené větrání

$$V_i = V_{inf,i} + V_{min,i}$$

$$Q_{V,vzt} = 0,34 * V_{min,i} * (\Delta t)$$

$$\Delta t = t_{int,i} - t_{zzt}$$

$$t_{zzt} = t_e + \eta * (t_{int,i} - t_e)$$

$$V_{\min,i} = n_{\text{MIN}} * V$$

$$V_{\text{inf},i} = 2 * V_M * n_{50} * e_i * \epsilon_i$$

V_M – objem místnosti (m^3)

n_{50} – hodnota intenzity výměny vzduchu při rozdílu tlaku 50 Pa (-)

e_i – stínící součinitel (-)

ϵ_i – korekční součinitel na výšku od úrovně terénu (-)

n_{MIN} – násobnost výměny vzduchu, počet osob nebo hygienických zařízení

t_{ztt} – teplota přehřátá odpadním vzduchem

Hygienické minimum přiváděného vzduchu

Množství přiváděného vzduchu na jednoho žáka a vyučujícího je $25 \text{ m}^3/\text{h}$.

Zařizovací předmět	V (m^3/h)
Pisoár	25
WC	50
Umyvadlo	30

Doporučené stupně těsnosti obálky budovy dle ČSN 73 0540

Větrání	$n_{50,N}$
Přirozené nebo kombinované	4,5
Nucené	1,5
Nucené se ZZT	1,0
Nucené se ZZT pro objekty se zvláště nízkou spotřebou tepla pro vytápění	2,0

Stínící součinitel e

Poloha (třída zastínění)	Bez oken	1 okno	Více oken
Nechráněná (žádné)	0	0,03	0,05
Průměrně chráněná (mírné zastínění)	0	0,02	0,03
Velmi chráněná (velké stínění)	0	0,01	0,02

Korekční součinitel ϵ

Výška středu místnosti od úrovně terénu	ϵ
0 – 10 m	1,0
nad 10 do 30 m	1,2
nad 30 m	1,5

Číslo místnosti	Název místnosti	Výpoč. vnitřní teplota $\Theta_{int,i}$						
1.01	Šatna	15°C						
Tepelné ztráty prostupem								
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$	
S03	Obvodová stěna 2	5,93	1,043	0,10	1,143	1	6,78	
OV1	Okno	2,70	1,000	0,00	1,000	1	2,70	
					0,000		0,00	
					0,000		0,00	
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							9,48	
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$			
S10	Vnitřní stěna 2	20,25	1,155	-0,167	-3,91			
					0,00			
					0,00			
					0,00			
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů s odlišnou teplotou $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							-3,91	
Tepelné ztráty zeminou								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
S01	Podlaha na zemině	12,12	0,179	2,16948	1,45	0,367	1	0,53
				0				
				0				
$(\sum A_k \cdot U_{equiv,k})$				2,16948				
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$								1,15
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$								6,73
$\Theta_{int,i}$ (°C)		Θ_e (°C)	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$ (°C)	$H_{t,i}$ (W/K)	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$			
15		-15	30	6,73	201,80			
Tepelné ztráty větráním - nucené větrání								
<u>Přímé větrání</u>		Vv	Δt	$\Phi_v = 0,34 \cdot Vv \cdot \Delta t$				
		375	-5	-637,5				
počet osob (hyg.zařízení)		dávka na osobu (m ³)	tepota z VZT	počet nechráněných otvorů				
15		25	20	1				
<u>Infiltrace</u>		n_{50}	ϵ	e	Δt			
$V_{inf} = 2 \cdot V \cdot n_{50} \cdot \epsilon \cdot e$		1	1	0,02	30			
15		$\Phi_v = 0,34 \cdot V_{inf} \cdot \Delta t$			153			
Celkový návrhový tepelný výkon Φ (W)				-282,70				
Výkon pro vzduchotechniku - účinnost ZTZ 50 %								
$\Phi_{v,ZT} = 0,34 \cdot Vv \cdot \Delta t$		t_{ZZT} (°C)	Vv (m3)	t_i (°C)	Δt (°C)			
1593,75		2,5	375	15	12,5			

Číslo místnosti		Název místnosti				Výpoč. vnitřní teplota $\Theta_{int,i}$		
1.02		Šatna				15°C		
Tepelné ztráty prostupem								
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$	
S03	Obvodová stěna 2	9,30	1,043	0,10	1,143	1	10,63	
OV1	Okno	2,70	1,000	0,00	1,000	1	2,70	
					0,000		0,00	
					0,000		0,00	
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							13,33	
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$			
S10	Vnitřní stěna 2	20,25	1,155	-0,167	-3,91			
S07	Strop	17,50	0,424	-0,167	-1,24			
					0,00			
					0,00			
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů s odlišnou teplotou $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							-5,15	
Tepelné ztráty zeminou								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
S01	Podlaha na zemině	17,5	0,179	3,1325	1,45	0,367	1	0,53
			0					
			0					
$(\sum A_k \cdot U_{equiv,k})$				3,1325				
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$								1,67
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$								9,85
$\Theta_{int,i}$ (°C)		Θ_e (°C)	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$ (°C)		$H_{t,i}$ (W/K)		Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$	
15		-15	30		9,85		295,55	
Tepelné ztráty větráním - nucené větrání								
<u>Přímé větrání</u>		Vv	Δt		$\Phi_v = 0,34 \cdot Vv \cdot \Delta t$			
		375	-5		-637,5			
počet osob (hyg.zařízení)		dávka na osobu (m ³)	tepota z VZT		počet nechráněných otvorů			
15		25	20		1			
<u>Infiltrace</u>		n_{50}	ϵ		e	Δt		
$V_{inf} = 2 \cdot V \cdot n_{50} \cdot \epsilon \cdot e$		1	1		0,02	30		
15		$\Phi_v = 0,34 \cdot V_{inf} \cdot \Delta t$			153			
Celkový návrhový tepelný výkon Φ (W)					-188,95			
Výkon pro vzduchotechniku - účinnost ZVT 50 %								
$\Phi_{v,ZT} = 0,34 \cdot Vv \cdot \Delta t$		t_{ZZT} (°C)	Vv (m3)		t_i (°C)	Δt (°C)		
1593,75		2,5	375		15	12,5		

Číslo místnosti		Název místnosti				Výpoč. vnitřní teplota $\Theta_{int,i}$					
1.03		Učebna				20°C					
Tepelné ztráty prostupem											
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí											
Stavební konstrukce											
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$				
S02	Obvodová stěna 1	36,90	0,832	0,10	0,932	1	34,39				
OV1	Okno	8,10	1,000	0,00	1,000	1	8,10				
					0,000		0,00				
					0,000		0,00				
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							42,49				
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty											
Stavební konstrukce											
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$						
S10	Vnitřní stěna 2	26,40	1,155	0,143	4,36						
DV2	Dveře do chodby	2,48	2,000	0,143	0,71						
					0,00						
					0,00						
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů s odlišnou teplotou $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							5,07				
Tepelné ztráty zeminou											
Stavební konstrukce											
Č.k.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$			
S01	Podlaha na zemině	35,55	0,179	6,36345	1,45	0,457	1	0,66			
			0								
			0								
$(\sum A_k \cdot U_{equiv,k})$				6,36345							
								4,22			
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$								51,78			
$\Theta_{int,i}$ (°C)		Θ_e (°C)		$\Theta_{int,i} - \Theta_e$ (°C)		$H_{t,i}$ (W/K)		Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$			
20		-15		35		51,78		1812,20			
Tepelné ztráty větráním - nucené větrání											
<u>Přímé větrání</u>		Vv	Δt	$\Phi_v = 0,34 \cdot Vv \cdot \Delta t$							
		375	0	0							
počet osob (hyg.zařízení)		dávka na osobu (m ³)	tepota z VZT	počet nechráněných otvorů							
15		25	20	3							
<u>Infiltrace</u>		n_{50}	ϵ	e	Δt						
$V_{inf} = 2 \cdot V \cdot n_{50} \cdot \epsilon \cdot e$		1	1	0,03	35						
22,5		$\Phi_v = 0,34 \cdot V_{inf} \cdot \Delta t$			267,75						
Celkový návrhový tepelný výkon Φ (W)					2079,95						
Výkon pro vzduchotechniku - účinnost ZTZ 50 %											
$\Phi_{v,ZT} = 0,34 \cdot Vv \cdot \Delta t$		t_{ZZT} (°C)	Vv (m3)	t_i (°C)	Δt (°C)						
2231,25		2,5	375	20	17,5						

Číslo místnosti	Název místnosti	Výpoč. vnitřní teplota $\Theta_{int,i}$						
1.04	Kabinet	20°C						
Tepelné ztráty prostupem								
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$	
S02	Obvodová stěna 1	9,60	0,832	0,10	0,932	1	8,95	
OV1	Okno	5,40	1,000	0,00	1,000	1	5,40	
					0,000		0,00	
					0,000		0,00	
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							14,35	
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$			
S10	Vnitřní stěna 2	27,97	1,155	0,143	4,62			
DV2	Dveře do chodby	2,03	2,000	0,143	0,58			
					0,00			
					0,00			
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů s odlišnou teplotou $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							5,20	
Tepelné ztráty zeminou								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
S01	Podlaha na zemině	16,02	0,179	2,86758	1,45	0,457	1	0,66
			0					
			0					
$(\sum A_k \cdot U_{equiv,k})$				2,86758				
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$							1,90	
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$							21,45	
$\Theta_{int,i}$ (°C)		Θ_e (°C)	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$ (°C)		$H_{t,i}$ (W/K)		Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$	
20		-15	35		21,45		750,67	
Tepelné ztráty větráním - nucené větrání								
<u>Přímé větrání</u>		Vv	Δt	$\Phi_v = 0,34 \cdot Vv \cdot \Delta t$				
		100	0	0				
počet osob (hyg.zařízení)		dávka na osobu (m ³)	tepota z VZT	počet nechráněných otvorů				
4		25	20	2				
<u>Infiltrace</u>		n_{50}	ϵ	e	Δt			
$V_{inf} = 2 \cdot V \cdot n_{50} \cdot \epsilon \cdot e$		1	1	0,03	35			
6		$\Phi_v = 0,34 \cdot V_{inf} \cdot \Delta t$			71,4			
Celkový návrhový tepelný výkon Φ (W)					822,07			
Výkon pro vzduchotechniku - účinnost ZTZ 50 %								
$\Phi_{vZT} = 0,34 \cdot Vv \cdot \Delta t$		t_{ZZT} (°C)	Vv (m3)	t_i (°C)	Δt (°C)			
595		2,5	100	20	17,5			

Číslo místnosti		Název místnosti				Výpoč. vnitřní teplota $\Theta_{int,i}$		
1.05		Chodba				15°C		
Tepelné ztráty prostupem								
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$	
					0,000		0,00	
					0,000		0,00	
					0,000		0,00	
					0,000		0,00	
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							0,00	
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$			
S10	Vnitřní stěna 2	19,12	1,155	-0,167	-3,69			
DV2	Dveře do chodby	4,51	2,000	-0,167	-1,51			
S07	Strop	8,01	0,424	-0,167	-0,57			
					0,00			
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů s odlišnou teplotou $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							-5,76	
Tepelné ztráty zeminou								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
S01	Podlaha na zemině	8,01	0,179	1,43379	1,45	0,367	1	0,53
				0				
				0				
	$(\sum A_k \cdot U_{equiv,k})$			1,43379				
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$							0,76	
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$							-5,00	
$\Theta_{int,i}$ (°C)		Θ_e (°C)		$\Theta_{int,i} - \Theta_e$ (°C)		$H_{t,i}$ (W/K)		Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$
15		-15		30		-5,00		-149,95
Tepelné ztráty větráním - nucené větrání								
<u>Přímé větrání</u>		V_v	Δt	$\Phi_v = 0,34 \cdot V_v \cdot \Delta t$				
		0	-5	0				
počet osob (hyg.zařízení)		dávka na osobu (m ³)	tepota z VZT	počet nechráněných otvorů				
0		25	20	0				
<u>Infiltrace</u>		n_{50}	ϵ	e	Δt			
$V_{inf} = 2 \cdot V \cdot n_{50} \cdot \epsilon \cdot e$		1	1	0	30			
0		$\Phi_v = 0,34 \cdot V_{inf} \cdot \Delta t$			0			
Celkový návrhový tepelný výkon Φ (W)					-149,95			
Výkon pro vzduchotechniku - účinnost ZZT 50 %								
$\Phi_{vZT} = 0,34 \cdot V_v \cdot \Delta t$		t_{ZZT} (°C)	V_v (m3)	t_i (°C)	Δt (°C)			
0		2,5	0	15	12,5			

Číslo místnosti	Název místnosti	Výpoč. vnitřní teplota $\Theta_{int,i}$						
1.06	Zádvěří	15°C						
Tepelné ztráty prostupem								
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$	
S02	Obvodová stěna 1	3,37	0,832	0,10	0,932	1	3,14	
DV1	Dveře vstupní	3,38	1,200	0,00	1,200	1	4,06	
					0,000		0,00	
					0,000		0,00	
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							7,20	
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$			
S10	Vnitřní stěna 2	39,38	1,155	-0,167	-7,60			
					0,00			
					0,00			
					0,00			
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů s odlišnou teplotou $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							-7,60	
Tepelné ztráty zeminou								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
S01	Podlaha na zemině	11,3	0,179	2,0227	1,45	0,367	1	0,53
				0				
				0				
$(\sum A_k \cdot U_{equiv,k})$				2,0227				
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$								1,08
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$								0,68
$\Theta_{int,i}$ (°C)		Θ_e (°C)		$\Theta_{int,i} - \Theta_e$ (°C)		$H_{t,i}$ (W/K)		Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$
15		-15		30		0,68		20,32
Tepelné ztráty větráním - nucené větrání								
<u>Přímé větrání</u>		Vv	Δt	$\Phi_v = 0,34 \cdot Vv \cdot \Delta t$				
		125	-5	-212,5				
počet osob (hyg.zařízení)		dávka na osobu (m ³)	tepota z VZT	počet nechráněných otvorů				
5		25	20	1				
<u>Infiltrace</u>		n_{50}	ϵ	e	Δt			
$V_{inf} = 2 \cdot V \cdot n_{50} \cdot \epsilon \cdot e$		1	1	0,02	30			
5		$\Phi_v = 0,34 \cdot V_{inf} \cdot \Delta t$			51			
Celkový návrhový tepelný výkon Φ (W)					-141,18			
Výkon pro vzduchotechniku - účinnost ZZT 50 %								
$\Phi_{vZT} = 0,34 \cdot Vv \cdot \Delta t$		t_{ZZT} (°C)	Vv (m3)	t_i (°C)	Δt (°C)			
531,25		2,5	125	15	12,5			

Číslo místnosti	Název místnosti	Výpoč. vnitřní teplota $\Theta_{int,i}$						
1.07	Chodba	15°C						
Tepelné ztráty prostupem								
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$	
S03	Obvodová stěna 2	34,22	1,043	0,10	1,143	1	39,11	
DV1	Dveře vstupní	3,38	1,200	0,00	1,200	1	4,06	
OV1	Okno	14,00	1,000	0,00	1,000	1	14,00	
S04	Obvodová stěna 3	12,90	1,195	0,10	1,295	1	16,71	
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							73,87	
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$			
S09	Vnitřní stěna 1	79,65	0,953	-0,167	-12,68			
S10	Vnitřní stěna 2	4,35	1,155	-0,167	-0,84			
DV2	Dveře vnitřní	12,38	2,000	-0,167	-4,13			
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů s odlišnou teplotou $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							-17,65	
Tepelné ztráty zeminou								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
S01	Podlaha na zemině	101,89	0,179	18,23831	1,45	0,367	1	0,53
				0				
				0				
$(\sum A_k \cdot U_{equiv,k})$				18,23831				
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$							9,71	
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$							65,93	
$\Theta_{int,i}$ (°C)		Θ_e (°C)	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$ (°C)		$H_{t,i}$ (W/K)		Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$	
15		-15	30		65,93		1977,90	
Tepelné ztráty větráním - nucené větrání								
<u>Přímé větrání</u>		Vv	Δt	$\Phi_v = 0,34 \cdot Vv \cdot \Delta t$				
		625	-5	-1062,5				
počet osob (hyg.zařízení)		dávka na osobu (m ³)	tepota z VZT	počet nechráněných otvorů				
25		25	20	5				
<u>Infiltrace</u>		n_{50}	ϵ	e	Δt			
$V_{inf} = 2 \cdot V \cdot n_{50} \cdot \epsilon \cdot e$		1	1	0,03	30			
37,5		$\Phi_v = 0,34 \cdot V_{inf} \cdot \Delta t$			382,5			
Celkový návrhový tepelný výkon Φ (W)					1297,90			
Výkon pro vzduchotechniku - účinnost ZVT 50 %								
$\Phi_{v,ZT} = 0,34 \cdot Vv \cdot \Delta t$		t_{ZZT} (°C)	Vv (m3)	t_i (°C)	Δt (°C)			
2656,25		2,5	625	15	12,5			

Číslo místnosti		Název místnosti				Výpoč. vnitřní teplota $\Theta_{int,i}$		
1.08		Učebna				20°C		
Tepelné ztráty prostupem								
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$	
S02	Obvodová stěna 1	21,83	0,832	0,10	0,932	1	20,35	
OV1	Okno	10,80	1,000	0,00	1,000	1	10,80	
					0,000		0,00	
					0,000		0,00	
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							31,15	
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$			
S09	Vnitřní stěna 1	29,59	0,953	0,143	4,03			
S10	Vnitřní stěna 2	24,83	1,155	0,143	4,10			
DV2	Dveře vnitřní	3,04	2,000	0,143	0,87			
					0,00			
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů s odlišnou teplotou $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							9,00	
Tepelné ztráty zeminou								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
S01	Podlaha na zemině	56,06	0,179	10,03474	1,45	0,457	1	0,66
			0					
			0					
$(\sum A_k \cdot U_{equiv,k})$				10,03474				
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$							6,65	
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$							46,80	
$\Theta_{int,i}$ (°C)		Θ_e (°C)	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$ (°C)		$H_{t,i}$ (W/K)		Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$	
20		-15	35		46,80		1637,93	
Tepelné ztráty větráním - nucené větrání								
<u>Přímé větrání</u>		Vv	Δt		$\Phi_v = 0,34 \cdot Vv \cdot \Delta t$			
		500	0		0			
počet osob (hyg.zařízení)		dávka na osobu (m ³)	tepota z VZT		počet nechráněných otvorů			
20		25	20		4			
<u>Infiltrace</u>		n_{50}	ϵ		e	Δt		
$V_{inf} = 2 \cdot V \cdot n_{50} \cdot \epsilon \cdot e$		1	1		0,03	35		
30		$\Phi_v = 0,34 \cdot V_{inf} \cdot \Delta t$			357			
Celkový návrhový tepelný výkon Φ (W)					1994,93			
Výkon pro vzduchotechniku - účinnost ZZT 50 %								
$\Phi_{v,ZT} = 0,34 \cdot Vv \cdot \Delta t$		t_{ZZT} (°C)	Vv (m3)		t_i (°C)	Δt (°C)		
2975		2,5	500		20	17,5		

Číslo místnosti	Název místnosti	Výpoč. vnitřní teplota $\Theta_{int,i}$						
1.09	Učebna	20°C						
Tepelné ztráty prostupem								
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$	
S02	Obvodová stěna 1	60,00	0,832	0,10	0,932	1	55,92	
OV1	Okno	13,50	1,000	0,00	1,000	1	13,50	
					0,000		0,00	
					0,000		0,00	
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							69,42	
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$			
S09	Vnitřní stěna 1	17,59	0,953	0,143	2,40			
DV2	Dveře vnitřní	3,04	2,000	0,143	0,87			
S07	Strop	14,78	0,424	0,143	0,90			
					0,00			
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů s odlišnou teplotou $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							4,16	
Tepelné ztráty zeminou								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
S01	Podlaha na zemině	83,42	0,179	14,93218	1,45	0,457	1	0,66
			0					
			0					
$(\sum A_k \cdot U_{equiv,k})$				14,93218				
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$								9,89
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$								83,48
$\Theta_{int,i}$ (°C)		Θ_e (°C)	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$ (°C)		$H_{t,i}$ (W/K)		Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$	
20		-15	35		83,48		2921,71	
Tepelné ztráty větráním - nucené větrání								
<u>Přímé větrání</u>		Vv	Δt	$\Phi_v = 0,34 \cdot Vv \cdot \Delta t$				
		750	0	0				
počet osob (hyg.zařízení)		dávka na osobu (m ³)	tepota z VZT	počet nechráněných otvorů				
30		25	20	5				
<u>Infiltrace</u>		n_{50}	ϵ	e	Δt			
$V_{inf} = 2 \cdot V \cdot n_{50} \cdot \epsilon \cdot e$		1	1	0,03	35			
45		$\Phi_v = 0,34 \cdot V_{inf} \cdot \Delta t$			535,5			
Celkový návrhový tepelný výkon Φ (W)					3457,21			
Výkon pro vzduchotechniku - účinnost ZVT 50 %								
$\Phi_{v,ZT} = 0,34 \cdot Vv \cdot \Delta t$		t_{zvt} (°C)	Vv (m3)	t_i (°C)	Δt (°C)			
4462,5		2,5	750	20	17,5			

Číslo místnosti		Název místnosti				Výpoč. vnitřní teplota $\Theta_{int,i}$		
1.10		Učebna				20°C		
Tepelné ztráty prostupem								
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$	
S02	Obvodová stěna 1	25,90	0,832	0,10	0,932	1	24,14	
OV1	Okno	11,60	1,000	0,00	1,000	1	11,60	
					0,000		0,00	
					0,000		0,00	
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							35,74	
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$			
S09	Vnitřní stěna 1	34,35	0,953	0,143	4,68			
DV2	Dveře vnitřní	3,15	2,000	0,143	0,90			
					0,00			
					0,00			
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů s odlišnou teplotou $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							5,58	
Tepelné ztráty zeminou								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
S01	Podlaha na zemině	67,88	0,179	12,15052	1,45	0,457	1	0,66
			0					
			0					
$(\sum A_k \cdot U_{equiv,k})$				12,15052				
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$								8,05
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$								49,37
$\Theta_{int,i}$ (°C)		Θ_e (°C)		$\Theta_{int,i} - \Theta_e$ (°C)		$H_{t,i}$ (W/K)		Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$
20		-15		35		49,37		1728,03
Tepelné ztráty větráním - nucené větrání								
<u>Přímé větrání</u>		Vv	Δt	$\Phi_v = 0,34 \cdot Vv \cdot \Delta t$				
		625	0	0				
počet osob (hyg.zařízení)		dávka na osobu (m ³)	tepota z VZT	počet nechráněných otvorů				
25		25	20	4				
<u>Infiltrace</u>		n_{50}	ϵ	e	Δt			
$V_{inf} = 2 \cdot V \cdot n_{50} \cdot \epsilon \cdot e$		1	1	0,03	35			
37,5		$\Phi_v = 0,34 \cdot V_{inf} \cdot \Delta t$			446,25			
Celkový návrhový tepelný výkon Φ (W)					2174,28			
Výkon pro vzduchotechniku - účinnost ZVT 50 %								
$\Phi_{v,ZT} = 0,34 \cdot Vv \cdot \Delta t$		t_{ZZT} (°C)	Vv (m3)	t_i (°C)	Δt (°C)			
3718,75		2,5	625	20	17,5			

Číslo místnosti		Název místnosti				Výpoč. vnitřní teplota $\Theta_{int,i}$		
1.11		Učebna				20°C		
Tepelné ztráty prostupem								
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$	
S02	Obvodová stěna 1	51,81	0,832	0,10	0,932	1	48,29	
OV1	Okno	11,60	1,000	0,00	1,000	1	11,60	
					0,000		0,00	
					0,000		0,00	
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							59,89	
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$			
S09	Vnitřní stěna 1	34,73	0,953	0,143	4,73			
DV2	Dveře vnitřní	3,15	2,000	0,143	0,90			
					0,00			
					0,00			
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů s odlišnou teplotou $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							5,63	
Tepelné ztráty zeminou								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
S01	Podlaha na zemině	68,69	0,179	12,29551	1,45	0,457	1	0,66
			0					
			0					
$(\sum A_k \cdot U_{equiv,k})$				12,29551				
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$								8,15
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$								73,67
$\Theta_{int,i}$ (°C)		Θ_e (°C)		$\Theta_{int,i} - \Theta_e$ (°C)		$H_{t,i}$ (W/K)		Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$
20		-15		35		73,67		2578,39
Tepelné ztráty větráním - nucené větrání								
<u>Přímé větrání</u>		Vv	Δt	$\Phi_v = 0,34 \cdot Vv \cdot \Delta t$				
		625	0	0				
počet osob (hyg.zařízení)		dávka na osobu (m ³)	tepota z VZT	počet nechráněných otvorů				
25		25	20	4				
<u>Infiltrace</u>		n_{50}	ϵ	e	Δt			
$V_{inf} = 2 \cdot V \cdot n_{50} \cdot \epsilon \cdot e$		1	1	0,03	35			
37,5		$\Phi_v = 0,34 \cdot V_{inf} \cdot \Delta t$			446,25			
Celkový návrhový tepelný výkon Φ (W)					3024,64			
Výkon pro vzduchotechniku - účinnost ZVT 50 %								
$\Phi_{v,ZT} = 0,34 \cdot Vv \cdot \Delta t$		t_{ZZT} (°C)	Vv (m3)	t_i (°C)	Δt (°C)			
3718,75		2,5	625	20	17,5			

Číslo místnosti	Název místnosti	Výpoč. vnitřní teplota $\Theta_{int,i}$						
1.12	Sklad pomůcek	15°C						
Tepelné ztráty prostupem								
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$	
S02	Obvodová stěna 1	8,63	0,832	0,10	0,932	1	8,04	
					0,000		0,00	
					0,000		0,00	
					0,000		0,00	
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							8,04	
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$			
S09	Vnitřní stěna 1	39,75	0,953	-0,167	-6,33			
DV2	Dveře vnitřní	2,25	2,000	-0,167	-0,75			
					0,00			
					0,00			
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů s odlišnou teplotou $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							-7,08	
Tepelné ztráty zeminou								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
S01	Podlaha na zemině	12,88	0,179	2,30552	1,45	0,367	1	0,53
				0				
				0				
$(\sum A_k \cdot U_{equiv,k})$				2,30552				
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$							1,23	
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$							2,19	
$\Theta_{int,i}$ (°C)		Θ_e (°C)		$\Theta_{int,i} - \Theta_e$ (°C)		$H_{t,i}$ (W/K)		Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$
15		-15		30		2,19		65,77
Tepelné ztráty větráním - nucené větrání								
<u>Přímé větrání</u>		Vv	Δt	$\Phi_v = 0,34 \cdot Vv \cdot \Delta t$				
		0	-5	0				
počet osob (hyg.zařízení)		dávka na osobu (m ³)	tepota z VZT	počet nechráněných otvorů				
0		25	20	0				
<u>Infiltrace</u>		n_{50}	ϵ	e	Δt			
$V_{inf} = 2 \cdot V \cdot n_{50} \cdot \epsilon \cdot e$		1	1	0	30			
0		$\Phi_v = 0,34 \cdot V_{inf} \cdot \Delta t$			0			
Celkový návrhový tepelný výkon Φ (W)					65,77			
Výkon pro vzduchotechniku - účinnost ZZT 50 %								
$\Phi_{vZT} = 0,34 \cdot Vv \cdot \Delta t$		t_{ZZT} (°C)	Vv (m3)	t_i (°C)	Δt (°C)			
0		2,5	0	15	12,5			

Číslo místnosti		Název místnosti				Výpoč. vnitřní teplota $\Theta_{int,i}$		
1.13		Kabinet				20°C		
Tepelné ztráty prostupem								
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$	
S02	Obvodová stěna 1	16,88	0,832	0,10	0,932	1	15,73	
S04	Obvodová stěna 3	15,00	1,195	0,10	1,295	1	19,43	
OV1	Okno	6,00	1,000	0,00	1,000	1	6,00	
					0,000		0,00	
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							41,16	
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$			
S09	Vnitřní stěna 1	18,75	0,953	0,143	2,56			
DV2	Dveře vnitřní	2,25	2,000	0,143	0,64			
S07	Strop	25,22	0,424	0,143	1,53			
					0,00			
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů s odlišnou teplotou $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							4,73	
Tepelné ztráty zeminou								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
S01	Podlaha na zemině	25,22	0,179	4,51438	1,45	0,457	1	0,66
			0					
			0					
$(\sum A_k \cdot U_{equiv,k})$				4,51438				
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$							2,99	
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$							48,88	
$\Theta_{int,i}$ (°C)		Θ_e (°C)	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$ (°C)		$H_{t,i}$ (W/K)		Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$	
20		-15	35		48,88		1710,68	
Tepelné ztráty větráním - nucené větrání								
<u>Přímé větrání</u>		Vv	Δt	$\Phi_v = 0,34 \cdot Vv \cdot \Delta t$				
		150	0	0				
počet osob (hyg.zařízení)		dávka na osobu (m ³)	tepota z VZT	počet nechráněných otvorů				
6		25	20	2				
<u>Infiltrace</u>		n_{50}	ϵ	e	Δt			
$V_{inf} = 2 \cdot V \cdot n_{50} \cdot \epsilon \cdot e$		1	1	0,03	35			
9		$\Phi_v = 0,34 \cdot V_{inf} \cdot \Delta t$			107,1			
Celkový návrhový tepelný výkon Φ (W)					1817,78			
Výkon pro vzduchotechniku - účinnost ZTZ 50 %								
$\Phi_{v,ZT} = 0,34 \cdot Vv \cdot \Delta t$		t_{ZZT} (°C)	Vv (m3)	t_i (°C)	Δt (°C)			
892,5		2,5	150	20	17,5			

Číslo místnosti		Název místnosti				Výpoč. vnitřní teplota $\Theta_{int,i}$		
1.14		Kabinet				20°C		
Tepelné ztráty prostupem								
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$	
S04	Obvodová stěna 3	29,75	1,195	0,10	1,295	1	38,53	
OV1	Okno	4,00	1,000	0,00	1,000	1	4,00	
					0,000		0,00	
					0,000		0,00	
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							42,53	
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$			
S09	Vnitřní stěna 1	13,73	0,953	0,143	1,87			
DV2	Dveře vnitřní	3,15	2,000	0,143	0,90			
					0,00			
					0,00			
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů s odlišnou teplotou $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							2,77	
Tepelné ztráty zeminou								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
S01	Podlaha na zemině	13,98	0,179	2,50242	1,45	0,457	1	0,66
			0					
			0					
$(\sum A_k \cdot U_{equiv,k})$				2,50242				
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$								1,66
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$								46,96
$\Theta_{int,i}$ (°C)		Θ_e (°C)		$\Theta_{int,i} - \Theta_e$ (°C)		$H_{t,i}$ (W/K)		Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$
20		-15		35		46,96		1643,48
Tepelné ztráty větráním - nucené větrání								
<u>Přímé větrání</u>		Vv	Δt	$\Phi_v = 0,34 \cdot Vv \cdot \Delta t$				
		50	0	0				
počet osob (hyg.zařízení)		dávka na osobu (m ³)	tepota z VZT	počet nechráněných otvorů				
2		25	20	1				
<u>Infiltrace</u>		n_{50}	ϵ	e	Δt			
$V_{inf} = 2 \cdot V \cdot n_{50} \cdot \epsilon \cdot e$		1	1	0,02	35			
2		$\Phi_v = 0,34 \cdot V_{inf} \cdot \Delta t$			23,8			
Celkový návrhový tepelný výkon Φ (W)					1667,28			
Výkon pro vzduchotechniku - účinnost ZTZ 50 %								
$\Phi_{v,ZT} = 0,34 \cdot Vv \cdot \Delta t$		t_{ZZT} (°C)	Vv (m3)	t_i (°C)	Δt (°C)			
297,5		2,5	50	20	17,5			

Číslo místnosti		Název místnosti				Výpoč. vnitřní teplota $\Theta_{int,i}$					
1.15		Chodba				15°C					
Tepelné ztráty prostupem											
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí											
Stavební konstrukce											
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$				
S03	Obvodová stěna 2	2,82	1,043	0,10	1,143	1	3,22				
					0,000		0,00				
					0,000		0,00				
					0,000		0,00				
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							3,22				
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty											
Stavební konstrukce											
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$						
S09	Vnitřní stěna 1	31,21	0,953	-0,167	-4,97						
DV2	Dveře vnitřní	6,30	2,000	-0,167	-2,10						
					0,00						
					0,00						
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů s odlišnou teplotou $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							-7,07				
Tepelné ztráty zeminou											
Stavební konstrukce											
Č.k.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$			
S01	Podlaha na zemině	12,66	0,179	2,26614	1,45	0,367	1	0,53			
			0								
			0								
$(\sum A_k \cdot U_{equiv,k})$				2,26614							
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$								1,21			
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$								-2,64			
$\Theta_{int,i}$ (°C)		Θ_e (°C)		$\Theta_{int,i} - \Theta_e$ (°C)		$H_{t,i}$ (W/K)		Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$			
15		-15		30		-2,64		-79,26			
Tepelné ztráty větráním - nucené větrání											
<u>Přímé větrání</u>		Vv	Δt	$\Phi_v = 0,34 \cdot Vv \cdot \Delta t$							
		0	-5	0							
počet osob (hyg.zařízení)		dávka na osobu (m ³)	tepota z VZT	počet nechráněných otvorů							
0		25	20	0							
<u>Infiltrace</u>		n_{50}	ϵ	e	Δt						
$V_{inf} = 2 \cdot V \cdot n_{50} \cdot \epsilon \cdot e$		1	1	0	30						
0		$\Phi_v = 0,34 \cdot V_{inf} \cdot \Delta t$			0						
Celkový návrhový tepelný výkon Φ (W)					-79,26						
Výkon pro vzduchotechniku - účinnost ZTZ 50 %											
$\Phi_{v,ZT} = 0,34 \cdot Vv \cdot \Delta t$		t_{ZZT} (°C)	Vv (m3)	t_i (°C)	Δt (°C)						
0		2,5	0	15	12,5						

Číslo místnosti		Název místnosti				Výpoč. vnitřní teplota $\Theta_{int,i}$		
1.16		WC				15°C		
Tepelné ztráty prostupem								
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$	
S04	Obvodová stěna 3	16,88	1,195	0,10	1,295	1	21,86	
					0,000		0,00	
					0,000		0,00	
					0,000		0,00	
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							21,86	
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$			
					0,00			
					0,00			
					0,00			
					0,00			
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů s odlišnou teplotou $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							0,00	
Tepelné ztráty zeminou								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
S01	Podlaha na zemině	2,19	0,179	0,39201	1,45	0,367	1	0,53
			0					
			0					
$(\sum A_k \cdot U_{equiv,k})$				0,39201				
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$								0,21
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$								22,07
$\Theta_{int,i}$ (°C)		Θ_e (°C)		$\Theta_{int,i} - \Theta_e$ (°C)		$H_{t,i}$ (W/K)		Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$
15		-15		30		22,07		662,05
Tepelné ztráty větráním - nucené větrání								
<u>Přímé větrání</u>		Vv	Δt	$\Phi_v = 0,34 \cdot Vv \cdot \Delta t$				
		50	-5	-85				
počet osob (hyg.zařízení)		dávka na osobu (m ³)	tepota z VZT	počet nechráněných otvorů				
1xWC		25	20	0				
<u>Infiltrace</u>		n_{50}	ϵ	e	Δt			
$V_{inf} = 2 \cdot V \cdot n_{50} \cdot \epsilon \cdot e$		1	1	0	30			
0		$\Phi_v = 0,34 \cdot V_{inf} \cdot \Delta t$			0			
Celkový návrhový tepelný výkon Φ (W)					577,05			
Výkon pro vzduchotechniku - účinnost ZZT 50 %								
$\Phi_{v,ZT} = 0,34 \cdot Vv \cdot \Delta t$		t_{ZZT} (°C)	Vv (m3)	t_i (°C)	Δt (°C)			
212,5		2,5	50	15	12,5			

Číslo místnosti	Název místnosti	Výpoč. vnitřní teplota $\Theta_{int,i}$									
1.17	WC	15°C									
Tepelné ztráty prostupem											
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí											
Stavební konstrukce											
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$				
S04	Obvodová stěna 3	22,95	1,195	0,10	1,295	1	29,72				
OV1	Okno	3,30	1,000	0,00	1,000	1	3,30				
					0,000		0,00				
					0,000		0,00				
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							33,02				
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty											
Stavební konstrukce											
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$						
					0,00						
					0,00						
					0,00						
					0,00						
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů s odlišnou teplotou $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							0,00				
Tepelné ztráty zeminou											
Stavební konstrukce											
Č.k.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$			
S01	Podlaha na zemině	7,84	0,179	1,40336	1,45	0,367	1	0,53			
			0								
			0								
$(\sum A_k \cdot U_{equiv,k})$				1,40336							
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$								0,75			
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$								33,77			
$\Theta_{int,i}$ (°C)		Θ_e (°C)		$\Theta_{int,i} - \Theta_e$ (°C)		$H_{t,i}$ (W/K)		Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$			
15		-15		30		33,77		1013,01			
Tepelné ztráty větráním - nucené větrání											
<u>Přímé větrání</u>		Vv	Δt	$\Phi_v = 0,34 \cdot Vv \cdot \Delta t$							
		105	-5	-178,5							
počet osob (hyg.zařízení)		dávka na osobu (m ³)	tepota z VZT	počet nechráněných otvorů							
1xumyvadlo, 3xpisoiár		25	20	2							
<u>Infiltrace</u>		n_{50}	ϵ	e	Δt						
$V_{inf} = 2 \cdot V \cdot n_{50} \cdot \epsilon \cdot e$		1	1	0,03	30						
6,3		$\Phi_v = 0,34 \cdot V_{inf} \cdot \Delta t$			64,26						
Celkový návrhový tepelný výkon Φ (W)					898,77						
Výkon pro vzduchotechniku - účinnost ZTZ 50 %											
$\Phi_{v,ZT} = 0,34 \cdot Vv \cdot \Delta t$		t_{ZZT} (°C)	Vv (m3)	t_i (°C)	Δt (°C)						
446,25		2,5	105	15	12,5						

Číslo místnosti		Název místnosti				Výpoč. vnitřní teplota $\Theta_{int,i}$		
1.18		WC				15°C		
Tepelné ztráty prostupem								
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$	
S04	Obvodová stěna 3	8,25	1,195	0,10	1,295	1	10,68	
OV1	Okno	3,00	1,000	0,00	1,000	1	3,00	
					0,000		0,00	
					0,000		0,00	
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							13,68	
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$			
S10	Vnitřní stěna 2	17,93	1,155	0,167	3,46			
					0,00			
					0,00			
					0,00			
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů s odlišnou teplotou $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							3,46	
Tepelné ztráty zeminou								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
S01	Podlaha na zemině	14,12	0,179	2,52748	1,45	0,367	1	0,53
				0				
				0				
$(\sum A_k \cdot U_{equiv,k})$				2,52748				
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$								1,34
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$								18,49
$\Theta_{int,i}$ (°C)		Θ_e (°C)		$\Theta_{int,i} - \Theta_e$ (°C)		$H_{t,i}$ (W/K)		Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$
15		-15		30		18,49		554,62
Tepelné ztráty větráním - nucené větrání								
<u>Přímé větrání</u>		Vv	Δt	$\Phi_v = 0,34 \cdot V_v \cdot \Delta t$				
		210	-5	-357				
počet osob (hyg.zařízení)		dávka na osobu (m ³)	tepota z VZT	počet nechráněných otvorů				
2xumyvadlo, 3xWC		25	20	2				
<u>Infiltrace</u>								
$V_{inf} = 2 \cdot V \cdot n_{50} \cdot e \cdot e$		n_{50}	ϵ	e		Δt		
12,6		1	1	0,03		30		
				$\Phi_v = 0,34 \cdot V_{inf} \cdot \Delta t$		128,52		
Celkový návrhový tepelný výkon Φ (W)					326,14			
Výkon pro vzduchotechniku - účinnost ZTZ 50 %								
$\Phi_{v,ZT} = 0,34 \cdot V_v \cdot \Delta t$		t_{ZZT} (°C)	Vv (m3)	t_i (°C)		Δt (°C)		
892,5		2,5	210	15		12,5		

Číslo místnosti	Název místnosti	Výpoč. vnitřní teplota $\Theta_{int,i}$						
1.19	Kotelna	10°C						
Tepelné ztráty prostupem								
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$	
S02	Obvodová stěna 1	15,18	0,832	0,10	0,932	1	14,15	
S04	Obvodová stěna 3	19,83	1,195	0,10	1,295	1	25,68	
OV1	Okno	2,75	1,000	0,00	1,000	1	2,75	
DV1	Dveře vstupní	2,48	1,200	0,00	1,200	1	2,98	
S05	Plochá střecha	28,41	0,284	0,00	0,284	1	8,07	
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							53,62	
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$			
S02	Obvodová stěna 1	22,31	0,832	-0,400	-7,42			
					0,00			
					0,00			
					0,00			
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů s odlišnou teplotou $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							-7,42	
Tepelné ztráty zeminou								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
S01	Podlaha na zemině	28,41	0,179	5,08539	1,45	0,24	1	0,35
			0					
			0					
$(\sum A_k \cdot U_{equiv,k})$				5,08539				
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$							1,77	
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$							47,97	
$\Theta_{int,i}$ (°C)		Θ_e (°C)	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$ (°C)		$H_{t,i}$ (W/K)		Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$	
10		-15	25		47,97		1199,17	
Tepelné ztráty větráním - nucené větrání								
<u>Přímé větrání</u>		Vv	Δt		$\Phi_v = 0,34 \cdot Vv \cdot \Delta t$			
		0	-10		0			
počet osob (hyg.zařízení)		dávka na osobu (m ³)	tepota z VZT		počet nechráněných otvorů			
0		25	20		2			
<u>Infiltrace</u>		n_{50}	ϵ		e		Δt	
$V_{inf} = 2 \cdot V \cdot n_{50} \cdot \epsilon \cdot e$		1	1		0,03		25	
0		$\Phi_v = 0,34 \cdot V_{inf} \cdot \Delta t$			0			
Celkový návrhový tepelný výkon Φ (W)					1199,17			
Výkon pro vzduchotechniku - účinnost ZZT 50 %								
$\Phi_{vZT} = 0,34 \cdot Vv \cdot \Delta t$		t_{ZZT} (°C)	Vv (m3)		t_i (°C)		Δt (°C)	
0		2,5	0		10		7,5	

Číslo místnosti		Název místnosti				Výpoč. vnitřní teplota $\Theta_{int,i}$		
1.20		Učebna				20°C		
Tepelné ztráty prostupem								
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$	
S02	Obvodová stěna 1	50,48	0,832	0,10	0,932	1	47,05	
OV1	Okno	8,10	1,000	0,00	1,000	1	8,10	
					0,000		0,00	
					0,000		0,00	
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							55,15	
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$			
S02	Obvodová stěna 1	22,31	0,832	0,286	5,31			
S02	Obvodová stěna 1	5,63	0,832	0,143	0,67			
DV2	Dveře vnitřní	3,15	2,000	0,143	0,90			
S10	Vnitřní stěna 2	25,91	1,155	0,143	4,28			
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů s odlišnou teplotou $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							11,16	
Tepelné ztráty zeminou								
Stavební konstrukce								
Č.k.	Popis	A_k	$U_{equiv,k}$	$A_k \cdot U_{equiv,k}$	f_{g1}	f_{g2}	G_w	$f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$
S01	Podlaha na zemině	61	0,179	10,919	1,45	0,457	1	0,66
				0				
				0				
$(\sum A_k \cdot U_{equiv,k})$				10,919				
Celková měrná tepelná ztráta zeminou $H_{T,ig} = (\sum A_k \cdot U_{equiv,k}) \cdot f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot G_w$								7,24
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$								73,54
$\Theta_{int,i}$ (°C)		Θ_e (°C)		$\Theta_{int,i} - \Theta_e$ (°C)		$H_{t,i}$ (W/K)		Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$
20		-15		35		73,54		2573,96
Tepelné ztráty větráním - nucené větrání								
<u>Přímé větrání</u>		V_v	Δt	$\Phi_v = 0,34 \cdot V_v \cdot \Delta t$				
		500	0	0				
počet osob (hyg.zařízení)		dávka na osobu (m ³)	tepota z VZT	počet nechráněných otvorů				
20		25	20	3				
<u>Infiltrace</u>		n_{50}	ϵ	e	Δt			
$V_{inf} = 2 \cdot V \cdot n_{50} \cdot \epsilon \cdot e$		1	1	0,03	35			
30		$\Phi_v = 0,34 \cdot V_{inf} \cdot \Delta t$			357			
Celkový návrhový tepelný výkon Φ (W)					2930,96			
Výkon pro vzduchotechniku - účinnost ZZT 50 %								
$\Phi_{v,ZT} = 0,34 \cdot V_v \cdot \Delta t$		t_{ZZT} (°C)	V_v (m3)	t_i (°C)	Δt (°C)			
2975		2,5	500	20	17,5			

Číslo místnosti	Název místnosti		Výpoč. vnitřní teplota $\Theta_{int,i}$				
2.01	Šatna		15°C				
Tepelné ztráty prostupem							
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S03	Obvodová stěna 2	5,93	1,043	0,10	1,143	1	6,78
OV1	Okno	2,70	1,000	0,00	1,000	1	2,70
					0,000		0,00
					0,000		0,00
					0,000		0,00
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							9,48
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
S10	Vnitřní stěna 2	20,25	1,155	-0,167	-3,91		
S09	Vnitřní stěna 1	20,25	0,953	-0,167	-3,22		
					0,00		
					0,00		
					0,00		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů s odlišnou teplotou $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							-7,13
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
S08	Strop	12,12	0,444	0,02	0,464	0,5	2,81
					0,000		0,00
Celková měrná tepelná ztráta do nevytápěných prostorů $H_{T,iue} = \sum A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$							2,81
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$							5,16
$\Theta_{int,i}$ (°C)	Θ_e (°C)	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$ (°C)	$H_{T,i}$ (W/K)		Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$		
15	-15	30	5,16		154,83		
Tepelné ztráty větráním - nucené větrání							
<u>Přímé větrání</u>	V_v	Δt	$\Phi_v = 0,34 \cdot V_v \cdot \Delta t$				
	375	-5	-637,5				
počet osob (hyg.zařízení)	dávka na osobu (m ³)	tepota z VZT	počet nechráněných otvorů				
15	25	20	1				
<u>Infiltrace</u>	n_{50}	ϵ	e	Δt			
$V_{inf} = 2 \cdot V \cdot n_{50} \cdot \epsilon \cdot e$	1	1	0,02	30			
15	$\Phi_v = 0,34 \cdot V_{inf} \cdot \Delta t$			153			
Celkový návrhový tepelný výkon Φ (W)					-329,67		
Výkon pro vzduchotechniku - účinnost ZZT 50 %							
$\Phi_{VZT} = 0,34 \cdot V_v \cdot \Delta t$	t_{ZZT} (°C)	V_v (m ³)	t_i (°C)	Δt (°C)			
1593,75	2,5	375	15	12,5			

Číslo místnosti	Název místnosti		Výpoč. vnitřní teplota $\Theta_{int,i}$				
2.02	Učebna		20°C				
Tepelné ztráty prostupem							
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S03	Obvodová stěna 2	15,23	1,043	0,10	1,143	1	17,41
OV1	Okno	5,40	1,000	0,00	1,000	1	5,40
					0,000		0,00
					0,000		0,00
					0,000		0,00
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							22,81
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
S10	Vnitřní stěna 2	38,10	1,155	0,143	6,29		
DV2	Dveře vnitřní	3,15	2,000	0,143	0,90		
S07	Strop	30,17	0,424	0,143	1,83		
					0,00		
					0,00		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů s odlišnou teplotou $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							9,02
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
S08	Strop	30,17	0,444	0,02	0,464	0,571	7,99
					0,000		0,00
Celková měrná tepelná ztráta do nevytápěných prostorů $H_{T,iue} = \sum A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$							7,99
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$							39,82
$\Theta_{int,i}$ (°C)	Θ_e (°C)	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$ (°C)	$H_{T,i}$ (W/K)	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$			
20	-15	35	39,82	1393,85			
Tepelné ztráty větráním - nucené větrání							
<u>Přímé větrání</u>	V_v	Δt	$\Phi_v = 0,34 \cdot V_v \cdot \Delta t$				
	300	0	0				
počet osob (hyg.zařízení)	dávka na osobu (m ³)	tepota z VZT	počet nechráněných otvorů				
12	25	20	2				
<u>Infiltrace</u>	n_{50}	ϵ	e	Δt			
$V_{inf} = 2 \cdot V \cdot n_{50} \cdot \epsilon \cdot e$	1	1	0,03	35			
18	$\Phi_v = 0,34 \cdot V_{inf} \cdot \Delta t$			214,2			
Celkový návrhový tepelný výkon Φ (W)					1608,05		
Výkon pro vzduchotechniku - účinnost ZZT 50 %							
$\Phi_{VZT} = 0,34 \cdot V_v \cdot \Delta t$	t_{ZZT} (°C)	V_v (m ³)	t_i (°C)	Δt (°C)			
1785	2,5	300	20	17,5			

Číslo místnosti	Název místnosti	Výpoč. vnitřní teplota $\Theta_{int,i}$					
2.03	Učebna	20°C					
Tepelné ztráty prostupem							
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S02	Obvodová stěna 1	50,34	0,832	0,10	0,932	1	46,92
OV1	Okno	10,80	1,000	0,00	1,000	1	10,80
					0,000		0,00
					0,000		0,00
					0,000		0,00
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							57,72
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
S09	Vnitřní stěna 1	11,96	0,953	0,143	1,63		
DV2	Dveře vnitřní	3,04	2,000	0,143	0,87		
S07	Strop	8,01	0,424	0,143	0,49		
					0,00		
					0,00		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů s odlišnou teplotou $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							2,98
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
S08	Strop	63,32	0,444	0,02	0,464	0,571	16,78
					0,000		0,00
Celková měrná tepelná ztráta do nevytápěných prostorů $H_{T,iue} = \sum A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$							16,78
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$							77,48
$\Theta_{int,i}$ (°C)	Θ_e (°C)	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$ (°C)	$H_{T,i}$ (W/K)	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$			
20	-15	35	77,48	2711,73			
Tepelné ztráty větráním - nucené větrání							
<u>Přímé větrání</u>	V_v	Δt	$\Phi_v = 0,34 \cdot V_v \cdot \Delta t$				
	625	0	0				
počet osob (hyg.zařízení)	dávka na osobu (m ³)	tepota z VZT	počet nechráněných otvorů				
25	25	20	4				
<u>Infiltrace</u>	n_{50}	ϵ	e	Δt			
$V_{inf} = 2 \cdot V \cdot n_{50} \cdot \epsilon \cdot e$	1	1	0,03	35			
37,5	$\Phi_v = 0,34 \cdot V_{inf} \cdot \Delta t$			446,25			
Celkový návrhový tepelný výkon Φ (W)				3157,98			
Výkon pro vzduchotechniku - účinnost ZZT 50 %							
$\Phi_{VZT} = 0,34 \cdot V_v \cdot \Delta t$	t_{ZZT} (°C)	V_v (m ³)	t_i (°C)	Δt (°C)			
3718,75	2,5	625	20	17,5			

Číslo místnosti	Název místnosti	Výpoč. vnitřní teplota $\Theta_{int,i}$					
2.04	Učebna	20°C					
Tepelné ztráty prostupem							
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S02	Obvodová stěna 1	27,75	0,832	0,10	0,932	1	25,86
OV1	Okno	13,50	1,000	0,00	1,000	1	13,50
					0,000		0,00
					0,000		0,00
					0,000		0,00
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							39,36
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
S09	Vnitřní stěna 1	37,84	0,953	0,143	5,16		
S10	Vnitřní stěna 2	24,38	1,155	0,143	4,03		
DV2	Dveře vnitřní	3,04	2,000	0,143	0,87		
					0,00		
					0,00		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů s odlišnou teplotou $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							10,05
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
S08	Strop	70,72	0,444	0,02	0,464	0,571	18,74
					0,000		0,00
Celková měrná tepelná ztráta do nevytápěných prostorů $H_{T,iue} = \sum A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$							18,74
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$							68,15
$\Theta_{int,i}$ (°C)	Θ_e (°C)	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$ (°C)	$H_{T,i}$ (W/K)	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$			
20	-15	35	68,15	2385,35			
Tepelné ztráty větráním - nucené větrání							
<u>Přímé větrání</u>	V_v	Δt	$\Phi_v = 0,34 \cdot V_v \cdot \Delta t$				
	500	0	0				
počet osob (hyg.zařízení)	dávka na osobu (m ³)	tepota z VZT	počet nechráněných otvorů				
20	25	20	5				
<u>Infiltrace</u>	n_{50}	ϵ	e	Δt			
$V_{inf} = 2 \cdot V \cdot n_{50} \cdot \epsilon \cdot e$	1	1	0,03	35			
30	$\Phi_v = 0,34 \cdot V_{inf} \cdot \Delta t$			357			
Celkový návrhový tepelný výkon Φ (W)				2742,35			
Výkon pro vzduchotechniku - účinnost ZZT 50 %							
$\Phi_{VZT} = 0,34 \cdot V_v \cdot \Delta t$	t_{ZZT} (°C)	V_v (m ³)	t_i (°C)	Δt (°C)			
2975	2,5	500	20	17,5			

Číslo místnosti	Název místnosti	Výpoč. vnitřní teplota $\Theta_{int,i}$					
2.05	Schodiště	15°C					
Tepelné ztráty prostupem							
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S02	Obvodová stěna 1	5,93	0,832	0,10	0,932	1	5,53
OV1	Okno	2,70	1,000	0,00	1,000	1	2,70
					0,000		0,00
					0,000		0,00
					0,000		0,00
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							8,23
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
S10	Vnitřní stěna 2	48,76	1,155	-0,167	-9,41		
S07	Strop	14,78	0,424	-0,167	-1,05		
					0,00		
					0,00		
					0,00		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů s odlišnou teplotou $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							-10,45
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
					0,000		0,00
					0,000		0,00
Celková měrná tepelná ztráta do nevytápěných prostorů $H_{T,iue} = \sum A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$							0,00
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$							-2,22
$\Theta_{int,i}$ (°C)	Θ_e (°C)	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$ (°C)	$H_{T,i}$ (W/K)	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$			
15	-15	30	-2,22	-66,75			
Tepelné ztráty větráním - nucené větrání							
<u>Přímé větrání</u>	V_v	Δt	$\Phi_v = 0,34 \cdot V_v \cdot \Delta t$				
	0	-5	0				
počet osob (hyg.zařízení)	dávka na osobu (m ³)	tepota z VZT	počet nechráněných otvorů				
0	25	20	1				
<u>Infiltrace</u>	n_{50}	ϵ	e	Δt			
$V_{inf} = 2 \cdot V \cdot n_{50} \cdot \epsilon \cdot e$	1	1	0,02	30			
0	$\Phi_v = 0,34 \cdot V_{inf} \cdot \Delta t$			0			
Celkový návrhový tepelný výkon Φ (W)				-66,75			
Výkon pro vzduchotechniku - účinnost ZZT 50 %							
$\Phi_{VZT} = 0,34 \cdot V_v \cdot \Delta t$	t_{ZZT} (°C)	V_v (m ³)	t_i (°C)	Δt (°C)			
0	2,5	0	15	12,5			

Číslo místnosti	Název místnosti		Výpoč. vnitřní teplota $\Theta_{int,i}$				
2.06	Učebna		20°C				
Tepelné ztráty prostupem							
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S02	Obvodová stěna 1	52,01	0,832	0,10	0,932	1	48,47
OV1	Okno	10,80	1,000	0,00	1,000	1	10,80
					0,000		0,00
					0,000		0,00
					0,000		0,00
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							59,27
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
S09	Vnitřní stěna 1	7,84	0,953	0,143	1,07		
S10	Vnitřní stěna 2	24,38	1,155	0,143	4,03		
DV2	Dveře vnitřní	3,04	2,000	0,143	0,87		
					0,00		
					0,00		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů s odlišnou teplotou $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							5,96
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
S08	Strop	66,5	0,444	0,02	0,464	0,571	17,62
					0,000		0,00
Celková měrná tepelná ztráta do nevytápěných prostorů $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$							17,62
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$							82,86
Tepelné ztráty větráním - nucené větrání							
<u>Přímé větrání</u>		V_v	Δt	$\Phi_v = 0,34 \cdot V_v \cdot \Delta t$			
		500	0	0			
počet osob (hyg.zařízení)		dávka na osobu (m ³)	tepota z VZT	počet nechráněných otvorů			
20		25	20	5			
Infiltrace							
$V_{inf} = 2 \cdot V \cdot n_{50} \cdot \epsilon \cdot e$		n_{50}	ϵ	e	Δt		
		1	1	0,03	35		
30		$\Phi_v = 0,34 \cdot V_{inf} \cdot \Delta t$			357		
Celkový návrhový tepelný výkon Φ (W)					3256,98		
Výkon pro vzduchotechniku - účinnost ZZT 50 %							
$\Phi_{VZT} = 0,34 \cdot V_v \cdot \Delta t$		t_{ZZT} (°C)	V_v (m ³)	t_i (°C)	Δt (°C)		
2975		2,5	500	20	17,5		

Číslo místnosti	Název místnosti		Výpoč. vnitřní teplota $\Theta_{int,i}$				
2.07	Učebna		20°C				
Tepelné ztráty prostupem							
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S02	Obvodová stěna 1	25,90	0,832	0,10	0,932	1	24,14
OV1	Okno	11,60	1,000	0,00	1,000	1	11,60
					0,000		0,00
					0,000		0,00
					0,000		0,00
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							35,74
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
S09	Vnitřní stěna 1	34,35	0,953	0,143	4,68		
DV2	Dveře vnitřní	3,15	2,000	0,143	0,90		
					0,00		
					0,00		
					0,00		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů s odlišnou teplotou $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							5,58
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
S08	Strop	68,28	0,444	0,02	0,464	0,571	18,09
					0,000		0,00
Celková měrná tepelná ztráta do nevytápěných prostorů $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$							18,09
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$							59,41
$\Theta_{int,i}$ (°C)	Θ_e (°C)	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$ (°C)	$H_{T,i}$ (W/K)	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$			
20	-15	35	59,41	2079,39			
Tepelné ztráty větráním - nucené větrání							
<u>Přímé větrání</u>	V_v	Δt	$\Phi_v = 0,34 \cdot V_v \cdot \Delta t$				
	500	0	0				
počet osob (hyg.zařízení)	dávka na osobu (m ³)	tepota z VZT	počet nechráněných otvorů				
20	25	20	4				
<u>Infiltrace</u>	n_{50}	ϵ	e	Δt			
$V_{inf} = 2 \cdot V \cdot n_{50} \cdot \epsilon \cdot e$	1	1	0,03	35			
30	$\Phi_v = 0,34 \cdot V_{inf} \cdot \Delta t$			357			
Celkový návrhový tepelný výkon Φ (W)					2436,39		
Výkon pro vzduchotechniku - účinnost ZZT 50 %							
$\Phi_{VZT} = 0,34 \cdot V_v \cdot \Delta t$	t_{ZZT} (°C)	V_v (m ³)	t_i (°C)	Δt (°C)			
2975	2,5	500	20	17,5			

Číslo místnosti	Název místnosti		Výpoč. vnitřní teplota $\Theta_{int,i}$				
2.08	Učebna		20°C				
Tepelné ztráty prostupem							
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S02	Obvodová stěna 1	51,81	0,832	0,10	0,932	1	48,29
OV1	Okno	11,60	1,000	0,00	1,000	1	11,60
					0,000		0,00
					0,000		0,00
					0,000		0,00
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							59,89
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
S09	Vnitřní stěna 1	34,73	0,953	0,143	4,73		
DV2	Dveře vnitřní	3,15	2,000	0,143	0,90		
					0,00		
					0,00		
					0,00		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů s odlišnou teplotou $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							5,63
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
S08	Strop	68,69	0,444	0,02	0,464	0,571	18,20
					0,000		0,00
Celková měrná tepelná ztráta do nevytápěných prostorů $H_{T,iue} = \sum A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$							18,20
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$							83,72
$\Theta_{int,i}$ (°C)	Θ_e (°C)	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$ (°C)	$H_{T,i}$ (W/K)		Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$		
20	-15	35	83,72		2930,19		
Tepelné ztráty větráním - nucené větrání							
<u>Přímé větrání</u>	V_v	Δt	$\Phi_v = 0,34 \cdot V_v \cdot \Delta t$				
	500	0	0				
počet osob (hyg.zařízení)	dávka na osobu (m ³)	tepota z VZT	počet nechráněných otvorů				
20	25	20	4				
<u>Infiltrace</u>	n_{50}	ϵ	e	Δt			
$V_{inf} = 2 \cdot V \cdot n_{50} \cdot \epsilon \cdot e$	1	1	0,03	35			
30	$\Phi_v = 0,34 \cdot V_{inf} \cdot \Delta t$			357			
Celkový návrhový tepelný výkon Φ (W)					3287,19		
Výkon pro vzduchotechniku - účinnost ZZT 50 %							
$\Phi_{VZT} = 0,34 \cdot V_v \cdot \Delta t$	t_{ZZT} (°C)	V_v (m ³)	t_i (°C)	Δt (°C)			
2975	2,5	500	20	17,5			

Číslo místnosti	Název místnosti		Výpoč. vnitřní teplota $\Theta_{int,i}$				
2.09	WC		15°C				
Tepelné ztráty prostupem							
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S02	Obvodová stěna 1	25,35	0,832	0,10	0,932	1	23,63
OV	Okno	1,65	1,000	0,00	1,000	1	1,65
					0,000		0,00
					0,000		0,00
					0,000		0,00
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							25,28
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
S07	Strop	11,83	0,424	-0,167	-0,84		
					0,00		
					0,00		
					0,00		
					0,00		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů s odlišnou teplotou $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							-0,84
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
S08	Strop	11,83	0,444	0,02	0,464	0,5	2,74
					0,000		0,00
Celková měrná tepelná ztráta do nevytápěných prostorů $H_{T,iue} = \sum A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$							2,74
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$							27,18
$\Theta_{int,i}$ (°C)	Θ_e (°C)	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$ (°C)	$H_{T,i}$ (W/K)	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$			
15	-15	30	27,18	815,49			
Tepelné ztráty větráním - nucené větrání							
<u>Přímé větrání</u>	V_v	Δt	$\Phi_v = 0,34 \cdot V_v \cdot \Delta t$				
	255	-5	-433,5				
počet osob (hyg.zařízení)	dávka na osobu (m ³)	tepota z VZT	počet nechráněných otvorů				
3xWC,3x pisoár, 1x umyva.	25	20	1				
<u>Infiltrace</u>	n_{50}	ϵ	e	Δt			
$V_{inf} = 2 \cdot V \cdot n_{50} \cdot \epsilon \cdot e$	1	1	0,02	30			
10,2	$\Phi_v = 0,34 \cdot V_{inf} \cdot \Delta t$			104,04			
Celkový návrhový tepelný výkon Φ (W)				486,03			
Výkon pro vzduchotechniku - účinnost ZZT 50 %							
$\Phi_{VZT} = 0,34 \cdot V_v \cdot \Delta t$	t_{ZZT} (°C)	V_v (m ³)	t_i (°C)	Δt (°C)			
1083,75	2,5	255	15	12,5			

Číslo místnosti	Název místnosti		Výpoč. vnitřní teplota $\Theta_{int,i}$				
2.10	WC		15°C				
Tepelné ztráty prostupem							
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S03	Obvodová stěna 2	8,85	1,043	0,10	1,143	1	10,12
OV1	Okno	1,65	1,000	0,00	1,000	1	1,65
					0,000		0,00
					0,000		0,00
					0,000		0,00
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							11,77
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
S09	Vnitřní stěna 1	16,50	0,953	-0,167	-2,63		
S07	Strop	11,85	0,424	-0,167	-0,84		
					0,00		
					0,00		
					0,00		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů s odlišnou teplotou $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							-3,47
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
S08	Strop	11,85	0,444	0,02	0,464	0,5	2,75
					0,000		0,00
Celková měrná tepelná ztráta do nevytápěných prostorů $H_{T,iue} = \sum A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$							2,75
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$							11,05
$\Theta_{int,i}$ (°C)	Θ_e (°C)	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$ (°C)	$H_{T,i}$ (W/K)		Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$		
15	-15	30	11,05		331,49		
Tepelné ztráty větráním - nucené větrání							
<u>Přímé větrání</u>	V_v	Δt	$\Phi_v = 0,34 \cdot V_v \cdot \Delta t$				
	180	-5	-306				
počet osob (hyg.zařízení)	dávka na osobu (m ³)	tepota z VZT	počet nechráněných otvorů				
3xWC, 1xumyvadlo	25	20	1				
<u>Infiltrace</u>	n_{50}	ϵ	e	Δt			
$V_{inf} = 2 \cdot V \cdot n_{50} \cdot \epsilon \cdot e$	1	1	0,02	30			
7,2	$\Phi_v = 0,34 \cdot V_{inf} \cdot \Delta t$			73,44			
Celkový návrhový tepelný výkon Φ (W)				98,93			
Výkon pro vzduchotechniku - účinnost ZZT 50 %							
$\Phi_{VZT} = 0,34 \cdot V_v \cdot \Delta t$	t_{ZZT} (°C)	V_v (m ³)	t_i (°C)	Δt (°C)			
765	2,5	180	15	12,5			

Číslo místnosti	Název místnosti	Výpoč. vnitřní teplota $\Theta_{int,i}$					
2.11	Kabinet	20°C					
Tepelné ztráty prostupem							
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S04	Obvodová stěna 3	29,75	1,195	0,10	1,295	1	38,53
OV1	Okno	4,00	1,000	0,00	1,000	1	4,00
					0,000		0,00
					0,000		0,00
					0,000		0,00
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							42,53
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
S09	Vnitřní stěna 1	30,23	0,953	0,143	4,12		
DV2	Dveře vnitřní	3,15	2,000	0,143	0,90		
					0,00		
					0,00		
					0,00		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů s odlišnou teplotou $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							5,02
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
S08	Strop	12,69	0,444	0,02	0,464	0,571	3,36
					0,000		0,00
Celková měrná tepelná ztráta do nevytápěných prostorů $H_{T,iue} = \sum A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$							3,36
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$							50,91
$\Theta_{int,i}$ (°C)	Θ_e (°C)	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$ (°C)	$H_{T,i}$ (W/K)	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$			
20	-15	35	50,91	1781,82			
Tepelné ztráty větráním - nucené větrání							
<u>Přímé větrání</u>	V_v	Δt	$\Phi_v = 0,34 \cdot V_v \cdot \Delta t$				
	50	0	0				
počet osob (hyg.zařízení)	dávka na osobu (m ³)	tepota z VZT	počet nechráněných otvorů				
2	25	20	1				
<u>Infiltrace</u>	n_{50}	ϵ	e	Δt			
$V_{inf} = 2 \cdot V \cdot n_{50} \cdot \epsilon \cdot e$	1	1	0,02	35			
2	$\Phi_v = 0,34 \cdot V_{inf} \cdot \Delta t$			23,8			
Celkový návrhový tepelný výkon Φ (W)				1805,62			
Výkon pro vzduchotechniku - účinnost ZZT 50 %							
$\Phi_{VZT} = 0,34 \cdot V_v \cdot \Delta t$	t_{ZZT} (°C)	V_v (m ³)	t_i (°C)	Δt (°C)			
297,5	2,5	50	20	17,5			

Číslo místnosti	Název místnosti		Výpoč. vnitřní teplota $\Theta_{int,i}$				
2.12	WC		15°C				
Tepelné ztráty prostupem							
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S04	Obvodová stěna 3	16,88	1,195	0,10	1,295	1	21,86
					0,000		0,00
					0,000		0,00
					0,000		0,00
					0,000		0,00
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							21,86
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
					0,00		
					0,00		
					0,00		
					0,00		
					0,00		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů s odlišnou teplotou $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							0,00
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
S08	Strop	2,19	0,444	0,02	0,464	0,5	0,51
					0,000		0,00
Celková měrná tepelná ztráta do nevytápěných prostorů $H_{T,iue} = \sum A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$							0,51
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$							22,37
$\Theta_{int,i}$ (°C)	Θ_e (°C)	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$ (°C)	$H_{T,i}$ (W/K)	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$			
15	-15	30	22,37	671,03			
Tepelné ztráty větráním - nucené větrání							
<u>Přímé větrání</u>	V_v	Δt	$\Phi_v = 0,34 \cdot V_v \cdot \Delta t$				
	50	-5	-85				
počet osob (hyg.zařízení)	dávka na osobu (m ³)	tepota z VZT	počet nechráněných otvorů				
1xWC	25	20	0				
<u>Infiltrace</u>	n_{50}	ϵ	e	Δt			
$V_{inf} = 2 \cdot V \cdot n_{50} \cdot \epsilon \cdot e$	1	1	0	30			
0	$\Phi_v = 0,34 \cdot V_{inf} \cdot \Delta t$			0			
Celkový návrhový tepelný výkon Φ (W)					586,03		
Výkon pro vzduchotechniku - účinnost ZZT 50 %							
$\Phi_{VZT} = 0,34 \cdot V_v \cdot \Delta t$	t_{ZZT} (°C)	V_v (m ³)	t_i (°C)	Δt (°C)			
212,5	2,5	50	15	12,5			

Číslo místnosti	Název místnosti	Výpoč. vnitřní teplota $\Theta_{int,i}$					
2.13	WC	15°C					
Tepelné ztráty prostupem							
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S04	Obvodová stěna 3	22,95	1,195	0,10	1,295	1	29,72
OV1	Okno	3,30	1,000	0,00	1,000	1	3,30
					0,000		0,00
					0,000		0,00
					0,000		0,00
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							33,02
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
					0,00		
					0,00		
					0,00		
					0,00		
					0,00		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů s odlišnou teplotou $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							0,00
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
S08	Strop	7,85	0,444	0,02	0,464	0,5	1,82
					0,000		0,00
Celková měrná tepelná ztráta do nevytápěných prostorů $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$							1,82
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$							34,84
Tepelné ztráty větráním - nucené větrání							
<u>Přímé větrání</u>		V_v	Δt	$\Phi_v = 0,34 \cdot V_v \cdot \Delta t$			
		155	-5	-263,5			
počet osob (hyg.zařízení)		dávka na osobu (m ³)	tepota z VZT	počet nechráněných otvorů			
1xpisoár,2xWC,1xumyva.		25	20	2			
Infiltrace							
		n_{50}	ϵ	e	Δt		
$V_{inf} = 2 \cdot V \cdot n_{50} \cdot \epsilon \cdot e$		1	1	0,03	30		
9,3		$\Phi_v = 0,34 \cdot V_{inf} \cdot \Delta t$			94,86		
Celkový návrhový tepelný výkon Φ (W)					876,60		
Výkon pro vzduchotechniku - účinnost ZZT 50 %							
$\Phi_{VZT} = 0,34 \cdot V_v \cdot \Delta t$		t_{ZZT} (°C)	V_v (m ³)	t_i (°C)	Δt (°C)		
658,75		2,5	155	15	12,5		

Číslo místnosti	Název místnosti	Výpoč. vnitřní teplota $\Theta_{int,i}$					
2.14	Chodba	15°C					
Tepelné ztráty prostupem							
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S02	Obvodová stěna 1	8,63	0,832	0,10	0,932	1	8,04
S04	Obvodová stěna 3	43,75	1,195	0,10	1,295	1	56,66
OV1	Okno	14,00	1,000	0,00	1,000	1	14,00
					0,000		0,00
					0,000		0,00
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							78,70
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
S09	Vnitřní stěna 1	163,93	0,953	-0,167	-26,09		
DV2	Dveře vnitřní	24,87	2,000	-0,167	-8,31		
					0,00		
					0,00		
					0,00		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů s odlišnou teplotou $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							-34,40
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
S08	Strop	125,09	0,444	0,02	0,464	0,5	29,02
					0,000		0,00
Celková měrná tepelná ztráta do nevytápěných prostorů $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$							29,02
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$							73,32
$\Theta_{int,i}$ (°C)	Θ_e (°C)	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$ (°C)	$H_{T,i}$ (W/K)	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$			
15	-15	30	73,32	2199,72			
Tepelné ztráty větráním - nucené větrání							
<u>Přímé větrání</u>	V_v	Δt	$\Phi_v = 0,34 \cdot V_v \cdot \Delta t$				
	625	-5	-1062,5				
počet osob (hyg.zařízení)	dávka na osobu (m ³)	tepota z VZT	počet nechráněných otvorů				
25	25	20	5				
<u>Infiltrace</u>	n_{50}	ϵ	e	Δt			
$V_{inf} = 2 \cdot V \cdot n_{50} \cdot \epsilon \cdot e$	1	1	0,03	30			
37,5	$\Phi_v = 0,34 \cdot V_{inf} \cdot \Delta t$			382,5			
Celkový návrhový tepelný výkon Φ (W)				1519,72			
Výkon pro vzduchotechniku - účinnost ZZT 50 %							
$\Phi_{VZT} = 0,34 \cdot V_v \cdot \Delta t$	t_{ZZT} (°C)	V_v (m ³)	t_i (°C)	Δt (°C)			
2656,25	2,5	625	15	12,5			

Číslo místnosti	Název místnosti						Výpoč. vnitřní teplota $\Theta_{int,i}$
2.15	WC						15°C
Tepelné ztráty prostupem							
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S04	Obvodová stěna 3	25,95	1,195	0,10	1,295	1	33,61
OV1	Okno	3,30	1,000	0,00	1,000	1	3,30
					0,000		0,00
					0,000		0,00
					0,000		0,00
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							36,91
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
S10	Vnitřní stěna 2	5,63	1,155	0,167	1,09		
					0,00		
					0,00		
					0,00		
					0,00		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů s odlišnou teplotou $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							1,09
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
S08	Strop	13,1	0,444	0,02	0,464	0,5	3,04
					0,000		0,00
Celková měrná tepelná ztráta do nevytápěných prostorů $H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$							3,04
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$							41,03
$\Theta_{int,i}$ (°C)	Θ_e (°C)	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$ (°C)	$H_{T,i}$ (W/K)	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$			
15	-15	30	41,03	1230,91			
Tepelné ztráty větráním - nucené větrání							
<u>Přímé větrání</u>	V_v	Δt	$\Phi_v = 0,34 \cdot V_v \cdot \Delta t$				
	255	-5	-433,5				
počet osob (hyg.zařízení)	dávka na osobu (m ³)	tepota z VZT	počet nechráněných otvorů				
3xWC,3x pisoár,1x umyva.	25	20	2				
<u>Infiltrace</u>	n_{50}	ϵ	e	Δt			
$V_{inf} = 2 \cdot V \cdot n_{50} \cdot \epsilon \cdot e$	1	1	0,03	30			
15,3	$\Phi_v = 0,34 \cdot V_{inf} \cdot \Delta t$			156,06			
Celkový návrhový tepelný výkon Φ (W)				953,47			
Výkon pro vzduchotechniku - účinnost ZZT 50 %							
$\Phi_{VZT} = 0,34 \cdot V_v \cdot \Delta t$	t_{ZZT} (°C)	V_v (m ³)	t_i (°C)	Δt (°C)			
1083,75	2,5	255	15	12,5			

Číslo místnosti	Název místnosti		Výpoč. vnitřní teplota $\Theta_{int,i}$				
2.16	Učebna		20°C				
Tepelné ztráty prostupem							
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	e_k	$A_k \times U_{kc} \times e_k$
S02	Obvodová stěna 1	70,65	0,832	0,10	0,932	1	65,85
OV1	Okno	8,10	1,000	0,00	1,000	1	8,10
					0,000		0,00
					0,000		0,00
					0,000		0,00
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí $H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k$ (W/K)							73,95
Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	f_{ij}	$A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$		
S02	Obvodová stěna 1	5,63	0,832	0,143	0,67		
S10	Vnitřní stěna 2	25,91	1,155	0,143	4,28		
DV2	Dveře vnitřní	3,15	2,000	0,143	0,90		
					0,00		
					0,00		
Celková měrná tepelná ztráta z/do prostorů s odlišnou teplotou $H_{T,ij} = \sum_k A_k \cdot U_k \cdot f_{ij}$ (W/K)							5,85
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Stavební konstrukce							
Č.k.	Popis	A_k	U_k	ΔU	U_{kc}	b_u	$A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$
S08	Strop	58,67	0,444	0,02	0,464	0,571	15,54
					0,000		0,00
Celková měrná tepelná ztráta do nevytápěných prostorů $H_{T,iue} = \sum A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u$							15,54
Celková měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,i}$							95,34
$\Theta_{int,i}$ (°C)	Θ_e (°C)	$\Theta_{int,i} - \Theta_e$ (°C)	$H_{T,i}$ (W/K)	Návrhová ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$			
20	-15	35	95,34	3336,91			
Tepelné ztráty větráním - nucené větrání							
<u>Přímé větrání</u>	V_v	Δt	$\Phi_v = 0,34 \cdot V_v \cdot \Delta t$				
	500	0	0				
počet osob (hyg.zařízení)	dávka na osobu (m ³)	tepota z VZT	počet nechráněných otvorů				
20	25	20	3				
<u>Infiltrace</u>	n_{50}	ϵ	e	Δt			
$V_{inf} = 2 \cdot V \cdot n_{50} \cdot \epsilon \cdot e$	1	1	0,03	35			
30	$\Phi_v = 0,34 \cdot V_{inf} \cdot \Delta t$			357			
Celkový návrhový tepelný výkon Φ (W)				3693,91			
Výkon pro vzduchotechniku - účinnost ZZT 50 %							
$\Phi_{VZT} = 0,34 \cdot V_v \cdot \Delta t$	t_{ZZT} (°C)	V_v (m3)	t_i (°C)	Δt (°C)			
2975	2,5	500	20	17,5			

B.4. Návrh otopných těles

Ve vytápěných místnostech jsou navržena otopná desková tělesa Korado Radik VK a VKL se spodním připojením na předem vypočítaný tepelný výkon tvořený ztrátou prostupem, infiltrací a zátopovou přírůzkou s důvodu přerušovaného vytápění v nočních hodinách a o víkendu.

Tělesa budou osazena pomocí navrtávacích konzol, které jsou součástí dodávky.

Pro přepočítání tepelného výkonu těles na navržený teplotní spád 65/50°C byl použit návrhový software firmy Korado.[20]

Přehled všech navržených otopných těles je uveden v tabulce na konci této kapitoly.

Přehled použitých otopných těles:

Obr. B4.1 – Otopné těleso Korado Radik VK

Obr. B4.2 – Otopné těleso Korado Radik VKL

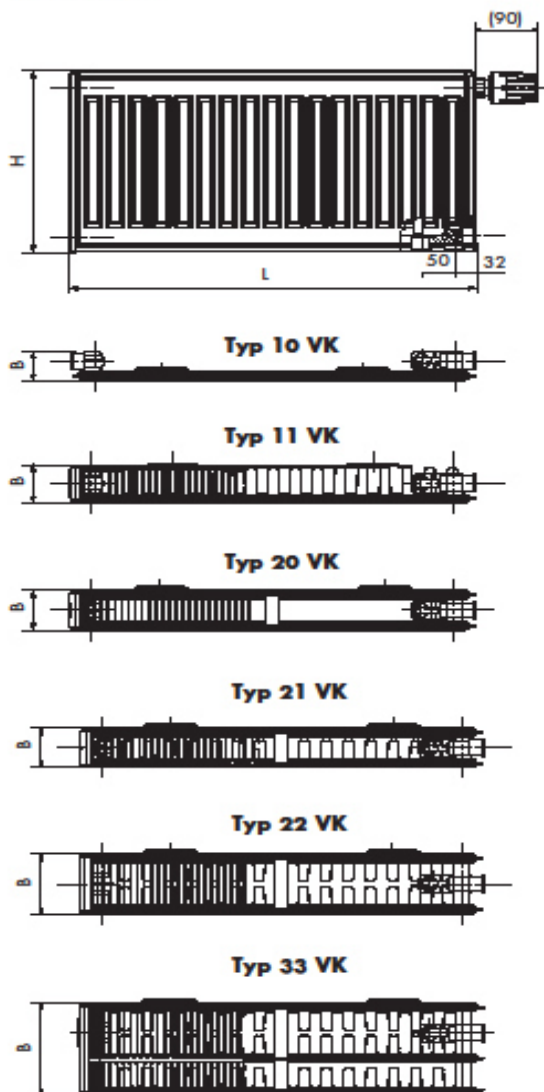
RADIK VK



Popis

Model **RADIK VK** je deskové otopné těleso v provedení VENTIL KOMPAKT, které umožňuje **pravé spodní připojení** na otopnou soustavu s nuceným oběhem. Ze zadní strany jsou přivařeny dvě horní a dolní příchytky, otopná tělesa o délce 1800 mm a delší mají navařena šest příchyttek.

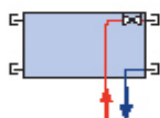
Přehled typů



Technické údaje

Výška H	300, 400, 500, 600, 900 mm
Délka L	400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 2300, 2600, 3000 mm
Hloubka B	
Typ 10 VK	47 mm
Typ 11 VK	63 mm
Typ 20 VK	66 mm
Typ 21 VK	66 mm
Typ 22 VK	100 mm
Typ 33 VK	155 mm
Připojovací rozteč	50 mm
Připojovací závit	6 x G1/2 vnitřní
Nejvyšší přípustný provozní přetlak	1,0 MPa
Nejvyšší přípustná provozní teplota	110 °C
Připojení otopného tělesa	pravé spodní

Způsoby připojení na otopnou soustavu



pravé spodní
 $\varphi = 1$

Údaje pro objednávku jsou uvedeny na straně 75.

Technické změny vyhrazeny.

Obr. B4.1 Otopné těleso Korado Radik VK [20]

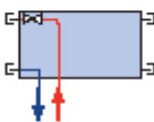
RADIK® VKL



Technické údaje

Výška H	300, 400, 500, 600, 900 mm
Délka L	400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 2300, 2600, 3000 mm
Hloubka B	
Typ 10 VKL	47 mm
Typ 11 VKL	63 mm
Typ 21 VKL	66 mm
Typ 22 VKL	100 mm
Typ 33 VKL	155 mm
Připojovací rozteč	50 mm
Připojovací závít	6 x G1/2 vnitřní
Nejvyšší přípustný provozní přetlak	1,0 MPa
Nejvyšší přípustná provozní teplota	110 °C
Připojení otopného tělesa	levé spodní

Způsoby připojení na otopnou soustavu



levé spodní
φ = 1

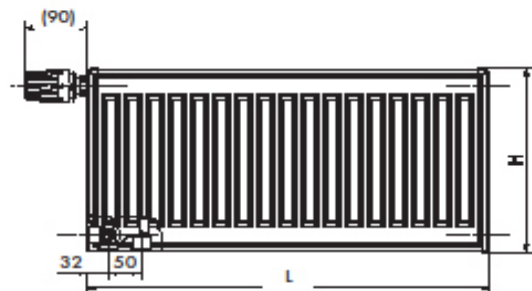
Údaje pro objednávku jsou uvedeny na straně 75.

Technické změny vyhrazeny.

Popis

Model **RADIK VKL** je deskové otopné těleso v provedení **VENTIL KOMPAKT**, které umožňuje **levé spodní připojení** na otopnou soustavu s nuceným oběhem. Ze zadní strany jsou přivařeny dvě horní a dolní příchytky, otopná tělesa o délce 1800 mm a delší mají navařena šest příchyttek.

Přehled typů



Obr. B4.2 Otopné těleso Korado Radik VKL [20]

Výpočet tepelného výkonu a návrh otopných těles

č.m.	Název	ztráta prostupem (W)	ztráta větráním - infiltrace (W)	celková ztráta (W)	zátopový tepelný výkon (W)	celkový tepelný výkon (W)	typ otopného tělesa	výkon těles pro teplotní spád 65/50 °C	φ	z1	z2	z3	skutečný výkon otopného tělesa (W)
1.01	Šatna	201,8	-484,5	-282,7	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
1.02	Šatna	295,55	-484,5	-188,95	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
1.03	Učebna	1812,2	267,75	2079,95	355,5	2435,45	2 x VK22/6120	2708	1	0,9	1	1	2437,2
1.04	Kabinet	750,67	71,4	822,07	160,2	982,27	2 x VK10/6120	986	1	1	1	1	986
1.05	Chodba	-149,95	0	-149,95	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
1.06	Zádveří	20,32	-161,5	-141,18	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
1.07	Chodba	1977,9	-680	1297,9	1018,9	2316,8	3 x VK11/6110	2646	1	0,9	1	1	2381,4
1.08	Učebna	1637,93	357	1994,93	560,6	2555,53	3 x VK21/6110	2859	1	0,9	1	1	2573,1
1.09	Učebna	2921,71	535,5	3457,21	834,2	4291,41	3 x VK22/6140	4737	1	0,9	1	1	4263,3
1.10	Učebna	1728,03	446,25	2174,28	678,8	2853,08	3 x VK21/6120	3117	1	0,9	1	1	2805,3
1.11	Učebna	2578,39	446,25	3024,64	686,9	3711,54	3 x VK22/6140	4737	1	0,9	1	1	4263,3
1.12	Sklad pomůcek	65,77	0	65,77	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
1.13	Kabinet	1710,68	107,1	1817,78	252,2	2069,98	2 x VK21/6120	2078	1	1	1	1	2078
1.14	Kabinet	1643,48	23,8	1667,28	139,8	1807,08	1 x VK22/6160	1805	1	1	1	1	1805
1.15	Chodba	-79,26	0	-79,26	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
1.16	WC	662,05	-85	577,05	21,9	598,95	1 x VK11/9070	780	1	0,9	1	0,9	631,8
1.17	WC	1013,01	-114,24	898,77	78,4	977,17	1 x VK21/6110	1130	1	0,9	1	1	1017
1.18	WC	554,62	-228,48	326,14	141,2	467,34	1 x VK11/6080	562	1	0,9	1	0,95	480,51
1.19	Kotelna	1199,7	0	1199,7	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
1.20	Učebna	2573,96	357	2930,96	610	3540,96	3 x VK 22/6120	4062	1	0,9	1	1	3655,8

2.01	Šatna	154,83	-484,5	-329,67	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
2.02	Učebna	1393,85	214,2	1608,05	301,7	1909,75	2 x VK22/6100	2256	1	0,9	1	1	2030,4
2.03	Učebna	2711,73	446,25	3157,98	633,2	3791,18	3 x VK22/6140	4737	1	0,9	1	1	4263,3
2.04	Učebna	2385,35	357	2742,35	707,2	3449,55	3 x VK22/6120	4062	1	0,9	1	1	3655,8
2.05	Schodiště	-66,75	0	-66,75	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
2.06	Učebna	2899,98	357	3256,98	665	3921,98	3 x VK22/6140	4737	1	0,9	1	1	4263,3
2.07	Učebna	2079,39	357	2436,39	682,8	3119,19	3 x VK21/6140	3639	1	0,9	1	1	3275,1
2.08	Učebna	2930,19	357	3287,19	686,9	3974,09	3 x VK22/6140	4737	1	0,9	1	1	4263,3
2.09	WC	815,49	-329,46	486,03	118,3	604,33	1 x VK 11/6100	802	1	0,9	1	0,9	649,62
2.10	WC	331,49	-232,56	98,93	118,5	217,43	1 x VK 10/6100	485	1	0,9	1	0,9	392,85
2.11	Kabinet	1781,82	23,8	1805,62	126,9	1932,52	1 x VK22/6180	2030	1	1	1	1	2030
2.12	WC	671,03	-85	586,03	20,3	606,33	1 x VK11/9070	780	1	0,9	1	0,9	631,8
2.13	WC	1045,24	-168,64	876,6	78,5	955,1	1 x VK21/6110	1130	1	0,9	1	1	1017
2.14	Chodba	2199,72	-680	1519,72	1250,9	2770,62	3 x VK21/6110	3390	1	0,9	1	1	3051
2.15	WC	1230,91	-277,44	953,47	131	1084,47	1 x VK21/6120	1233	1	0,9	1	1	1109,7
2.16	Učebna	3336,91	357	3693,91	586,7	4280,61	3 x VK22/6140	4737	1	0,9	1	1	4263,3

B.5. Dimenzování a hydraulické posouzení potrubí

Dimenzování potrubí se provádí hydraulickým výpočtem. Návrh průměru potrubí byl proveden podle ekonomické (optimální) rychlosti. Tato rychlost by neměla směrem ke zdroji klesat. Optimální rychlost proudění je uveden v tabulce.

Potrubní síť	Rychlost - w (m/s)	Měrná tlakový ztráta – R (Pa/m)
Přípojky k OT	0,15 – 0,6	60 – 100
Hlavní horizontální rozvod	0,6 – 1,0	110 – 200

Legenda k dimenzovací tabulce

Č.U. – číslo úseku potrubí (viz. dimenzovací schéma)

Q – přenášený tepelný výkon (W)

$M = Q / (1,163 \cdot \Delta t)$ – hmotnostní průtok (kg/h)

L – délka potrubí (m)

DN – průměr potrubí

R – tlaková ztráta třením (Pa/m)

W – rychlost otopné vody v potrubí (m/s)

Z – tlaková ztráta vřazenými odpory (Pa)

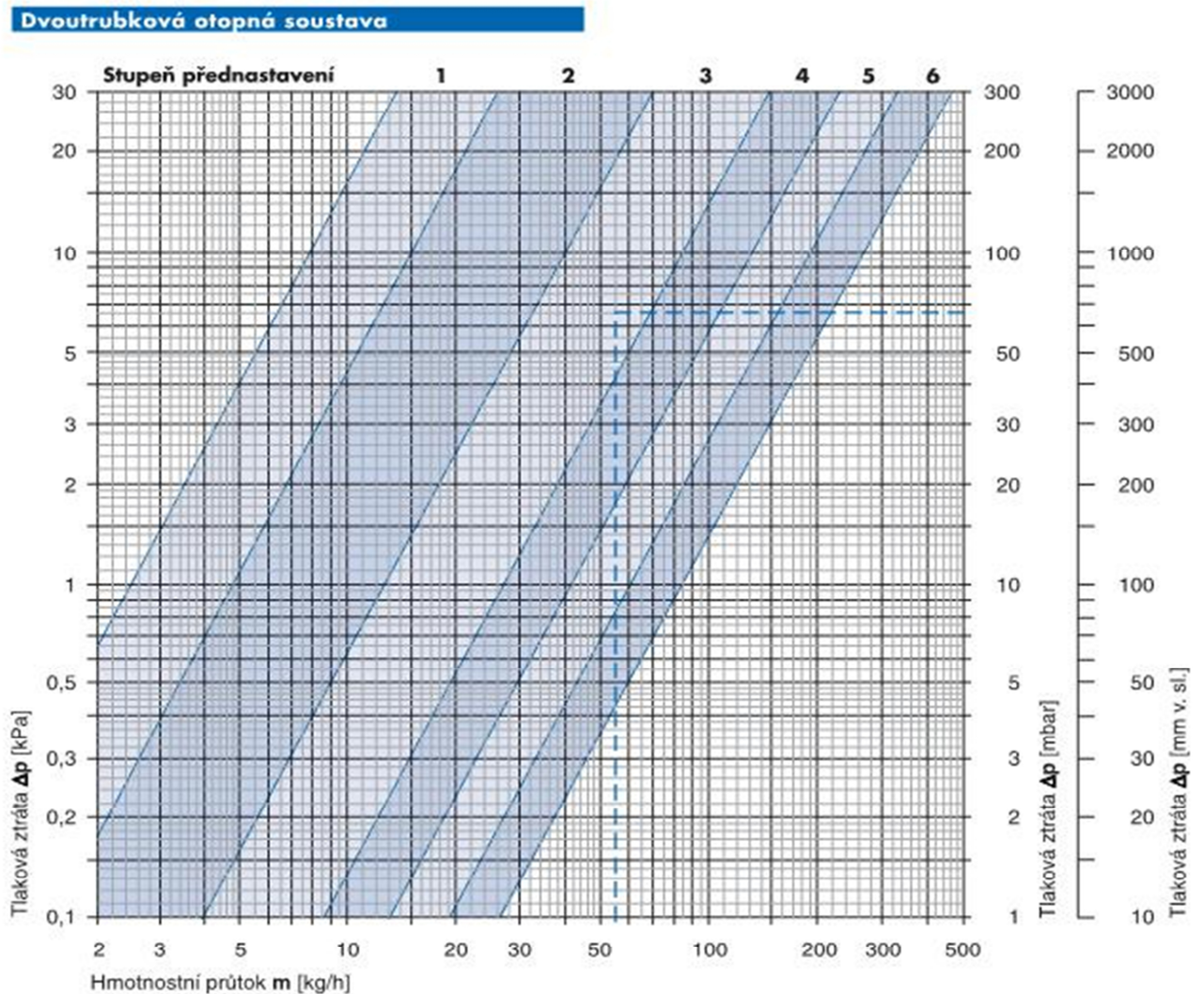
ξ – součinitel místních odporů (-)

Tlaková ztráta třením, rychlost proudění a průměr DN byly určeny pomocí příručky k projektování systémů z měděných trubek v technických zařízení budov. [21]

Hydraulické vyvážení soustavy

Přednastavení termostatického ventilu u otopných těles

- pro správnou funkci otopné soustavy je nutné správně nastavit stupeň přednastavení TRV
- tento stupeň je uveden u každého otopného těles ve výkres v závorce



Tabulka

Otopná tělesa v provedení Ventil Kompakt bez přípojovacích armatur			Stupeň přednastavení ventilu						Nejvyšší přípustná prov. teplota [°C]	Nejvyšší přípustný prov. přetlak [MPa]
			1	2	3	4	5	6		
Ventil s přednastavením v šesti stupních a termostatickou hlavicí	k_v [m ³ /h]	min	0,025	>0,047	>0,126	>0,269	>0,417	>0,600	110	1,0
		max	0,047	0,126	0,269	0,417	0,600	0,840		
	k_{vs} [m ³ /h]		0,051	0,133	0,294	0,430	0,630	0,980		

Obr. B5.1 Stupeň přednastavení [21]

Dimenzování potrubí - rozvody

Základní okruh (OT v místnosti 2.09) - teplotní rozdíl 15K (65/50) - stoupačka S1													
Č.U.	Q(W)	M(kg/h)	L(m)	DN - Dxt	R(Pa/m)	w(m/s)	RxL(Pa)	Σξ(-)	Z(Pa)	Δp _{RV} (Pa)	RxL+Z+Δp _{RV} (Pa)	Δp _{DIS} (Pa)	
1	802	46,0	8,4	15x1	16	0,1	134,4	13,7	68,5	500	702,9	702,9	
2	1287	73,8	16,99	18x1	13,5	0,1	229,4	7,1	35,5	0	264,9	967,8	
3	2866	164,3	4,8	18x1	55	0,23	264,0	1,2	31,7	0	295,7	1263,5	
4	4445	254,8	4,8	22x1	40	0,23	192,0	0,9	23,8	0	215,8	1479,3	
5	6024	345,3	6,9	22x1	67	0,31	462,3	1,2	57,7	0	520,0	1999,3	
6	12823	735,1	7,05	28x1,5	90	0,42	634,5	9,7	855,5	0	1490,0	3489,3	
7	15940	913,7	3,37	28x1,5	130	0,53	438,1	1,2	168,5	0	606,6	4096,0	
8	20677	1185,3	15,84	35x1,5	64	0,42	1013,8	4,5	396,9	0	1410,7	5506,6	
9	24560	1407,9	17,86	35x1,5	86	0,49	1536,0	14,7	1764,7	0	3300,7	8807,3	
10	25442	1458,4	76,4	35x1,5	92	0,51	7028,8	30	3901,5	19000	29930,3	38737,6	
Nutno zaregulovat:				0 Pa				Nastavení TRV:			6 - plně otevřeno		500 Pa

Základní okruh (OT v místnosti 2.03) - teplotní rozdíl 15K (65/50) - stoupačka S2													
41	1579	90,5	6,74	15x1	53	0,195	357,2	11,1	211,0	2000	2568,3	2568,3	
42	3158	181,0	4,79	18x1	65	0,26	311,4	0,9	30,4	0	341,8	2910,0	
43	4737	271,5	11,18	18x1	130	0,38	1453,4	11,3	815,9	0	2269,3	5179,3	
44	6091	349,2	9,1	22x1	70	0,32	637,0	0,9	46,1	0	683,1	5862,4	
45	7445	426,8	6,2	22x1	99	0,38	613,8	5,2	375,4	0	989,2	6851,6	
46	13536	775,9	10,82	28x1,5	98	0,44	1060,4	4,5	435,6	0	1496,0	8347,6	
47	16576	950,2	19,66	28x1,5	140	0,55	2752,4	10	1512,5	0	4264,9	12612,5	
48	25158	1442,1	4,06	35x1,5	90	0,51	365,4	4,5	585,2	0	950,6	13563,1	
49	27068	1551,6	4,71	35x1,5	105	0,55	494,6	4,5	680,6	0	1175,2	14738,3	
50	27950	1602,2	52,92	35x1,5	110	0,56	5821,2	21,3	3339,8	21000	30161,0	44899,3	
Nutno zaregulovat:				0 Pa				Nastavení TRV:			6 - plně otevřeno		2000 Pa

Základní okruh (OT v místnosti 2.15) - teplotní rozdíl 15K (65/50) - stoupačka S3													
97	1233	70,7	15,35	15x1	34	0,15	521,9	13,7	154,1	1250	1926,0	1926,0	
98	2363	135,5	11,69	18x1	38	0,19	444,2	4,5	81,2	0	525,4	2451,5	
99	3491	200,1	0,8	18x1	76	0,28	60,8	2,2	86,2	0	147,0	2598,5	
100	4619	264,8	2,8	18x1	121	0,37	338,8	1,2	82,1	0	420,9	3019,5	
90	9356	536,3	12,3	22x1	149	0,49	1832,7	9,7	1164,5	0	2997,2	6016,6	
91	13418	769,2	3,78	28x1,5	95	0,44	359,1	4,5	435,6	0	794,7	6811,3	
92	16126	924,4	7,84	28x1,5	132	0,53	1034,9	4,5	632,0	0	1666,9	8478,2	
93	17008	974,9	11,42	28x1,5	147	0,56	1678,7	1,2	188,2	0	1866,9	10345,1	
94	17570	1007,2	23,5	28x1,5	158	0,58	3713,0	21,3	3582,7	17000	24295,7	34640,8	
Nutno zaregulovat:				0 Pa				Nastavení TRV:			6 - plně otevřeno		1250 Pa

Dimenzování větve pro akumulční zásobník TV													
51	10640	609,9	12,5	22x1	188	0,55	2350,0	13,3	2011,6	500	4861,6	4861,6	

Dimenzování větve pro VZT - stoupačka S4													
11	59600	3416,5	36,5	42x1,5	163	0,81	5949,5	29,5	9677,5	34000	49627,0	49627,0	

Dimenzování úseků k OT v místnosti 2.10													
12	485	27,8	10,66	15x1	5,2	0,06	55,4	13,4	24,1	0	79,6	702,9	
Nutno zaregulovat:				702,9 - 79,6 = 623,3 Pa				Nastavení TRV:			5		

Dimenzování úseků k OT v místnosti 2.08-1													
13	1579	90,5	2	15x1	52	0,19	104,0	8,2	148,0	0	252,0	967,8	
Nutno zaregulovat:				967,8 - 252 = 715,8 Pa				Nastavení TRV:			6		

Dimenzování úseků k OT v místnosti 2.08-2													
14	1579	90,5	2	15x1	52	0,19	104,0	8,2	148,0	0	252,0	1263,5	
Nutno zaregulovat:				1263,5 - 252 = 1011,5 Pa				Nastavení TRV:			6		

Dimenzování úseků k OT v místnosti 2.08-3													
15	1579	90,5	2	15x1	52	0,19	104,0	8,2	148,0	0	252,0	1479,3	
Nutno zaregulovat:				1479,3 - 252 = 1227,3 Pa				Nastavení TRV:			6		

Dimenzování úseků k OT v místnosti 2.07-1													
16	1213	69,5	7,76	15x1	33	0,15	256,1	11,1	124,9	0	381,0	381,0	
17	2426	139,1	4,8	18x1	40	0,2	192,0	0,9	18,0	0	210,0	591,0	
18	3639	208,6	1,4	22x1	28	0,19	39,2	0,3	5,4	0	44,6	635,6	
19	6799	389,7	4,05	22x1	84	0,35	340,2	10,4	637,0	0	977,2	1612,8	
6	12823	735,1	7,05	28x1,5	90	0,42	634,5	9,7	855,5	0	1490,0	3102,8	
7	15940	913,7	3,37	28x1,5	130	0,53	438,1	1,2	168,5	0	606,6	3709,5	
8	20677	1185,3	15,84	35x1,5	64	0,42	1013,8	4,5	396,9	0	1410,7	5120,1	
9	24560	1407,9	17,86	35x1,5	86	0,49	1536,0	14,7	1764,7	0	3300,7	8420,8	
10	25442	1458,4	76,4	35x1,5	92	0,51	7028,8	30	3901,5	19000	29930,3	38351,1	
Nutno zaregulovat:				38737,6 - 38351,1 = 386,5 Pa				Nastavení TRV:				6	

Dimenzování úseků k OT v místnosti 2.07-2													
20	1213	69,5	2	15x1	33	0,15	66,0	8,2	92,3	0	158,3	158,3	
17	2426	139,1	4,8	18x1	40	0,2	192,0	0,9	18,0	0	210,0	368,3	
18	3639	208,6	1,4	22x1	28	0,19	39,2	0,3	5,4	0	44,6	412,9	
19	6799	389,7	4,05	22x1	84	0,35	340,2	10,4	637,0	0	977,2	1390,1	
6	12823	735,1	7,05	28x1,5	90	0,42	634,5	9,7	855,5	0	1490,0	2880,2	
7	15940	913,7	3,37	28x1,5	130	0,53	438,1	1,2	168,5	0	606,6	3486,8	
8	20677	1185,3	15,84	35x1,5	64	0,42	1013,8	4,5	396,9	0	1410,7	4897,5	
9	24560	1407,9	17,86	35x1,5	86	0,49	1536,0	14,7	1764,7	0	3300,7	8198,2	
10	25442	1458,4	76,4	35x1,5	92	0,51	7028,8	30	3901,5	19000	29930,3	38128,5	
Nutno zaregulovat:				38737,6 - 38128,5 = 609,1 Pa				Nastavení TRV:				6	

Dimenzování úseků k OT v místnosti 2.07-3													
21	1213	69,5	2	15x1	33	0,15	66,0	8,2	92,3	0	158,3	158,3	
18	3639	208,6	1,4	22x1	28	0,19	39,2	0,3	5,4	0	44,6	202,9	
19	6799	389,7	4,05	22x1	84	0,35	340,2	10,4	637,0	0	977,2	1180,1	
6	12823	735,1	7,05	28x1,5	90	0,42	634,5	9,7	855,5	0	1490,0	2670,2	
7	15940	913,7	3,37	28x1,5	130	0,53	438,1	1,2	168,5	0	606,6	3276,8	
8	20677	1185,3	15,84	35x1,5	64	0,42	1013,8	4,5	396,9	0	1410,7	4687,5	
9	24560	1407,9	17,86	35x1,5	86	0,49	1536,0	14,7	1764,7	0	3300,7	7988,2	
10	25442	1458,4	76,4	35x1,5	92	0,51	7028,8	30	3901,5	19000	29930,3	37918,5	
Nutno zaregulovat:				38737,6 - 37918,5 = 819,1 Pa				Nastavení TRV:				6	

Dimenzování úseků k OT v místnosti 2.11													
24	2030	116,4	12,2	18x1	30	0,16	366,0	11,1	142,1	0	508,1	508,1	
23	3160	181,1	16,6	22x1	22	0,16	365,2	4,5	57,6	0	422,8	930,9	
19	6799	389,7	4,05	22x1	84	0,35	340,2	10,4	637,0	0	977,2	1908,1	
6	12823	735,1	7,05	28x1,5	90	0,42	634,5	9,7	855,5	0	1490,0	3398,1	
7	15940	913,7	3,37	28x1,5	130	0,53	438,1	1,2	168,5	0	606,6	4004,8	
8	20677	1185,3	15,84	35x1,5	64	0,42	1013,8	4,5	396,9	0	1410,7	5415,4	
9	24560	1407,9	17,86	35x1,5	86	0,49	1536,0	14,7	1764,7	0	3300,7	8716,1	
10	25442	1458,4	76,4	35x1,5	92	0,51	7028,8	30	3901,5	19000	29930,3	38646,4	
Nutno zaregulovat:				38737,6 - 38646,4 = 91,2 Pa				Nastavení TRV:				6	

Dimenzování úseků k OT v místnosti 2.14-1													
22	1130	64,8	9	15x1	30	0,14	270,0	10,8	105,8	0	375,8	375,8	
23	3160	181,1	16,6	22x1	22	0,16	365,2	4,5	57,6	0	422,8	798,6	
19	6799	389,7	4,05	22x1	84	0,35	340,2	10,4	637,0	0	977,2	1775,8	
6	12823	735,1	7,05	28x1,5	90	0,42	634,5	9,7	855,5	0	1490,0	3265,8	
7	15940	913,7	3,37	28x1,5	130	0,53	438,1	1,2	168,5	0	606,6	3872,5	
8	20677	1185,3	15,84	35x1,5	64	0,42	1013,8	4,5	396,9	0	1410,7	5283,1	
9	24560	1407,9	17,86	35x1,5	86	0,49	1536,0	14,7	1764,7	0	3300,7	8583,8	
10	25442	1458,4	76,4	35x1,5	92	0,51	7028,8	30	3901,5	19000	29930,3	38514,1	
Nutno zaregulovat:				38737,6 - 38514,1 = 223,5 Pa				Nastavení TRV:				6	

Dimenzování úseků k OT v místnosti 1.10-1													
25	1039	59,6	6,75	15x1	25	0,12	168,8	11,1	79,9	0	248,7	248,7	
26	2078	119,1	4,79	18x1	32	0,17	153,3	1,2	17,3	0	170,6	419,3	
27	3117	178,7	5,72	18x1	63	0,25	360,4	1,2	37,5	0	397,9	817,2	
7	15940	913,7	3,37	28x1,5	130	0,53	438,1	1,2	168,5	0	606,6	1423,8	
8	20677	1185,3	15,84	35x1,5	64	0,42	1013,8	4,5	396,9	0	1410,7	2834,5	
9	24560	1407,9	17,86	35x1,5	86	0,49	1536,0	14,7	1764,7	0	3300,7	6135,1	
10	25442	1458,4	76,4	35x1,5	92	0,51	7028,8	30	3901,5	19000	29930,3	36065,4	
Nutno zaregulovat:				38737,6 - 36065,4 = 2672,2 Pa				Nastavení TRV:				4	

Dimenzování úseků k OT v místnosti 1.10-2													
28	1039	59,6	2	15x1	25	0,12	50,0	8,2	59,0	0	109,0	109,0	
26	2078	119,1	4,79	18x1	32	0,17	153,3	1,2	17,3	0	170,6	279,6	
27	3117	178,7	5,72	18x1	63	0,25	360,4	1,2	37,5	0	397,9	677,5	
7	15940	913,7	3,37	28x1,5	130	0,53	438,1	1,2	168,5	0	606,6	1284,1	
8	20677	1185,3	15,84	35x1,5	64	0,42	1013,8	4,5	396,9	0	1410,7	2694,8	
9	24560	1407,9	17,86	35x1,5	86	0,49	1536,0	14,7	1764,7	0	3300,7	5995,5	
10	25442	1458,4	76,4	35x1,5	92	0,51	7028,8	30	3901,5	19000	29930,3	35925,8	
Nutno zaregulovat:				38737,6 - 35925,8 = 2811,8 Pa				Nastavení TRV:		4			

Dimenzování úseků k OT v místnosti 1.10-3													
29	1039	59,6	2	15x1	25	0,12	50,0	8,2	59,0	0	109,0	109,0	
27	3117	178,7	5,72	18x1	63	0,25	360,4	1,2	37,5	0	397,9	506,9	
7	15940	913,7	3,37	28x1,5	130	0,53	438,1	1,2	168,5	0	606,6	1113,5	
8	20677	1185,3	15,84	35x1,5	64	0,42	1013,8	4,5	396,9	0	1410,7	2524,2	
9	24560	1407,9	17,86	35x1,5	86	0,49	1536,0	14,7	1764,7	0	3300,7	5824,9	
10	25442	1458,4	76,4	35x1,5	92	0,51	7028,8	30	3901,5	19000	29930,3	35755,2	
Nutno zaregulovat:				38737,6 - 35755,2 = 2982,4 Pa				Nastavení TRV:		4			

Dimenzování úseků k OT v místnosti 1.11-1													
30	1579	90,5	6,8	15x1	52	0,19	353,6	11,1	200,4	0	554,0	554,0	
31	3158	181,0	4,8	18x1	65	0,26	312,0	1,2	40,6	0	352,6	906,5	
32	4737	271,5	3,6	22x1	45	0,24	162,0	1,2	34,6	0	196,6	1103,1	
8	20677	1185,3	15,84	35x1,5	64	0,42	1013,8	4,5	396,9	0	1410,7	2513,7	
9	24560	1407,9	17,86	35x1,5	86	0,49	1536,0	14,7	1764,7	0	3300,7	5814,4	
10	25442	1458,4	76,4	35x1,5	92	0,51	7028,8	30	3901,5	19000	29930,3	35744,7	
Nutno zaregulovat:				38737,6 - 35744,7 = 2992,9 Pa				Nastavení TRV:		5			

Dimenzování úseků k OT v místnosti 1.11-2													
33	1579	90,5	2	15x1	52	0,19	104,0	8,2	148,0	0	252,0	252,0	
31	3158	181,0	4,8	18x1	65	0,26	312,0	1,2	40,6	0	352,6	604,6	
32	4737	271,5	3,6	22x1	45	0,24	162,0	1,2	34,6	0	196,6	801,1	
8	20677	1185,3	15,84	35x1,5	64	0,42	1013,8	4,5	396,9	0	1410,7	2211,8	
9	24560	1407,9	17,86	35x1,5	86	0,49	1536,0	14,7	1764,7	0	3300,7	5512,5	
10	25442	1458,4	76,4	35x1,5	92	0,51	7028,8	30	3901,5	19000	29930,3	35442,8	
Nutno zaregulovat:				38737,6 - 35442,8 = 3294,8 Pa				Nastavení TRV:		5			

Dimenzování úseků k OT v místnosti 1.11-3													
34	1579	90,5	2	15x1	52	0,19	104,0	8,2	148,0	0	252,0	252,0	
32	4737	271,5	3,6	22x1	45	0,24	162,0	1,2	34,6	0	196,6	448,6	
8	20677	1185,3	15,84	35x1,5	64	0,42	1013,8	4,5	396,9	0	1410,7	1859,2	
9	24560	1407,9	17,86	35x1,5	86	0,49	1536,0	14,7	1764,7	0	3300,7	5159,9	
10	25442	1458,4	76,4	35x1,5	92	0,51	7028,8	30	3901,5	19000	29930,3	35090,2	
Nutno zaregulovat:				38737,6 - 35090,2 = 3647,4 Pa				Nastavení TRV:		5			

Dimenzování úseků k OT v místnosti 1.13-1													
35	1039	59,6	8,2	15x1	25	0,12	205,0	11,1	79,9	0	284,9	284,9	
36	2078	119,1	11,4	18x1	32	0,17	364,8	6,4	92,5	0	457,3	742,2	
37	3883	222,6	8,38	22x1	32	0,2	268,2	3,8	76,0	0	344,2	1086,4	
9	24560	1407,9	17,86	35x1,5	86	0,49	1536,0	14,7	1764,7	0	3300,7	4387,1	
10	25442	1458,4	76,4	35x1,5	92	0,51	7028,8	30	3901,5	19000	29930,3	34317,4	
Nutno zaregulovat:				38737,6 - 34317,4 = 4420,2 Pa				Nastavení TRV:		4			

Dimenzování úseků k OT v místnosti 1.13-2													
38	1039	59,6	2	15x1	25	0,12	50,0	8,2	59,0	0	109,0	109,0	
36	2078	119,1	11,4	18x1	32	0,17	364,8	6,4	92,5	0	457,3	566,3	
37	3883	222,6	8,38	22x1	32	0,2	268,2	3,8	76,0	0	344,2	910,5	
9	24560	1407,9	17,86	35x1,5	86	0,49	1536,0	14,7	1764,7	0	3300,7	4211,2	
10	25442	1458,4	76,4	35x1,5	92	0,51	7028,8	30	3901,5	19000	29930,3	34141,5	
Nutno zaregulovat:				38737,6 - 34141,5 = 4596,1 Pa				Nastavení TRV:		4			

Dimenzování úseků k OT v místnosti 1.14													
39	1805	103,5	6,16	15x1	65	0,22	400,4	11,1	268,6	0	669,0	669,0	
37	3883	222,6	8,38	22x1	32	0,2	268,2	3,8	76,0	0	344,2	1013,2	
9	24560	1407,9	17,86	35x1,5	86	0,49	1536,0	14,7	1764,7	0	3300,7	4313,9	
10	25442	1458,4	76,4	35x1,5	92	0,51	7028,8	30	3901,5	19000	29930,3	34244,2	
Nutno zaregulovat:				38737,6 - 34244,2 = 4493,4 Pa				Nastavení TRV:			5		

Dimenzování úseků k OT v místnosti 1.07-1													
40	882	50,6	2	15x1	19	0,1	38,0	8,2	41,0	0	79,0	79,0	
10	25442	1458,4	76,4	35x1,5	92	0,51	7028,8	30	3901,5	19000	29930,3	30009,3	
Nutno zaregulovat:				38737,6 - 30009,3 = 8728,3 Pa				Nastavení TRV:			3		

Dimenzování úseků k OT v místnosti 2.03 - 2													
52	1579	90,5	2	15x1	52	0,19	104,0	8,2	148,0	0	252,0	252,0	
42	3158	181,0	4,79	18x1	65	0,26	311,4	0,9	30,4	0	341,8	593,8	
43	4737	271,5	11,18	18x1	130	0,38	1453,4	11,3	815,9	0	2269,3	2863,0	
44	6091	349,2	9,1	22x1	70	0,32	637,0	0,9	46,1	0	683,1	3546,1	
45	7445	426,8	6,2	22x1	99	0,38	613,8	5,2	375,4	0	989,2	4535,4	
46	13536	775,9	10,82	28x1,5	98	0,44	1060,4	4,5	435,6	0	1496,0	6031,3	
47	16576	950,2	19,66	28x1,5	140	0,55	2752,4	10	1512,5	0	4264,9	10296,2	
48	25158	1442,1	4,06	35x1,5	90	0,51	365,4	4,5	585,2	0	950,6	11246,8	
49	27068	1551,6	4,71	35x1,5	105	0,55	494,6	4,5	680,6	0	1175,2	12422,0	
50	27950	1602,2	52,92	35x1,5	110	0,56	5821,2	21,3	3339,8	21000	30161,0	42583,1	
Nutno zaregulovat:				44899,3-42583,1 = 2316,2 Pa				Nastavení TRV:			6		

Dimenzování úseků k OT v místnosti 2.03 - 3													
53	1579	90,5	2	15x1	52	0,19	104,0	8,2	148,0	0	252,0	252,0	
43	4737	271,5	11,18	18x1	130	0,38	1453,4	11,3	815,9	0	2269,3	2521,3	
44	6091	349,2	9,1	22x1	70	0,32	637,0	0,9	46,1	0	683,1	3204,4	
45	7445	426,8	6,2	22x1	99	0,38	613,8	5,2	375,4	0	989,2	4193,6	
46	13536	775,9	10,82	28x1,5	98	0,44	1060,4	4,5	435,6	0	1496,0	5689,6	
47	16576	950,2	19,66	28x1,5	140	0,55	2752,4	10	1512,5	0	4264,9	9954,5	
48	25158	1442,1	4,06	35x1,5	90	0,51	365,4	4,5	585,2	0	950,6	10905,1	
49	27068	1551,6	4,71	35x1,5	105	0,55	494,6	4,5	680,6	0	1175,2	12080,3	
50	27950	1602,2	52,92	35x1,5	110	0,56	5821,2	21,3	3339,8	21000	30161,0	42241,3	
Nutno zaregulovat:				44899,3-42241,3 = 2658 Pa				Nastavení TRV:			6		

Dimenzování úseků k OT v místnosti 2.04-1													
54	1354	77,6	2	15x1	40	0,17	80,0	8,2	118,5	0	198,5	198,5	
44	6091	349,2	9,1	22x1	70	0,32	637,0	0,9	46,1	0	683,1	881,6	
45	7445	426,8	6,2	22x1	99	0,38	613,8	5,2	375,4	0	989,2	1870,8	
46	13536	775,9	10,82	28x1,5	98	0,44	1060,4	4,5	435,6	0	1496,0	3366,8	
47	16576	950,2	19,66	28x1,5	140	0,55	2752,4	10	1512,5	0	4264,9	7631,7	
48	25158	1442,1	4,06	35x1,5	90	0,51	365,4	4,5	585,2	0	950,6	8582,3	
49	27068	1551,6	4,71	35x1,5	105	0,55	494,6	4,5	680,6	0	1175,2	9757,5	
50	27950	1602,2	52,92	35x1,5	110	0,56	5821,2	21,3	3339,8	21000	30161,0	39918,5	
Nutno zaregulovat:				44899,3-39918,5 = 4980,8 Pa				Nastavení TRV:			4		

Dimenzování úseků k OT v místnosti 2.04-2													
55	1354	77,6	2	15x1	40	0,17	80,0	8,2	118,5	0	198,5	198,5	
45	7445	426,8	6,2	22x1	99	0,38	613,8	5,2	375,4	0	989,2	1187,7	
46	13536	775,9	10,82	28x1,5	98	0,44	1060,4	4,5	435,6	0	1496,0	2683,7	
47	16576	950,2	19,66	28x1,5	140	0,55	2752,4	10	1512,5	0	4264,9	6948,6	
48	25158	1442,1	4,06	35x1,5	90	0,51	365,4	4,5	585,2	0	950,6	7899,2	
49	27068	1551,6	4,71	35x1,5	105	0,55	494,6	4,5	680,6	0	1175,2	9074,4	
50	27950	1602,2	52,92	35x1,5	110	0,56	5821,2	21,3	3339,8	21000	30161,0	39235,4	
Nutno zaregulovat:				44899,3-39235,4 = 5663,9 Pa				Nastavení TRV:			4		

Dimenzování úseků k OT v místnosti 2.06-1													
56	1579	90,5	7	15x1	52	0,19	364,0	11,3	204,0	0	568,0	568,0	
57	3158	181,0	5,06	18x1	65	0,26	328,9	1,2	40,6	0	369,5	937,4	
58	4737	271,5	14,7	18x1	130	0,38	1911,0	10,4	750,9	0	2661,9	3599,3	
59	6091	349,2	2,8	22x1	70	0,32	196,0	1,2	61,4	0	257,4	3856,7	
46	13536	775,9	10,82	28x1,5	98	0,44	1060,4	4,5	435,6	0	1496,0	5352,7	
47	16576	950,2	19,66	28x1,5	140	0,55	2752,4	10	1512,5	0	4264,9	9617,6	
48	25158	1442,1	4,06	35x1,5	90	0,51	365,4	4,5	585,2	0	950,6	10568,2	
49	27068	1551,6	4,71	35x1,5	105	0,55	494,6	4,5	680,6	0	1175,2	11743,4	

50	27950	1602,2	52,92	35x1,5	110	0,56	5821,2	21,3	3339,8	21000	30161,0	41904,4	
Nutno zaregulovat:			44899,3-41904,4 = 2994,9 Pa				Nastavení TRV:			5			

Dimenzování úseků k OT v místnosti 2.06-2													
60	1579	90,5	2	15x1	52	0,19	104,0	8,2	148,0	0	252,0	252,0	
57	3158	181,0	5,06	18x1	65	0,26	328,9	1,2	40,6	0	369,5	621,5	
58	4737	271,5	14,7	18x1	130	0,38	1911,0	10,4	750,9	0	2661,9	3283,4	
59	6091	349,2	2,8	22x1	70	0,32	196,0	1,2	61,4	0	257,4	3540,8	
46	13536	775,9	10,82	28x1,5	98	0,44	1060,4	4,5	435,6	0	1496,0	5036,8	
47	16576	950,2	19,66	28x1,5	140	0,55	2752,4	10	1512,5	0	4264,9	9301,7	
48	25158	1442,1	4,06	35x1,5	90	0,51	365,4	4,5	585,2	0	950,6	10252,3	
49	27068	1551,6	4,71	35x1,5	105	0,55	494,6	4,5	680,6	0	1175,2	11427,5	
50	27950	1602,2	52,92	35x1,5	110	0,56	5821,2	21,3	3339,8	21000	30161,0	41588,5	
Nutno zaregulovat:			44899,3-41588,5 = 3310,8 Pa				Nastavení TRV:			5			

Dimenzování úseků k OT v místnosti 2.06-3													
61	1579	90,5	2	15x1	52	0,19	104,0	8,2	148,0	0	252,0	252,0	
58	4737	271,5	14,7	18x1	130	0,38	1911,0	10,4	750,9	0	2661,9	2913,9	
59	6091	349,2	2,8	22x1	70	0,32	196,0	1,2	61,4	0	257,4	3171,3	
46	13536	775,9	10,82	28x1,5	98	0,44	1060,4	4,5	435,6	0	1496,0	4667,3	
47	16576	950,2	19,66	28x1,5	140	0,55	2752,4	10	1512,5	0	4264,9	8932,2	
48	25158	1442,1	4,06	35x1,5	90	0,51	365,4	4,5	585,2	0	950,6	9882,8	
49	27068	1551,6	4,71	35x1,5	105	0,55	494,6	4,5	680,6	0	1175,2	11058,0	
50	27950	1602,2	52,92	35x1,5	110	0,56	5821,2	21,3	3339,8	21000	30161,0	41219,0	
Nutno zaregulovat:			44899,3-41219 = 3680,3 Pa				Nastavení TRV:			5			

Dimenzování úseků k OT v místnosti 2.04-3													
62	1354	77,6	2	15x1	40	0,17	80,0	8,2	118,5	0	198,5	198,5	
59	6091	349,2	2,8	22x1	70	0,32	196,0	1,2	61,4	0	257,4	455,9	
46	13536	775,9	10,82	28x1,5	98	0,44	1060,4	4,5	435,6	0	1496,0	1951,9	
47	16576	950,2	19,66	28x1,5	140	0,55	2752,4	10	1512,5	0	4264,9	6216,8	
48	25158	1442,1	4,06	35x1,5	90	0,51	365,4	4,5	585,2	0	950,6	7167,4	
49	27068	1551,6	4,71	35x1,5	105	0,55	494,6	4,5	680,6	0	1175,2	8342,6	
50	27950	1602,2	52,92	35x1,5	110	0,56	5821,2	21,3	3339,8	21000	30161,0	38503,6	
Nutno zaregulovat:			44899,3-38503,6 = 6395,7 Pa				Nastavení TRV:			5			

Dimenzování úseků k OT v místnosti 2.14-2													
63	1130	64,8	5,8	15x1	29	0,14	168,2	11,1	108,8	0	277,0	277,0	
64	2260	129,6	3,52	18x1	36	0,18	126,7	0,9	14,6	0	141,3	418,3	
65	3040	174,3	4,04	18x1	60	0,25	242,4	4,5	140,6	0	383,0	801,3	
47	16576	950,2	19,66	28x1,5	140	0,55	2752,4	10	1512,5	0	4264,9	5066,2	
48	25158	1442,1	4,06	35x1,5	90	0,51	365,4	4,5	585,2	0	950,6	6016,8	
49	27068	1551,6	4,71	35x1,5	105	0,55	494,6	4,5	680,6	0	1175,2	7192,0	
50	27950	1602,2	52,92	35x1,5	110	0,56	5821,2	21,3	3339,8	21000	30161,0	37353,0	
Nutno zaregulovat:			44899,3-37353 = 7546,3 Pa				Nastavení TRV:			3			

Dimenzování úseků k OT v místnosti 2.13													
67	1130	64,8	5,84	15x1	29	0,14	169,4	11,1	108,8	0	278,1	278,1	
64	2260	129,6	3,52	18x1	36	0,18	126,7	0,9	14,6	0	141,3	419,4	
65	3040	174,3	4,04	18x1	60	0,25	242,4	4,5	140,6	0	383,0	802,5	
47	16576	950,2	19,66	28x1,5	140	0,55	2752,4	10	1512,5	0	4264,9	5067,4	
48	25158	1442,1	4,06	35x1,5	90	0,51	365,4	4,5	585,2	0	950,6	6018,0	
49	27068	1551,6	4,71	35x1,5	105	0,55	494,6	4,5	680,6	0	1175,2	7193,2	
50	27950	1602,2	52,92	35x1,5	110	0,56	5821,2	21,3	3339,8	21000	30161,0	37354,2	
Nutno zaregulovat:			44899,3-37354,2 = 7545,1 Pa				Nastavení TRV:			3			

Dimenzování úseků k OT v místnosti 2.12													
66	780	44,7	7,6	15x1	15	0,09	114,0	13,4	54,3	0	168,3	168,3	
65	3040	174,3	4,04	18x1	60	0,25	242,4	4,5	140,6	0	383,0	551,3	
47	16576	950,2	19,66	28x1,5	140	0,55	2752,4	10	1512,5	0	4264,9	4816,2	
48	25158	1442,1	4,06	35x1,5	90	0,51	365,4	4,5	585,2	0	950,6	5766,8	
49	27068	1551,6	4,71	35x1,5	105	0,55	494,6	4,5	680,6	0	1175,2	6942,0	
50	27950	1602,2	52,92	35x1,5	110	0,56	5821,2	21,3	3339,8	21000	30161,0	37103,0	
Nutno zaregulovat:			44899,3-37103 = 7796,3 Pa				Nastavení TRV:			3			

Dimenzování úseků k OT v místnosti 1.09-1													
68	1579	90,5	12,08	15x1	52	0,19	628,2	11,1	200,4	0	828,5	828,5	
69	3158	181,0	12,04	18x1	65	0,26	782,6	11,6	392,1	0	1174,7	2003,2	
70	4737	271,5	7,98	18x1	130	0,38	1037,4	1,2	86,6	0	1124,0	3127,2	
71	5690	326,2	2,37	22x1	61	0,29	144,6	1,2	50,5	0	195,0	3322,3	
72	8582	491,9	10,82	28x1,5	45	0,28	486,9	4,8	188,2	0	675,1	3997,3	
48	25158	1442,1	4,06	35x1,5	90	0,51	365,4	4,5	585,2	0	950,6	4948,0	
49	27068	1551,6	4,71	35x1,5	105	0,55	494,6	4,5	680,6	0	1175,2	6123,1	
50	27950	1602,2	52,92	35x1,5	110	0,56	5821,2	21,3	3339,8	21000	30161,0	36284,2	
Nutno zaregulovat:			44899,3-36284,2 = 8615,1 Pa				Nastavení TRV:			4			

Dimenzování úseků k OT v místnosti 1.09-2													
73	1579	90,5	2	15x1	52	0,19	104,0	8,2	148,0	0	252,0	252,0	
69	3158	181,0	12,04	18x1	65	0,26	782,6	11,6	392,1	0	1174,7	1426,7	
70	4737	271,5	7,98	18x1	130	0,38	1037,4	1,2	86,6	0	1124,0	2550,7	
71	5690	326,2	2,37	22x1	61	0,29	144,6	1,2	50,5	0	195,0	2745,8	
72	8582	491,9	10,82	28x1,5	45	0,28	486,9	4,8	188,2	0	675,1	3420,8	
48	25158	1442,1	4,06	35x1,5	90	0,51	365,4	4,5	585,2	0	950,6	4371,4	
49	27068	1551,6	4,71	35x1,5	105	0,55	494,6	4,5	680,6	0	1175,2	5546,6	
50	27950	1602,2	52,92	35x1,5	110	0,56	5821,2	21,3	3339,8	21000	30161,0	35707,7	
Nutno zaregulovat:			44899,3-35707,7 = 9191,6 Pa				Nastavení TRV:			4			

Dimenzování úseků k OT v místnosti 1.09-3													
74	1579	90,5	2	15x1	52	0,19	104,0	8,2	148,0	0	252,0	252,0	
70	4737	271,5	7,98	18x1	130	0,38	1037,4	1,2	86,6	0	1124,0	1376,1	
71	5690	326,2	2,37	22x1	61	0,29	144,6	1,2	50,5	0	195,0	1571,1	
72	8582	491,9	10,82	28x1,5	45	0,28	486,9	4,8	188,2	0	675,1	2246,1	
48	25158	1442,1	4,06	35x1,5	90	0,51	365,4	4,5	585,2	0	950,6	3196,8	
49	27068	1551,6	4,71	35x1,5	105	0,55	494,6	4,5	680,6	0	1175,2	4371,9	
50	27950	1602,2	52,92	35x1,5	110	0,56	5821,2	21,3	3339,8	21000	30161,0	34533,0	
Nutno zaregulovat:			44899,3-34533 = 10366,3 Pa				Nastavení TRV:			4			

Dimenzování úseků k OT v místnosti 1.08-3													
75	953	54,6	2	15x1	22	0,12	44,0	8,2	59,0	0	103,0	103,0	
71	5690	326,2	2,37	22x1	61	0,29	144,6	1,2	50,5	0	195,0	298,1	
72	8582	491,9	10,82	28x1,5	45	0,28	486,9	4,8	188,2	0	675,1	973,1	
48	25158	1442,1	4,06	35x1,5	90	0,51	365,4	4,5	585,2	0	950,6	1923,8	
49	27068	1551,6	4,71	35x1,5	105	0,55	494,6	4,5	680,6	0	1175,2	3098,9	
50	27950	1602,2	52,92	35x1,5	110	0,56	5821,2	21,3	3339,8	21000	30161,0	33260,0	
Nutno zaregulovat:			44899,3-33260 = 11639,3 Pa				Nastavení TRV:			3			

Dimenzování úseků k OT v místnosti 1.04-1													
76	493	28,3	6,19	15x1	5	0,06	31,0	11,1	20,0	0	50,9	50,9	
77	986	56,5	11,31	15x1	23	0,12	260,1	11,6	83,5	0	343,7	394,6	
78	1939	111,1	4,48	18x1	28	0,16	125,4	1,2	15,4	0	140,8	535,4	
79	2892	165,8	2,2	18x1	55	0,23	121,0	4,5	119,0	0	240,0	775,4	
72	8582	491,9	10,82	28x1,5	45	0,28	486,9	4,8	188,2	0	675,1	1450,5	
48	25158	1442,1	4,06	35x1,5	90	0,51	365,4	4,5	585,2	0	950,6	2401,1	
49	27068	1551,6	4,71	35x1,5	105	0,55	494,6	4,5	680,6	0	1175,2	3576,3	
50	27950	1602,2	52,92	35x1,5	110	0,56	5821,2	21,3	3339,8	21000	30161,0	33737,3	
Nutno zaregulovat:			44899,3-33737,3 = 11162 Pa				Nastavení TRV:			2			

Dimenzování úseků k OT v místnosti 1.04-2													
80	493	28,3	2	15x1	5	0,06	10,0	8,2	14,8	0	24,8	24,8	
77	986	56,5	11,31	15x1	23	0,12	260,1	11,6	83,5	0	343,7	368,4	
78	1939	111,1	4,48	18x1	28	0,16	125,4	1,2	15,4	0	140,8	509,2	
79	2892	165,8	2,2	18x1	55	0,23	121,0	4,5	119,0	0	240,0	749,2	
72	8582	491,9	10,82	28x1,5	45	0,28	486,9	4,8	188,2	0	675,1	1424,3	
48	25158	1442,1	4,06	35x1,5	90	0,51	365,4	4,5	585,2	0	950,6	2374,9	
49	27068	1551,6	4,71	35x1,5	105	0,55	494,6	4,5	680,6	0	1175,2	3550,1	
50	27950	1602,2	52,92	35x1,5	110	0,56	5821,2	21,3	3339,8	21000	30161,0	33711,1	
Nutno zaregulovat:			44899,3-33711,1 = 11188,2 Pa				Nastavení TRV:			2			

Dimenzování úseků k OT v místnosti 1.08-1													
81	953	54,6	2	15x1	23	0,12	46,0	8,2	59,0	0	105,0	105,0	
78	1939	111,1	4,48	18x1	28	0,16	125,4	1,2	15,4	0	140,8	245,8	
79	2892	165,8	2,2	18x1	55	0,23	121,0	4,5	119,0	0	240,0	485,9	
72	8582	491,9	10,82	28x1,5	45	0,28	486,9	4,8	188,2	0	675,1	1160,9	
48	25158	1442,1	4,06	35x1,5	90	0,51	365,4	4,5	585,2	0	950,6	2111,6	
49	27068	1551,6	4,71	35x1,5	105	0,55	494,6	4,5	680,6	0	1175,2	3286,7	
50	27950	1602,2	52,92	35x1,5	110	0,56	5821,2	21,3	3339,8	21000	30161,0	33447,8	
Nutno zaregulovat:	44899,3-33447,8 = 11415,5 Pa					Nastavení TRV:	3						

Dimenzování úseků k OT v místnosti 1.08-2													
82	953	54,6	2	15x1	23	0,12	46,0	8,2	59,0	0	105,0	105,0	
79	2892	165,8	2,2	18x1	55	0,23	121,0	4,5	119,0	0	240,0	345,1	
72	8582	491,9	10,82	28x1,5	45	0,28	486,9	4,8	188,2	0	675,1	1020,1	
48	25158	1442,1	4,06	35x1,5	90	0,51	365,4	4,5	585,2	0	950,6	1970,8	
49	27068	1551,6	4,71	35x1,5	105	0,55	494,6	4,5	680,6	0	1175,2	3145,9	
50	27950	1602,2	52,92	35x1,5	110	0,56	5821,2	21,3	3339,8	21000	30161,0	33307,0	
Nutno zaregulovat:	44899,3-33307 = 11592,3 Pa					Nastavení TRV:	3						

Dimenzování úseků k OT v místnosti 1.16													
83	780	44,7	11,9	15x1	16	0,1	190,4	13,4	67,0	0	257,4	257,4	
84	1910	109,5	0,6	18x1	27	0,15	16,2	1,2	13,5	0	29,7	287,1	
49	27068	1551,6	4,71	35x1,5	105	0,55	494,6	4,5	680,6	0	1175,2	1462,3	
50	27950	1602,2	52,92	35x1,5	110	0,56	5821,2	21,3	3339,8	21000	30161,0	31623,3	
Nutno zaregulovat:	44899,3-31623,3 = 13276 Pa					Nastavení TRV:	3						

Dimenzování úseků k OT v místnosti 1.17													
85	1130	64,8	6,16	15x1	30	0,14	184,8	10,8	105,8	0	290,6	290,6	
84	1910	109,5	0,6	18x1	27	0,15	16,2	1,2	13,5	0	29,7	320,3	
49	27068	1551,6	4,71	35x1,5	105	0,55	494,6	4,5	680,6	0	1175,2	1495,5	
50	27950	1602,2	52,92	35x1,5	110	0,56	5821,2	21,3	3339,8	21000	30161,0	31656,6	
Nutno zaregulovat:	44899,3-31656,6 = 13242,7 Pa					Nastavení TRV:	3						

Dimenzování úseků k OT v místnosti 1.07-2													
86	882	50,6	2	15x1	19	0,1	38,0	8,2	41,0	0	79,0	79,0	
50	27950	1602,2	52,92	35x1,5	110	0,56	5821,2	21,3	3339,8	21000	30161,0	30240,0	
Nutno zaregulovat:	44899,3-30240 = 14659,3 Pa					Nastavení TRV:	3						

Dimenzování úseků k OT v místnosti 2.14-3													
101	1130	64,8	4,3	15x1	30	0,14	129,0	11,1	108,8	0	237,8	237,8	
98	2363	135,5	11,69	18x1	38	0,19	444,2	4,5	81,2	0	525,4	763,2	
99	3491	200,1	0,8	18x1	76	0,28	60,8	2,2	86,2	0	147,0	910,3	
100	4619	264,8	2,8	18x1	121	0,37	338,8	1,2	82,1	0	420,9	1331,2	
90	9356	536,3	12,3	22x1	149	0,49	1832,7	9,7	1164,5	0	2997,2	4328,4	
91	13418	769,2	3,78	28x1,5	95	0,44	359,1	4,5	435,6	0	794,7	5123,1	
92	16126	924,4	7,84	28x1,5	132	0,53	1034,9	4,5	632,0	0	1666,9	6790,0	
93	17008	974,9	11,42	28x1,5	147	0,56	1678,7	1,2	188,2	0	1866,9	8656,9	
94	17570	1007,2	23,5	28x1,5	158	0,58	3713,0	21,3	3582,7	17000	24295,7	32952,6	
Nutno zaregulovat:	34640,8 - 32952,6 = 1688,2 Pa					Nastavení TRV:	5						

Dimenzování úseků k OT v místnosti 2.02-1													
102	1128	64,7	7,12	15x1	30	0,14	213,6	11,1	108,8	0	322,4	322,4	
99	3491	200,1	0,8	18x1	76	0,28	60,8	2,2	86,2	0	147,0	469,4	
100	4619	264,8	2,8	18x1	121	0,37	338,8	1,2	82,1	0	420,9	890,4	
90	9356	536,3	12,3	22x1	149	0,49	1832,7	9,7	1164,5	0	2997,2	3887,5	
91	13418	769,2	3,78	28x1,5	95	0,44	359,1	4,5	435,6	0	794,7	4682,2	
92	16126	924,4	7,84	28x1,5	132	0,53	1034,9	4,5	632,0	0	1666,9	6349,2	
93	17008	974,9	11,42	28x1,5	147	0,56	1678,7	1,2	188,2	0	1866,9	8216,1	
94	17570	1007,2	23,5	28x1,5	158	0,58	3713,0	21,3	3582,7	17000	24295,7	32511,7	
Nutno zaregulovat:	34640,8 - 32511,7 = 2129,1 Pa					Nastavení TRV:	5						

Dimenzování úseků k OT v místnosti 2.02-2												
103	1128	64,7	2	15x1	30	0,14	60,0	8,2	80,4	0	140,4	140,4
100	4619	264,8	2,8	18x1	121	0,37	338,8	1,2	82,1	0	420,9	561,3
90	9356	536,3	12,3	22x1	149	0,49	1832,7	9,7	1164,5	0	2997,2	3558,5
91	13418	769,2	3,78	28x1,5	95	0,44	359,1	4,5	435,6	0	794,7	4353,2
92	16126	924,4	7,84	28x1,5	132	0,53	1034,9	4,5	632,0	0	1666,9	6020,1
93	17008	974,9	11,42	28x1,5	147	0,56	1678,7	1,2	188,2	0	1866,9	7887,0
94	17570	1007,2	23,5	28x1,5	158	0,58	3713,0	21,3	3582,7	17000	24295,7	32182,7
Nutno zaregulovat:	34640,8 - 32182,7 = 2458,1 Pa						Nastavení TRV:	5				

Dimenzování úseků k OT v místnosti 2.16-1												
87	1579	90,5	6,88	15x1	52	0,19	357,8	11,1	200,4	0	558,1	558,1
88	3158	181,0	4,76	18x1	65	0,26	309,4	2,2	74,4	0	383,8	941,9
89	4737	271,5	7,68	18x1	130	0,38	998,4	1,2	86,6	0	1085,0	2026,9
90	9356	536,3	12,3	22x1	149	0,49	1832,7	9,7	1164,5	0	2997,2	5024,1
91	13418	769,2	3,78	28x1,5	95	0,44	359,1	4,5	435,6	0	794,7	5818,8
92	16126	924,4	7,84	28x1,5	132	0,53	1034,9	4,5	632,0	0	1666,9	7485,7
93	17008	974,9	11,42	28x1,5	147	0,56	1678,7	1,2	188,2	0	1866,9	9352,6
94	17570	1007,2	23,5	28x1,5	158	0,58	3713,0	21,3	3582,7	17000	24295,7	33648,3
Nutno zaregulovat:	34640,8 - 33648,3 = 992,5 Pa						Nastavení TRV:	6				

Dimenzování úseků k OT v místnosti 2.16-2												
95	1579	90,5	2	15x1	52	0,19	104,0	8,2	148,0	0	252,0	252,0
88	3158	181,0	4,76	18x1	65	0,26	309,4	2,2	74,4	0	383,8	635,8
89	4737	271,5	7,68	18x1	130	0,38	998,4	1,2	86,6	0	1085,0	1720,8
90	9356	536,3	12,3	22x1	149	0,49	1832,7	9,7	1164,5	0	2997,2	4718,0
91	13418	769,2	3,78	28x1,5	95	0,44	359,1	4,5	435,6	0	794,7	5512,7
92	16126	924,4	7,84	28x1,5	132	0,53	1034,9	4,5	632,0	0	1666,9	7179,6
93	17008	974,9	11,42	28x1,5	147	0,56	1678,7	1,2	188,2	0	1866,9	9046,5
94	17570	1007,2	23,5	28x1,5	158	0,58	3713,0	21,3	3582,7	17000	24295,7	33342,2
Nutno zaregulovat:	34640,8 - 33342,2 = 1298,6 Pa						Nastavení TRV:	6				

Dimenzování úseků k OT v místnosti 2.16-3												
96	1579	90,5	2	15x1	52	0,19	104,0	8,2	148,0	0	252,0	252,0
89	4737	271,5	7,68	18x1	130	0,38	998,4	1,2	86,6	0	1085,0	1337,1
90	9356	536,3	12,3	22x1	149	0,49	1832,7	9,7	1164,5	0	2997,2	4334,2
91	13418	769,2	3,78	28x1,5	95	0,44	359,1	4,5	435,6	0	794,7	5128,9
92	16126	924,4	7,84	28x1,5	132	0,53	1034,9	4,5	632,0	0	1666,9	6795,8
93	17008	974,9	11,42	28x1,5	147	0,56	1678,7	1,2	188,2	0	1866,9	8662,7
94	17570	1007,2	23,5	28x1,5	158	0,58	3713,0	21,3	3582,7	17000	24295,7	32958,4
Nutno zaregulovat:	34640,8 - 32958,4 = 1682,4 Pa						Nastavení TRV:	6				

Dimenzování úseků k OT v místnosti 1.20-1												
107	1354	77,6	6,87	15x1	40	0,17	274,8	11,1	160,4	0	435,2	435,2
108	2708	155,2	4,76	18x1	49	0,22	233,2	1,2	29,0	0	262,3	697,5
109	4062	232,8	7,68	18x1	100	0,33	768,0	1,2	65,3	0	833,3	1530,8
91	13418	769,2	3,78	28x1,5	95	0,44	359,1	4,5	435,6	0	794,7	2325,5
92	16126	924,4	7,84	28x1,5	132	0,53	1034,9	4,5	632,0	0	1666,9	3992,4
93	17008	974,9	11,42	28x1,5	147	0,56	1678,7	1,2	188,2	0	1866,9	5859,3
94	17570	1007,2	23,5	28x1,5	158	0,58	3713,0	21,3	3582,7	17000	24295,7	30155,0
Nutno zaregulovat:	34640,8 - 30155 = 4485,8 Pa						Nastavení TRV:	4				

Dimenzování úseků k OT v místnosti 1.20-2												
110	1354	77,6	2	15x1	40	0,17	80,0	8,2	118,5	0	198,5	198,5
108	2708	155,2	4,76	18x1	49	0,22	233,2	1,2	29,0	0	262,3	460,8
109	4062	232,8	7,68	18x1	100	0,33	768,0	1,2	65,3	0	833,3	1294,1
91	13418	769,2	3,78	28x1,5	95	0,44	359,1	4,5	435,6	0	794,7	2088,8
92	16126	924,4	7,84	28x1,5	132	0,53	1034,9	4,5	632,0	0	1666,9	3755,7
93	17008	974,9	11,42	28x1,5	147	0,56	1678,7	1,2	188,2	0	1866,9	5622,6
94	17570	1007,2	23,5	28x1,5	158	0,58	3713,0	21,3	3582,7	17000	24295,7	29918,3
Nutno zaregulovat:	34640,8 - 29918,3 = 4722,5 Pa						Nastavení TRV:	4				

Dimenzování úseků k OT v místnosti 1.20-3														
111	1354	77,6	2	15x1	40	0,17	80,0	8,2	118,5	0	198,5	198,5		
109	4062	232,8	7,68	18x1	100	0,33	768,0	1,2	65,3	0	833,3	1031,8		
91	13418	769,2	3,78	28x1,5	95	0,44	359,1	4,5	435,6	0	794,7	1826,5		
92	16126	924,4	7,84	28x1,5	132	0,53	1034,9	4,5	632,0	0	1666,9	3493,4		
93	17008	974,9	11,42	28x1,5	147	0,56	1678,7	1,2	188,2	0	1866,9	5360,3		
94	17570	1007,2	23,5	28x1,5	158	0,58	3713,0	21,3	3582,7	17000	24295,7	29656,0		
Nutno zaregulovat:				34640,8 - 29656 = 4984,8 Pa				Nastavení TRV:		4				

Dimenzování úseků k OT v místnosti 1.03-1														
104	1354	77,6	11,92	15x1	40	0,17	476,8	11,1	160,4	0	637,2	637,2		
105	2708	155,2	13,54	18x1	49	0,22	663,5	11,6	280,7	0	944,2	1581,4		
92	16126	924,4	7,84	28x1,5	132	0,53	1034,9	4,5	632,0	0	1666,9	3248,3		
93	17008	974,9	11,42	28x1,5	147	0,56	1678,7	1,2	188,2	0	1866,9	5115,2		
94	17570	1007,2	23,5	28x1,5	158	0,58	3713,0	21,3	3582,7	17000	24295,7	29410,8		
Nutno zaregulovat:				34640,8 - 29410,8 = 5230 Pa				Nastavení TRV:		4				

Dimenzování úseků k OT v místnosti 1.03-2														
106	1354	77,6	2	15x1	40	0,17	80,0	8,2	118,5	0	198,5	198,5		
105	2708	155,2	13,54	18x1	49	0,22	663,5	11,6	280,7	0	944,2	1142,7		
92	16126	924,4	7,84	28x1,5	132	0,53	1034,9	4,5	632,0	0	1666,9	2809,6		
93	17008	974,9	11,42	28x1,5	147	0,56	1678,7	1,2	188,2	0	1866,9	4676,5		
94	17570	1007,2	23,5	28x1,5	158	0,58	3713,0	21,3	3582,7	17000	24295,7	28972,1		
Nutno zaregulovat:				34640,8 - 28972,1 = 5668,7 Pa				Nastavení TRV:		4				

Dimenzování úseků k OT v místnosti 1.07-3														
112	882	50,6	2	15x1	19	0,1	38,0	8,2	41,0	0	79,0	79,0		
93	17008	974,9	11,42	28x1,5	147	0,56	1678,7	1,2	188,2	0	1866,9	1945,9		
94	17570	1007,2	23,5	28x1,5	158	0,58	3713,0	21,3	3582,7	17000	24295,7	26241,6		
Nutno zaregulovat:				34640,8 - 26241,6 = 8399,2 Pa				Nastavení TRV:		3				

Dimenzování úseků k OT v místnosti 1.18														
113	562	32,2	6,12	15x1	9	0,07	55,1	11,1	27,2	0	82,3	82,3		
94	17570	1007,2	23,5	28x1,5	158	0,58	3713,0	21,3	3582,7	17000	24295,7	24377,9		
Nutno zaregulovat:				34640,8 - 24377,9 = 10262,9 Pa				Nastavení TRV:		2				

Dimenzování potrubí - kotelna

Úsek	Q	M	L	DN	R	w
	(W)	(kg/h)	(m)	(Dxt)	(Pa/m)	(m/s)
K1 - K2	65000	3726	3,5	42 x 1,5	190	0,88
K2 - K1	65000	3726	1,5	42 x 1,5	190	0,88
K1+2 - HVDT	130000	7452	2,5	54 x 2	200	1,07
HVDT - R+S	130000	7452	1,5	54 x 2	200	1,07

B.6. Návrh zdroje tepla – varianta I

Jako zdroj tepla pro vytápění objektu jsou v I. variantě navrženy dva kondenzační plynové kotle Junkers ZBR 65 – 2 s celkovým výkonem 130 kW.

Výpočet požadovaného výkonu

- potřebný výkon pro vytápění: $Q_{VYT} = 71$ kW
- potřebný výkon pro vzduchotechniku: $Q_{VZT} = 59,6$ kW
- potřebný výkon pro ohřev teplé vody: 10,6 kW

$$Q_{kotelny} = \text{MAX}(Q_1; Q_2)$$

$$Q_1 = 0,7 \cdot Q_{vyt} + 0,7 \cdot Q_{vzt} + Q_{tv} = 0,7 \cdot 71 + 0,7 \cdot 59,6 + 10,6 = \underline{102,02 \text{ kW}}$$

$$Q_2 = Q_{vyt} + Q_{vzt} = 71 + 59,6 = \underline{130,6 \text{ kW}}$$

Návrh: 2 x kondenzační plynový kotel Junkers ZBR 65 – 2

B.7. Návrh zdroje tepla – varianta II

Jako zdroj tepla pro vytápění objektu je v II. variantě navržena teplovodní předávací stanice tvořena deskovým pájeným výměníkem SECESPOL LC 170-110 a deskovým pájeným výměníkem SECESPOL LC 110-10 pro ohřev teplé vody.

Zdroj tepla pro vytápění

- potřebný výkon pro vytápění a VZT: $Q_2 = 130,6$ kW
- teplota primární topné vody: $T_1/T_2 = 80/60^\circ\text{C}$
- teplota sekundární topné vody: $t_1/t_2 = 65/50^\circ\text{C}$

$$\Delta t = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \frac{(T_1 - t_2)}{(T_2 - t_1)}} = \frac{(80 - 65) - (60 - 50)}{\ln \frac{(80 - 65)}{(60 - 50)}} = 17,4^\circ\text{C}$$

$$A = \frac{Q}{U \cdot \Delta t} = \frac{130600}{420 \cdot 17,4} = 17,87 \text{ m}^2$$

Návrh: deskový pájený výměník SECESPOL LC 170-110 $A = 18,7 \text{ m}^2$

Zdroj tepla pro přípravu teplé vody

- potřebný výkon pro vytápění: $Q_{TV} = 10,64 \text{ kW}$
- teplota primární topné vody: $T_1/T_2 = 80/60^\circ\text{C}$ – zimní období
- teplota primární topné vody: $T_1/T_2 = 70/50^\circ\text{C}$ – letní období
- teplota sekundární topné vody: $t_1/t_2 = 55/10^\circ\text{C}$

$$\Delta t = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \frac{(T_1 - t_2)}{(T_2 - t_1)}} = \frac{(70 - 55) - (50 - 10)}{\ln \frac{(50 - 55)}{(50 - 10)}} = 25,5^\circ\text{C}$$

$$A = \frac{Q}{U * \Delta t} = \frac{10640}{420 * 25,5} = 0,993 \text{ m}^2$$

Návrh: deskový pájený výměník SECESPOL LC 110-10 $A = 1,1 \text{ m}^2$

U – součinitel prostupu tepla teplosměnné plochy ($420 \text{ W/m}^2\text{K}$)

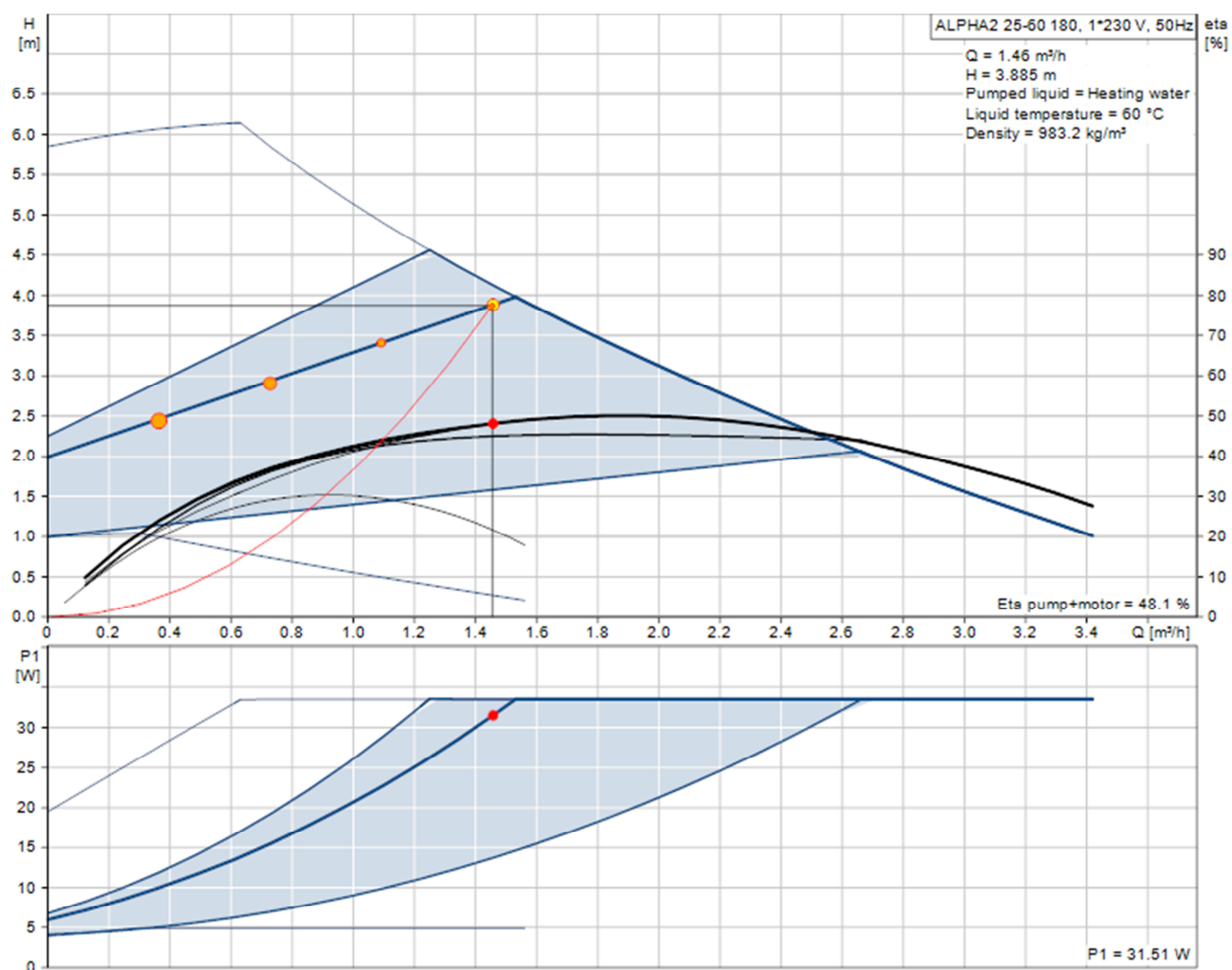
A – teplosměnná plocha (m^2)

B.8. Návrh oběhových čerpadel

Návrh jednotlivých oběhových čerpadel byl proveden pomocí volně přístupného programu na stránkách společnosti Grundfos [22]

Čerpadlo Č1 – stoupačka S1 – Grundfos Alpha2 25-60

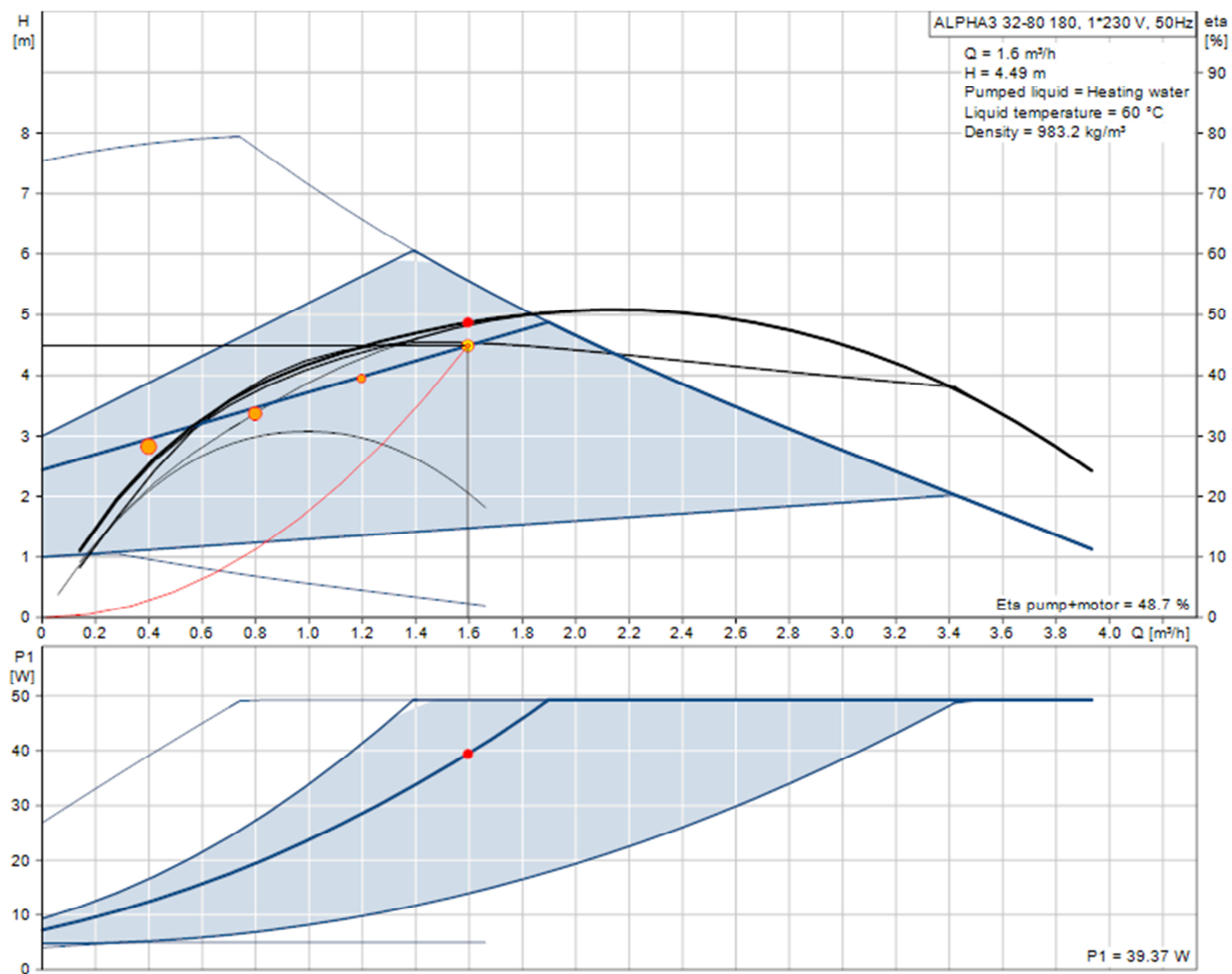
- hmotnostní průtok – $m = 1,46 \text{ m}^3/\text{h}$
- tlaková ztráta – $\Delta p = 38,74 \text{ kPa}$
- otopná voda – 65°C



Obr. B8.1 Oběhové čerpadlo Grundfos Alpha2 25-60 [22]

Čerpadlo Č2 – stoupačka S2 – Grundfos Alpha3 32-80

- hmotnostní průtok – $m = 1,6 \text{ m}^3/\text{h}$
- tlaková ztráta – $\Delta p = 44,9 \text{ kPa}$
- otopná voda – 65°C



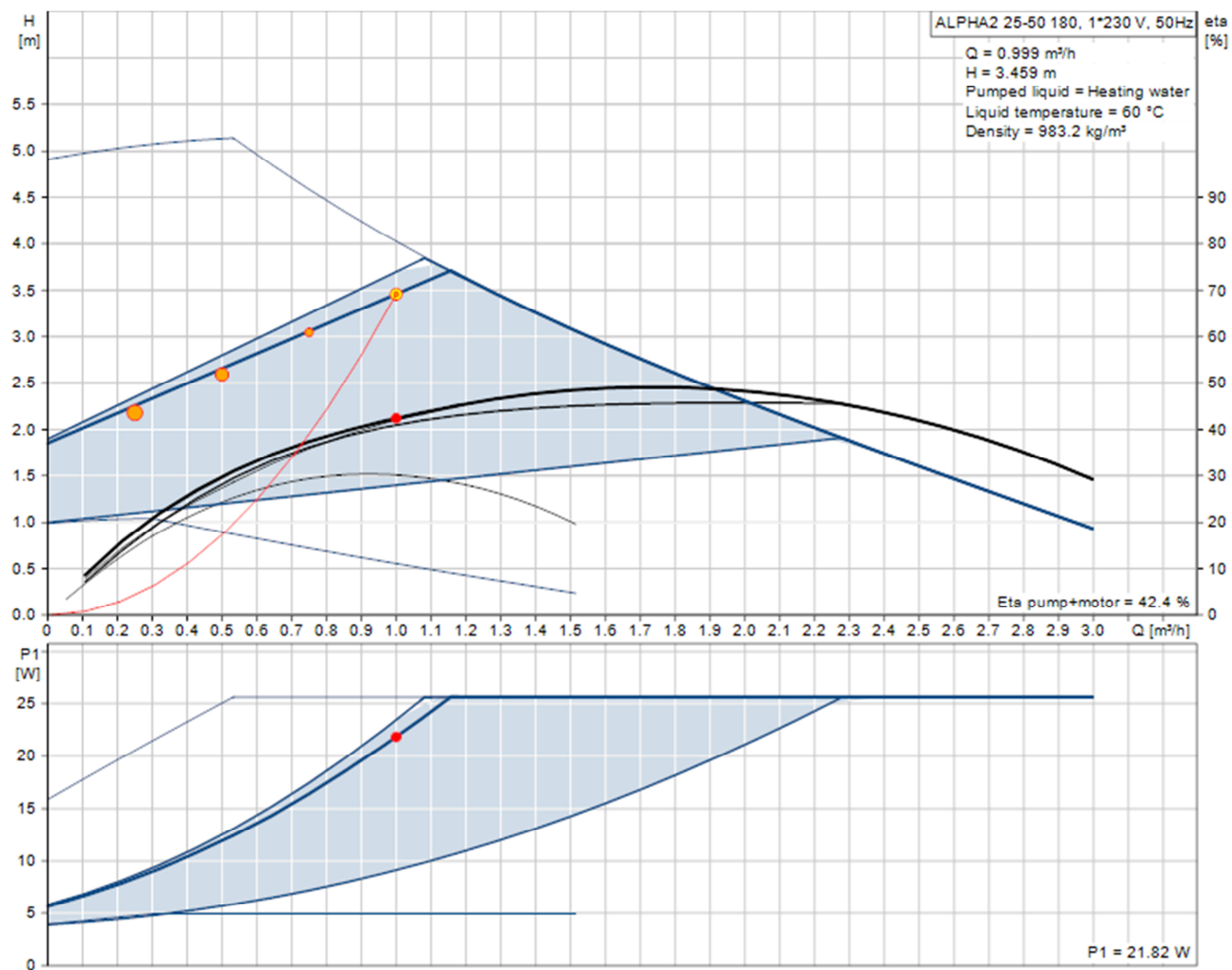
Obr. B8.2 Oběhové čerpadlo Grundfos Alpha3 32-80 [22]

Čerpadlo Č3 – stoupačka S3 – Grundfos Alpha2 25-50

- hmotnostní průtok – $m = 1,0 \text{ m}^3/\text{h}$

- tlaková ztráta – $\Delta p = 34,64 \text{ kPa}$

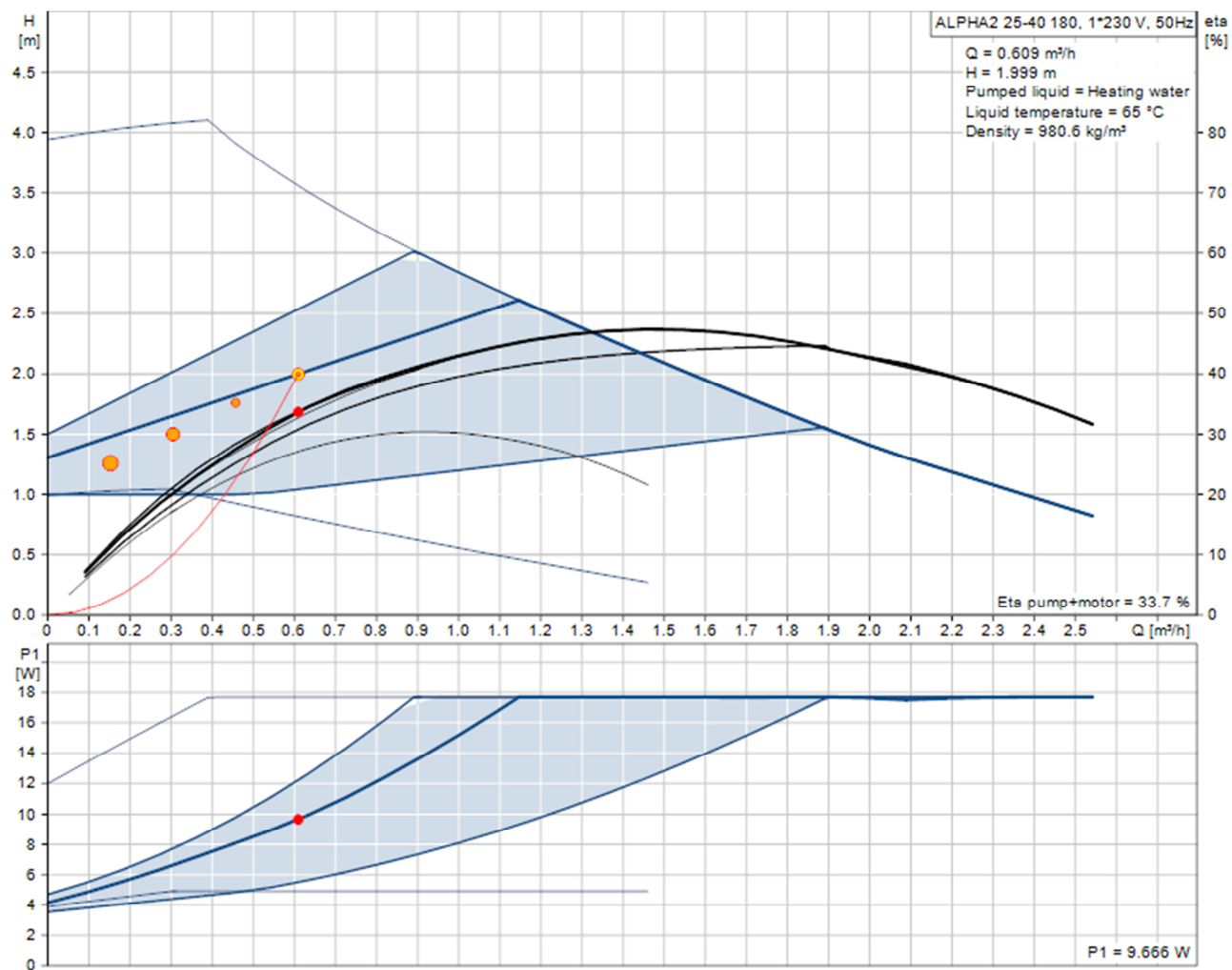
- otopná voda – 65°C



Obr. B8.3 Oběhové čerpadlo Grundfos Alpha2 25-50 [22]

Čerpadlo Č4 – ohřev TV – Grundfos Alpha2 25-40

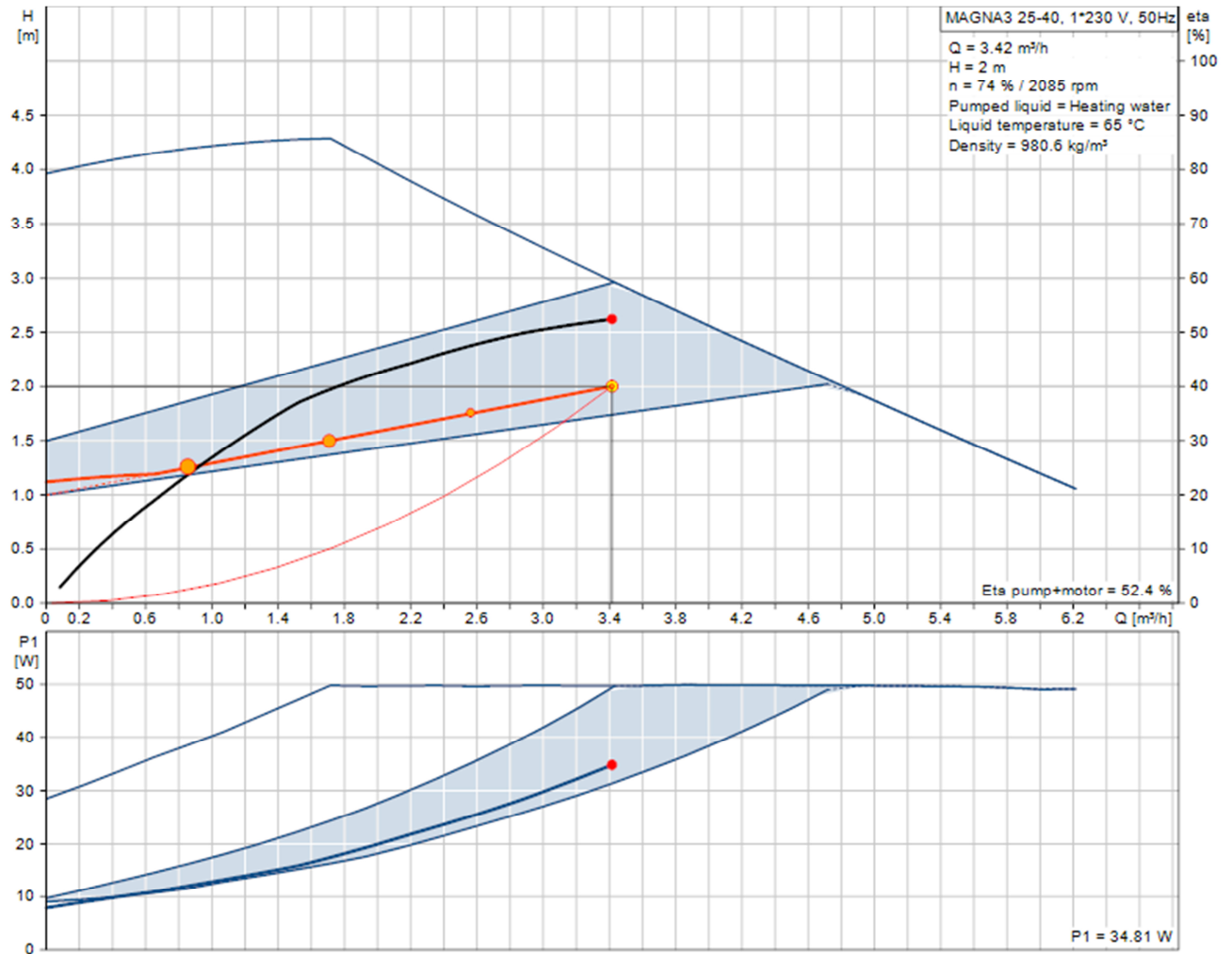
- hmotnostní průtok – $m = 0,61 \text{ m}^3/\text{h}$
- tlaková ztráta – $\Delta p = 19,86 \text{ kPa}$ (15 kPa doškréceno)
- otopná voda – 65°C



Obr. B8.4 Oběhové čerpadlo Grundfos Alpha2 25-40 [22]

Čerpadlo Č5 – stoupačka S4 – Grundfos Magna3 25-40

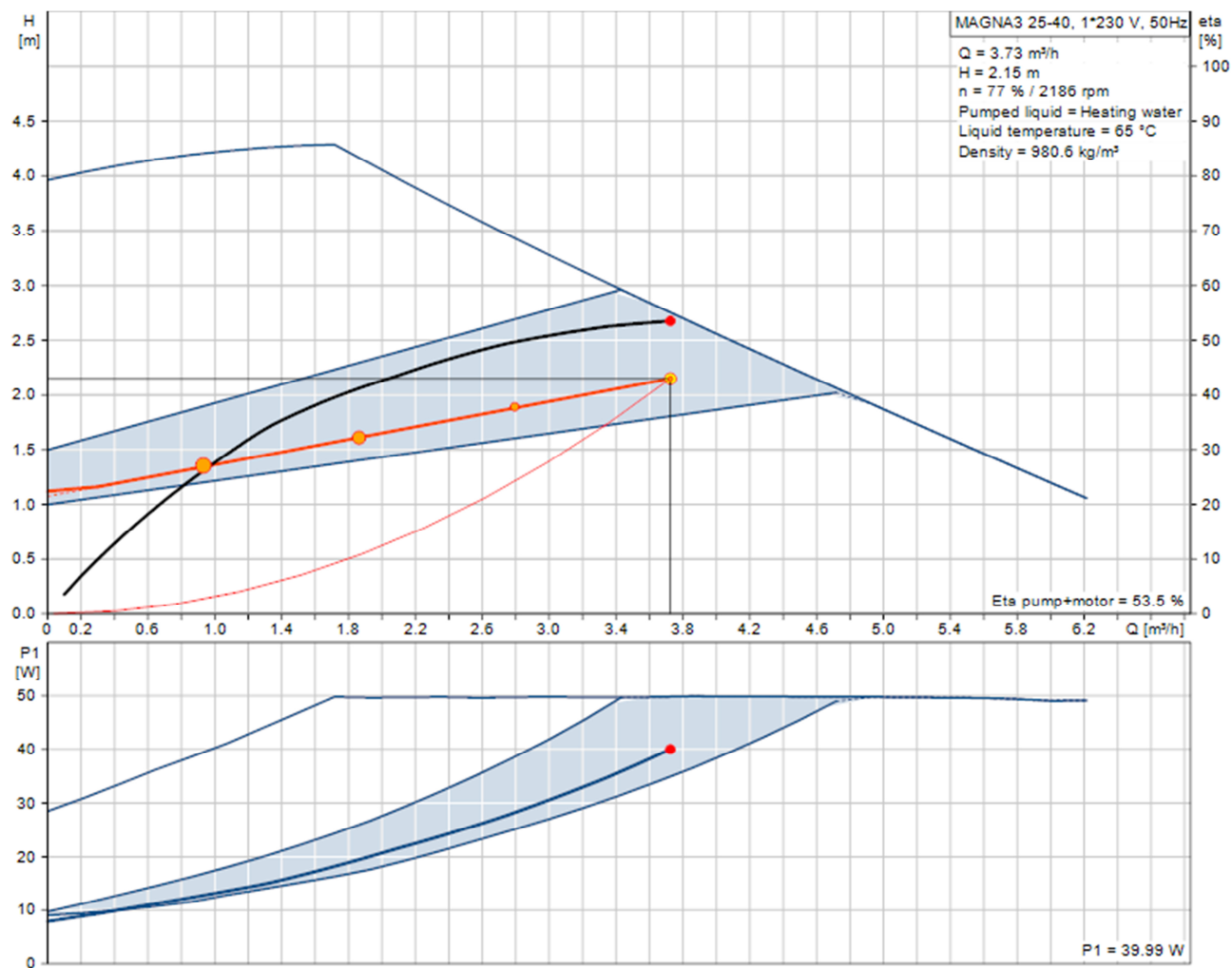
- hmotnostní průtok – $m = 3,42 \text{ m}^3/\text{h}$
- tlaková ztráta – $\Delta p = 20 \text{ kPa}$ (11 kPa doškréceno)
- otopná voda – 65°C



Obr. B8.5 Oběhové čerpadlo Grundfos Magna3 25-40 [22]

Čerpadlo Č6 a Č7 – plynový kotel – Grundfos Magna3 25-40

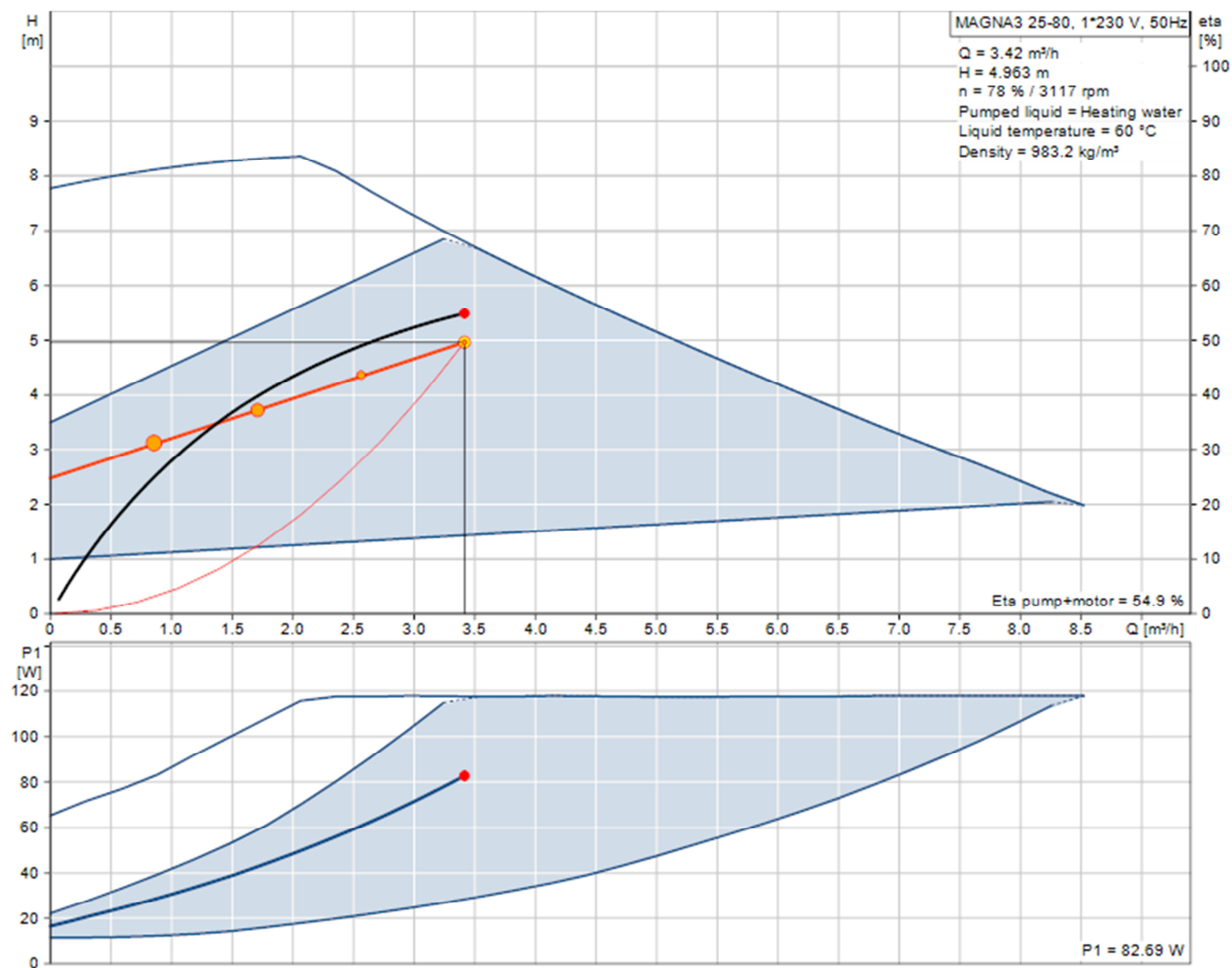
- hmotnostní průtok – $m = 3,73 \text{ m}^3/\text{h}$
- tlaková ztráta – $\Delta p = 21,5 \text{ kPa}$ (20 kPa doškrveno)
- otopná voda – 65°C



Obr. B8.6 Oběhové čerpadlo Grundfos Magna3 25-40 [22]

Čerpadlo Č8 – VZT – Grundfos Magna3 25-80

- hmotnostní průtok – $m = 3,42 \text{ m}^3/\text{h}$
- tlaková ztráta – $\Delta p = 49,63 \text{ kPa}$
- otopná voda – 65°C



Obr. B8.7 Oběhové čerpadlo Grundfos Magna3 25-80 [22]

B.9. Návrh zabezpečovacího zařízení

Návrh expanzní nádoby – shodný pro obě varianty

1) Objem vody v soustavě

- potrubí – 345,76 l
- otopná tělesa – 382,69 l
- kotle – 10 l
- R+S – 20 l
- ostatní – 8,5 l
- celkový objem otopné soustavy $V_o = 766,95$ l

2) Expanzní objem

$$V_e = 1,3 * V_o * n = 1,3 * 766,95 * 0,023 = 22,9 \text{ l}$$

V_o – objem vody v otopné soustavě (l)

n – koeficient tepelné roztažnosti

3) Objem expanzní nádoby

$$P_{ddov} \geq 1,1 * (h * \rho * g + \Delta P_z) = 1,1 * (8 * 1000 * 9,81 + 9000) = 96 \text{ kPa (volím 100 kPa)}$$

$$P_{hdov} \leq P_k - (h_{MR} * \rho * g) = 500 - (1 * 1000 * 9,81) = 490 \text{ kPa (volím 350 kPa)}$$

$$V_{ep} = \frac{V_e * (P_{hp} + 100)}{(P_{hp} - P_d)} = \frac{22,9 * (350 + 100)}{(350 - 100)} = 41,3 \text{ l}$$

Návrh: expanzní nádoba Reflex NG 500/6 (d=409 mm, h=493 mm, R3/4“)

P_{ddov} – nejnižší dovolený provozní přetlak (kPa)

P_{hdov} – nejvyšší dovolený přetlak soustavy (kPa)

4) Průměr expanzního potrubí

$$d = 10 + 0,6 * Q_p^{0,5} = 10 + 0,6 * 130^{0,5} = 16,8 \text{ mm (navrženo potrubí Cu 22x1)}$$

Návrh pojistných ventilů – varianta I – plynová kotelná

1) Pojistný ventil pro vytápění

- pojistný výkon – $Q_p = Q_c = 65 \text{ kW}$
- průřez sedla pojistného ventilu:

$$S_o = \frac{Q_p}{(\alpha_v * K)} = \frac{65}{(0,565 * 1,41)} = 81,6 \text{ mm}^2$$

- vnitřní průměr pojistného potrubí:

$$d = 15 + 1,4 * Q_p^{0,5} = 15 + 1,4 * 65^{0,5} = 26,3 \text{ mm (navrženo potrubí Cu 32x1,5)}$$

Návrh: 2 x pojistný ventil Duco Meibes DN 1"/5/4" ($S_o = 176 \text{ mm}^2$, 350 kPa)

Návrh pojistných ventilů – varianta II – CZT

1) Pojistný ventil pro vytápění

- pojistný výkon – $Q_p = 130,6 \text{ kW}$
- průřez sedla pojistného ventilu:

$$S_o = \frac{Q_p}{(\alpha_v * \sqrt{p_{ot}})} = \frac{2 * 130,6}{(0,565 * \sqrt{350})} = 24,7 \text{ mm}^2$$

- vnitřní průměr pojistného potrubí:

$$d = 10 + 0,6 * Q_p^{0,5} = 10 + 0,6 * 130,6^{0,5} = 16,8 \text{ mm (navrženo potrubí Cu 22x1)}$$

Návrh: pojistný ventil Duco Meibes DN 3/4"/3/4" (350 kPa)

2) Pojistný ventil pro TV

- pojistný výkon – $Q_p = Q_c = 10,7 \text{ kW}$
- průřez sedla pojistného ventilu:

$$S_o = \frac{Q_p}{(\alpha_v * \sqrt{p_{ot}})} = \frac{2 * 10,7}{(0,444 * \sqrt{600})} = 2 \text{ mm}^2$$

- vnitřní průměr pojistného potrubí:

$$d=10+0,6*Q_p^{0,5} = 10+0,6*10,7^{0,5} = 12 \text{ mm}$$

Návrh: pojistný ventil Duco Meibes DN 1/2"/3/4" (600 kPa)

α_v – výtokový součinitel pojistného ventilu (-)

K – konstanta závislá na stavu syté vodní páry při přetlaku p_{ot} (kW/mm²)

B.10. Návrh směšovacích ventilů

Směšovací ventil SV1 – stoupačka S1

- hmotnostní průtok: 1458,4 kg/h
- tlaková ztráta okruhu: 19,738 kPa
- průměr potrubí: Cu 35 x 1,5

Návrh: třícestný směšovací ventil Heimeier DN 20 (kvs = 3,5, $\Delta p = 19$ kPa)

- celková tlaková ztráta: 38,738 kPa
- **autorita ventilu:** $a = (\text{tlaková ztráta ventilu} / \text{celková tlaková ztráta}) * 100$
 $a = (19 / 38,738) * 100 = 50\%$

Směšovací ventil SV2 – stoupačka S2

- hmotnostní průtok: 1602,2 kg/h
- tlaková ztráta okruhu: 23,899 kPa
- průměr potrubí: Cu 35 x 1,5

Návrh: třícestný směšovací ventil Heimeier DN 20 (kvs = 3,5, $\Delta p = 21$ kPa)

- celková tlaková ztráta: 44,899 kPa
- **autorita ventilu:** $a = (\text{tlaková ztráta ventilu} / \text{celková tlaková ztráta}) * 100$
 $a = (21 / 44,899) * 100 = 47\%$

Směšovací ventil SV3 – stoupačka S3

- hmotnostní průtok: 1007 kg/h
- tlaková ztráta okruhu: 17,64 kPa
- průměr potrubí: Cu 28 x 1,5

Návrh: třícestný směšovací ventil Heimeier DN 15 (kvs = 2,5, $\Delta p = 17$ kPa)

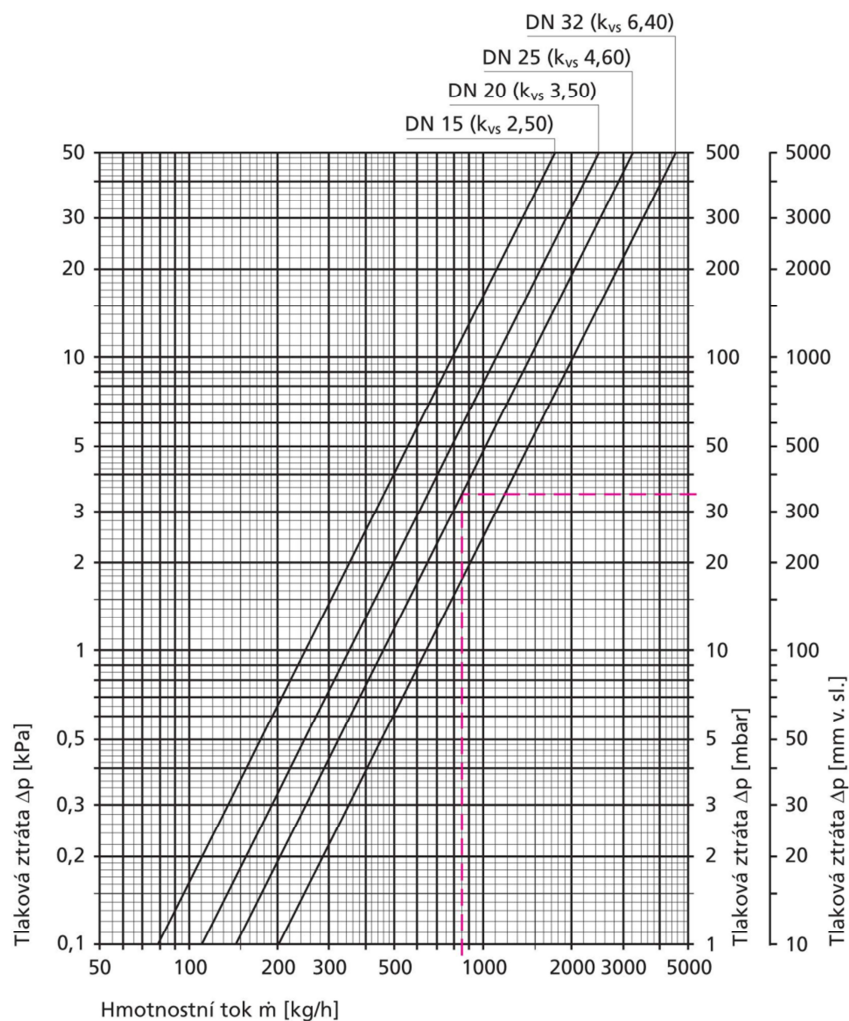
- celková tlaková ztráta: 34,64 kPa
- **autorita ventilu:** $a = (\text{tlaková ztráta ventilu} / \text{celková tlaková ztráta}) * 100$
 $a = (17 / 34,64) * 100 = 50\%$

Směšovací ventil SV4 – stoupačka S4

- hmotnostní průtok: 3417 kg/h
- tlaková ztráta okruhu: 23,627 kPa
- průměr potrubí: Cu 42 x 1,5

Návrh: třicestný směšovací ventil Heimeier DN 32 ($k_{vs} = 6,4$, $\Delta p = 26$ kPa)

- celková tlaková ztráta: 49,627 kPa
- autorita ventilu: $A = (\text{tlaková ztráta ventilu} / \text{celková tlaková ztráta}) * 100$
 $A = (26 / 49,627) * 100 = 52\%$



Obr. B10.1 Návrhový diagram třicestného ventilu Heimeier [23]

B.11. Návrh vyvažovacích ventilů

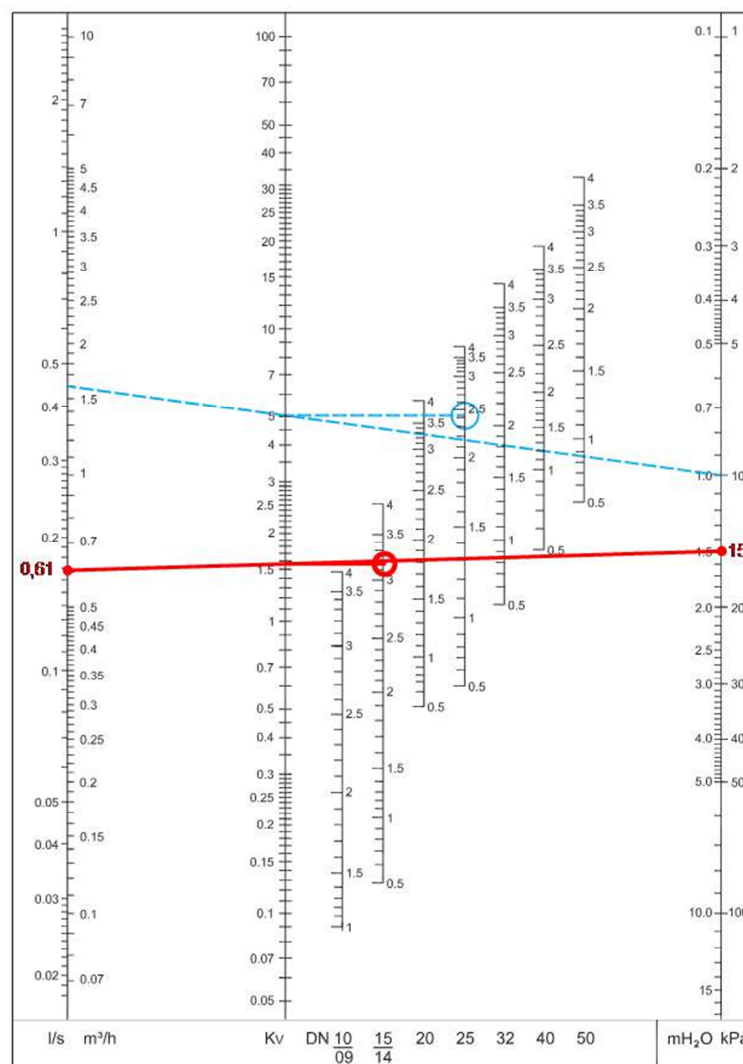
Pro optimální volbu některých čerpadel je nutné umístit na některá místa v potrubí vyvažovací ventily, které nám zajistí optimální poměr průtoku a tlakové ztráty.

Vyvažovací ventil STAD 1

- objemový průtok: $0,61 \text{ m}^3/\text{h}$
- stávající tlaková ztráta: $4,86 \text{ kPa}$
- potřeba doškrtit: 15 kPa

Návrh: vyvažovací ventil Heimeier STAD DN15 ($k_v = 1,6$)

- celková tlaková ztráta: $19,86 \text{ kPa}$
- nastavení: 3,2 otáčky



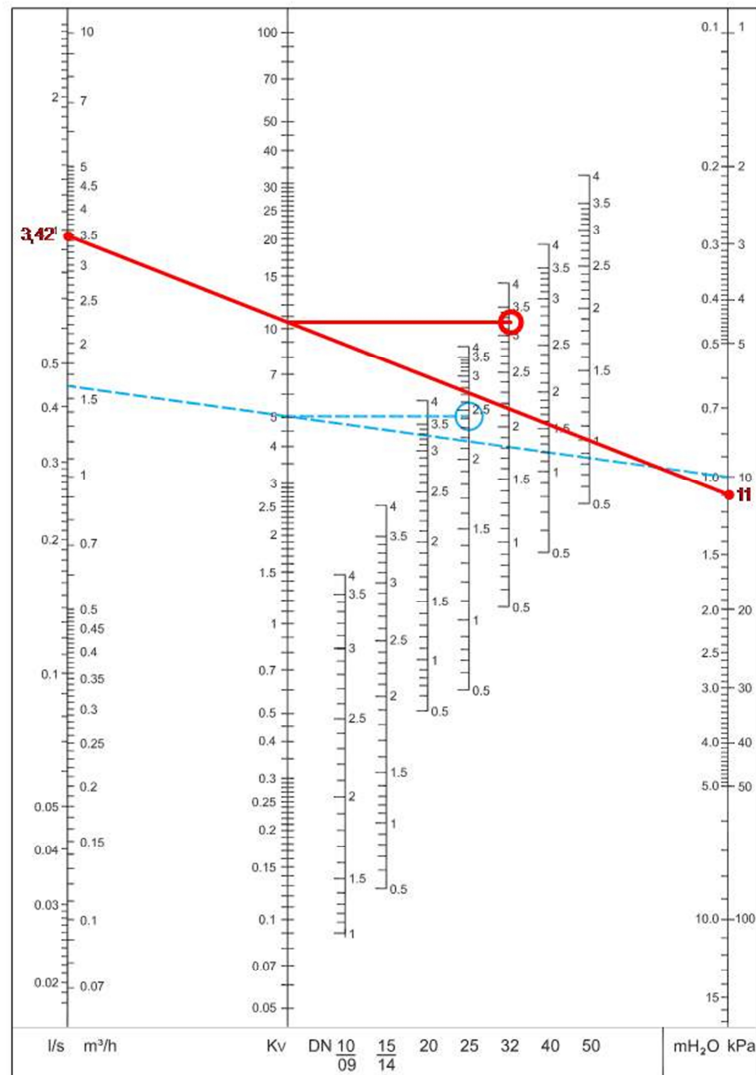
Obr. B11.1 Návrhový diagram vyvažovacího ventilu Heimeier STAD [24]

Vyvažovací ventil STAD 2

- objemový průtok: 3,42 m³/h
- stávající tlaková ztráta: 9 kPa
- potřeba doškrtit: 11 kPa

Návrh: vyvažovací ventil Heimeier STAD DN32 (kv = 11)

- celková tlaková ztráta: 20 kPa
- nastavení: 3,2 otáčky



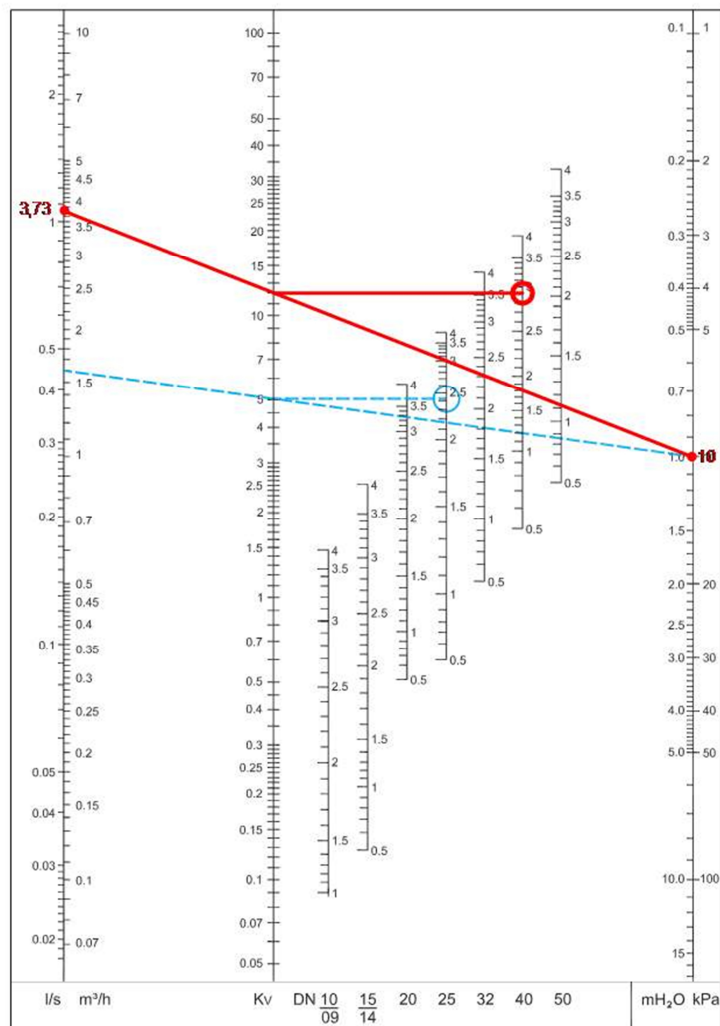
Obr. B11.2 Návrhový diagram vyvažovacího ventilu Heimeier STAD [24]

Vyvažovací ventil STAD 3

- objemový průtok: 3,73 m³/h
- stávající tlaková ztráta: 11,5 kPa
- potřeba doškrtnit: 10 kPa

Návrh: vyvažovací ventil Heimeier STAD DN40 (kv = 12)

- celková tlaková ztráta: 21,5 kPa
- nastavení: 2,9 otáčky



Obr. B11.2 Návrhový diagram vyvažovacího ventilu Heimeier STAD [24]

B.12. Návrh přípravy teplé vody

- počet osob: 200

- úklid: $628,33 \cdot 2 = 1257 \text{ m}^2$

	Spotřeba (m ³ /per)	Teplo (kWh/per)	Celková spotřeba (m ³)
1 žák	0,005	0,8	1
úklid 100 m ²	0,02	0,8	0,2514
Celkem spotřeba teplé vody			1,2514

Průtokový ohřev

- počet umyvadel – 22

- součinitel současnosti – $s = 0,65$

Zařizovací předmět	Celkový počet	Potřebný výkon (kW)
umyvadlo	22	7,3

$$Q = \sum(n_v \cdot g_v) \cdot s = (22 \cdot 7,3) \cdot 0,65 = 104,39 \text{ kW}$$

Q – celkový potřebný výkon (kW)

n_v – počet výtokových zařízení (ks)

g_v – tepelný výkon přítoku do výtokového zařízení (kW)

s – součinitel současnosti

Zásobníkový ohřev

1) Teplo odebrané

$$O_{OD} = 1,163 \cdot V \cdot \Delta t = 1,163 \cdot 1,251 \cdot (55 - 10) = 65,5 \text{ kW}$$

2) Teplo ztracené

$$Q_Z = Q_{DO} \cdot z = 65,5 \cdot 0,3 = 19,65 \text{ kW}$$

3) Teplo celkem

$$Q_{CEL} = O_{OD} + Q_Z = 65,5 + 19,65 = 85,15 \text{ kW}$$

Rozdělení potřeby vody během dne

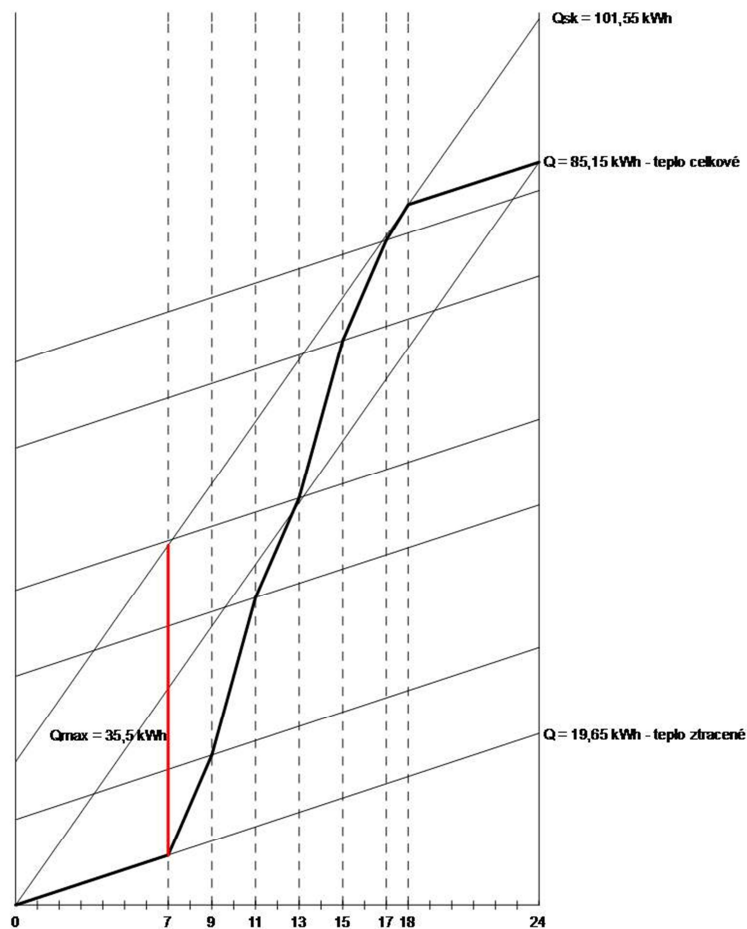
Hodina	Odběr v %	Odběr v litrech	Teplot odebrané	Teplo celkové
7 – 9	15	188	9,825	12,773
9 – 11	25	313	16,375	21,288
11 - 13	15	188	9,825	12,773
13 - 15	25	313	16,375	21,288
15 - 17	15	188	9,825	12,773
17 - 18	5	62	3,275	4,258

Odběrový diagram teplé vody a dodávky tepla do zásobníku

- viz. obr. B.12.1

- teplo skutečnost: 101,55 kWh

- maximální rozdíl mezi odběrem a dodávkou tepla: 35,5 kWh



Obr. B12. Návrhový diagram pro zásobníkový ohřev teplé vod

Návrh zásobníku

- čas na ohřátí zásobníku: 24 hodin

Objem zásobníku

$$V = Q_{\max}/1,163 * \Delta t = 35,5/1,163 * 45 = 0,678 \text{ m}^3$$

Jmenovitý výkon

$$Q_{1h} = Q_{SK}/24 = 101,55/24 = 4,23 \text{ kW}$$

Potřebná teplosměnná plocha

$$\Delta t = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \frac{(T_1 - t_2)}{(T_2 - t_1)}} = \frac{(70 - 55) - (50 - 10)}{\ln \frac{(70 - 55)}{(50 - 10)}} = 25,5^\circ\text{C}$$

$$A = \frac{Q_{1h}}{U * \Delta t} = \frac{4230}{420 * 25,5} = 0,395 \text{ m}^2$$

Smíšený ohřev

- odhad hodinové špičky: 9-11 hod; 25%

Potřeba TV

= celková denní potřeba * (procentuální rozdíl/počet hodin špičky)
= 1,251*(0,25/2) = 0,156 m³ = 156 l

Požadavek výkonu

= Q₂*(procentuální podíl/ počet hodin špičky) = 85,15*(0,25/2) = 10,64 kW

Potřebná teplosměnná plocha

$$\Delta t = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \frac{(T_1 - t_2)}{(T_2 - t_1)}} = \frac{(70 - 55) - (50 - 10)}{\ln \frac{(70 - 55)}{(50 - 10)}} = 25,5^\circ\text{C}$$

$$A = \frac{Q_{1h}}{U * \Delta t} = \frac{10640}{420 * 25,5} = 0,993 \text{ m}^2$$

Návrh: zásobník Dražice OKC 200 NTR (V=210l, A=1,45 m²)

B.13. Návrh tepelné izolace potrubí



- návrh tepelné izolace proveden dle vyhlášky č.193/2007 pomocí volně přístupného programu


Přehled navržených tepelných izolací

Průměr potrubí	Izolace	Tl.izolace (mm)	Požadavek U_0	Posouzení
15x1	Flexorock	25(20)	0,15	$0,148 \leq 0,15$
18x1	Flexorock	30(20)	0,18	$0,148 \leq 0,15$
22x1	Flexorock	30(20)	0,18	$0,167 \leq 0,18$
28x1,5	Flexorock	40(20)	0,18	$0,168 \leq 0,18$
35x1,5	Flexorock	50(30)	0,18	$0,167 \leq 0,18$
42x1,5	Flexorock	30	0,27	$0,244 \leq 0,27$
54 x 2	Flexorock	40	0,27	$0,25 \leq 0,27$

U potrubí vedeného v izolaci podlah je možno snížení tloušťky izolace až na polovinu (hodnoty uvedené v závorce).

Stoupačí potrubí bude vedeno ve stoupačkovém profilu, opatřeno tepelnou izolací.




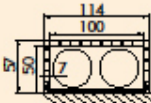
STP U
Stoupačkový profil
z umělé hmoty
ve tvaru U

Stoupačkové profily firmy HZ ve tvaru U jsou stabilní duté umělohmotné profily, bíle probarvené (podobně RAL 9010). Jsou dlouhé tři metry a k dostání ve třech různých rozměrech.

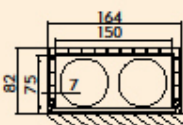
Tyto stoupačkové profily se připevňují příslušnými připevňovacími sponami, které se instalují v odstupech ca. 50 cm. Pro připevnění spon jsou vhodné zatloukáč hmoždinky výr. č. 204.

Stoupačkové profily firmy HZ jsou mnohostranně použitelné. Lze je použít jak pro obložení vertikálně instalovaných trubek vytápění, tak pro zakrytí vodovodních trubek. Trubky přitom mohou také mít tepelnou izolaci. Pomocí stoupačkových profilů firmy HZ lze rovněž snadno a rychle zakrytí potrubí na stropě.

 Při instalování stoupačkových profilů na strop je třeba profil z bezpečnostních důvodů navíc připevnit hmoždinkami a šrouby.



Rozměry STP U Wyr. č. 780
50 x 100 mm



Rozměry STP U Wyr. č. 880
75 x 150 mm

Obr. B13.1 Stoupačkový profil [25]

B.14. Návrh ostatních zařízení

1) Kombinovaný rozdělovač a sběrač

$$Q = Q_{s1} + Q_{s2} + Q_{s3} + Q_{vzt} = 24,44 + 27,95 + 17,57 + 59,6 = 130,6 \text{ kW}$$

$$M = 7,45 \text{ m}^3/\text{h}$$

Návrh: kombinovaný R+S ETL Kombi

$$Q_{\max} = 10 \text{ m}^3/\text{h}$$

MODUL 100

$$Sp = 0,0028 \text{ m}^2$$

2) HVDT (hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků)

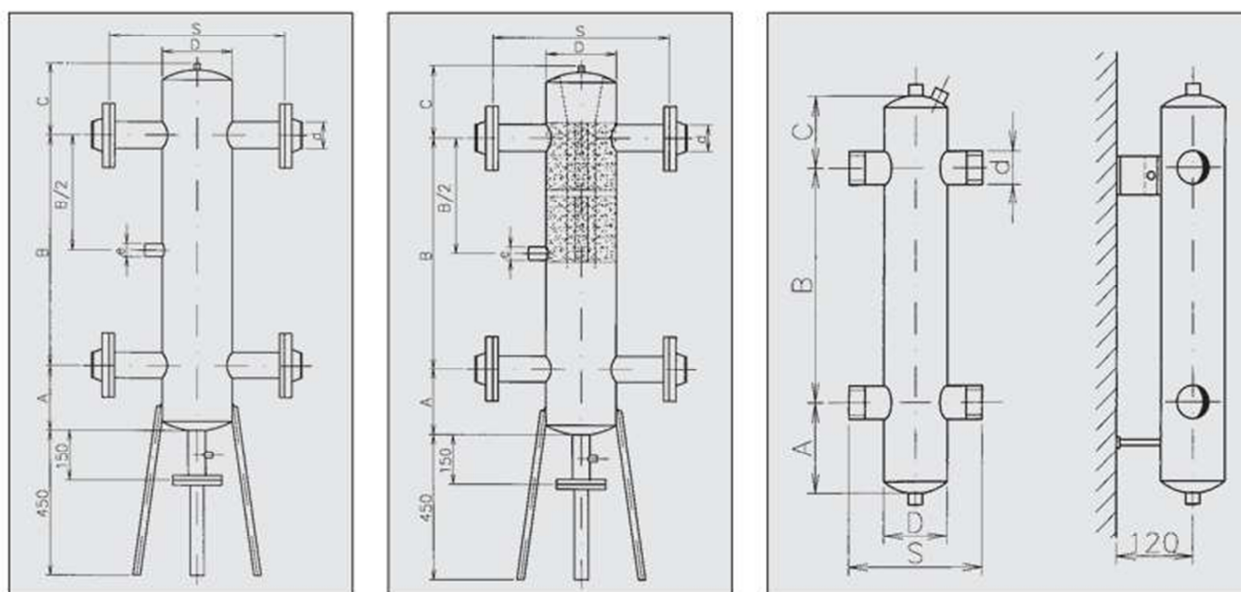
Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků zajistí vytvoření hydraulické stability otopné soustavy. Odděluje otopnou soustavu od kotlového okruhu. Vyruší se přebytek dynamického tlaku oběhových čerpadel kotlového okruhu přenášený do otopné soustavy. HVDT může plnit i funkci odlučovače vzduchu a plynů – je vybaven odvzdušňovacím ventilem a rovněž může zachycovat kaly – ve spodním dně je osazena odkalovací armatura.

$$Q_{\max} = 7,45 \text{ m}^3/\text{h}$$

Návrh: ETL HVDT TYP II ($Q_{\max} = 8 \text{ m}^3/\text{h}$)

$$a=150 \text{ mm}, b=500 \text{ mm}, c=100 \text{ mm}, d=159 \text{ mm}, l=1200 \text{ mm}, s=400 \text{ mm}, d=76 \text{ mm}$$

HYDRAULICKÝ VYROVNÁVAČ DYNAMICKÝCH TLAKŮ HVDT



Obr. B14.1 HVDT [26]

3) Neutralizační zařízení na kondenzát

Kondenzát z plynových kotlů bude před vypuštěním do kanalizace zneutralizován v níže navrženém neutralizačním zařízení. Odvodní potrubí kondenzátu od kotlů musí být provedeno ve spádu 5 ° do neutralizačního zařízení a nesmí být blokováno.

Návrh: neutralizační zařízení Brilon Neutra N70

výkon neutralizace: 70 l/h

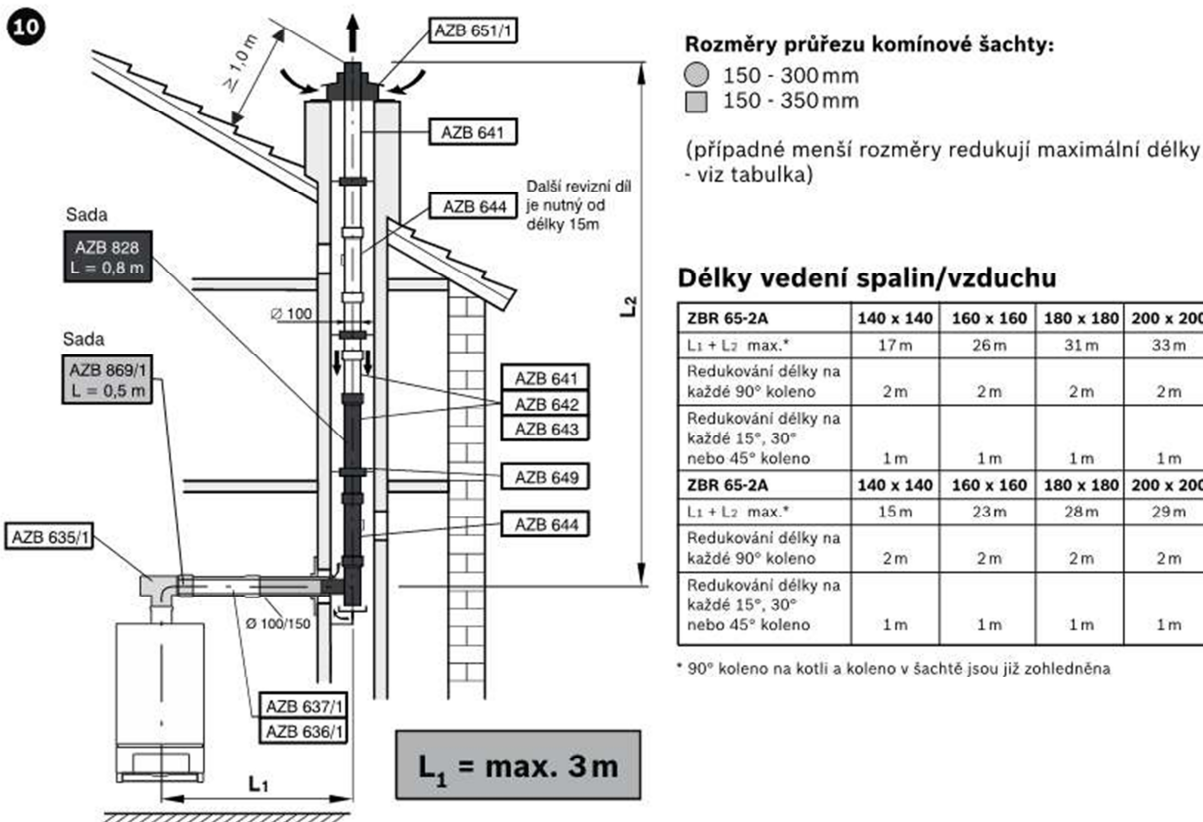
max. výkon kotlů: 500 kW

4) Odkouření kondenzačních kotlů

Přívod spalovacího vzduchu a odvod spalin je řešen koaxiálním odkouřením firmy Junkres určeným pro kotle ZBR 65 - Ø 150 mm. Toto odkouření je zaústěno do třívrstvého nerezového komínového systému Schiedel ICS. Tento komín je veden po fasádě objektu do výšky požadované normou a platnými předpisy.

Odkouření pro kondenzační kotle JUNKERS

Návrh odkouření nezávislého na přívodu vzduchu z místnosti (pro kotle ZBR 65/98-2A..)



Obr. B14.2 Odkouření [27]

B.15. Roční potřeba tepla – vytápění, VZT a ohřev teplé vody

Roční potřeba tepla pro ohřev teplé vody

- spotřeba vody v objektu za den - $V_{den} = 1252\text{l/den}$
- teplá voda - $t_v = 55^\circ\text{C}$
- střední denní venkovní teplota - $t_{em} = 13^\circ\text{C}$
- teplota studené vody v zimě - $t_{v,z} = 10^\circ\text{C}$
- teplota studené vody v létě - $t_{v,l} = 15^\circ\text{C}$
- $n_1 = 244$ – délka otopného období

$$Q_Z = 1,163 * V_{den} * n_1 * \Delta t * z = 1,163 * 1252 * 244 * (55 - 10) * 1,3 = 20,78 \text{ MWh/rok} = 74,82 \text{ GJ/rok}$$

$$Q_L = 1,163 * V_{den} * n_1 * \Delta t * z = 1,163 * 1252 * 61 * (55 - 15) * 1,3 = 4,62 \text{ MWh/rok} = 16,63 \text{ GJ/rok}$$

$$Q_{CEL} = Q_Z + Q_L = 20,78 + 4,62 = 25,4 \text{ MWh/rok} = 91,44 \text{ GJ/rok}$$

Roční potřeba tepla pro vytápění – měsíční bilanční metoda

	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
poč.dní	31	28	31	30	31	30	31	30	31
t_e	-2,0	-0,9	3,0	7,4	12,7	12,9	7,7	2,8	-0,4
H_{TR+INF}	2028,6	2028,6	2028,6	2028,6	2028,6	2028,6	2028,6	2028,6	2028,6
Q_{TR+INF}	-1071,1	-1017,5	-827,7	-613,4	-355,4	-345,7	-598,8	-837,4	-993,2
Q_{SOL}	91,4	166,5	212,3	265,9	313,8	226,5	164,1	87,2	62,4
Q_H	57,4	57,4	57,4	57,4	57,4	57,4	57,4	57,4	57,4
γ	0,14	0,22	0,33	0,53	1,04	0,82	0,37	0,17	0,12
$C * 10^8$	5,075	5,075	5,075	5,075	5,075	5,075	5,075	5,075	5,075
τ	69,5	69,5	69,5	69,5	69,5	69,5	69,5	69,5	69,5
a	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6
η_h	1,00	1,00	1,00	0,99	0,83	0,92	1,00	1,00	1,00
$Q_{H,d}$	-922,2	-793,7	-558,2	-294,4	-47,3	-84,7	-377,8	-692,8	-873,4
$Q_{H,m}$	-28589,3	-22223,2	-17305,5	-8831,0	-1464,8	-2541,4	-11712,8	-20783,2	-27075,9
Q_{rok}	140,53 MWh/rok = 505,9 GJ/rok								

- červen, červenec, srpen – není otopná sezóna

Roční potřeba tepla pro VZT – měsíční bilanční metoda

Jedná se o potřebu tepla pro ohřev venkovního vzduchu na požadovanou teplotu vzduchu přiváděného do místnosti. Teplota venkovního vzduchu se v průběhu roku mění, současně s touto teplotou se mění i teplota vzduchu za výměníkem ZVT. Teplota přiváděná do interiéru je v průběhu roku konstantní a má hodnotu 20°C . S využitím ZVT je potřebný výkon ohříváče $59,6 \text{ kW}$. Při výpočtu potřeby tepla pro nucené větrání se neuvažuje využití zisků. Předpokládaná doba provozu VZT zařízení je 12 h denně, 5 dní v týdnu, 365 dní v roce.

	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
poč.dní	31	28	31	30	31	30	31	30	31
t_e	-2,0	-0,9	3,0	7,4	12,7	12,9	7,7	2,8	-0,4
H_{VZT}	1703	1703	1703	1703	1703	1703	1703	1703	1703
Q_{VZT}	-1071,1	-1017,5	-827,7	-613,4	-355,4	-345,7	-598,8	-837,4	-993,2
t_{zZT}	9	9,6	11,5	13,7	16,4	16,5	13,9	11,4	9,8
Q_{VZT,d}	224,8	212,5	173,7	128,8	73,6	71,6	124,7	175,7	208,5
Q_{VZT,m}	6968,8	5950	5384,7	3864	2281,6	2148	3865,7	5271	6463,5
Q_{rok}	42,2 MWh/rok = 151,9 GJ/rok								

Celková roční potřeba tepla objektu

$$Q_{VYT} + Q_{TV} + Q_{VZT} = 505,9 + 91,44 + 151,9 = \underline{749,24 \text{ GJ/rok}}$$

Vzorce:

t_e – průměrná venkovní teplota (C°)

H_{TR+VE} – měrná tepelná ztráta prostupem a větráním

$$H_{TR+VE} = \frac{Q}{\Delta t} \text{ (W/K)}$$

Q_{TR+VE} – tepelná energie prostupem a větráním za den

$$Q_{TR+VE} = H_{TR+VE} * (t_{es} - t_{is}) * \frac{24}{1000} \text{ (kWh)}$$

Q_{SOL} – solární zisky

$$Q_{SOL} = \sum F_P * I_i * S_i * G_i \text{ (kWh/den)}$$

F_p – podíl skla z plochy okna (cca. 85%)

I_i – intenzita dopadajícího slunečního záření (kWh/m²*den)

S_i – plocha okna (m²)

g_i – propustnost okna (dvojsklo – 0,75)

Q_H – pasivní zisky z osob a vybavení

$$Q_H = q * A * \frac{f * 24}{1000} + q * A * \frac{f_{ap} * 24}{1000} \text{ (kWh/den)}$$

γ – podíl zisků a ztrát v otopném období

$$\gamma = \frac{Q_{SOL} + Q_H}{[Q_{TR+VE}]} \text{ (-)}$$

C – vnitřní tepelná kapacita budovy

$$C = C_m * S \text{ (J/K)}$$

τ – časová konstanta budovy

$$\tau = \frac{C / 3600}{H_{TR+VE}}$$

a – faktor setrvačnosti budovy

$$a = 1 + \frac{\tau}{15}$$

η_H – stupeň využití zisků v topném režimu

$$\eta_H = \frac{1 - \gamma^a}{1 - \gamma^{a+1}}$$

$Q_{H,d}$ – denní potřeba tepla pro vytápění

$$Q_{H,d} = Q_{HT+VE} - \eta_H * Q_H \text{ (kWh/den)}$$

$Q_{H,m}$ – měsíční potřeba tepla pro vytápění

$$Q_{H,m} = Q_{H,d} * d_{mH} \text{ (kWh/měsíc)}$$

B.16. Zhodnocení variant zdroje tepla

Roční celková spotřeba tepla

Celková roční spotřeba tepla zahrnuje vypočítanou potřebu a dále zohledňuje účinnost zdroje tepla, rozvodů a systému měření a regulace. Účinnost všech těchto faktorů byla stanovena v souladu s TNI 73 0331.

$$Q_{VYT+VZT+TV} = (140,53/0,95*0,95*0,95) + (42,2/0,95*0,95*0,95) + (25,4/0,95*0,95) = \underline{241,2 \text{ MWh}} = \underline{868,3 \text{ GJ}}$$

Spotřeba plynu

$$P = Q_{CELK} * 3600/H = 241,2*3600/34,2 = \underline{25389,5 \text{ m}^3/\text{rok}}$$

H – výhřevnost zemního plynu (34,2MJ/m³)

Náklady na provoz – varianta I. – plynová kotelna

$$\text{Náklady} = P * \text{cena za } 1 \text{ m}^3 \text{ plynu} = 25389,5 * 15,5 = \underline{393 \text{ } 537 \text{ Kč/rok}}$$

Náklady na provoz – varianta II. – CZT

$$\text{Náklady} = Q_{celk} * \text{cena za } 1 \text{ GJ tepla} = 868,3 * 700 = \underline{607 \text{ } 810 \text{ Kč/rok}}$$

Po zhodnocení ročních nákladů na vytápění, VZT a ohřev teplé vody byla jako optimální navržena varianta I. – plynová kotelna se dvěma plynovými kondenzačními kotly. Při této variantě se pohybuje roční úspora na provoz kolem 214 000 Kč. Takto velký rozdíl je zapříčiněn vysokou cenou CZT za 1 GJ tepla z centrální kotelny.

C. Projektová část

C.1. Technická zpráva – varianta I. – plynová kotelna

1) Úvod

Projektová dokumentace řeší vytápění a přípravu teplé vody v třípodlažní budově školy v Trhových Svinech u Českých Budějovic. Tento objekt prošel částečnou rekonstrukcí, při které byly nově provedeny podlahy, střešní plášť a vyměněna veškerá okna a dveře. V 1.NP se nachází 6 učeben, 3 kabinety, šatny, hygienická zařízení a kotelna. V 2.NP je 7 učeben, kabinet a hygienická zařízení. Ve třetím patře je pouze strojovna vzduchotechniky, ostatní prostor je prozatím bez využití. Obvodový plášť je z původního zdiva z cihel plných pálených různých tloušťek od 600 do 850 mm. Objekt je zastřešen nově provedenou sedlovou střechou. Pouze kotelna na dvoře objektu je zastřešena střechou plochou. Zastavěná plocha činí 882 m².

2) Podklady

Podkladem pro zpracování projektu byla stavební výkresová dokumentace, technické listy výrobců jednotlivých zařízení a soubor český a evropských norem.

3) Klimatické a provozní podmínky

Objekt se nachází v Trhových Svinech v nadmořské výšce 480 m.n.m. v částečné zástavbě. Venkovní výpočtová teplota pro Trhové Sviny je dle ČSN 730540 : -15°C. Délka otopného období je stanovena na 244 dní. Vnitřní návrhová teplota v objektu je 20°C. Vnitřní teplota v učebnách a kabinetech je 20°C. V hygienických prostorách a na chodbách 15°C.

4) Tepelné ztráty a potřeba tepla budovy

Tepelné ztráty byly vypočteny dle EN 12 831 pro venkovní výpočtovou teplotu -15°C. Vnitřní teploty jsou stanoveny v souladu s hygienickými předpisy danými vyhláškou.

- teplená ztráta objektu prostupem a infiltrací – 71 kW
- tepelná ztráta nuceným větráním – 59,6 kW

- roční potřeba tepla pro vytápění – 140,53 MWh/rok
- roční potřeba tepla pro větrání – 42,2 MWh/rok
- roční potřeba tepla pro ohřev vody – 25,4 MWh/rok
- celkový roční potřeba – 208,13 MWh/rok – 749,24 GJ/rok

5) Požadovaný tepelný výkon

- vytápění – 71 kW (včetně zátopového výkonu)
- VZT – 59,6 kW
- ohřev teplé vody – 10,6 kW

6) Koncepce objektu

V objektu bylo navrženo teplovodní ústřední vytápění s nuceným oběhem vody. Jde od dvoutrubkový systém s otopnými deskovými tělesy s teplotním spádem 65/50°C. Větrání objektu je řešeno jako nucené se zpětným získáváním tepla s účinností 50%.

Ohřev teplé vody je řešen jako centrální smíšený s nepřímotopným ohřivačem Dražice OKC 200 NTR napojeným na rozdělovač + sběrač.

7) Zdroj tepla

Jako zdroj tepla pro tento objekt jsou navrženy dva plynové kondenzační kotle Junkers ZBR 65-2 o celkovém instalovaném výkonu 130 kW. Jedná se o plynové spotřebiče typu C – odvod spalin a přívod spalovacího vzduchu je veden koaxiálním odkouřením, zaústěným do třívrstvého nerostového komínu Schiedel ICS, který je veden po fasádě objektu. Odvod kondenzátu z kotlů do kanalizace je přes neutralizační zařízení Brilon Neutra N70. Plynové kotle jsou propojeny přes HDVT s centrální rozdělovačem + sběračem.

8) Otopná soustava

Otopná soustava je navržena jako teplovodní, dvoutrubková s nuceným oběhem vody a teplotním spádem 65/50°C. Veškeré potrubní rozvody jsou z měděných polotvrdých trubek Supersan, pájených na měkko. Rozvody jsou vedeny v podlahách a stropěch, stoupačí potrubí ve stoupačkovém profilu po stěně. Potrubí bude tepelně izolováno v souladu s vyhláškou č. 193/2007. Potrubí procházející stropem a zdmi bude opatřeno chráničkou, přesahující konstrukci 250 mm na každou stranu. Dilatace je řešena změnou trasy (U – profilem) na potrubí.

Celý objekt je zónován na 3 světové strany (východ, jih a západ), ostatní otopná tělesa jsou rozdělena mezi jednotlivé stoupačky. Jednotlivé větve otopné soustavy jsou napojeny na centrální rozdělovač + sběrač umístěný v kotelně objektu. Na jednotlivých větvích kromě vzduchotechniky a ohřevu teplé vody jsou umístěny třicestné směšovací ventil, sloužící k regulování požadované teploty. Jejich jednotlivý popis je uveden v části: B) Výpočtová část.

Jednotlivé větve:

- větev 1 – otopná tělesa - západ
- větev 2 – otopná tělesa - jih
- větev 3 – otopná tělesa - východ
- větev 4 – vzduchotechnika
- větev 5 – ohřev teplé vody

9) Otopné plochy

Jako otopné plochy jsou navrženy desková tělesa Korado Radik VK a Korado Radik VKL. Otopná tělesa VK a VKL budou připojeny rohovým H-šroubením ze stěny. Tělesa budou osazena na zeď pomocí navrtávacích konzol, které jsou součástí dodávky. Veškerá tělesa na chodbách, v učebnách a hygienických zařízeních budou zakryta dřevěným krytem. Tento kryt bude odsazen od podlahy o 150 mm pro zachování správné cirkulace vzduchu, v jeho horní části bude provedena nerezová

větrací mřížka stejné délky a jako je otopné těleso. Její šířka bude 1,5 násobek šířky otopného tělesa.

10) Oběhová čerpadla

Nucený oběh vody je na jednotlivých větvích zajištěn oběhovými čerpadly od firmy Grundfos, jednotlivá čerpadla jsou i s popisem zakreslena ve výkresové dokumentaci. Pro správnou funkci čerpadel bylo nutné na některých větvích osadit vyvažovací ventily, pro vyrovnání tlakové ztráty a průtoku do optimální polohy. Více viz. B)Výpočtová část.

Jednotlivá čerpadla: Č1 - Grundfos Aplha2 25-60

Č2 - Grundfos Aplha3 32-80

Č3 - Grundfos Aplha2 25-50

Č4 - Grundfos Alpha2 25-40

Č5 - Grundfos Magna3 25-40

Č6 - Grundfos Magna3 25-40

Č7 - Grundfos Magna3 25-40

Č8 - Grundfos Magna3 25-80

11) Zabezpečovací a expanzní zařízení

V soustavě je navržena tlakové expanzní nádoba Reflex NG 50/6 o objemu 50l. Pojistný ventil Duco Meibes DN 1"/5/4" s otevíracím přetlakem 350 kPa pro každý plynový kotel.

12) Ohřev teplé vody

Ohřev teplé vody je řešen jako centrální smíšený s nepřímotopným ohřivačem Dražice OKC 200 NTR napojeným na rozdělovač + sběrač pro pokrytí hodinové odběrové špičky. Ostatní zařízení na straně teplé vody bude zajištěno jinou profesí.

13) Měření a regulace

Provoz topné soustavy a jednotlivých otopných větví bude řízen ekvitermně na základě venkovní teploty vzduchu. K tomuto řízení slouží třicestné směšovací ventily. Jejich popis je uveden v: B)Výpočtová část. Dále jsou zakresleny v jednotlivých výkresech

Individuální regulace teploty v jednotlivých místnostech bude zajištěna termostatickými ventily a termostatickými hlavicemi na jednotlivých tělesech. Celková spotřeba plynu je měřena hlavním plynoměrem.

Ostatní řešení MaR bude zajištěnou kvalifikovanou osobou

14) Úprava a doplňování vody

Úprava a automatické doplňování vody do otopné soustavy je realizováno pomocí úpravny vody AUV 220 a automatického ventilu Honewell NA 225.

15) Instalované armatury

Směšovací třicestné ventily Heimeier s pohonem, kulové kohouty Giacomini, HVDT, vyvažovací ventily STAD TA Hydronics, filtry a zpětné klapky Giacomini, pojistné ventily Duco Meibes, tlakoměry, manometry, AOV Giacomini.

16) Požadavky na ostatní profese

Elektroinstalace

Silové propojení jednotlivých komponentů (čerpadla, pohony regulačních ventilů, termostaty, automatické doplňovací zařízení, atd.) oprávněným pracovníkem dle příslušných norem a předpisů výrobců.

Zdravotechnika

Projekt vodovodní přípojky pro objekt. Napojení rozvodů teplé, studené vody a cirkulace. Připojení úpravy vody a doplňovacího zařízení na otopný systém.

Plynovodní instalace

Komplexní řešení plynovodní přípojky, připojení jednotlivých kotlů a jejich následná revize.

Vzduchotechnika

Komplexní řešení nuceného větrání objektu a návrh veškerých komponentů a zařízení.

Stavební práce

Zřízení prostupů ve střepech a stěnách pro potrubní rozvody. Otvorů pro větrání kotelny.

Provoz a údržba

Veškeré zařízení bude provozováno a udržováno dle pokynů příslušného výrobce.

17) Zkoušky systému

Veškeré zařízení je nutné po montáži odzkoušet dle platných norem ČSN060310. O výsledcích všech zkoušek bude proveden písemný zápis.

Zkouška těsnosti

Uzavřená soustava se napustí pracovním přetlakem, po napuštění se proveden kontrolní prohlídka. Uvedený přetlak se udržuje po dobu šesti hodin, posléze se provede další kontrolní prohlídka. Zkouška těsnosti je úspěšná, neobjeví-li se viditelné netěsnosti a nedojde-li k poklesu tlaku pod stanovenou mez.

Topná zkouška

Topná zkouška trvá 72 hodin, během této doby se zjišťuje funkčnost zařízení a provádí se jeho nastavení. Součástí této zkoušky je doregulování celé otopné soustavy tak, aby byl zajištěn její správný technický provoz.

Dilatační zkouška

Dilatační zkouška se provede před zazděním prostupů, drážek a před zaizolováním potrubí. Otopná voda se ohřeje na nejvyšší provozní teplotu a poté se nechá vychladnout. Tento postup se ještě jednou opakuje. Zkouška je úspěšná, pokud nedojde k netěsnostem nebo jiným závadám.

18) Kotelna

V kotelně jsou umístěny 2 plynové kondenzační kotel Junkers ZBR 65-2, každý o výkonu 65 kW. Jejich součtový výkon je 130 kW.

Tato plynová kotelna spadá do kategorie III. (výkon jednoho kotle nad 50 kW, součet nad 100 kW), tvoří samostatný požární úsek.

K vyrovnání dynamických tlaků je zde zapojen hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků, přes něj jsou kotle napojeny na centrální rozdělovač + sběrač. Dále je zde umístěno neutralizační zařízení kondenzátu, úpravna a doplňování vody do systému, expanzní nádoba a ohřívač vody o objemu 200 L.

Minimální teplota v zimě je 7°C, tato teplota je zajištěna tepelnými ztrátami z jednotlivých zařízení, které činí cca. 2% z instalovaného výkonu, což je 2,6 kW. Maximální teplota v létě je 45°C, tato teplota je zajištěna instalovaným axiálním ventilátorem EDAV 200 – $Q_{\max} = 400 \text{ m}^3/\text{h}$, částečně pak přirozeným větráním okny. Otvor pro ventilátor bude z vnější strany zakryt protidešťovou žaluzií. Minimální výměna vzduchu je 0,5/h.

Podlahový povrch kotelny bude neklouzavý a vyspárovaný k podlahové vpusti. Kotelna musí splňovat požadavek na světlou výšku, která je 3 m a na podchodnou výšku, která je 2,1 m. Oba tyto požadavky jsou v tomto případě splněny. Dveře jsou šířky 900 mm, otvíravé směrem ven a opatřeny samozavíračem. Dále zde bude instalováno nouzové osvětlení.

Kotelna je řešena jako bezobslužná, s občasnou kontrolou úpravny vody a neutralizačního zařízení.

C.2. Výkaz výměr – plynová kotelna

Popis materiálu	Množstevní jednotka	Množství
Hlavní zařízení		
Plynový kondenzační kotel Junkers ZBR 65-2	ks	2
Kombinovaný rozdělovač + sběrač ETL	ks	1
Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků	ks	1
Expanzní nádoba Reflex NG50/6	ks	1
Úpravna vody AUO	ks	1
Neutralizační zařízení Brilon	ks	1
Ohřívač vody Dražice OKC 200 NTR	ks	1
Otopná tělesa		
Korado Radik VK 10-600/1000	ks	1
Korado Radik VK 10-600/1200	ks	2
Korado Radik VK 11-900/700	ks	2
Korado Radik VK 11-600/800	ks	1
Korado Radik VK 11-600/1000	ks	1
Korado Radik VK 11-600/1100	ks	3
Korado Radik VK 21-600/1100	ks	8
Korado Radik VK 21-600/1200	ks	7
Korado Radik VK 21-600/1400	ks	3
Korado Radik VK 22-600/1000	ks	2
Korado Radik VK 22-600/1200	ks	8
Korado Radik VK 22-600/1400	ks	18
Korado Radik VK 22-600/1600	ks	1
Korado Radik VK 22-600/1800	ks	1
Potrubí		
Trubka Supersan polotvrdá – 15x1	m	265
Trubka Supersan polotvrdá – 18x1	m	190
Trubka Supersan polotvrdá – 22x1	m	91
Trubka Supersan polotvrdá – 28x1,5	m	98
Trubka Supersan polotvrdá – 35x1,5	m	172
Trubka Supersan polotvrdá – 42x1,5	m	42
Trubka Supersan polotvrdá – 54x2	m	4
Fitinky	soubor	1
Armatury		
Oběhové čerpadlo Grundfos Alpha2 25-60	ks	1
Oběhové čerpadlo Grundfos Alpha3 32-80	ks	1
Oběhové čerpadlo Grundfos Aplha2 25-50	ks	1
Oběhové čerpadlo Grundfos Aplha2 25-40	ks	1
Oběhové čerpadlo Grundfos Magna3 25-40	ks	3
Oběhové čerpadlo Grundfos Magna3 25-80	ks	1
Cirkulační čerpadlo Grundfos	ks	1
Kulový kohout Giacomini	ks	48
Vyvažovací ventil Heimeier STAD	ks	3
Třícestný směšovací ventil Heimeier + pohon	ks	4

Přepouštěcí ventil Heimeier BPV	ks	1
Automatický dopouštěcí ventil Honeywell	ks	1
Pojistný ventil Duco Meibes	ks	2
Filtr Giacomini	ks	9
Zpětná klapka Giacomini	ks	13
Teploměr 0-120°C	ks	11
Manometr 0-600 kPa	ks	3
Vypouštěcí kohout Giacomini	ks	22
Automatický odvětrávací ventil Giacomini	ks	13
Termostatická hlavice Heimeier Retro AGA	ks	44
Ruční hlavice Heimeier	ks	14
H-rohové šroubení Heimeier Vekolux	ks	58
Vodoměr	ks	1
Ekvitermní regulace	soubor	1
Uchyvací prvky (objímky, konzoly)	soubor	1
Ostatní		
Koaxiální odkouření	soubor	1
Izolace – dle potrubí	soubor	1
Stoupačkový profil	m	20

C.3. Technická zpráva – varianta II. - CZT

1) Úvod

Projektová dokumentace řeší vytápění a přípravu teplé vody v třípodlažní budově školy v Trhových Svinech u Českých Budějovic. Tento objekt prošel částečnou rekonstrukcí, při které byly nově provedeny podlahy, střešní plášť a vyměněna veškerá okna a dveře. V 1.NP se nachází 6 učeben, 3 kabinety, šatny, hygienická zařízení a kotelna. V 2.NP je 7 učeben, kabinet a hygienická zařízení. Ve třetím patře je pouze strojovna vzduchotechniky, ostatní prostor je prozatím bez využití. Obvodový plášť je z původního zdiva z cihel plných pálených různých tloušťek od 600 do 850 mm. Objekt je zastřešen nově provedenou sedlovou střechou. Pouze předávací stanice na dvoře objektu je zastřešena střechou plochou. Zastavěná plocha činí 882 m².

2) Podklady

Podkladem pro zpracování projektu byla stavební výkresová dokumentace, technické listy výrobců jednotlivých zařízení a soubor český a evropských norem.

3) Klimatické a provozní podmínky

Objekt se nachází v Trhových Svinech v nadmořské výšce 480 m.n.m. v částečné zástavbě. Venkovní výpočtová teplota pro Trhové Sviny je dle ČSN 730540 : -15°C. Délka otopného období je stanovena na 244 dní. Vnitřní návrhová teplota v objektu je 20°C. Vnitřní teplota v učebnách a kabinetech je 20°C. V hygienických prostorách a na chodbách 15°C.

4) Tepelné ztráty a potřeba tepla budovy

Tepelné ztráty byly vypočteny dle EN 12 831 pro venkovní výpočtovou teplotu -15°C. Vnitřní teploty jsou stanoveny v souladu s hygienickými předpisy danými vyhláškou.

- teplená ztráta objektu prostupem a infiltrací – 71 kW
- tepelná ztráta nuceným větráním – 59,6 kW

- roční potřeba tepla pro vytápění – 140,53 MWh/rok
- roční potřeba tepla pro větrání – 42,2 MWh/rok
- roční potřeba tepla pro ohřev vody – 25,4 MWh/rok
- celkový roční potřeba – 208,13 MWh/rok – 749,24 GJ/rok

5) Požadovaný tepelný výkon

- vytápění – 71 kW (včetně zátopového výkonu)
- VZT – 59,6 kW
- ohřev teplé vody – 10,6 kW

6) Koncepce objektu

V objektu bylo navrženo teplovodní ústřední vytápění s nuceným oběhem vody. Jde od dvoutrubkový systém s otopnými deskovými tělesy s teplotním spádem 65/50°C. Větrání objektu je řešeno jako nucené se zpětným získáváním tepla s účinností 50%.

Ohřev teplé vody je zajištěn samostatným deskovým výměníkem spolu s akumulacním zásobníkem o objemu 200 L.

7) Zdroj tepla

Objekt je napojen na teplárnu v Trhových Svinech a její rozvodnou teplovodní síť centrálního zásobování tepla (CZT) s teplotním spádem v zimním období 80/60°C, v letním období 70/50°C. V kotelně v 1. NP se nachází teplovodní předávací stanice se dvěma deskovými výměníky. Pro vytápění je navržen samostatný deskový výměník SECESPOL LC 170-110, pro ohřev teplé vody samostatný SECESPOL LC 110-10.

Deskové výměník je nutné nechat 1xročně vyčistit odbornou firmou pro zabránění jejich znehodnocení.

8) Otopná soustava

Otopná soustava je navržena jako teplovodní, dvoutrubková s nuceným oběhem vody a teplotním spádem 65/50°C. Veškeré potrubní rozvody jsou z měděných polotvrdých trubek Supersan, pájených na měkko. Rozvody jsou vedeny v podlahách a stropěch, stoupací potrubí ve stoupačkovém profilu po stěně. Potrubí bude tepelně izolováno v souladu s vyhláškou č. 193/2007. Potrubí procházející stropem a zdmi bude opatřeno chráničkou, přesahující konstrukci 250 mm na každou stranu. Dilatace je řešena změnou trasy (U – profilem) na potrubí.

Celý objekt je zónován na 3 světové strany (východ, jih a západ), ostatní otopná tělesa jsou rozdělena mezi jednotlivé stoupačky. Jednotlivé větve otopné soustavy jsou napojeny na centrální rozdělovač + sběrač umístěný v kotelně objektu. Na jednotlivých větvích kromě vzduchotechniky umístěny jsou třícestné směšovací ventil, sloužící k regulování požadované teploty. Jejich jednotlivý popis je uveden v části: B) Výpočtová část.

Jednotlivé větve:

- větev 1 – otopná tělesa - západ
- větev 2 – otopná tělesa - jih
- větev 3 – otopná tělesa - východ
- větev 4 – vzduchotechnika

9) Otopné plochy

Jako otopné plochy jsou navrženy desková tělesa Korado Radik VK a Korado Radik VKL. Otopná tělesa VK a VKL budou připojen rohovým H-šroubením ze stěny. Tělesa budou osazena na zeď pomocí navrtávacích konzol, které jsou součástí dodávky. Veškerá tělesa na chodbách, v učebnách a hygienických zařízeních budou zakryta dřevěným krytem. Tento kryt bude odsazen od podlahy o 150 mm pro zachování správné cirkulace vzduchu, v jeho horní části bude provedena nerezová

větrací mřížka stejné délky a jako je otopné těleso. Její šířka bude 1,5 násobek šířky otopného tělesa.

10) Oběhová čerpadla

Nucený oběh vody je na jednotlivých větvích zajištěn oběhovými čerpadly od firmy Grundfos, jednotlivá čerpadla jsou i s popisem zakreslena ve výkresové dokumentaci. Pro správnou funkci čerpadel bylo nutné na některých větvích osadit vyvažovací ventily, pro vyrovnání tlakové ztráty a průtoku do optimální polohy. Více viz. B)Výpočtová část.

Jednotlivá čerpadla: Č1 - Grundfos Aplha2 25-60

Č2 - Grundfos Aplha3 32-80

Č3 - Grundfos Aplha2 25-50

Č5 - Grundfos Magna3 25-40

Č8 - Grundfos Magna3 25-80

11) Zabezpečovací a expanzní zařízení

V soustavě je navržena tlakové expanzní nádoba Reflex NG 50/6 o objemu 50l. Pojistný ventil Duco Meibes DN 3/4"/3/4" s otevíracím přetlakem 350 kPa pro vytápění a pojistný ventil Duco Meibes DN 1/2"/3/4" s otevíracím přetlakem 600 kPa pro ohřev teplé vody.

12) Ohřev teplé vody

Ohřev teplé vody je zajištěn deskovým pájeným výměníkem SECESPOL LC 110-10, dále je zde navržen akumulační zásobník Dražice OKC 200 NTR pro pokrytí hodinové odběrové špičky. Ostatní zařízení na straně teplé vody bude zajištěno jinou profesí.

13) Měření a regulace

Provoz topné soustavy a jednotlivých otopných větví bude řízen ekvitermně na základě venkovní teploty vzduchu. K tomuto řízení slouží třicestné směšovací ventily. Jejich popis je uveden v: B)Výpočtová část. Dále jsou zakresleny v jednotlivých výkresech Individuální regulace teploty v jednotlivých místnostech bude zajištěna termostatickými ventily a termostatickými hlavicemi na jednotlivých tělesech. Celková spotřeba tepla bude měřena kalorimetrem umístěným na primární straně rozvodu v kotelně.

14) Úprava a doplňování vody

Úprava a automatické doplňování vody do otopné soustavy je realizováno pomocí úpravny vody AUV 220 a automatického ventilu Honewell NA 225.

15) Instalované armatury

Směšovací třicestné ventily Heimeier s pohonem, kulové kohouty Giacomini, havarijní uzavírací ventil TA Hydronics, vyvažovací ventily STAD TA Hydronics, filtry a zpětné klapky Giacomini, pojistné ventily Duco Meibes, tlakoměry, manometry, AOV Giacomini.

16) Požadavky na ostatní profese

Elektroinstalace

Silové propojení jednotlivých komponentů (čerpadla, pohony regulačních ventilů, termostaty, automatické doplňovací zařízení, atd.) oprávněným pracovníkem dle příslušných norem a předpisů výrobců.

Zdravotechnika

Projekt vodovodní přípojky pro objekt. Napojení rozvodů teplé, studené vody a cirkulace. Připojení úpravy vody a doplňovacího zařízení na otopný systém.

Vzduchotechnika

Komplexní řešení nuceného větrání objektu a návrh veškerých komponentů a zařízení.

Stavební práce

Zřízení prostupů ve stropech a stěnách pro potrubní rozvody. Otvorů pro větrání kotelny.

Provoz a údržba

Veškeré zařízení bude provozováno a udržováno dle pokynů příslušného výrobce.

17) Zkoušky systému

Veškeré zařízení je nutné po montáži odzkoušet dle platných norem ČSN060310. O výsledcích všech zkoušek bude proveden písemný zápis.

Zkouška těsnosti

Uzavřená soustava se napustí pracovním přetlakem, po napuštění se provede kontrolní prohlídka. Uvedený přetlak se udržuje po dobu šesti hodin, poté se provede další kontrolní prohlídka. Zkouška těsnosti je úspěšná, neobjeví-li se viditelné netěsnosti a nedojde-li k poklesu tlaku pod stanovenou mez.

Topná zkouška

Topná zkouška trvá 72 hodin, během této doby se zjišťuje funkčnost zařízení a provádí se jeho nastavení. Součástí této zkoušky je doregulování celé otopné soustavy tak, aby byl zajištěn její správný technický provoz.

Dilatační zkouška

Dilatační zkouška se provede před zazděním prostupů, drážek a před zaizolováním potrubí. Otopná voda se ohřeje na nejvyšší provozní teplotu a poté se nechá vychladnout. Tento postup se ještě jednou opakuje. Zkouška je úspěšná, pokud nedojde k netěsnostem nebo jiným závadám.

C.4. Výkaz výměr - CZT

Popis materiálu	Množstevní jednotka	Množství
Hlavní zařízení		
Deskový výměník SECESPOL LC 170-110	ks	1
Deskový výměník SECESPOL LC 110 - 10	ks	1
Kombinovaný rozdělovač + sběrač ETL	ks	1
Expanzní nádoba Reflex NG50/6	ks	1
Úpravna vody AUO	ks	1
Akumulační nádrž Dražice OKC 200 NTR	ks	1
Otopná tělesa		
Korado Radik VK 10-600/1000	ks	1
Korado Radik VK 10-600/1200	ks	2
Korado Radik VK 11-900/700	ks	2
Korado Radik VK 11-600/800	ks	1
Korado Radik VK 11-600/1000	ks	1
Korado Radik VK 11-600/1100	ks	3
Korado Radik VK 21-600/1100	ks	8
Korado Radik VK 21-600/1200	ks	7
Korado Radik VK 21-600/1400	ks	3
Korado Radik VK 22-600/1000	ks	2
Korado Radik VK 22-600/1200	ks	8
Korado Radik VK 22-600/1400	ks	18
Korado Radik VK 22-600/1600	ks	1
Korado Radik VK 22-600/1800	ks	1
Potrubí		
Trubka Supersan polotvrdá – 15x1	m	265
Trubka Supersan polotvrdá – 18x1	m	190
Trubka Supersan polotvrdá – 22x1	m	91
Trubka Supersan polotvrdá – 28x1,5	m	98
Trubka Supersan polotvrdá – 35x1,5	m	172
Trubka Supersan polotvrdá – 42x1,5	m	42
Trubka Supersan polotvrdá – 54x2	m	4
Fitinky	soubor	1
Armatury		
Oběhové čerpadlo Grundfos Alpha2 25-60	ks	1
Oběhové čerpadlo Grundfos Alpha3 32-80	ks	1
Oběhové čerpadlo Grundfos Aplha2 25-50	ks	1
Oběhové čerpadlo Grundfos Magna3 25-40	ks	3
Oběhové čerpadlo Grundfos Magna3 25-80	ks	1
Cirkulační čerpadlo Grundfos	ks	1
Kulový kohout Giacomini	ks	50
Vyvažovací ventil Heimeier STAD	ks	2
Třícestný směšovací ventil Heimeier + pohon	ks	4
Přepouštěcí ventil Heimeier BPV	ks	1
Havarijní uzavírací ventil TA Hydrionics	ks	1

Meřič tepla (kalorimetr)	ks	1
Regulátor diferenčního tlaku Heimeier	ks	1
Automatický dopouštěcí ventil Honeywell	ks	1
Pojistný ventil Duco Meibes	ks	2
Filtr Giacomini	ks	8
Zpětná klapka Giacomini	ks	11
Teploměr 0-120°C	ks	15
Manometr 0-600 kPa	ks	5
Vypouštěcí kohout Giacomini	ks	25
Automatický odzdušňovací ventil Giacomini	ks	13
Termostatická hlavice Heimeier Retro AGA	ks	44
Ruční hlavice Heimeier	ks	14
H-rohové šroubení Heimeier Vekolux	ks	58
Vodoměr	ks	1
Ekvitermní regulace	soubor	1
Uchycovací prvky (objímky, konzoly)	soubor	1
Ostatní		
Izolace – dle potrubí	soubor	1
Stoupačkový profil	m	20

D. Experimentální část

Posouzení kondenzace na povrchu okenních výplní

D.1. Úvod

Tato experimentální část diplomové práce se zabývá měřením povrchových teplot, teplot vzduchu a relativních vlhkostí vzduchu, ze kterých je následným zpracováním, výpočtem a vyhodnocením posouzena povrchová kondenzace na výplních otvorů.

Jedná se o objekt ZŠ Brno, Slovanské náměstí, Královo pole. Měření bylo uskutečněno na oknech v kabinetu č.124, který se nachází ve 3.NP. Tyto okna jsou orientována na východní stranu. Měřeno bylo ve dvou časových intervalech: 1) od 16.2.2015 do 20.2.2015, 2) od 4.3.2015 do 9.3.2015.

Výše zmiňované měření bylo provedeno z důvodu stížností na kondenzaci vody na povrchu skel v okenní mezeře a to jak na straně interiéru, tak i exteriéru. Tyto problémy nastaly až po rekonstrukci tohoto objektu, při které byla vyměněna stará okna za nová, tvořená z exteriéru jednosklem ze strany interiéru dvojsklem. Toto konstrukční uspořádání bylo zvoleno na základě požadavků památkové ústavu, jelikož se jedná o historickou budovu.

Ke kondenzaci v tomto objektu však nedochází pouze ve výše uvedeném kabinetu, ale i ve třídách směrem na ulici Bulharská, Srbská a Slovanské náměstí. Kondenzace se neprojevuje jen v 1.NP, kde jsou malé děti a je zde nízká vlhkost vzduchu a na oknech směrem do dvore, která jsou zdvojená.

D.2. Fotodokumentace problému



Obr.D.2.1 Kondenzace vody na skleněné výplni okna



Obr.D.2.2 Kondenzace vody na skleněné výplni okna

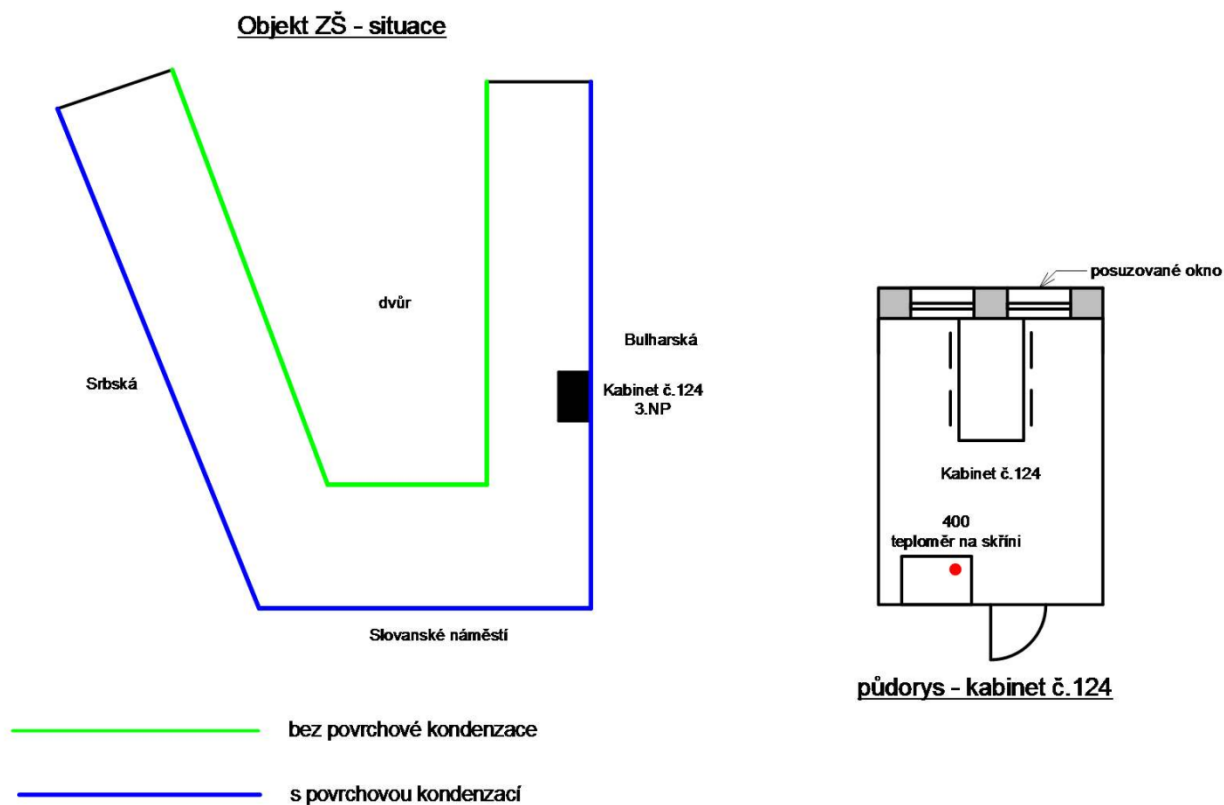


Obr.D.2.3 Kondenzace vody na skleněné výplni okna

D.3. Poloha objektu ve městě a kabinetu v budově školy

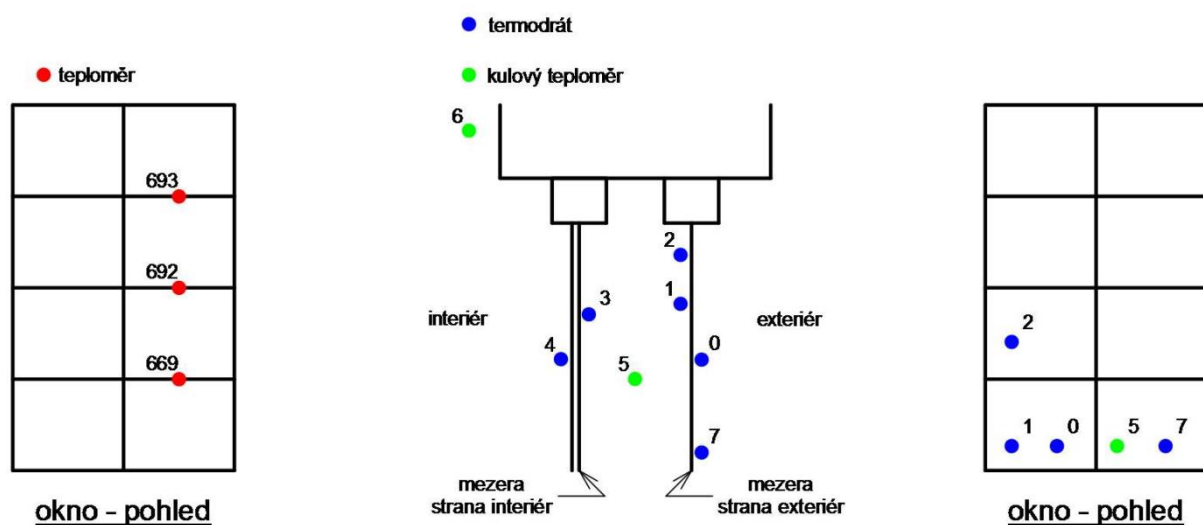


Obr. D.3.1 Poloha objektu základní školy



Obr. D.3.2 Poloha kabinetu v budově školy

D.4. Rozmístění měřících přístrojů a čidel



Obr. D.4.1 Rozmístění měřících přístrojů a čidel

D.5. Použité měřicí přístroje

K měření byly použity 4 automatické teploměry + vlhkoměry s integrovanou pamětí pro záznam dat typu Comet S 3120. Hlavní měření bylo uskutečněno s pomocí měřicí ústředny Almemo 3290-8, do níž byly připojeny pomocí konektorů jednotlivé termodráty od stejného výrobce, které snímají teploty na povrchu okenní výplně.

1) Comet S3120 – teploměr/vlhkoměr

- přesnost měření teploty vnitřním čidlem: $\pm 0,4^{\circ}\text{C}$
- přesnost měření vlhkosti vzduchu: $\pm 2,5\%$ RH od 5 do 95% při 23°C
- přesnost měření rosného bodu: $1,5^{\circ}\text{C}$ při okolní teplotě $T < 25^{\circ}\text{C}$ a $\text{RH} > 30\%$; rozsah -60 do 70°C

2) Měřicí ústředna Almemo 3290 – 8

- termodráty NiCr-Ni T190

Venkovní teploty a vlhkosti pro jednotlivé měřicí intervaly byly staženy z metrologické měřicí stanice TUBO, umístěna na střeše budovy FAST VUT v Brně.

D.6. Postup měření

Dne 16.2.2015 bylo provedena instalace veškerého měřicího zařízení. Nejprve byly osazeny 4 automatické přístroje (Comet S3120) pro měření interiérové teploty a relativní vlhkosti.

První (č.400) byl umístěna na skříň ke vstupu do kabinetu, druhý, třetí a čtvrtý do mezery mezi vnitřní a venkovní zasklení (č.693,692,669). Dále byly instalovány dva kulové teploměry, první k oknu (č.6), druhý mezi zasklení (č.5), následně byly připojeny do měřicí ústředny Almemo 3290.

V posledním kroku byly na okenní výplně přilepeny termodráty T190 (obr. D.4.1) a zapojeny do měřící ústředny.

Měření bylo zahájeno v 14:15 s 5 – ti minutovým intervalem záznamu teplot a vlhkostí.

Ukončení proběhlo dne 20.2.2015 v 15:55 a data byla z měřící stanice stažena na externí zdroj.

Další interval měření proběhl od 4.3.2015 do 9.3.2015 se stejným umístěním měřících zařízení a čidel. Data byla opět stažena na externí zdroj.

Schéma rozmístění měřících zařízení a čidel najdete na uvedených situačních nákresech (obr. D.3.2 a D.4.1).

D.7. Zpracování naměřených dat

Po ukončení veškerého měření bylo provedeno následné zpracování a vyhodnocení naměřených údajů:

- 1) výpočet parciálních tlaků vodní páry $p_{d''}$, p_d
- 2) výpočet měrné vlhkosti v mezeře x (g/kg)
- 3) porovnání teplot rosného bodu
- 4) výpočet měrné vlhkosti vzduchu v interiéru a exteriéru
- porovnání, která hodnota má větší vliv na měrnou vlhkost v mezeře
- 5) porovnání průběhu povrchových teplot
- 6) porovnání závislosti povrchové teploty na měrné vlhkosti v mezeře
- 7) vyhodnocení kritického intervalu – 5 až 6.3.2015

D.7.1. Parciální tlak vodní páry

Množství vodní páry obsažené ve směsi vlhkého vzduchu se může měnit. Stav, při kterém vzduch pojme maximální množství vodní páry se nazývá nasycení. Parciální tlak nasycené vodní páry je tedy tlakem vodní páry při nasycení. Tento tlak je funkcí pouze teploty a je zároveň maximálním tlakem pro zadanou teplotu.[18]

$$p_{d''} = \exp\left(23,58 - \frac{4044,6}{235,6 + t}\right) \quad (1)$$

$$p_d = \frac{RH}{100} \times p_{d''} \quad (2)$$

kde:

- $p_{d''}$ parciální tlak nasycené vodní páry [Pa]
 p_d parciální tlak vodní páry dané vlhkosti [Pa]
 t teplota interiéru [°C]
RH relativní vlhkost [%]

D.7.2. Měrná vlhkost vzduchu

Udává hmotnost vodní páry v 1 kg vlhkého vzduchu.

$$x = 622 \times \frac{p_d}{p - p_d} \quad (3)$$

kde:

- x měrná vlhkost vzduchu [g/kg]
- p tlak vzduchu [Pa]
- p_d parciální tlak vodní páry dané vlhkosti [Pa]

D.7.3. Teplota rosného bodu

Rosný bod (teplota rosného bodu) je teplota, při které je vzduch maximálně nasycen vodními parami (relativní vlhkost vzduchu dosáhne 100 %). Pokud teplota klesne pod tento bod, nastává kondenzace. Teplota rosného bodu je různá pro různé absolutní vlhkosti vzduchu: čím více je vodní páry ve vzduchu, tím vyšší je teplota rosného bodu, čili tím vyšší teplotu musí vzduch (a pára) mít, aby pára nezkondenzovala. Naopak pokud je ve vzduchu vodní páry jen velmi málo, může být vzduch chladnější, aniž pára z kondenzuje.[19]

$$t_r = \frac{4044,2}{23,58 - \ln p_d} - 235,6 \quad (4)$$

kde:

- t_r teplota rosného bodu [°C]
- p_d parciální tlak vodní páry dané vlhkosti [Pa]

D.7.4. Povrchová teplota

Povrchová teplota na ploše, u níž známe součinitel prostupu tepla U je:

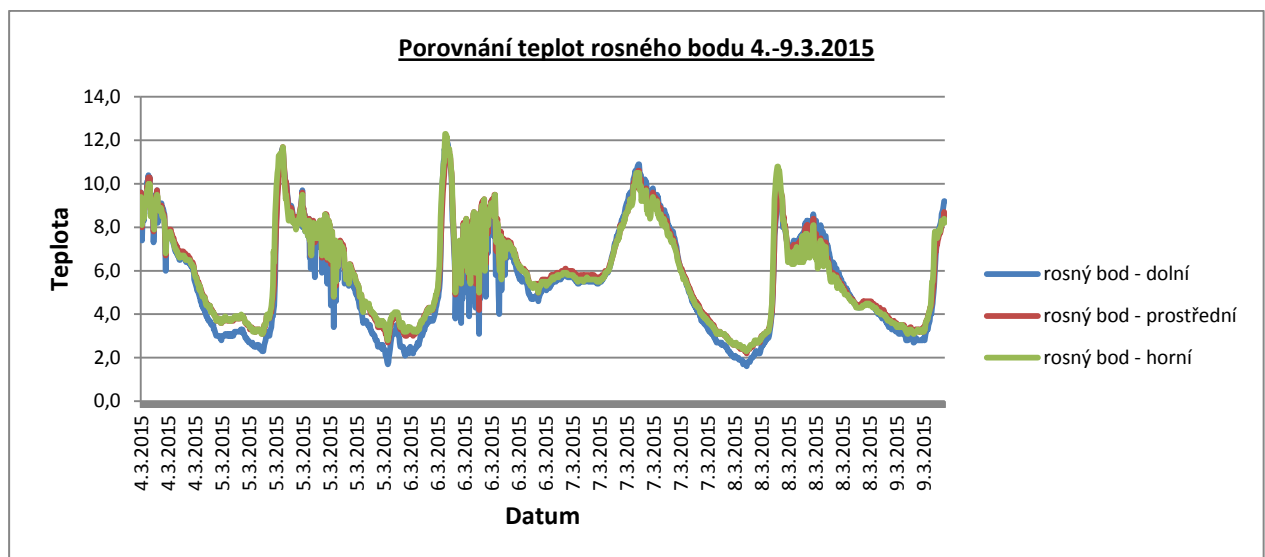
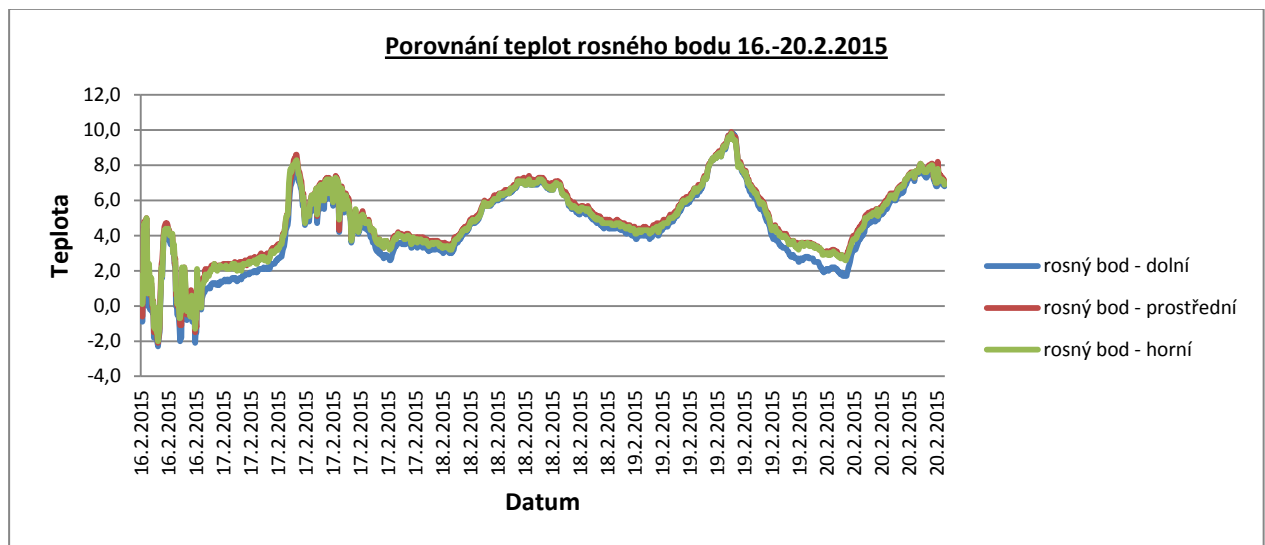
$$t_p = t_i - \frac{R_p \times U \times (t_i - t_e)}{1 + U \times (R_p - R_N)} \quad (5)$$

kde:

- t_p povrchová teplota [°C]
- t_i vnitřní teplota [°C]
- t_e venkovní teplota [°C]
- U součinitel prostupu tepla [W/m^2K]
- R_p odpor při přestupu tepla na vnitřní straně povrchu [m^2K/W]
- $R_N = 0,13 m^2K/W$ je normový odpor při přestupu tepla na vnitřní straně povrchu.

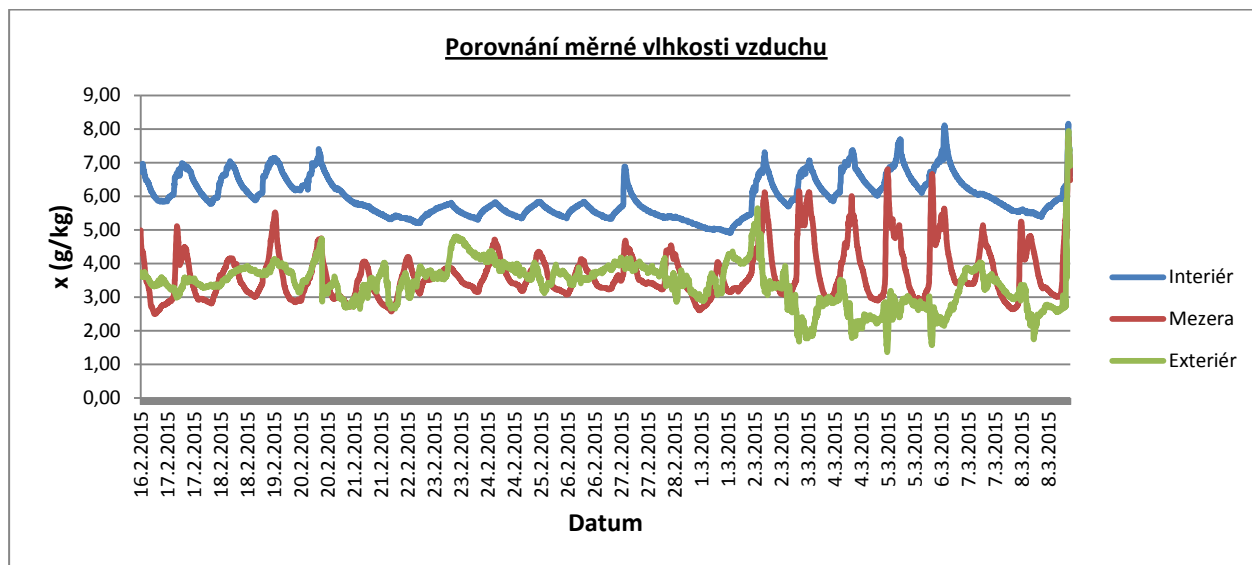
D.8. Výstup zpracovaných dat

D.8.1. Porovnání teplot rosného bodu v mezeře



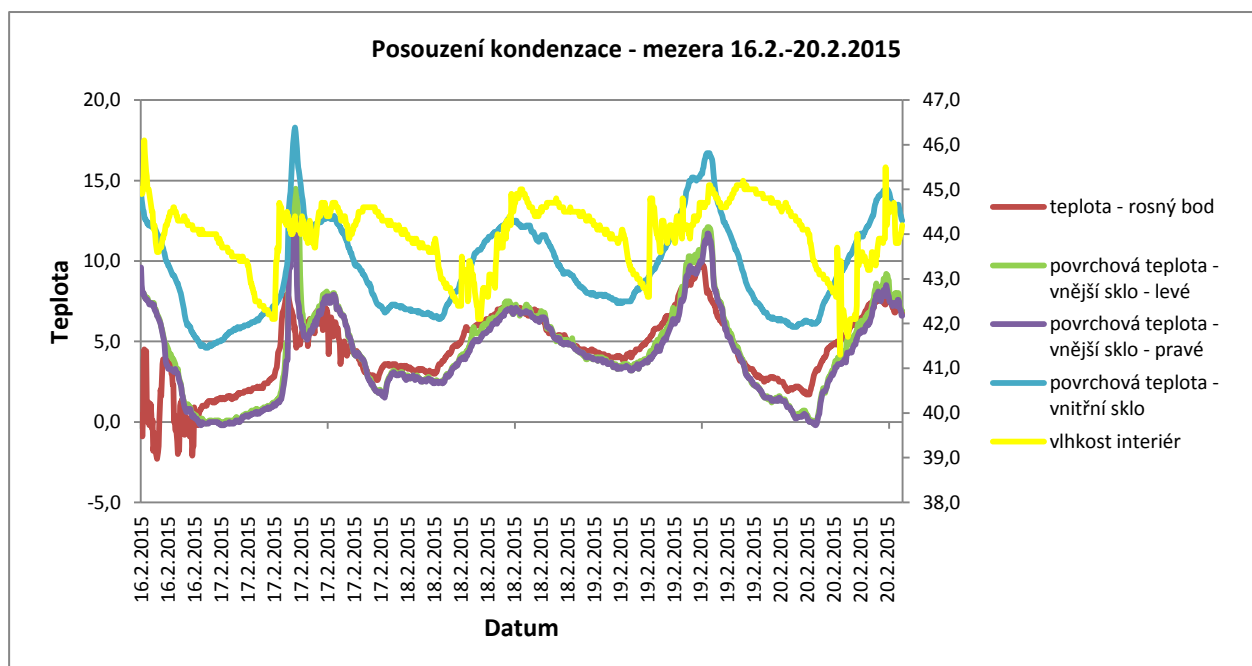
Teploty rosného bodu v mezeře mezi zasklením se přibližně kopírují, kromě teploty rosného bodu v dolní části okna, která je v nočních hodinách o cca. 1°C nižší, což je zapříčiněno tepelným mostem na styku okenního rámu a skleněné výplně a nedostatečnou cirkulací vzduchu ve spodní části okna. Z tohoto důvodu je teplota vzduchu ve spodní části v mezeře nižší a z toho plyne také nižší teplota rosného bodu. Právě proto dochází ke kondenzaci právě ve spodní části a ne po celé jeho výšce.

D.8.2. Porovnání měrné vlhkosti vzduchu



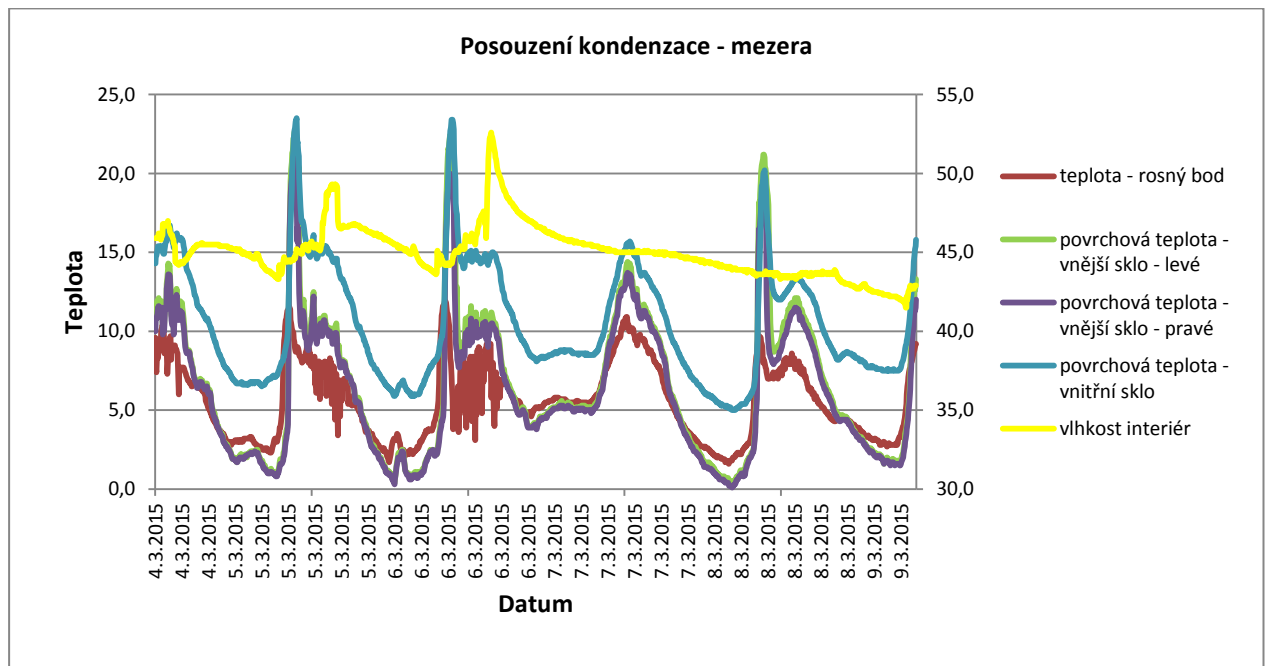
U měrné vlhkosti vzduchu dochází k pravidelnému periodickému kolísání. Měrná vlhkost v mezeře a exteriéru je v intervalu od 16.2. – 1.3. přibližně stejná. Od 2.3. – 8.3. je výrazně vyšší v mezeře mezi zasklením. V interiéru dosahuje maxima pravidelně kolem 13:00 – 14:00, což je způsobeno přítomností osob v místnosti a nedostatečnou výměnou vzduchu, naopak nejmenší je kolem 00:00 – 02:00 v noci. V mezeře je nejvyšší kolem 9:00 hodin, což je zapříčiněno opětovným odparem zkondenzované vody.

D.8.3. Posouzení kondenzace v mezeře



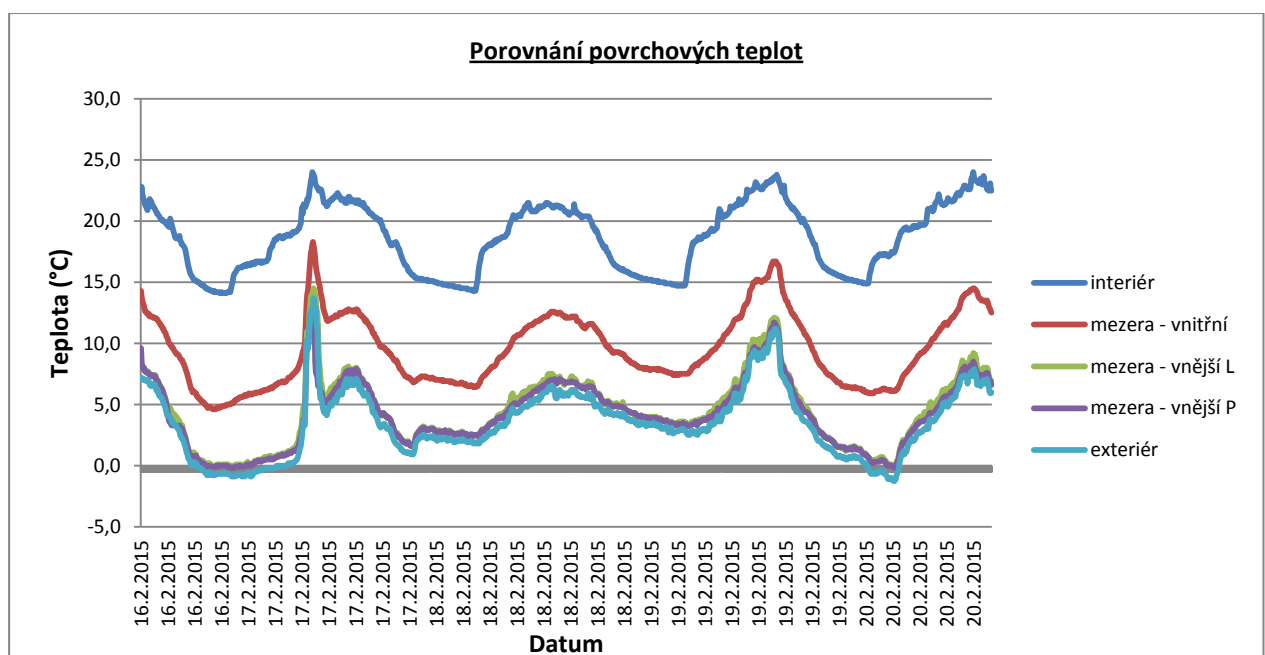
K povrchové kondenzaci dochází, pokud se povrchová teplota dostane pod teplotu rosného bodu. V intervalu od 16.2 do 20.2 nedošlo k povrchové kondenzaci v mezeře na straně interiéru vůbec. Na exteriérové straně dochází k začátku kondenzace pravidelně cca. v 19:30 až 20:30,

konec kondenzace je zpravidla v cca. 9:00 až 11:30, tento rozsah je způsoben různým venkovním počasím v jednotlivých dnech a s tím spojeným přímým slunečním zářením, které má za následek zvýšení povrchových teplot nad teplotu rosného bodu.

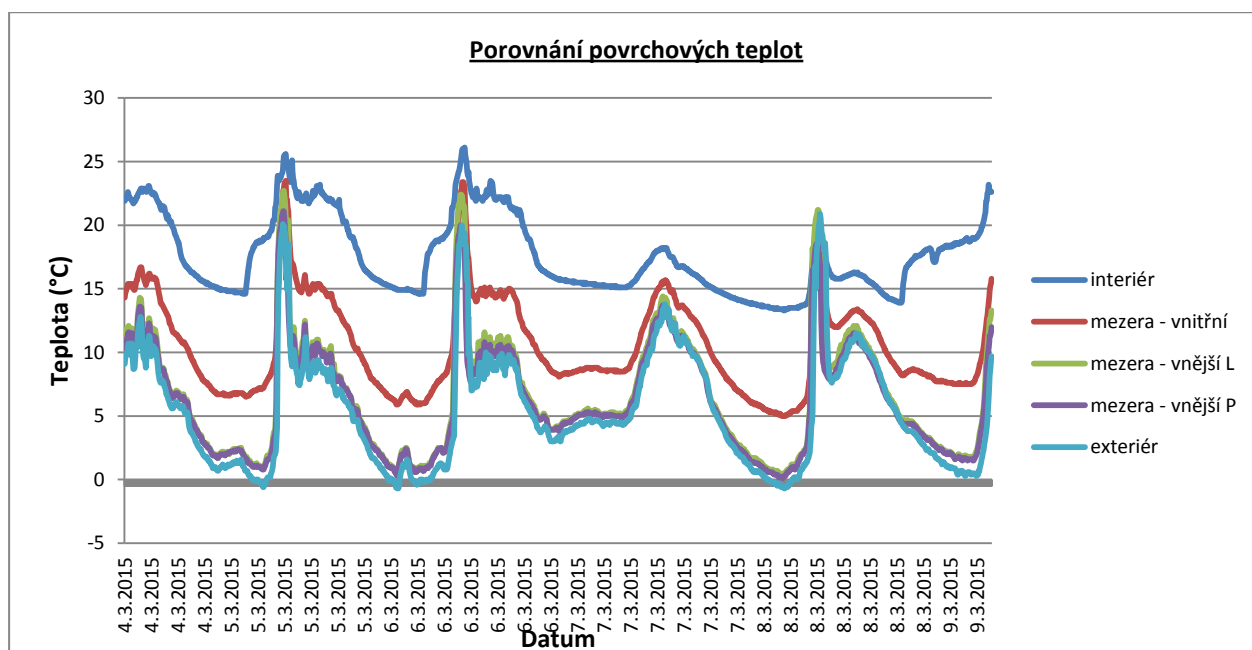


V intervalu od 4.3. do 9.3.došlo v mezeře na straně interiéru k poklesu povrchové teploty pod teplotu rosného bodu jen ve dvou dnech na velmi krátkou dobu. Na exteriérové straně dochází k začátku kondenzace opět pravidelně cca. v 19:30 až 20:30, konec kondenzace je zpravidla v cca. 8:30 až 10:00.

D.8.4. Porovnání povrchových teplot

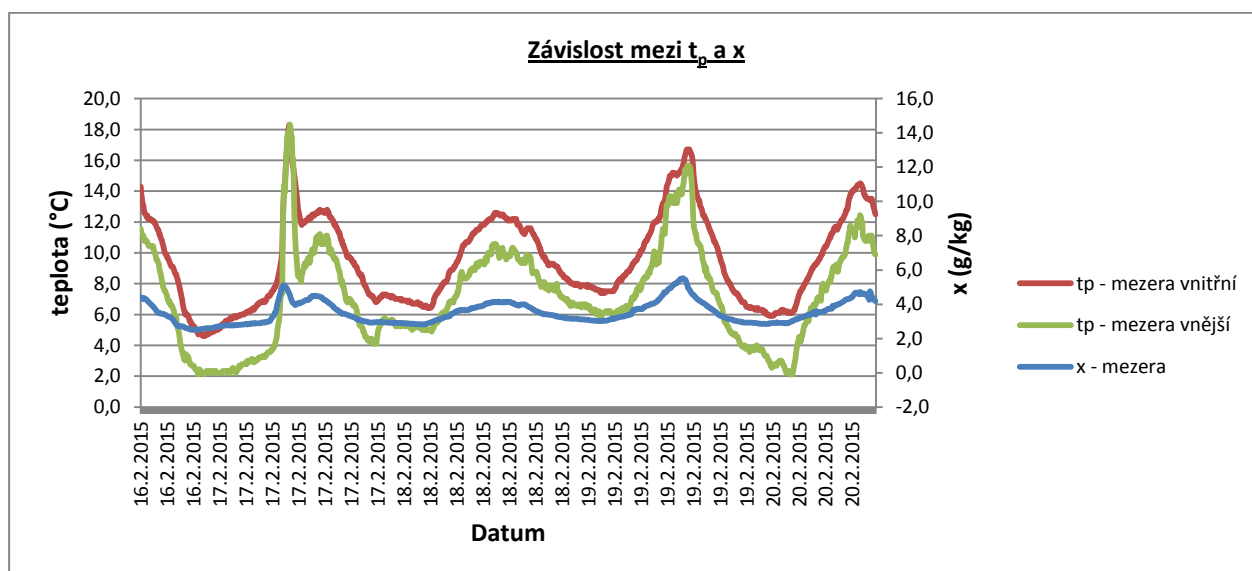


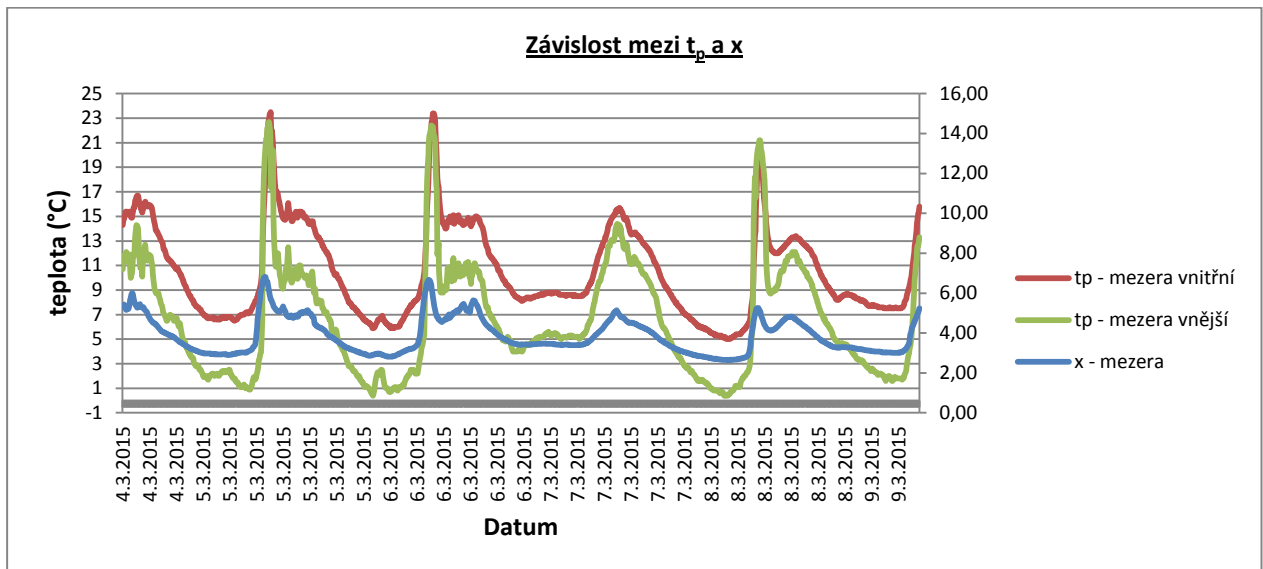
Povrchová teplota skla v exteriéru a v mezeře na exteriérové straně je přibližně totožná, což je způsobeno tím, že je výplně tvořena pouze jedním sklem. Naopak okenní rám je na interiérové straně tvořen izolačním dvojsklem, proto jsou tyto povrchové teploty značně odlišné. Rozdíl mezi nimi se pohybuje kolem 9 °C. Dne 17.2. kolem 9:30 jsou povrchové teploty v exteriéru a mezeře velice podobné, což je způsobeno přímým slunečním zářením a následným zahřátím všech povrchů.



V intervalu od 4.3. do 9.3.2015 je opět patrný skoro stejný průběh povrchové teploty v exteriéru a v mezeře na exteriérové straně. Rozdíl mezi interiérem a mezerou na straně interiéru je opět kolem 8 °C a to jak v nočních, tak v i denních hodinách. V tomto intervalu je velmi dobře vidět přímé sluneční záření kolem 9:30, což má za následek značné zvýšení povrchových teplot až na přibližně stejnou hodnotu, kromě interiérového povrchu, který je o cca. 5 °C teplejší.

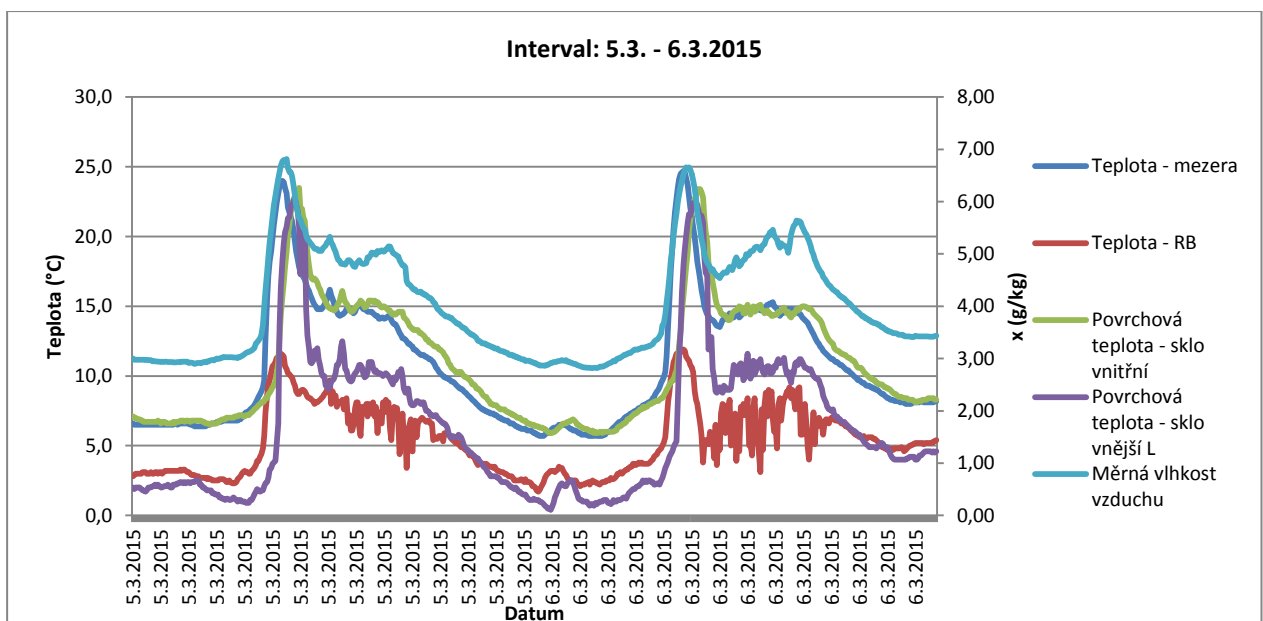
D.8.5. Závislost mezi měrnou vlhkostí a povrchovou teplotou





V obou posuzovaných intervalech je jasně patrný vliv mezi povrchovými teplotami a měrnou vlhkostí vzduchu v mezeře. Při největších povrchových teplotách kolem 9:30, kdy na okno svítí přímé slunce, dochází k odparu zkondenzované vody do vzduchu a značnému zvýšení měrné vlhkosti vzduchu (někdy až o cca.3,5 g/kg), naopak postupem dne se snižující se povrchovou teplotou dochází k opětovné kondenzaci vody a snížení měrné vlhkosti vzduchu. Při poklesu povrchové teploty v mezeře na exteriérové straně na cca. 3,5°C se měrná vlhkost ustálí na cca. 2,9 g/kg a dále se již nesnižuje.

D.8.5. Průběh vybraného intervalu



Na vybraném intervalu od 5.3. do 6.3.2015 je názorně vidět průběh povrchových teplot, teploty v mezeře a měrné vlhkosti vzduchu. K překročení teploty rosného bodu nad povrchovou teplotu okna na straně interiéru došlo v 7:15, zpátky pod ní klesla v 8:30. Druhý den byl tento interval od

7:30 do 8:20. K překročení teploty rosného bodu nad povrchovou teplotu okna na straně exteriéru došlo v 19:40, zpátky pod ní klesla v 8:45. V obou případech byla kritická teplota kolem 5,5 °C. Teplota vzduchu v mezeře se při začátku kondenzace pohybuje kolem 9 – 9,5 °C. Měrná vlhkost je nejvyšší kolem 9:00, kdy dochází k odparu zkondenzované vody.

D.9. Vyhodnocení

Po vyhodnocení všech naměřených, dopočítaných hodnot a jejich následném vyhodnocení jsem dospěl k závěru, že na vině je více faktorů.

Zásadním faktorem je celková konstrukční volba okna, které je tvořeno ze strany exteriéru jednosklem a ze strany interiéru izolačním dvojsklem. Z porovnání průběhu povrchových teplot je patrné, že mezi povrchovou teplotou v interiéru a v mezeře na straně interiéru je díky izolačnímu dvojsklu rozdíl cca.9°C, mezi exteriérem a mezerou na exteriérové straně je rozdíl zanedbatelný. Kdyby bylo na exteriérové straně zvoleno také izolační dvojsklo, byl by problém výrazně menší.

Dalším faktorem je vyšší interiérová vlhkost (někdy až 8 g/kg) a nedostatečné přirozené větrání. Vlhkost se tlačí z interiéru do exteriéru a v mezeře na chladném povrchu dochází k její kondenzaci. Tento problém by mohl být odstraněn instalací nuceného větrání, které je v dnešní době u budov jako základní škola nutností i s ohledem na celkové mikroklima v budově a jednotlivých učebnách. Nejlépe by bylo realizovat přívod vzduchu právě nad okenní otvory, kterým by byl jejich povrch omýván a při vhodné konstrukční úpravě by mohla být provětrávána i mezera mezi jednotlivými křídly okna.

Další možným aspektem je přerušované vytápění v nočních hodinách a zejména o víkendu. Průměrná teplota vzduchu se v této místnosti pohybuje kolem 20,5°C, při přerušení vytápění klesla až na 15,8°C

Všechny tyto faktory působí společně na vznik povrchové kondenzace a je třeba hlubším experimentální zkoumáním zjistit, které jsou nejpodstatnější a následně zvolit vhodnou variantu na jejich částečnou eliminaci nebo úplné odstranění.

Závěr

Cílem této diplomové práce bylo navrhnout optimální řešení vytápění a přípravy teplé vody v třípodlažní budově základní školy v Trhových Svinech.

V teoretické části jsem se zabýval problematikou vnitřního prostředí v budovách, jeho jednotlivými faktory, požadavky a samotným měřením se zaměřením na základní školy. Dále pak výplněmi otvorů, požadavky, které jsou na ně kladeny a problematikou povrchové kondenzace.

Ve výpočtové části jsem zpracoval kompletní projekt vytápění a ohřevu teplé vody na zadané budově základní školy. Zdroj tepla jsem navrhl ve dvou variantách a následně provedl jeho zhodnocení podle ekonomiky provozu.

Kompletní projekt je popsán v části B) Výpočtová část, dále pak v části C) Projektová část, kde je pro každou variantu přiložena technická zpráva.

V experimentální části jsem řešil problém a posouzení povrchové kondenzace na skleněné výplni oken v budově základní školy na Slovanském náměstí v Brně

Seznam použitých zkratk a symbolů

ČSN	-	Česká státní norma
EN	-	Evropská norma
CZT	-	centralizované zásobování teplem
DN	-	jmenovitý průměr

- ostatní zkratky a symboly jsou specifikovány v jednotlivých kapitolách a výkresech

Seznam příloh

V1	Půdorys 1.NP	M 1:50
V2	Půdorys 2.NP	M 1:50
V3	Plynová kotelna – schéma zapojení	M 1:30
V4	Předávací stanice – schéma zapojení	M 1:30
V5	Plynová kotelna – půdorys	M 1:30
V6	Předávací stanice – půdorys	M 1:30
V7	Schéma zapojení otopných těles	M 1:50
V8	Strojovna vzduchotechniky – půdorys + schéma zapojení	M 1:50
Dimenzovací schéma	1.NP	
Dimenzovací schéma	2.NP	

Seznam použitých zdrojů

- [1] Technika a způsob měření parametrů vnitřního prostředí. [online][cit.7.1.2015]
Dostupné z: <http://vetrani.tzb-info.cz/vnitri-prostredi/9217-technika-a-zpusoby-mereni-parametru-vnitriho-prostredi>
- [2] Požadavky na jednotlivé faktory vnitřního prostředí budov a jejich zajištění. [online][cit.7.1.2015]
Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/regenerace-domu/12280-pozadavky-na-jednotlive-faktory-vnitriho-prostredi-budov-a-jejich-zajisteni>
- [3] Hygienické požadavky na vnitřní prostředí staveb. [online][cit.7.1.2015]
Dostupné z: <http://vetrani.tzb-info.cz/vnitri-prostredi/9595-hygienicke-pozadavky-na-vnitri-prostredi-staveb>
- [4] Technika a způsob měření parametrů vnitřního prostředí. [online][cit.7.1.2015]
Dostupné z: <http://vetrani.tzb-info.cz/vnitri-prostredi/9217-technika-a-zpusoby-mereni-parametru-vnitriho-prostredi>
- [5] Vnitřní výpočtové teploty dle ČSN 12831 a doporučené relativní vlhkosti dle ČSN 060210. [online][cit.7.1.2015]
Dostupné z: <http://vetrani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/28-vnitri-vypoctove-teploty-dle-csn-en-12831-a-doporucene-relativni-vlhkosti-vzduchu-dle-csn-06-0210>
- [6] Doporučené intenzity osvětlení a odpovídající produkce tepla pro různá pracoviště. [online][cit.7.1.2015]
Dostupné z: <http://vytapeni.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/62-doporucene-intenzity-osvetleni-a-odpovidajici-produkce-tepla-pro-ruzna-pracoviste>
- [7] Vnitřní prostředí škol a možnosti zajištění výměny vzduchu. [online][cit.7.1.2015]
Dostupné z: <http://vetrani.tzb-info.cz/vnitri-prostredi/10752-vnitri-prostredi-skol-a-moznosti-zajisteni-vymeny-vzduchu>
- [8] Větrání ve školách: Jak se zbavit oxidu uhličitého?. [online][cit.7.1.2015]
Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/stavba/rekuperace/vetrani-ve-skolach-jak-se-zbavit-oxidu-uhliciteho.aspx>
- [9] Úspěšné realizace systémů řízeného větrání ve školských objektech. [online][cit.7.1.2015]
Dostupné z: <http://vetrani.tzb-info.cz/vnitri-prostredi/12374-uspesne-realizace-systemu-rizeneho-vetrani-ve-skolskych-objektech>

- [10] Okna, dveře. [online][cit.7.1.2015]
Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/okna-dvere>
- [11] Normové hodnoty součinitele prostupu tepla $U_{N,20}$ jednotlivých konstrukcí dle ČSN 730540-2:2011 Tepelné ochrany budov. [online][cit.7.1.2015]
Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/136-normove-hodnoty-soucinitele-prostupu-tepla-un-20-jednotlivych-konstrukci-dle-csn-73-0540-2-2011-tepeln-a-ochrana-budov-cast-2-pozadavky>
- [12] Těsnění a součinitel prostupu tepla otvorové výplně. [online][cit.7.1.2015]
Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/okna-dvere/249-tesneni-a-soucinitel-prostupu-tepla-otvorove-vyplne>
- [13] Akustika a zvukově izolační vlastnosti. [online][cit.7.1.2015]
Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/okna-dvere/282-akustika-a-zvukoveizolacni-vlastnosti>
- [14] Požadavky na zvukovou izolaci obvodového pláště dle ČSN 730532. [online][cit.7.1.2015]
Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/137-pozadavky-na-zvukovou-izolaci-obvodoveho-plaste-dle-csn-73-0532-akustika-ochrana-proti-hluku-v-budovach-a-posuzovani-akustickych-vlastnosti-stavebnich-vyrobku-pozadavky>
- [15] ČUPROVÁ, Danuše. *Tepelná technika budov – M04 – Stavební fyzikální řešení konstrukcí a budov*, vyd. Brno 2006, 59 stran
- [16] Problematika kondenzace vlhkosti na izolačním skle okna. [online][cit.7.1.2015]
Dostupné z: http://www.kplasty.cz/w/k-plasty/files/sklo_problematika_kondenzace_vlhkosti_na_izolacnim_skle_okna.pdf
- [17] Rosení oken – proč vzniká a jak mu předcházet. [online][cit.7.1.2015]
Dostupné z: <http://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/roseni-oken-proc-vznika-a-jak-mu-predchazet/>
- [18] Vlhký vzduch – stavové veličiny. [online][cit.7.1.2015]
Dostupné z: <http://tzb.fsv.cvut.cz/files/vyuka/125yatm/prednasky/125yatm-02.pdf>
- [19] Rosný bod. [online][cit.7.1.2015]
Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Rosn%C3%BD_bod
- [20] www.korado.cz
- [21] www.medportal.cz
- [22] www.grundfos.cz
- [23] www.imi-hydronic.com/cs/produkty-a-eeni/termostaticka-regulace/termostaticke-ventily-a-roubeni/3-cestne-termostaticke-ventily/Ticestne-smovaci-ventily

- [24] www.imi-hydronic.com/cs/produkty-a-eeni/vyvaovani-a-regulace/vyvaovaci-ventily
- [25] www.hz-weitzel.de
- [26] www.etl.cz

www.secespol.cz

www.reflexcz.cz

www.meibes.cz

www.dzd.cz

www.honeywell.cz

www.giacomini.cz

www.elektrodesign.cz

www.junkers.cz

www.brilon.cz